

**T.C.**  
**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

**DÖNGÜSEL EKONOMİ ÇERÇEVESİNDE TIBBİ ATIK YÖNETİM**  
**SÜRECİNE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN ETKİSİNİN BÜTÜNLEŞİK**  
**FUCOM-ARAS YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS**

**Bilge BATAR**

**OCAK– 2023**  
**GÜMÜŞHANE**



**T.C.**

**GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

**DÖNGÜSEL EKONOMİ ÇERÇEVESİNDE TIBBİ ATIK YÖNETİM  
SÜRECİNE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN ETKİSİNİN BÜTÜNLEŞİK  
FUCOM-ARAS YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

**DETERMINING THE EFFECT OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY ON THE  
MEDICAL WASTE MANAGEMENT PROCESS IN THE CIRCULAR  
ECONOMY FRAMEWORK WITH THE INTEGRATED FUCOM-ARAS  
METHOD.**

**YÜKSEK LİSANS**

**Bilge BATAR**

**OCAK– 2023  
GÜMÜŞHANE**



**T.C.  
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI**

**DÖNGÜSEL EKONOMİ ÇERÇEVESİNDE TIBBİ ATIK YÖNETİM  
SÜRECİNE BLOKZİNCİR TEKNOLOJİSİNİN ETKİSİNİN BÜTÜNLEŞİK  
FUCOM-ARAS YÖNTEMİYLE BELİRLENMESİ**

**DETERMINING THE EFFECT OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY ON THE  
MEDICAL WASTE MANAGEMENT PROCESS IN THE CIRCULAR  
ECONOMY FRAMEWORK WITH THE INTEGRATED FUCOM-ARAS  
METHOD  
YÜKSEK LİSANS**

**Bilge BATAR**

**Danışman: Doç. Dr. İskender PEKER**

**OCAK– 2023  
GÜMÜŞHANE**



## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

**Yüksek Lisans Tezi** olarak hazırlamış olduğum **“Döngüsel Ekonomi Çerçevesinde Tıbbi Atık Yönetim Sürecine Blokzincir Teknolojisinin Etkisinin Bütünleşik FUCOM-ARAS Yöntemiyle Belirlenmesi”** isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmalarını kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi’nin lisanslı kullanıcısı olduğu intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü’nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği’nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

12/01/2023

.....  
**Bilge BATAR**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışma sürecimde her zaman akademik disipliniyle bana ışık tutan, tezimi yazma aşamasında her bir noktayı titizlikle kontrol eden, sıkıldığım ve umutsuz olduğum anlarda bana çalışma şevki, güven, hırs ve azim aşılayan, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum kıymetli tez danışmanım Doç. Dr. İskender PEKER hocama can-ı gönülden şükranlarımı sunarım. Hayatıma güzel katkılarda bulunan Gümüşhane Üniversitesi Acil Yardım ve Afet Yönetimi Lisans ve Afet Yönetimi Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans programındaki saygıdeğer hocalarıma teşekkürü borç bilirim.

Her ne konuda olursa olsun maddi ve manevi beni destekleyen, aldığım her kararda arkamda duran sevgili aileme, tez yazmaktan bunaldığım zamanlarda bana sürekli motivasyon veren canım kardeşim Cevriye BATAR'a, tezimi sonlandırma aşamasında benden desteğini esirgemeyen kıymetli arkadaşım Nurcan ŞİMŞEK'e ve bu yola beraber çıkıp beraber sonlandırdığımız değerli arkadaşlarım Kader AYGÜN, Zeynep ARSLAN, Mervenur SELİM ve Ebru GÜLEÇ'e tezime sağladıkları katkılardan dolayı müteşekkirim.

**Bilge BATAR**  
**GÜMÜŞHANE – 2023**

## ÖZET

Döngüsel ekonomi kavramı kaynakların yeniden kullanımını sağlamak, girdileri düşürerek atık üretimini en az seviyeye çekmek ve maliyetleri azaltmak gibi amaçlar edinerek çevre üzerindeki yükü azaltmaya odaklanmıştır. Maliyetlerin artışı sağlık tesislerinin ve beraberinde birçok kuruluşun tıbbi atık yönetimine odaklanmasını gerekli kılmaktadır. 2008 yılında ortaya çıkan blokzincir teknolojisi, güvenilir bloklar bütününden meydana gelen denetlenebilir ve izlenebilir işlemlerden oluşan bir veri tabanıdır. Bu teknolojinin şeffaflık, güvenilirlik, erişilebilirlik, esneklik, dijitallik/otomatiklik vb. özellikler barındırması tıbbi atık yönetim sürecine akabinde döngüsel ekonomik sisteme çeşitli avantajlar sağlayabilir.

Bu kapsamda çalışmanın amacı sağlık kuruluşları ve sürdürülebilir kalkınma için önem arz eden tıbbi atık yönetim sürecinin etkinliğini döngüsel ekonomi çerçevesinde ve blokzincir teknolojisinin bu sürece olan katkısını göz önüne alacak şekilde çok kriterli karar verme teknikleri (ÇKKVT) ile değerlendirmektir. Çalışmada yer alan kriter ve alternatifler literatür araştırması ile belirlenmiştir. Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması ÇKKV yöntemlerinden Full Consistency Method (FUCOM) yöntemi ile elde edilmiştir. Alternatiflerin sıralanması ise ÇKKV yöntemlerinden Additive Ratio Assessment (ARAS) yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda blokzincir teknolojisinin döngüsel ekonomi çerçevesinde tıbbi atık yönetim sürecinde potansiyel faydası en yüksek kriter güvenilirlik iken yönetim sürecinde entegrasyonunun en etkin olduğu aşama tıbbi atıkların depolanması aşaması olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ARAS, Blokzincir teknolojiler, Döngüsel ekonomi, FUCOM, Tıbbi atık yönetimi

## SUMMARY

The concept of circular economy has focused to reduce the burden on the environment by aiming at reusing resources, minimizing waste generation by reducing inputs, and reducing costs. The increase in costs necessitates health facilities and many organizations to focus on medical waste management. Blockchain technologies, which emerged in 2008, are a database of auditable and traceable transactions consisting of a whole of reliable blocks. Transparency, reliability, accessibility, flexibility, digitality/automation, etc. may provide various advantages to the circular economic system following the medical waste management process.

In this context, the study aims to evaluate the effectiveness of the medical waste management process, which is important for health institutions and sustainable development, within the framework of the circular economy and with multi-criteria decision-making techniques (MCDM), taking into account the contribution of blockchain technology to this process. The criteria and alternatives in the study were determined by literature research. Calculation of the importance weights of the criteria was obtained by the Full Consistency Method (FUCOM) method, which is one of the MCDM methods. The ranking of the alternatives was carried out with the Additive Ratio Assessment (ARAS) method, which is one of the MCDM methods. As a result of the study, while the potential benefit of Blockchain Technology in the medical waste management process within the framework of the circular economy is reliability, the most effective step in the management process is the storage of medical waste.

**Keywords:** ARAS, Blockchain technologies, Circular economy, FUCOM, Medical waste management



## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| KABUL VE ONAY .....                                                                                           | III  |
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....                                                                           | IV   |
| TEŞEKKÜR.....                                                                                                 | V    |
| ÖZET.....                                                                                                     | VI   |
| SUMMARY .....                                                                                                 | VII  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                                             | VIII |
| TABLO DİZİNİ .....                                                                                            | X    |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                                          | XI   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                                                          | XII  |
| 1. GİRİŞ .....                                                                                                | 1    |
| 1.1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....                                                                                  | 2    |
| 1.1.1. Atık Kavramı.....                                                                                      | 2    |
| 1.1.2. Tıbbi Atık Kavramı.....                                                                                | 2    |
| 1.1.3. Tıbbi Atık Yönetimi.....                                                                               | 2    |
| 1.1.4. Döngüsel Ekonomi Kavramı.....                                                                          | 4    |
| 1.1.5. Blokzincir Kavramı.....                                                                                | 5    |
| 1.1.5.1. Blokzincir Teknolojisinin Avantajları .....                                                          | 6    |
| 1.1.5.2. Blokzincir Teknolojisinin Dezavantajları .....                                                       | 7    |
| 1.1.6. Tıbbi Atıkların Döngüsel Ekonomi İçin Önemi.....                                                       | 7    |
| 2. LİTERATÜR TARAMASI.....                                                                                    | 10   |
| 2.1. Tıbbi Atık Kavramı ve Tıbbi Atık Yönetimi Konusunu Ele Alan Çalışmalara Dair<br>Literatür Taraması ..... | 10   |
| 2.2. Tıbbi Atık Yönetimi ve Döngüsel Ekonomiye Ele Alan Çalışmalara Dair Literatür<br>Taraması .....          | 15   |
| 2.3. Blokzincir Teknolojilerin Tıbbi Atık Yönetiminde Kullanımına Dair Literatür<br>Taraması .....            | 17   |
| 3. UYGULAMA .....                                                                                             | 22   |
| 3.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi .....                                                                          | 22   |
| 3.2. Full Consistency Method (FUCOM) -Tam Tutarlılık Yöntemi.....                                             | 22   |
| 3.3. Additive Ratio Assessment (ARAS) yöntemi.....                                                            | 24   |
| 3.4. Uygulama Aşamaları.....                                                                                  | 26   |

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.4.1. Kriterlerin Oluşturulması .....                                | 27 |
| 3.4.2. Alternatiflerin Belirlenmesi .....                             | 28 |
| 3.4.3. Uzman Grubun Tespit Edilmesi.....                              | 28 |
| 3.4.4. Kriterlerin Önem Sırasına Göre Sıralanması .....               | 28 |
| 3.4.5. Kriterlerin Karşılařtırılmalđ Önceliklerinin Belirlenmesi..... | 30 |
| 3.4.6. Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması.....              | 30 |
| 3.4.7. Alternatiflerin Sıralanması .....                              | 33 |
| 3.4.8. Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturması .....           | 34 |
| 3.4.9. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Karar Matrisi Tanımlama .....      | 35 |
| 3.4.10. Optimallik Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması.....           | 36 |
| 3.4.11. Alternatifler İçin Fayda Derecesinin (Ki) Elde Edilmesi.....  | 36 |
| 4. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                            | 37 |
| KAYNAKÇA.....                                                         | 40 |
| ÖZGEÇMİş .....                                                        | 45 |

## TABLO DİZİNİ

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Kriterlerin önem sırasına göre sıralanması anketi örneği .....                                        | 29 |
| Tablo 2. Kriterlerin karşılaştırmalı önceliklerinin belirlenmesi anketi örneği.....                            | 30 |
| Tablo 3. Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması anketi örneği .....                                      | 31 |
| Tablo 4. Kriterlerin sıralanması .....                                                                         | 32 |
| Tablo 5. Kriterlerin tıbbi atık yönetim süreci açısından önem derecelerinin belirlenmesi<br>anketi örneği..... | 33 |
| Tablo 6. Karar matrisinin oluşturulması .....                                                                  | 34 |
| Tablo 7. Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması .....                                                | 35 |
| Tablo 8. Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi .....                                                       | 35 |
| Tablo 9. Alternatifler için fayda derecesinin (ki) elde edilmesi.....                                          | 36 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Şekil 1. Uygulama aşamaları..... | 27 |
|----------------------------------|----|



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|            |                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------|
| AB         | : Avrupa Birliği                                                    |
| ABD        | : Amerika Birleşik Devletleri                                       |
| AHP        | : Analitik Hiyerarşi Prosesi                                        |
| ARAS       | : Katkı Oranı Değerlendirmesi                                       |
| AVNS       | : Uyarlanabilir Değişken Mahalle Araması                            |
| BIST       | : Borsa İstanbul                                                    |
| BWM        | : En İyi-En Kötü Yöntemi                                            |
| CI         | : Kohort Zekâ                                                       |
| COVID- 19  | : Korona Virüs Hastalığı                                            |
| CRITIC     | : Kriterler arası Korelasyon Yoluyla Kriterlerin Önem Tespiti       |
| ÇKKVT      | : Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri                               |
| DFC        | : Karşılaştırmanın Tam Tutarlılığı                                  |
| DSÖ        | : Dünya Sağlık Örgütü                                               |
| ELECTRE    | : Eleme ve Seçim Çeviri Gerçeği İngilizce                           |
| FUCOM      | : Tam Tutarlılık Yöntemi                                            |
| IF-ANP     | : Sezgisel Bulanık Analitik Ağ Süreci                               |
| IF-DEMATEL | : Sezgisel Bulanık Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı |
| IPFS       | : Gezegenler Arası Dosya Sistemleri                                 |
| TOPSIS     | : İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Sipariş Tercihi Tekniği              |
| TTS        | : Tam Tutarlılıktan Sapma                                           |
| VIKOR      | : Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşım Çözümü                       |
| YÖK        | : Yükseköğretim Kurulu                                              |

## 1. GİRİŞ

Dünya genelinde küreselleşme ve nüfus artışıyla birlikte doğal kaynakların kullanımı önemli düzeyde artarak, üretim ve tüketim faaliyetlerine bağlı çevre ve insan üzerindeki baskı artış göstermiştir. Bakıldığında ülkemizde karşımıza çıkan çevresel ve ekonomik sorunlar, elimizdeki kaynakları planlı bir şekilde yönetemememiz sonucu kaynakların aşırı veya yanlış kullanılması ile ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla kaynaklar, gelecek nesilleri düşünen bir anlayışla, sürdürülebilir kalkınma ilkelerini göz önünde bulundurarak çeşitli teknolojik uygulamalar kullanılarak yönetilmelidir. Ülkemizde halihazırda bertaraf teknolojilerinin yaygınlaşması ve tıbbi atık yönetiminin özelleştirilmesi sonucu tıbbi atık yönetimi için maliyetler giderek artış göstermiştir.

Blokszincir, 2008'de ortaya çıkan güvenilirlik, esneklik, denetlenebilirlik, şeffaflık, dijitallik/otomatiklik, izlenebilirlik, erişilebilirlik vb. özellikler içeren ve bloklardan oluşan bir veri tabanıdır. Bu bağlamda, çalışmada blokszincir teknolojilerin tıbbi atık ve döngüsel ekonomi arasındaki ilişkiye katkısı değerlendirilmiştir. Literatür taraması sonucu bu üç başlığı birlikte işleyen çalışmaya rastlanılmamıştır. Ayrıca ÇKKV yöntemlerinden FUCOM ve ARAS yöntemlerinin çalışmada kullanılması, çalışmamızın birçok yönden literatüre katkı sağladığını göstermektedir.

Çalışmanın literatüre dört önemli katkısı tespit edilmiştir. Birincisi; tıbbi atık yönetim sürecinde blokszincir teknoloji kullanımının potansiyel faydalarının belirlenmesidir. İkincisi; blokszincir teknolojisinin döngüsel ekonomi çerçevesinde ve tıbbi atık yönetim sürecinde kullanımına yönelik mevcut literatürün kapsamlı bir şekilde analiz edilmesidir. Üçüncüsü; ÇKKV yöntemleri ile blokszincir teknolojisinin döngüsel ekonomi çerçevesinde tıbbi atık yönetimi aşamaları arasındaki uygunluğunun FUCOM yöntemi ile değerlendirilerek kriterlerinin önem ağırlıklarının hesaplanmasıdır. Dördüncüsü ise blokszincir teknolojisinin tıbbi atık yönetim süreçleri arasındaki entegrasyonunun uygunluğuna yönelik sıralamanın elde edilmesidir.

Bu kapsamda araştırma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm, tıbbi atık yönetimi, döngüsel ekonomi ve blokszincir teknolojisine yönelik kavramsal çerçeveyi içermektedir. İkinci bölümde tıbbi atık ve tıbbi atık yönetimi, döngüsel ekonomi ve tıbbi atık yönetiminde blokszincir teknolojisinin kullanımını konu edinen çalışmalara dair literatür taraması sunulmuştur. Üçüncü bölümde ise araştırmanın önemi ve amacı hakkında bilgiler verilerek amacımıza yönelik kullanılan ÇKKV yöntemleri olan, FUCOM ve ARAS yöntemleri adımlarıyla birlikte ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır ve uygulama

sunulmuştur. Çalışmanın son bölümünü ise sonuç ve öneriler kısmı oluşturmaktadır. Ayrıca araştırmalar sonucu elde edilen veriler yorumlanarak çalışmanın kısıtları ve gelecekteki çalışmalar için birtakım önerilere yer verilmiştir.

## **1.1. Kavramsal Çerçeve**

### **1.1.1. Atık Kavramı**

Atık kavramı genel olarak doğrudan kullanımı mümkün olamayan, tekrar kullanılmamak üzere atılan katı, sıvı veya gaz maddeler olarak tanımlanır (Bilgili, 2020). Atıklar okul, hastane, ev, iş yeri vb. ortamlarda günlük kullanımlar sonucu ortaya çıkan maddelerdir (Çarıkçı, 2020). Bu gibi maddeler yanıcı, patlayıcı, aşındırıcı, bulaşıcı, tahriş edici gibi tehlikeli özelliklerden herhangi birini gösterirlerse tehlikeli atık olarak kabul edilmektedirler (Shareefdeen, 2012).

### **1.1.2. Tıbbi Atık Kavramı**

Çeşitli hastaneler, aile sağlığı merkezleri, ağız diş sağlığı merkezleri, diyaliz merkezleri gibi sağlık kuruluşlarında bireylere sunulan hizmetler sonucu ortaya çıkan atıklar tıbbi atık olarak adlandırılmaktadır (Cerrahoğlu, 2019). Tıbbi atıklar diğer atıklara göre daha az miktarda olmasına rağmen daha ağır riskler oluşturmaktadırlar (Çarıkçı, 2020). İnsan ve hayvanların teşhis ve tedavisinin yanı sıra çeşitli biyolojik üretim, test ve araştırmalar neticesinde ortaya çıkan atıklar olarak da tanımlanmaktadır (Purnomo, 2021).

### **1.1.3. Tıbbi Atık Yönetimi**

İnsan faaliyetleri sonucu geçmişten günümüze sürekli atıklar üretilmiştir. Kentleşmenin ve nüfusun az olmasından dolayı atıklar büyük bir sorun haline dönüşmemiştir. Fakat kentleşme ve nüfus arttıkça atık yönetimi düzenli ve etkili bir şekilde yapılmayınca bir sorun haline dönüşmektedirler (Cingöz, 2020). Atıklar düzgün bir şekilde yönetilmeyince hava, su ve toprakta kirliliğe ve halk sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Bilgili, 2020). Ülkeler bu gibi etkileri ortadan kaldıracı ve sağlam olmayan ve sürdürülemeyen atık yönetim süreçleriyle başa çıkmak için yeniden düzenlemeler ve çerçeveler geliştirme yoluna başvurmak zorunda kalmıştır (Esmaeilian vd., 2018).

Atık yönetimi, sistemli ve planlı bir yaklaşımla ele alınması ve yönetilmesi gereken bir konudur. Bu anlamda önemli olan nokta atık yönetim sürecinin üretim, toplama,

işleme, uzaklaştırma ve bertaraf gibi temel öğelerinin yanında, çevrenin ve kaynakların korunması, enerji ve verimlilik artışı gibi konularla bütünlük içinde olmasıdır (Windfeld, 2015). Başka bir deyişle, atıkları sadece insanlardan uzağa götürmek değil, aynı zamanda çevre, insan ve diğer canlıların sağlığının korunmasıyla birlikte ekonomik ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanmasına da katkı göstermesidir (Akdoğan, 2007).

Dünyadaki teknolojik ilerlemelerle birlikte gelişim gösteren sağlık sektörü beraberinde atık çeşit ve miktarlarında son derece önemli artışlara neden olmuştur (Bdour, 2007). Sağlık kuruluşlarındaki hizmetler sonucu ortaya çıkan tıbbi atıklar, kimyasal, patolojik, radyolojik vb. maddeleri ihtiva etmesi ve kesici ve delici özellik göstermeleri sebebiyle halk ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri olmasından dolayı özel atık grubunda değerlendirilip toplama, taşıma, ayrıştırma ve bertaraf işlemleri yapılırken ayrı işlem görmeleri gerekir (Haylamicheal, 2010). Tıbbi atık yönetiminin başarılı olması atıkların kaynaklarda ayrıştırması, tesis içine veya dışına taşıma sırasında güvenli idare, yönetim ve çevre dostu bertaraf unsurlarına bağlıdır (Aydın, 2016). Farklı türdeki tıbbi atıklar ayrı bir şekilde toplanıp işlem yapılacak alana da ayrı taşınmalı ve ayrı kanallarda bertaraf veya geri dönüşüm işlemine tabi tutulmalıdır (Bdour, 2007). Toplama, ayrıştırma, depolama ve imha dikkatli bir şekilde planlanmalı, hava kirliliğini önlemeli ve insan sağlığını tehdit eden unsurlar içermeyen nitelikte olmalıdır (Ulutaşdemir, 2020).

Sağlık sektöründe önemli bir rol biçilen hastanelerin çevre dostu bir kimlik ile hizmetlerini devam ettirebilmeleri için eylem planlamalarına etkili atık yönetimini de dahil etmeleri gerekmektedir (Cerrahoğlu, 2019). Bu tür işletmelerin doğal çevreyi düşünerek hareket etmeleri, tehlikeli ve bulaşıcı madde, enerji ve su yönetimi gibi konularda çalışma ve etkinliklerini artırmaları, sağlık hizmetlerini daha güvenilir sunmalarını aynı zamanda ekonomiye katkıda bulunarak devletleri büyük maliyetlerden kurtararak tasarruf edebilmelerini sağlayacaktır (Cerrahoğlu, 2019). Halihazırdaki tıbbi atık yönetim stratejileri farklı hastanelerde birbirinden farklı olmakla birlikte başlıca toplama, depolama, taşıma, arıtma ve imha etme gibi uygulamalarda benzerlikler bulunmaktadır (Terekli, 2013). Atık türü farketmeksizin; atıktan kaçınma, yeniden kullanma, geri dönüşüm ve bertaraf etme gibi adımlara uygun hareket etmek, bu konuyla ilgili politika ve yasaya uygun prosedürler oluşturmak doğal çevrenin korunması, finansal etkinlik ve tasarruf sağlanması, elimizdeki doğal kaynakların etkin kullanımı gibi belli başlı konularda yararımıza olacaktır (Terekli, 2013). Dolayısıyla sürecin başından yani atık üretiminin azaltılması çalışmalarından, sürecin sonuna yani atıkların bertarafına



kadar olan çalışmaların planlı bir şekilde yürütülmesi ehemmiyet taşıamaktadır (arıkı, 2020).

#### **1.1.4. Döngüsel Ekonomi Kavramı**

Geçmişe bakıldığında son zamanlarda insanların yaşam tarzlarında, ev, iş, okul hayatı ve birçok alanda dönüşümler yaşadıkları görülmektedir (Morseletto, 2020). Bu dönüşümler, ‘al, kullan, at’ sistemiyle işleyen doğrusal ekonomiden ürünlerin geri dönüşümünü destekleyen döngüsel ekonomiye geçiş yapmanın zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır (Lahti vd., 2018). Bu sebeple üretim gerçekleştiren işletmeler, ürünleri satmak yerine sürekli bir kr yaratmak amacıyla, ürettikleri ürünlerinin yeniden dönüşümünü ve kullanımını fırsata çevirmektedirler (Velenturf, 2021). İşletmelerce üretilen tabletler, bilgisayarlar, cep telefonları, arabalar, ayakkabılar, giysiler vb. rnler yeniden dönüşüm boyutunda değerlendirilmektedir (Yılmaz, 2019).

Döngüsel ekonominin tarihine baktığımızda, 1960’larda ortaya çıkmaya başladığı görülmektedir. Düşündüğümüzde bu yıllarda, çevresel problemlerin şiddetinin arttığı ve sürdürülebilir kalkınma kavramının ortaya çıktığı görülmektedir (Kirchherr, 2017). Döngüsel ekonomik modeli, elimizdeki kaynakların yeniden kullanımına izin veren, çevrenin üzerindeki yükü azaltmaya çalışan, girdileri düşürmeye ve bunun sonucunda atık üretimini minimum düzeye indirmeye çalışan bir model olarak ele almak mümkündür (Yılmaz, 2019).

Ülkelerin büyüme gayretlerinin önündeki engellerden olan ‘Al-ret-at’ mantığıyla ilerleyen doğrusal ekonomik modelin doğal kaynakları aşırı kullanımı ve bunun sonucunda ortaya çıkan ekolojik problemler olmuştur (Kirchherr, 2017). Kaynakları sınırsız tüketen bu doğrusal modelin eleştiri alması döngüsel ekonomik modelin planlanıp kurgulanmasına sebep olmuştur (Yalçın, 2020).

Döngüsel ekonomi kavramı tek bir tanımla sınırlı olmayıp birden çok tanımı mevcuttur. Yapılan bu tanımlamalara baktığımızda döngüsel ekonomi ile sürdürülebilir kalkınma arasında bariz bir şekilde bağlantısının olduğunu görmekteyiz. Atık üretimini en aza indiren döngüsel ekonominin temel amacı, ekonomik olarak refaha ulaşma ve evre kalitesidir (Korhonen, 2018). Bu amaçla birlikte gelecek nesiller üzerinde etkisinin olduğu ortaya çıkmaktadır.

Döngüsel ekonomiyi in, Avrupa Birliği (AB), Amerika Birleşik Devletleri (ABD), Japonya ve diğer bazı ülkeler ulusal ve çevresel bir politika aracı olarak belirlemişlerdir (Türkeli, 2018). Döngüsel ekonomiyi desteklemekteki asıl amaç, ekonomik olarak büyüme ile çevresel baskı arasındaki mevcut ilişkinin ayrıştırılmasıdır

(Sauve, 2016). Dünyaya baktığımızda döngüsel ekonomi uygulamalarında yeniden kullanımdan çok geri dönüşüme odaklanan döngüsel ekonomi şeklinde bir görünüm söz konusudur (Yılmaz, 2019).

Döngüsel ekonominin amaçlarından biri de üretim sonucu oluşan atıkların hammadde olarak ekonomiye kazandırılmasıdır (Berndtsson, 2015). Bu şekilde hammaddeye dolayısıyla dışa olan bağlılığın düşmesi beklenmektedir (Berndtsson, 2015). Ülkelerin ithalata olan bağlılığını azaltarak tedarik belirsizliği, fiyat değişkenliği ve kıt kaynaklardan kaynaklanan problemlerle başa çıkması kolaylaştıracaktır (Kirchherr, 2017). Döngüsel ekonominin amacı, tüm paydaşlar (tedarikçiler, perakendeciler, üreticiler, toptancılar, tüketiciler vb.) ile iş birliği sağlayarak doğal çevre ve kaynakları korumaktır (Gedik, 2020).

### **1.1.5. Blokzincir Kavramı**

Blokzincir kavramı 2008 yılında ortaya atılmış, tanınmaya başlanması ise Bitcoin sanal para birimi vasıtasıyla 2009 yılında gerçekleşmiştir. Satoshi Nakamoto adında anonim bir grup tarafından oluşturulan ilk dijital para birimi olarak bilinen Bitcoin'in arkasındaki teknoloji olarak ortaya çıkmıştır. Bu teknoloji bankalarda dolandırıcılığın önüne geçmek için var olan finansal sistemin yanında alternatif olarak geliştirilmiştir (Esmaeilian vd., 2018). Blokzincir teknolojiler dağıtılmış bir kayıt defteri olarak tanımlanmaktadır. Daha kapsamlı bir şekilde ifade edecek olursak blokzinciri, dağıtık, paylaşılan, şifrelenmiş, bozulmayan ve geri dönüşü mümkün olmayan bir bilgi deposudur. Blokzinciri, sistemi kullanmakta olan kullanıcılar arasındaki işlemleri ağ yardımı ile doğrulayarak saklayan bir sistemdir (Lin, 2017). Bakıldığında blokzinciri, güvenilir bloklar bütünü ve bu blokları oluşturan doğruluğu sorgulanabilir çeşitli işlemlerden meydana gelen bir veritabanı olarak tanımlanmaktadır (Ünal, 2020).

Bir blokzincirindeki doğrulanmış işlemler bloklarda saklanır ve bu oluşturulan bloklar bir blokzincir oluşturmak için birbirine bağlanır (Esmaeilian vd., 2018). Blok zincirdeki düğüm, işlemleri doğrulayabilen ve başlatabilen blokzinciri ağına bağlı bir tür cihazdır (Zheng, 2016).

Bu düğümlerin her birinde bir blokzinciri kopyası bulunur. Düğüm oluşturmak isteyen herhangi bir cihazın cüzdan indirmesi gerekir (İrak ve Topcu, 2020). Cüzdan ise düğüm için bir çift genel ve özel şifreleme anahtarı meydana getiren bir yazılımdır (Zheng, 2016). Herhangi bir düğümün ağdaki tüm kişilerin erişebildiği ortak anahtarı, para göndermek veya almak için benzersiz tanımlayıcı işlev görür (Kırbaş, 2018). Blokzincirin cüzdanları, ait olduğu kişinin bakiyesinin kaydını tutmaz, fakat ağda

meydana gelen tüm işlemleri depolayan blokzincirin kopyasına erişime sahiptir (Kırbaş, 2018). Bu yüzden, her yeni işlemi oluşturan kişi, kendisine göndermek istediği parayı getiren bütün işlemleri belirtmelidir (Esmaeilian vd., 2018).

Blokzincir teknolojisinin birçok özelliği vardır. Başlıca özellikleri arasında güvenilirlik, erişilebilirlik, esneklik, anonimlik, izlenebilirlik, azaltılmış işlem maliyeti, denetlenebilirlik, âdem-i merkeziyetçilik, şeffaflık, değiştirilemezlik, dijitallik/otomatiklik yer almaktadır. Bu teknoloji kullanılırken meydana gelen etkileşimler sistem tarafından kontrol edilip herhangi bir ters durumda sorumluluk üstlenmiştir. Böylece insanlara rahat kullanılabilecek bir ortam oluşturmıştır. Bunun dışında, ortak anahtar yapısının kullanılması ve merkezi bir sunucunun var olmaması koruma gücünü artırdığından olası bir saldırıyı önlemekte ve güvenli bir sistem meydana getirmektedir (Atlam vd., 2020). Sistemdeki düğümlerin gizli olması gerektiği ve korumanın amaçlanması anonim bir yapı doğurmaktadır. Bu amaçla sistem özel anahtar yapısından oluşmaktadır (Yousefi ve Tosarkani, 2022). Blokzincir içerisindeki bloklar güvenilir bir şekilde izlenmekte ve bilgiler değerlendirilmektedir. Bu teknoloji ile birlikte birtakım gider maliyetlerinde düşüş ortaya çıkmıştır. Bu özellikler bazı avantajlar ve dezavantajlar oluşturmaktadır.

#### **1.1.5.1. Blokzincir Teknolojisinin Avantajları**

- Herhangi bir aracıya ihtiyaç duymaksızın dijital imza ve doğrulamalar yardımıyla paydaşların birbirlerine güvenini artırır (Tanrıverdi vd., 2019).
- Eldeki verilerin kopyası paydaşlar tarafından kaydedilerek, herkesin bu verilere erişimi sağlanır ve yapılan işlemleri tüm paydaşlar görebilir (Abu-elezz, 2020). Böylelikle veri kaybının ve veri tahribatının önüne geçilir.
- Blokzincir üzerindeki veriler herhangi bir zamanda silinemez veya değiştirilemez.
- Tüm paydaşlar kendi işlemlerinin durumunu ve blokzincirinde var olan tüm işlemlerin detaylarını görebilir, böylelikle şeffaflık sağlanmış olur (M. Niranjanamurthy, 2019).
- Blokzincirler merkezi bir otoriteye gerek kalmadan çalışabilir, bu dağıtık yapısı sebebiyle iptal edilemez veya kapatılamaz (Tanrıverdi vd., 2019).
- Akıllı sözleşmeler yardımıyla belirli faaliyetler otomatik hale getirilebilir.

### 1.1.5.2. Blokzincir Teknolojisinin Dezavantajları

- Bazı blokzincir çeşitlerinde çok fazla enerji harcanmakta ve çok pahalı bilgisayar sistemleri kullanılmaktadır (Wang, 2020).
- Blokzincirdeki her bir düğümün tüm verileri kopyalaması, içeriklerine erişebilmesi ve bunları saklayabilmesi kullanıcıların mahremiyetini sağlamayabilir.
- Blokzincirindeki veriler her bir düğümde ayrı ayrı saklanmakta olup her işlemten sonra düğümlerde yer alan verilerin tutarlılığı sağlanmaktadır (M. Niranjanamurthy, 2019). Örnek verecek olursak zincire bir blok eklemek blokzincir çeşitleri arasında değişmekle birlikte belirli bir zaman almaktadır. Bu yüzden diğer veritabanları ile performans bakımından karşılaştırıldığında yetersiz kalmaktadır (Iuon-Chang Lin, 2017).
- Akıllı sözleşmeler oluşturulduktan sonra blokzincirinde herkesin erişimine açık hale getirilerek saklanır ve değiştirilemez (Ion-Chang Lin, 2017). Böylelikle akıllı sözleşmeler kötü niyetli saldırılara karşı savunmasız kalabilir.

### 1.1.6. Tıbbi Atıkların Döngüsel Ekonomi İçin Önemi

Enfeksiyöz, patolojik, kesici-delici vb. tıbbi atıklar sadece ülkemizde değil dünya çapında doğa ve insan için risk teşkil eden zararlı maddeleri çevreye salmaya devam etmekte olduğu için tıbbi atık yönetim sürecinde yeni bir model planlamak ve uygulamaya geçirmek gereklidir (Ribic, 2016). Döngüsel ekonomi kavramı, geleneksel finansal büyüme ve üretim süreci kalıplarını dönüştüren bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Bilitewski, 2012). Geleneksel ekonomik sistemlerin algısı, döngüsel sistemlerin aksine doğrusal sistemlerdir. Kaynak kullanımı ile atıklar arasındaki bağlantı sağlandığında doğrusal sistem yerini dairesel bir sisteme bırakabilir (Bilitewski, 2012).

Döngüsel ekonomi ile daha fazla yeniden kullanım ve geri dönüşüm yoluyla ürün yaşam döngülerinin gerçekleşmesine katkıda bulunacak aynı zamanda hem ekonomi hem de çevre için faydalar sağlayacaktır (Ferronatoa, 2019). Bu ekonomi paketinde amaç, elimizdeki mevcut atıkları kaynak haline dönüştürürken bütün hammadde ve ürünlerden maksimum değeri ve kullanımı elde etmeye çalışmaktır (Voudrias, 2018). Böylece atık üretimi, maliyet ve enerji tasarrufu sağlanacak, sera gazı emisyonları azaltılacaktır.

Genel olarak sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için kentsel planlamanın çevresel sorunları çözme ve özele incek olursak atıkları yönetebilme potansiyeli büyük önem taşımaktadır. Atıkların yasal olmayan bir biçimde toplanması, taşınması, depolanması ve imha edilmesi çevre sorunlarıyla karşı karşıya kalmamıza neden olmaktadır (Esmailian vd., 2018). Sağlık kuruluşlarının döngüsel ekonomi modelini uygulamaya geçirmesi için atabileceği adımlardan bazılarını şöyle sıralayabiliriz (Voudrias, 2018):

#### **1.1.6.1. “Yeşil Bir Ekip” Oluşturmak**

Bu ekipte, yöneticiler, hemşireler, temizlik personelleri ve mühendislerden oluşmalıdır. Bu yeşil ekip, sağlık hizmetleri atığı yönetimi için stratejik olarak eylem planlarını tasarlamaktan ve kuruluşun çevresel ve ekonomik performansını izlemekten ve düzenli olarak raporlamakla görevli olacaktır. Böylece döngüsel ekonomi açısından stratejilerin uygulanması sağlanabilir.

#### **1.1.6.2. Atık Üretimini Ölçmek**

Atıkların üretimini ölçmek savurgan uygulamaların ve uygulayıcıların belirlenmesine ve belirli atık çeşitleri için tasarlanan eylem planı hakkında doğru ve zamanında karar verilmesine yardımcı olacaktır.

#### **1.1.6.3. Atık Minimizasyonunu Sağlamak**

Daha az atık üreten tıbbi malzemeler satın alınarak kaynak azaltımı yapılabilir. Özellikle ilaçların, kimyasalların ve diğer malzemelerin satın alınmasında yönetim ve kontrol uygulamaları iyi ve düzenli uygulanmalıdır.

#### **1.1.6.4. Güvenli Yeniden Kullanımı Sağlamak**

Tek kullanımlık malzemeler sağlık hizmetlerinde ilk enfeksiyon kontrolü ve kolaylık açısından kullanılmıştır. Fakat bu tür malzemelerin kötüye kullanılması, maliyet ve tıbbi atık üretimini artırmıştır. Dolayısıyla sağlık kuruluşlarında kullanılan tıbbi ve diğer ekipman ve malzemeler, yeniden kullanım için tasarlanmalı ve sterilizasyona müsaitse yeniden kullanılmalıdır.

#### **1.1.6.5. Geri Dönüşüm**

Döngüsel ekonomi süreci açısından düşünüldüğünde amaç, geri dönüşümü sağlamaktan ziyade “ileri dönüşüm” ü gerçekleştirmektir. Bu dönüşüm, atık veya kullanılmayan malzemenin, orijinal malzemedен daha değerli, daha çok çevresel değere sahip bir ürüne dönüştürülmesidir.

#### **1.1.6.6. Yeniden İşleme**

Tıbbi ürün ve malzeme üreticilerinin, tek kullanımlık yerine yeniden kullanım ve geri dönüşüm potansiyeline sahip olan, tehlikeli bileşen içermeyen veya daha az tehlikeli bileşen içeren malzemeler üretmeleri, bunları üretirken ikincil malzemeleri kullanmaları

ve üretim sonucu ortaya çıkan atıkları minimum seviyeye indirmeleri gibi döngüsel ekonomiye yönelten ilkelere uymaları için ekonomik, çevresel ve yasal araçlar oluşturulmalıdır.



## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Bakıldığında ülkemizde karşımıza çıkan çevresel ve ekonomik sorunlar, elimizdeki kaynakların aşırı veya yanlış kullanılması ile ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla kaynaklar, gelecek nesilleri düşünen bir anlayışla, sürdürülebilir kalkınma ilkelerini göz önünde bulundurarak çeşitli teknolojik uygulamalar kullanılarak yönetilmelidir. Bu amaçla literatür bölümü; tıbbi atık kavramı ve tıbbi atık yönetimi, döngüsel ekonomi ve blokzincir teknolojilerin kullanımı olmak üzere üç başlıktan oluşmaktadır.

Literatür taramasında yer alan çalışmalara Gümüşhane Üniversitesi Kütüphane ve Veri Dokümantasyon Daire Başkanlığı sitesinden yararlanılarak, Google Akademi, Scopus, Pubmed, Web of Science, ve Yükseköğretim Kurumu Tez Tarama veri tabanları kullanılarak ulaşılmıştır. Bahsedilen veri tabanlarında tarama yapılırken; “medical waste”, “medical waste management”, “circular economy”, “blockchain technology”, “blockchain and medical waste management”, “medical waste management and circular economy”, “tıbbi atık”, “tıbbi atık yönetimi”, “döngüsel ekonomi”, “blokzincir teknolojiler” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Yukarıda belirlenen anahtar kelimelerle literatür taraması sonucunda toplam 73 çalışma incelenmiştir. Bu çalışmaların türlerine bakıldığında 56 adet makale, 2 adet kitap bölümü, 5 adet rapor, 2 adet doktora tezi, 8 adet yüksek lisans tezi şeklindedir. Çalışmaların incelenmesi sonucu tıbbi atık ve tıbbi atık yönetimi konulu 30 çalışmaya, tıbbi atık yönetimi ve döngüsel ekonomi konulu 20 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu kapsamda en az çalışmanın tıbbi atık yönetimi ve blokzincir teknolojiler anahtar kelimesi ile ilgili olduğu tespit edilmiştir.

### 2.1. Tıbbi Atık Kavramı ve Tıbbi Atık Yönetimi Konusunu Ele Alan Çalışmalara Dair Literatür Taraması

Yılmaz (1999) çalışmasında, İstanbul’da farklı statüde olan dört hastaneyi tıbbi atık uygulamalarındaki işleyiş, hastane yönetimi ve alt yapı imkânları, ilgili personelin eğitimi, çalışma düzenleri ve sıkça yaşanan sorunların tespiti yönünden inceleyip gelişmiş ülkelerdeki uygulamalarla karşılaştırarak standartlara uygunluğunu araştırmıştır. Konuyla ilgili yabancı ve Türkçe kaynaklar taranmış ayrıca tıbbi atık konusunda sorumlu olan kişilerle karşılıklı görüşme yapılarak bilgi toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda tıbbi atık uygulamalarında çalışan personeller de dâhil hastane personelleri tıbbi atık yönetimine karşı yeterli duyarlılığı göstermediği tespit edilmiştir.

Tutar (2004) çalışmasında gelişmiş ülkelerdeki tıbbi atık yönetimini araştırarak ve ülkemizdeki mevzuatları inceleyerek Ankara’da bulunan üç hastanenin tıbbi atık bertaraf yöntemlerini araştırmış, çevre ve hastane açısından elverişli olabilecek yeni bir tıbbi atık yönetim örneği önerilmiştir. Çalışma yapılırken literatür taraması ve uzmanlarla yüz yüze görüşmeler yapılmıştır. Ayrıca bazı başkanlıklarla ve özel bir firmanın yetkilileri ile mülakat yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda Ankara’da incelenen hastanelerde tıbbi atık yönetim uygulamalarının elverişsiz olup geliştirilmesi ve yeniden planlanması gerektiği ortaya konulmuştur.

Ege (2009)’nin yapmış olduğu çalışmada amaç, Adana ilinde tıbbi atık yönetimini gözden geçirmek, karşılaşılan sorunları belirleyerek çözüm önerileri sunmaktır. Bu amaçla, mevcut araştırmalar ve yayınlar gözden geçirilerek, oluşturulan anket çalışmalarının istatistiksel olarak değerlendirilmesi sonucunda, Adana ilinde ortaya çıkan tıbbi atıkların hâlihazırda nasıl yönetildiği tespit edilerek değerlendirilmiştir. Çalışmada frekans analizi yapılmıştır. Çalışma Adana ilindeki 11 hastane, veteriner klinikleri, küçük ölçekli tıp merkezleri vb. kurumları kapsamaktadır. Ayrıntılı saha çalışması ise Adana Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesinde yapılmıştır. Yapılan çalışmada ankete katılan kişiler sık yaşanan sorunların çözülmesinde en çok hizmet içi eğitim verilmesi ve sağlık personeline okul aşamasında gerekli derslerle eğitimlerin verilmesine dikkat çekilmiştir. Bu sonuç, karşılaşılan sorunların çözümünde eğitimin önemli bir çözüm yolu olduğunu işaret etmektedir.

Kurucu (2011) çalışması kapsamında, lojistik süreçler, hastane lojistiği, yasalar doğrultusunda tıbbi atık yönetim sistemi ve İstanbul ilinde tıbbi atık yönetimi ile ilgili neler yapıldığı ve karşılaşılan sorunlar çerçevesinde neler yapılması gerektiği üzerinde durularak tıbbi atık lojistiği üzerine yeni bir sistem önerilmiştir. Bu çalışmada tıbbi atık görevlileri ve ilgilileri ile yapılan görüşmeler neticesinde tıbbi atık ve lojistik süreçlerde yaşanan problemler tespit edilmiş ve bu problemlere çözüm önerileri getirilmiştir. Verilere göre İstanbul ilinin nüfus değişim oranı ve tıbbi atık miktarı arasındaki ilişkiye bakılınca 2007 ve 2008 yıllarında tıbbi atık miktarı ile nüfus değişim oranı arasında önemli bir değişiklik yoktur. 2009 yılında ise nüfus artışına karşılık atık miktarındaki değişimin dikkate değer olduğu göze çarpmıştır. Mevcut durumda İstanbul’da günde ortalama 48 ton tıbbi atık ortaya çıkmaktadır. Bu durumda şimdiki ve gelecekteki ihtiyaçları karşılayacak nitelikte yeniden bir tesis kurulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Kaymak (2011) çalışmasında amaç; tıbbi atıkların sterilizasyonu sistemindeki tersine lojistik uygulamasının hastanelerdeki atık yönetim sistemleri ve işletme



maliyetlerine etkilerinin ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmasıdır. Literatür taraması yapılarak lojistik, tersine lojistik, tıbbi atık sterilizasyon sistemi, dünyadaki tıbbi atık problemleri ve çözüm yolları açıklanmıştır. Sonuç olarak çoğu işletme kendi sorumluluk alanında çalıştığı için atıkların geri dönüşümünü sağlayarak enerji oluşumuna katkı sağlama oranlarının az olduğu karşımıza çıkmaktadır.

Küçük (2013) çalışmasında tıbbi atık yönetim sürecinde aktif ve sürdürülebilir bir sistem oluşturmanın ekonomik açıdan faydalarını, imha yöntemlerini karşılaştırarak tıbbi atık yönetiminin finansal kısmını ele almıştır. Çalışmada literatür taraması yapılarak; tıbbi atık yönetim süreçlerinde sağlık kurumlarını rekabete sokacak birtakım planlar yapılarak maliyetler azaltılabilir sonucuna ulaşılmıştır.

Bhagawati ve arkadaşları (2015) çalışmalarında Hindistan, Yeni Delhi’de üçüncü basamak bir eğitim hastanesinde, biyo-tıbbi atık yönetimine yönelik sağlık çalışanları arasında mevcut eksikliklerle ilgili farkındalık ve uygulamaları belirlemek ve elde edilen sonuçları hastanenin tıbbi atık yönetim komitesine sunarak gereken düzenleyici önlemleri almayı amaçlamışlardır. Çalışma, ankete dayalı kesitsel bir çalışmadır. Çalışmanın sonucunda tıbbi atığı yönetmek için sadece atıkları işleyenlerin değil aynı zamanda atığı üretenlerin de bilgi ve birikiminin olması gerektiği ve hastane personelleri arasında tıbbi atık yönetimi konusunda farkındalığın artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ferreira ve arkadaşları (2015) yapmış olduğu çalışmada, Portekiz’de bulunan bir hastanenin atık üretimini azaltmak için yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir. Hastanede gıda atıkları başta olmak üzere atık miktarının fazla olmasından dolayı atıkların maliyetlerinin nasıl azaltılması gerektiği üzerinde çalışılmıştır. Çalışma için literatür taranmıştır ayrıca hastanede iki ay boyunca verilen yemekler incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda bazı birimlerde daha fazla miktarda gıda atığı ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgulara göre maliyet ve çevre açısından bazı avantajlar sağlayabilmek için öneriler verilmiştir.

Aydın (2016) çalışmasında tıbbi atık yönetim sürecini hem yasal hem de lojistik faaliyetler açısından ortaya koymayı hedeflemiştir. Çalışma yapılırken ülkemizdeki atık yönetimi ile ilgili mevzuat, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından hazırlanan rapor ve yönergeler incelenmiştir. Mevcut çalışmada nitel araştırma tekniklerinden olan derinlemesine görüşme tekniği kullanılmıştır. Tıbbi atık yönetim sürecini araştırmak için İzmir’de sağlık tesisleri ve çeşitli firmalarla görüşülmüştür. Görüşmeler neticesinde atık sürecinin işleyişi, doğru yönleri ve gelişime ihtiyaç duyulan konuları tartışılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu belirlenen en büyük eksiklik atıkların toplanması sürecinde,

ilgililerin hem planlamada hem de uygulamada ortak olarak kullanabileceği kapsamlı bir bilgi sisteminin olmamasıdır.

Küçük ve arkadaşları (2020) çalışmalarında Gümüşhane Devlet Hastanesi ve 5 ilçede faaliyet gösteren devlet hastanelerinde anket çalışması yaparak hastanede çalışanların afetlerde atık yönetimi hususunda algı düzeylerini incelemişlerdir. Ankete katılanların farkındalık düzeyi yüksek, tutum düzeyleri ise orta seviyede olduğu belirlenmiştir. Çalıştığı süre 21 yıl ve üzeri olan katılımcıların, eğitim durumu doktora olanların, yaşı 18-30 yaş grubunda olanların farkındalık düzeyi diğer katılımcılara nazaran daha yüksektir.

Ulutaşdemir ve arkadaşları (2020) çalışmalarında literatür taraması, anket ve gözlem yaparak Trabzon'da bulunan Yavuz Selim Kemik Hastalıkları ve Rehabilitasyon hastanesinde görev yapan sağlık çalışanlarının tıbbi atık yönetimi konusunda ne derece bilgi sahibi olduğunu değerlendirmişlerdir. Çalışmada frekans analizi yapılmıştır. Analizler sonucu çalışmada kadın sağlık personellerinin erkek sağlık personellerine göre bilgi düzeylerinin daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Tüm sağlık personellerinin içinde %93,3'ü bu konuda yeterli bilgiye sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Agrawal ve arkadaşları (2021) yapmış oldukları çalışmada CI (Cohort Intelligence) algoritmasını kullanarak biyomedikal atık yönetiminde rota çizerken trafik kazası vb. birçok riskle karşılaşılabileninden insanların sağlığını dikkate alarak biyomedikal atık yönetimi için en kısa yolu bulma konusunu incelemişlerdir. Bilgilere ulaşabilmek için literatür taraması yapılmıştır. Önerilen metodolojide, uygun rotayı bulmak için on hastaneye CI uygulanmıştır. Bu algoritmanın karşılaştırmalı analizi AVNS (Adaptive Variable Neighborhood Search) ile yapılmıştır. CI, AVNS algoritmasına oranla bütün durumlarda daha az mesafeye sahip olduğunu göstermiştir.

Omoleke ve arkadaşları (2021) çalışmalarında Nijerya'ya bağlı Kebbi Eyaletinde tıbbi atık yönetim sürecini gözden geçirmeyi ve birinci basamak sağlık tesislerinde optimum düzeyde tıbbi atık yönetim sürecinin zorluklarını tespit etmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada sağlık kuruluşlarında çalışan sağlık çalışanlarına kesitsel anket yapılmıştır. Bu çalışma Kebbi Eyaletindeki tıbbi atık uygulamalarının düşük düzeyde olduğunu, politika ve operasyonel boşlukların varlığını ortaya koymuştur.

Akkurt (2022) çalışmasında amaç; tıbbi atık yönetiminin mevcut profilini ortaya koyarak uygun olan bertaraf yöntemini belirlemektir. Bu kapsamda belirlenen yöntemler açısından bazı kriterlere göre SWOT analizi yapılmıştır. Bu noktada, birçok problem çözümlerinde belirlenen kriterlerin yardımıyla en uygun alternatiflerin seçildiği Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri (ÇKKVT)'nin kullanımı mümkündür. Çalışma

kapsamında belirlenmiş olan kriterler Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve CRITIC ÇKKV yöntemleri ile ağırlıklandırılmıştır. Araştırma sonuçlarında en uygun alternatifin Sterilizasyon, Yakma ve Mikrodalga Işınlama olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bu sonuca varılmasının asıl nedeni, sterilizasyon yönteminin bertaraf ve işletme maliyetlerinin diğer yöntemlere kıyasla düşük olmasıdır.



## **2.2. Tıbbi Atık Yönetimi ve Döngüsel Ekonomiye Ele Alan Çalışmalara Dair Literatür Taraması**

Urbinati ve arkadaşları (2017) çalışmalarında döngüsel ekonomi modelinin katkılarını ve benimsenmesini, iş modeli açısından çok yönlü bir şekilde gözden geçirerek Döngüsel Ekonomi İş Modelleri sınıflandırması önermektedirler. Çalışmada literatür taraması ve vaka çalışması yöntemine başvurulmuş ve keşifsel ampirik analiz tasarlanmıştır. Ayrıca bir grup uzman tarafından güvenilir bir görüş birliği elde etmek için geleneksel bir Delphi aracından yararlanıldı. Çalışma sonucu müşteri değer önerisi ve ara yüzü ve değer ağı olmak üzere iki ana boyutta kendini gösteren farklılıklara odaklanılmıştır. Döngüsel ekonomi, çevre ve sınırlı dünya kaynakları üzerinde yaratılan baskıya çare olarak yaratılmak istenilen, amaçlarından biri sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek olan bir sistemdir. Bu yeni sistematik için sürdürülebilir üretimin ve kalkınmanın en önemli öğelerinden biri de atık yönetimidir. Döngüsel ekonomi modeli, çoğunlukla kullanım dışı kalan ya da yok da sayılabilen atıklar için en doğru ve anlamlı yaklaşımın yapılmasını hedeflenmektedir.

Veral (2018) çalışmasında, atıklarla ilgili hâlihazırdaki durumu değerlendirip, geçmişten günümüze AB'nin atık politikasındaki değişimini inceleyerek, döngüsel ekonomi modeline ihtiyaç duyulma sebebinin ortaya konulması ve bu modelin kapsamını inceleyerek atıkların en aza indirilmesinde ve sürdürülebilirlik açısından nasıl etkili olabileceğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Türkiye'de döngüsel ekonomi modelinin, kamunun asıl çevre politikalarından biri olarak kabul görerek yerel ve ilgili politikaları oluşturan yönetimler ve ilgili tüm paydaşlar tarafından sahiplenilmesi ve planlanmasının gerekli olduğu değerlendirilmektedir. Öte yandan, bilinçlendirme çalışmalarının erken dönemde, özellikle okul öncesi dönemde başlatılması ve tüm vatandaşların eğitim ve farkındalıklarının artırılması önemli katkılar sunacaktır.

Esin (2019) çalışmasında AB'nin döngüsel ekonomi ile ilgili politikalar üretme sürecini çok düzeyli yönetim yaklaşımı ölçüsünde ele almayı amaçlamıştır. Ayrıca bu süreçte yer alan farklı aktörlerin etkilerini, rol ve sorumluluklarını açıklamak da bir alt amaç olarak belirtilebilir. Bu çalışmada makaleler, bilimsel kitaplar, çeşitli arama motorları gibi kaynaklar kullanılarak literatür taraması yöntemine başvurulmuştur. Çalışmanın sonucunda AB'nin döngüsel ekonomi politikasının çok düzeyli yönetim yaklaşımı ile incelenebileceği sonucuna varılmıştır. Çünkü döngüsel ekonomi için politika yapım süreci birçok aktörü ilgilendirir.

Yalçın ve arkadaşları (2020) çalışmalarında döngüsel ekonomi ve kentler üzerine yazılan lisansüstü tezleri taramak ve varsa eksiklikleri belirleyip ileride bu konularla ilgili

yapılacak çalışmalara katkı sunmayı hedeflemişlerdir. Çalışma yapılırken bir çeşit nitel araştırma yöntemi olan belge inceleme tekniği kullanılarak Yükseköğretim Kurumu (YÖK) Türkiye’de oluşturulmuş döngüsel ekonomi konu başlıklı lisansüstü tezler ve bunların kaç tanesinin kentlerle bağlantılı olduğu araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar neticesinde döngüsel ekonomi konu başlığının Türkiye’de sınırlı kaynaklarda olduğu, daha çok yabancı kaynaklarda karşımıza çıktığı görülmüştür. Türkiye’de döngüsel ekonomi 2010 yılından beri tezlerde çalışılmaya başlamıştır fakat henüz kent bağlamında ele alınmamıştır.

Dagilienne ve arkadaşları (2021) çalışmalarında odak grup ve bireysel görüşme ve tartışma yöntemleriyle Litvanya’daki yerel yönetimlerin döngüsel ekonomiye katkılarının var olup olmadığını eğer varsa nasıl katkıda bulunduklarını araştırmayı amaçlamışlardır. Tartışma ve görüşmelerin yanında web taraması da yapılarak bilgilere ulaşılmıştır. Yerel yönetimlerin rollerine bakıldığında sadece işlevsel atık yönetimine dayandığı görülmektedir. Döngüsel ekonomi süreci boyunca geniş bir ağıdan yoksundur. Araştırma sonuçlarından, döngüsel ekonomi çözümlerinin düzenlemeye alınmadığı ve yerel yönetim tarafından zayıf bir şekilde uygulandığı ortaya çıkmaktadır. Var olan çözümlerin büyük çoğunluğu atık yönetimine yöneliktir.

Veral (2021) çalışmasının amacı bazı uygulamalardan örnekler paylaşarak döngüsel ekonomiye geçiş stratejileri ve iş modelleri ile döngüsel ekonomi önündeki engelleri incelemektir. Bu amaçla literatür taraması yapılarak bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Döngüsel ekonomik modele geçiş için, bütünleştirici politikalar ve yatırımlara ek olarak, köklü davranışsal değişiklikler ve ileri teknoloji kullanımı gereklidir. Ayrıca işletmelerin döngüsellik vizyonu olmalıdır.

Sürmen (2022) çalışmasında amaç; Borsa İstanbul (BIST) sürdürülebilirlik endeksinde mevcut imalat sanayi işletmelerinin 2018- 2020 yılları arası yayınlanan bazı kurumsal raporları inceleyip bu doğrultuda belirlenen göstergeler ışığında döngüsel ekonomi performanslarını belirlenmektir. Veriler İçerik Analizi yöntemi ile toplanmıştır. Elde edilen veriler TOPSIS yöntemi ile analiz edilerek TOPSIS yönteminde yer alan kriter ağırlıklandırmaları için Entropi yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca kriter ağırlıkları değiştiği zaman sıralamadaki hassasiyeti görebilmek amacıyla Duyarlılık Analizi yapılmıştır. Mevcut çalışma sonucunda ülkemizdeki imalat işletmeleri arasında döngüsel ekonomi farkındalığı olduğu görülmüştür. Bu döngüsel ekonomi farkındalığı arttıkça işletmeler açısından maliyetlerin azaltılması, kaynak verimliliği, emisyonların ve atıkların azaltılması, doğal kaynakların ve hammaddelerin etkin kullanımının sağlanması

ve geri dönüşümün gün geçtikçe artması mümkün olacaktır. Bu doğrultuda işletmeler, gelecek nesillerini de düşünerek mevcut faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

### **2.3. Blokzincir Teknolojilerin Tıbbi Atık Yönetiminde Kullanımına Dair Literatür Taraması**

Gupta ve arkadaşları (2018) yapmış oldukları çalışmada blokzincir tabanlı akıllı sözleşmeleri kullanarak e-atık yönetimini sağlayan yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Akıllı sözleşmeler, kendiliğinden çalışan bilgisayar kodlarıdır. Bu kodlar e-atıkların sistem üzerinden akışını kontrol etmek ve düzenlemek amacıyla kullanılmıştır. E-atık yönetiminde akıllı sözleşmelerin kullanımı, e-atık üreticileri, ithalatçıları ve geri dönüşümcüleri arasında daha etkili bir koordinasyon gerçekleştirecektir. Ayrıca hükümetin e-atıkların yönetimini daha kolay hale getirecek, toplama ve geri dönüşümü gerçekleştirerek e-atıkları değerlendirmesine imkân sağlayacaktır. Bu çalışma Hindistan'da e-atık yönetim mevzuatının doğru bir şekilde uygulanmasını ve takip edilmesini sağlamada yardımcı olabilir.

Zwitter ve arkadaşları (2018) çalışmalarında kalkınma ve insani yardım sektörlerinde blokzincir teknolojisinin kullanım alanlarını ve durumlarını özetlemek ve getirilen yeni teknolojinin tasarlanmasıyla birlikte karşımıza çıkabilecek potansiyelleri ve tuzakları ortaya koymayı amaçlamıştır. Blokzincir teknolojisinin kullanım alanlarına baktığımızda yolsuzluklarla mücadele, dijital alanda güvenilir kimlikler oluşturma, arazi kullanım ve mülkiyet haklarını iyileştirme, cinsiyet eşitsizlikleriyle mücadele etme ve daha birçok alan karşımıza çıkmaktadır. Büyük bir potansiyele sahip olan blokzincir teknolojisi gelişiminin ilk aşamalarında olduğu için açık etik yönergeler, ortak izleme ve değerlendirme çerçevesi ve iyi tahlil edilmiş uygulama seçenekleriyle mevcut durumunun ötesine geçip insani yardım ve kalkınmanın yanı sıra sürdürülebilir kalkınma hedefleri için bir uygulama standardı haline gelebilir.

Monrat ve arkadaşları (2019) çalışmalarında blokzincirin taksonomisini ve mimarisini açıklamak, blokzincir teknolojisinin zorluklarını tartışmak ve gelecekteki kapsamından bahsetmektir. Bu çalışmada, blokzincirinin olasılıkları ve faydaları ile ödüneşimleri karşılaştırmalı bir anket çalışmasıyla tartışılmaktadır. Çalışmanın sonucunda blokzincir kullanımından eksiksiz bir şekilde yararlanabilecek ve hedeflere ulaşmamızı sağlayacak daha uygulanabilir ve verimli endüstriyel uygulamalar gerçekleştirmek için daha çok taramalar yapılması ve analiz edilmesi gereken birçok konu olduğu ortaya konulmuştur.

Agbo ve arkadaşları (2019) çalışmalarında, literatür taraması yaparak blokzincir teknolojisinin sağlık hizmetlerinde kullanılmasında devam eden araştırmaların sistematik olarak incelemesini sunmaktadır. Ayrıca bu sektördeki blokzincir sisteminin geliştirilmesindeki en son teknolojiyi, sınırlamaları ve konuyla ilgili gelecekteki araştırma alanları üzerinde durmaktadır. Bu çalışma blokzincirin elektronik kayıt yönetimi, ilaç tedarik zincir yönetimi, uzaktan hasta izleme, eğitim ve biyomedikal araştırma olmak üzere sağlık sisteminde birçok kullanım alanına sahip olduğunu ortaya çıkarıyor.

Aydar ve arkadaşları (2020) çalışmalarında blokzincir teknolojisinin sağlık sistemlerinde mevcut ve potansiyel kullanım alanları ve faydalarını ortaya koymayı amaçlamışlardır. Literatür taraması yapılarak blokzincir teknolojisinin hangi alanlarda kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Sonuç olarak sağlık sektöründe blokzinciri kullanırken tek bir modelden bahsetmek doğru değildir. Sağlık sistemindeki hâlihazırdaki blokzincir çalışmaları, faturalandırma, sağlık bilgisi değişimi ve saklanması, kişisel sağlık kayıtları ve ilaç tedarik zinciri gibi durumlarda kullanım senaryoları olarak ele alınmıştır.

Erol ve arkadaşları (2020) çalışmalarında lojistik ve tedarik zinciri, sağlık, ilaç, finans, enerji, otomotiv gibi çeşitli sanayilerde blokzincir teknolojilerin uygulanabilirlik oranını nicel bir şekilde ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çeşitli uzmanlardan veriler toplanarak verilerin analizi için bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Sonuç olarak endüstriler karşılaştırılınca lojistik ve tedarik zinciri, finans ve sağlık sektörlerinin blokzincir uygulamaları için en uygun endüstriler, otomotiv sanayisinin ise en az uygulanabilir sanayi olduğu ortaya çıkmıştır.

Hasselgren ve arkadaşları (2020) çalışmalarında sağlık sistemlerinde var olan süreç ve hizmetleri iyileştirmek ve düzenlemek amacıyla blokzincir teknolojilerini kullanan veya kullanılmasını öneren yayınları sistematik bir şekilde incelemek ve değerlendirmeyi hedeflemiştir. Bu amaçla kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda blokzincir kullanımında en çok hedeflenen alanın kişisel sağlık kayıtlarının olduğu ortaya çıkmıştır. Veri bütünlüğü, erişim kontrolü, kaynak bütünlüğü ve birlikte çalışabilirlik iyileştirilmesi hedeflenen konulardır. Ethereum ve Hyperledger bu anlamda en çok tercih edilen platformlardır. Ayrıca bu çalışma blokzincir teknolojisini kullanma gayretinin günden güne arttığını kanıtlar niteliktedir.

Kandiy (2020) çalışmasında blokzincir teknolojilerin inşaat sektöründeki potansiyel kullanımını araştırmak ve inşaat sektörünün yetersiz veya eksik olduğu alanlarda blokzincir teknolojisinin bu sektöre neleri dâhil edebileceğini ortaya koymaktır. Bu amaçla geniş çaplı bir literatür taraması yapılmıştır. İnşaat sektöründe blokzincir

teknolojisinin kullanılmasında karşımıza çıkan destek ve engeller belirlenmiş, SWOT analizi gerçekleştirilmiştir.

Özdemir ve arkadaşları (2020) çalışmasında, blokzincir teknolojilerinin yararlarını göz önünde bulundurarak insani tedarik zincir yönetimi üzerindeki engellerin etkisini azaltmadaki görevlerini araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmada kriterler arasındaki ilişkiyi belirlemek için IF-DEMATEL yöntemi, kriterler arasındaki bağımlılıkları ele aldığı için de IF-ANP yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda yönetici ve karar vericilerin konuyla ilgili karar vermelerine yardımcı olacak olan çok kriterli bir karar çerçevesi önerilmiştir.

Taylor ve arkadaşları (2020) çalışmalarında amaç, sürdürülebilir kalkınmayı gerçekleştirirken özellikle atık yönetimi konusunda karşımıza çıkan zorluklarla baş etmede blokzincir teknolojilerin uygunluğunu araştırmaktır. Bu çerçevede literatür taranmıştır. Blokzincir teknolojisindeki veriler atıklarla ilgili önleme sağlamaz, fakat çıkarılan veriler, önleyici faaliyetleri gerçekleştirmek için gereken yasa ve politikalarla ilgili bilgilendirme yapmak için kullanılabilir. Bu bağlamda blokzincir tek başına atıklarla ilgili krizleri çözemeyeceğinden belli başlı konuların dikkate alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ahmed ve arkadaşları (2021) çalışmalarında COVID-19 sürecinde tıbbi ekipmanlar için otomatik ileri tedarik zinciri süreçleri ve atık yönetimi ile ilgilenen paydaşlar arasında güvenli, izlenebilir, şeffaf, bir biçimde bilgi alışverişini gerçekleştirmek için merkezi olmayan blokzincir teknolojilerine dayanan bir çözüm önerilmiştir. Bu sistemde verilerin güvenliğini sağlayarak onları toplamak, depolamak ve paylaşımını sağlamak için blokzincir çeşidi olan Ethereum, gezegenler arası dosya sistemlerinin (IPFS) merkezi olmayan depolamasıyla bütünleştirilip test edilmiştir. Ayrıca gelecek zamanlarda COVID-19 tedavi hastanelerinin oluşan tıbbi atıkları bertaraf etme yöntemleri için bir teşvik sistemi tasarlamak ve uygulamak hedeflenmiştir.

Ahmed ve arkadaşları (2021) çalışmalarında tele sağlık ve teletıp sistemlerinin özellikle COVID 19 sürecinde hastalığın yayılmasını önlemek ve hastanelerin yükünü azaltmak için blokzincir teknoloji ile birlikte kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmayı yaparken literatür taranmıştır. Çalışmanın sonucunda blokzincir teknolojisinin güvenilir, merkezi olmayan, izlenebilir ve şeffaf olması gibi özelliklerinden dolayı uzaktan sağlık hizmeti sunumu gerçekleştirerek tele sağlık veya teletıp hizmetlerini geliştirebilir sonucuna varılmıştır.

Erol ve arkadaşları (2021) çalışmalarında blokzincir tabanlı bir güneş fotovoltaik enerji ekosistemi için Türkiye'de döngüsel ekonomiye yönelik verimini artırmak için



kritik başarı faktörlerini saptamak ve araştırmaktır. Çalışmada literatür taraması yapılmıştır ayrıca kritik başarı faktörlerini belirlemek için nominal grup tekniği kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ülkemizde etkili devlet teşvik programları, döngüsel ekonomiye özgü blokzincir tabanlı güneş fotovoltaik enerji ekosistemi için önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Khadke ve arkadaşları (2021) yapmış olduğu çalışmada plastik atık geri dönüşümü esnasında blokzincir teknolojilerini tanıtarak plastik atıkları tekrardan kullanma amacına odaklanmıştır. Bu amaçla blokzincir teknolojisi ve plastiklerin geri dönüşümü üzerine bir öneri sunulmuştur. Oluşturulan yeni süreçte, yerel atık toplayıcıları ve küresel işletmeler arasındaki iş birliğiyle ödüle dayanan bir blokzinciri şeması oluşturulmuştur.

Koç (2021) çalışmasında blokzincir teknolojisinin çevresel etkileri incelenmiş olup, sürdürülebilir kalkınma ve çevreye zararlı etkilerinin nasıl yararlı hale getirilebileceği hakkında araştırma yapılmıştır. Bu yüzden blokzincir teknolojisini kullanma şekliyle ilgili saptamalar yapılmıştır. Literatür taraması yapılarak yararlı ve zararlı etkiler ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonucunda bu teknolojinin geri dönüşüme etkisi, çevre ve sürdürülebilirlik ile ilgili anlaşmaları, enerji işlevselliği ve değişiklik gösteren teşvik mekanizmaları önerilmiştir. Bu mekanizmaların uygulamaya dönüşmesiyle zararlı etkilerden ziyade yararlı etkiler ön planda olacak ve çevresel olarak sürdürülebilir kalkınmaya pozitif yönde etkisi ortaya çıkacaktır.

Wang ve arkadaşları (2021) çalışmalarında amaç, blokzincir teknolojisinin enerji sistemleri üzerindeki mevcut ve olası etkilerini ve sınırlılıklarını belirlemek ve gelecek nesildeki blokzincir tabanlı enerji sistemlerinde belirlenen sınırlamalar ile baş etmenin olası yönlerini araştırmaktır. Çalışma için detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Çalışma, enerji alanında blokzincir teknolojisinin getirdiği güçlüklerle başa çıkmak için bazı çözümler öne sürmektedir. Blokzincir teknolojilerin gelecekteki enerji sistemleri için kesin çözüm olmadığını ve bu uygulamaya belirli ihtiyaçlara göre iyileştirme ve geliştirme önlemlerinin yardım etmesi gerektiğini öne sürmektedir.

Manav (2022) çalışmasında amaç; bağışçılara ait kişisel verileri korumayı, elde edilen verilerin tutarlılığını sağlamayı ve operasyonel olarak kalite iyileştirmeyi amaçlayan bir kan transfüzyon yönetim sistemi için özel bir blokzincir ağı geliştirmektir. Yapılması amaçlanan bu sistemin uygulanabilirliğini test etmek amacıyla Hyperledger Fabric platformundan üç paydaşlı bir vaka analiz çalışması geliştirilmiştir. Bu çalışma ile sağlık sistemleri açısından önem teşkil eden kan transfüzyonu yönetiminde veri güvenliğinin ve bilgi akışının önemi vurgulanmıştır.

Literatür taraması kısmında üç başlık ele alınmıştır. İlk başlıkta tıbbi atık ve tıbbi atık yönetimini inceleyen çalışmalar analiz edilmiştir. Sonrasında tıbbi atık yönetimi ve döngüsel ekonomiyi ele alan çalışmalar incelenmiştir. Son başlıkta ise, blokzincir teknolojilerin özellikle tıbbi atık yönetiminde kullanımına ilişkin literatür taraması yapılmıştır. Bu çalışmalarda daha çok nitel karar verme tekniklerinden yararlanıldığı bunun yanında bazı çalışmalarda istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı belirlenmiştir. Çok az sayıdaki çalışmada ise çok kriterli karar verme tekniklerinden (AHP, TOPSIS, VIKOR vb.) ve bunların bulanık mantık ve sezgisel bulanık mantıkla ile geliştirilen uygulamalarından yararlanıldığı gözlemlenmiştir.

Bu noktada mevcut çalışmanın motivasyonu şu şekilde ifade edilebilir: Literatür taraması sonucunda tıbbi atık yönetimi, döngüsel ekonomi ve blokzincir teknolojilerini birlikte konu edinen bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu doğrultuda mevcut tez çalışması belirtilen üç konuyu bir arada değerlendiren ilk çalışma olması ile literatüre önemli bir katkı sunmaktadır. Ayrıca tıbbi atık yönetim sürecinde etkin olan faktörlerin döngüsel ekonomi çerçevesinde belirlendiği ilk çalışma olması da bir diğer katkı olarak sunulabilir.

### 3. UYGULAMA

Bu bölüm kapsamında ilk olarak yapılan çalışmanın amacı ve önemi açıklanmış olup daha sonrasında araştırmanın değerlendirilmesinde kullanılacak olan FUCOM ve ARAS yöntemleri ve uygulama adımları açıklanarak döngüsel ekonomi çerçevesinde tıbbi atık yönetim sürecine blokzincir teknolojisinin etkisi değerlendirilmiştir.

#### 3.1. Çalışmanın Amacı ve Önemi

Ülkemizde nüfusun artmasına bağlı olarak tıbbi atık oranı artmış teknoloji ve bilgi kapasitesinin gelişmesi sonucu da tıbbi atıkların yönetim maliyetleri giderek artış göstermiştir. Bu maliyet artışları sonucu özellikle sağlık sektörü tıbbi atık yönetimine daha çok odaklanmak zorunda kalmaktadır. Ayrıca doğal kaynak kullanımı artış göstererek çevreye baskı önemli bir hale gelmiştir. Yapılan araştırmalar sonucu çevre üzerindeki bu baskıyı azaltmaya çalışan döngüsel ekonomi kavramı araştırmacıların gündemini oluşturmaktadır. Döngüsel ekonomi modeli, elimizdeki mevcut kaynakların yeniden kullanımını sağlayan, girdileri düşürüp atık üretimini minimum düzeye indirmeye çalışan bir model olarak karşımıza çıkmaktadır. Çalışmanın amacı sağlık kuruluşları ve sürdürülebilir kalkınma için önem arz eden tıbbi atık yönetim sürecinin etkinliğini, ürünlerin geri dönüştürülebilirliğini merkezine alan döngüsel ekonomi çerçevesinde ve blokzincir teknolojisinin bu süreçte olan katkısını göz önüne alacak şekilde bütünsel FUCOM-ARAS yöntemleri ile değerlendirmektir.

#### 3.2. Full Consistency Method (FUCOM) -Tam Tutarlılık Yöntemi

Full Consistency Method (FUCOM) -Tam Tutarlılık Yöntemi elde edilen kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması için kullanılan, öznel kriter ağırlıklandırma yöntemidir. FUCOM, herhangi bir karşılaştırmadaki hata ihtimalini mümkün olduğunca en az ölçüde tutar. FUCOM algoritması öznel bir modeldir ve kriterlerin ikili karşılaştırmalarına dayanır (Taşkent vd., 2021). Karşılaştırmanın tam tutarlılığından (DFC) sapmayı tespit edip ulaşılan ağırlık vektörleri için hata değerini hesaplayarak modeli doğrulama yeteneğine sahiptir. Bu modelin tutarlılığı, matematiksel geçişlilik koşullarının elde edilmesi esasında tanımlanır. FUCOM yönteminde  $n$  adet kriter için  $n-1$  adet karşılaştırma yapılmaktadır (Ayçin vd., 2021). Dolayısıyla kriterlerin ağırlıklarını belirlerken Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), Best–Worst Yöntemi (BWM) gibi diğer modellerde, ikili karşılaştırmaların fazlalığı karşımıza çıkar, bu da onları hatalara karşı

savunmasız hale getirirken, FUCOM yöntemi bu sorunu en aza indirir (Pamucar vd., 2018). Karşılaştırma yaparken 1-9 ikili karşılaştırma ölçeği kullanılır (Akday vd., 2018).

FUCOM algoritmasının başlıca avantajları şunlardır:

- FUCOM, değerlendirme kriterlerinin ikili karşılaştırmasını yaparken yalnızca tamsayıları değil, ondalık değerleri de kullanarak karşılaştırmaları yapar (Sofuoğlu, 2020).

- Tek veya grup karar verme süreçlerinde kullanılabilir (Demir vd., 2021).

- FUCOM, basit bir algoritmayı dikkate alarak kriterlerin ağırlıklarını çıkarır.

- FUCOM, diğer ağırlıklandırma yöntemlerine kıyasla (AHP, BWM vb.) daha az ikili karşılaştırma yaparak sonuçlara ulaşmaya çalışır (Böyükaslan vd., 2020).

FUCOM, bütün elemanların ağırlık katsayılarını belirlenmiş bir hiyerarşi düzeyinde karşılıklı olarak karşılaştıran ve karşılaştırma yaparken tutarlılık koşullarını sağlayan bir algoritmadır. İkili karşılaştırma değerleri doğru ölçümlerden ziyade, öznel tahminlere dayanır (Akday vd., 2018).

FUCOM yönteminin uygulama adımları 3 aşamadan oluşmaktadır (Pamucar vd., 2018):

**Adım 1:** Kriterlerin önem sırasına göre sıralanması

Bu adımda kriter kümesindeki kriterler, karar verici veya uzmanlar tarafından en önemliden en az önemliye doğru sıralanır. Böylelikle ağırlık katsayısının beklenen değerlerine göre sıralanmış kriterlere ulaşılır.

$$C_j(1) > C_j(2) , > , \dots , C_j(k) \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Eşitlik (1)'deki  $C_j(k)$ ,  $j=\{1,2,\dots,n\}$  kriteri temsil ederken  $k$ ,  $C_j$  kriterlerinin karar verici için sırasını ifade eder. Sıralanan kriterler arasında önem derecesi aynı olan kriterler arasına ">" işareti yerine "=" işareti yerleştirilir.

**Adım 2:** Kriterlerin karşılaştırmalı önceliklerinin belirlenmesi

İkinci adımda, önceki adımda karar verici veya uzmanlar tarafından önem sıralamaları belirlenmiş olan kriterlerin karşılaştırmalı öncelikleri belirlenir. Aşağıda gösterildiği gibi karşılaştırmalı öncelik (önem) vektörü elde edilir.

$$\Phi = (\varphi(1/2) , \varphi(2/3) , \dots , \varphi(k/(k + 1)) \quad (\text{Eşitlik 2})$$

Eşitlik (2)'de gösterilen  $\varphi(k/(k+1))$  değeri  $C_j(k)$  kriterinin sıralamasının,  $C_j(k+1)$  kriterinin sıralamasına göre avantajını ifade etmektedir. FUCOM yönteminde kriterlerin karşılaştırmaları için karar verici veya uzmanlar tamsayı, ondalık sayı ya da belirli ölçeklere ait olan değerleri kullanabilirler. Dolayısıyla bu durum kriterlerin değerlendirilmesi yapılırken karar vericilere esneklik sağlamaktadır.

### Adım 3: Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması

FUCOM yönteminin son adımında karar probleminde var olan kriterlerin ağırlık katsayılarının nihai değerleri hesaplanmaktadır. Elde edilen bu ağırlıklar hesaplanırken aşağıda yer alan iki koşul sağlanmalıdır:

1- Kriterlerin önem katsayılarının oranının ( $w_k/w(k+1)$ ), Adım 2'de kriterler için tanımlanan karşılaştırmalı öncelik vektörüne ( $\varphi(k/(k+1))$ ) eşit olması; yani, aşağıdaki Eşitlik (3)'ü sağlaması gerekmektedir.

$$w_k/w(k+1) = \varphi_k/(k+1) \quad (\text{Eşitlik 3})$$

2- Eşitlik (3)'e ek olarak, ağırlık katsayılarının nihai değerleri matematiksel geçişlilik koşulunu karşılamalıdır. Eşitlik (4) ve Eşitlik (5) yardımıyla, gerekli olan bir diğer koşul, Eşitlik (6) oluşturulur.

$$w_k/w(k+2) = w_k/w(k+1) \otimes w(k+1)/w(k+2) \quad (\text{Eşitlik 4})$$

$$\varphi_k/\varphi(k+2) = \varphi_k/\varphi(k+1) \otimes \varphi(k+1)/\varphi(k+2) \quad (\text{Eşitlik 5})$$

$$w_k/w(k+2) = \varphi_k/(k+1) \otimes \varphi(k+1)/(k+2) \quad (\text{Eşitlik 6})$$

Tam tutarlılık Eşitlik (3) ve (4)'te gösterilen koşulların sağlanması durumunda sağlanır. Bir başka ifadeyle bu şartların sağlanması durumunda tam tutarlılıktan sapma (TTS) minimum olur. Bu durumda maksimum tutarlılık sağlanır ve kriter ağırlıkları için hesaplanan değerler için TTS değeri= 0 olur.

### 3.3. Additive Ratio Assessment (ARAS) yöntemi

Additive Ratio Assessment (ARAS) yöntemi, çok kriterli karar verme (ÇKKV) sorunlarına çözüm aramak amacıyla Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılında geliştirilen ve uygulanması kolay bir yöntemdir (Zavadskas vd., 2010). ARAS yönteminde araştırmaya konu olan alternatiflerin fayda fonksiyonu değerleri, karar

problemine araştırmacı tarafından eklenen optimal alternatifte ait fayda fonksiyonu değeri ile karşılaştırılmaktadır. Bu nedenle, ARAS yönteminin sadece alternatiflerin performanslarını değerlendirmediği, aynı zamanda bütün alternatiflerin ideal olana oranını gösterdiği ortaya konulmuştur (Erdal, 2019). ARAS yöntemine göre bir araştırmada olası bir alternatifin göreliliğini belirlemede kullanılan fayda fonksiyonu, kriterlerin ağırlık ve değerlerinin göreliliği ile direkt orantılıdır (Altin, 2020). ARAS yöntemi alternatifin performansını belirlemeye yardımcı olur ve her alternatifin ideal alternatifte göre oransal benzerliğini ortaya koyar.

Yöntem aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Zavadskas ve Turskis, 2010; Zavadskas vd., 2010).

**Adım 1:** Karar matrisinin oluşturulması

m alternatif ve n kriter için  $x_{ij}$  değerleri oluşturulur.

$$X = \begin{bmatrix} x_{01} & \dots & x_{0j} & \dots & x_{0n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{i1} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & \dots & x_{mj} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; \quad i = 0, 1, \dots, m \quad j = 0, 1, \dots, n \quad (\text{Eşitlik 7})$$

Burada  $x_{ij}$  performans değerini ve  $x_{0j}$  j kriterinin optimal değerini temsil eder. Optimal değer  $x_{0j}$  bilinmiyorsa, şu şekilde verilir:

$$x_{0j} = \max_i x_{ij}, \text{ , maksimizasyon tercih edilirse,}$$

$$x_{0j} = \min_i x_{ij}, \text{ , eğer minimizasyon tercih edilirse.} \quad (\text{Eşitlik 8})$$

**Adım 2:** Normalleştirilmiş karar matrisi oluşturma

Maksimum için tercih edilen kriter değerleri aşağıda gösterildiği gibi normalize edilmiştir.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=0}^m x_{ij}} \quad (\text{Eşitlik 9})$$

Minimum için tercih edilen kriter değerleri aşağıda gösterildiği gibi normalize edilir,

$$x_{ij}^* = \frac{1}{x_{ij}}; \quad (\text{Eşitlik 10})$$

$$\bar{x}_{ij} = \frac{x_{ij}^*}{\sum_{i=0}^m x_{ij}^*} \quad (\text{Eşitlik 11})$$

**Adım 3:** Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi tanımlama

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1$$

$$\hat{x}_{ij} = \bar{x}_{ij} \cdot w_{ij} \quad (\text{Eşitlik 12})$$

**Adım 4:** Optimallik fonksiyon değerlerinin hesaplanması

$$S_i = \sum_{j=1}^n \hat{x}_{ij}, \quad i = 0, 1, \dots, m \quad (\text{Eşitlik 13})$$

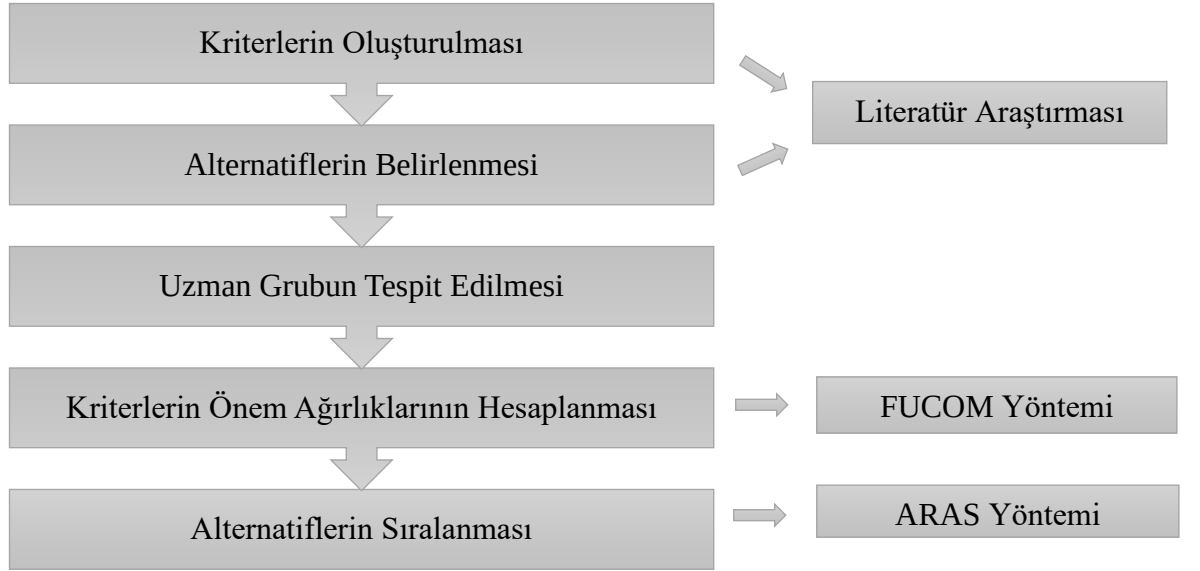
**Adım 5:** Alternatifler için fayda derecesinin (ki) elde edilmesi

$$K_i = \frac{S_i}{S_n}, \quad i = 0, 1, \dots, m \quad (\text{Eşitlik 14})$$

Burada  $S_0$ , alternatifin optimal değeridir.  $K_i$  değerleri  $[0,1]$  aralığındadır ve en yüksek derecenin en iyi gösterdiği artan düzende sıralanabilir.

### 3.4. Uygulama Aşamaları

Çalışma kapsamında döngüsel ekonomi çerçevesinde tıbbi atık yönetim sürecine blokzincir teknolojisinin etkisinin değerlendirilmesi amacıyla önerilen metodoloji şekil 1’de görülen aşamalardan oluşmaktadır.



Şekil 1. Uygulama aşamaları

Çalışmada FUCOM ve ARAS yöntemlerinin uygulamasına yönelik süreç aşamaları aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Kriterlerin önem ağırlıklarının ve alternatiflerin sıralamasının hesaplanmasında Microsoft Excel Office paket programı kullanılmıştır.

#### 3.4.1. Kriterlerin Oluşturulması

Literatür taraması kapsamında BT'nin döngüsel ekonomi bağlamında 11 önemli kriteri belirlenmiştir (Abu-elezz, 2020; Atlam vd., 2020; İrak ve Topcu, 2020; Kırbaş, 2018; Esmailian vd., 2018; Lin, 2017; Tanrıverdi vd., 2019; M. Niranjanamurthy, 2019; Ünal, 2020; Yousefi ve Tosarkani, 2022; Zheng, 2016). Bu kriterler aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

*K1: Güvenilirlik*

*K2: Erişilebilirlik*

*K3: Esneklik*

*K4: Anonimlik*

*K5: İzlenebilirlik*

*K6: Azaltılmış İşlem Maliyetleri*

*K7: Denetlenebilirlik*

*K8: Adem-i Merkeziyetçilik*

*K9: Şeffaflık*

*K10: Değiştirilemezlik*

*K11: Dijitallik/Otomatiklik*

İlgili kriterler literatür taraması sonucunda belirlenmiş olup tezin birinci bölümünde ayrıntılı olarak açıklanmıştır.



### 3.4.2. Alternatiflerin Belirlenmesi

Bu çalışmanın problemi olan “BT’nin döngüsel ekonomi kapsamında potansiyel fayda kriterlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesi ve tıbbi atık yönetim süreçleri arasında entegrasyonunun en uygun olduğu aşamanın tespit edilmesi” kapsamında tıbbi atık yönetim süreçleri alternatifler olarak ele alınmıştır. Literatür taramasında tıbbi atık yönetim süreci 6 aşama olarak belirlenmiştir (Aydın, 2016; Akdoğan, 2007; Bdour, 2007; Bilgili, 2020; Cerrahoğlu, 2019; Cingöz, 2020; Çarıkçı, 2020; Haylamicheal, 2010; Esmaeilian vd., 2018; Purnomo, 2021; Terekli, 2013; Ulutaşdemir, 2020; Windfeld, 2015). Bunlar;

*A1: Tıbbi atıkların önlenmesi*

*A2: Tıbbi atıkların sınıflandırılması ve toplanması*

*A3: Tıbbi atıkların taşınması*

*A4: Tıbbi atıkların depolanması*

*A5: Tıbbi atıkların geri dönüşümü*

*A6: Tıbbi atıkların bertaraf edilmesi*

Değerlendirmeye katılan tıbbi atık süreçleri literatür taraması ile belirlenmiştir. Tezin birinci bölümü kapsamında bu süreçler ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

### 3.4.3. Uzman Grubun Tespit Edilmesi

Bu çalışmada kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılabilmesi için, tıbbi atık yönetimini, döngüsel ekonomiyi ve blokzincir teknolojiyi bilen veya ilgili alanda çalışmakta olan 4 paydaş gruptan 11 karar verici belirlenmiştir. Ancak 1 karar vericiden dönüş alınamamıştır. Anket çalışmasında dönüş alınan kurumların paydaşlar bazında dağılımı; hastane yönetimi (başhekim yardımcısı, başhemşire, başhemşire yardımcısı, tıbbi atık birim sorumlusu) belediye (sıfır atık birim sorumlusu), kızılai (kan hizmetleri birim sorumlusu) ve üniversite (konu ile ilgili çalışma yapan akademisyenler) şeklindedir. Anketlerin doldurulmasında 3 karar vericiye mail yoluyla ulaşılmış, diğer 7 karar vericiyle ise yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

### 3.4.4. Kriterlerin Önem Sırasına Göre Sıralanması

Kriterler ve uzman grup belirlendikten sonra uzmanların kriterleri önem derecelerine göre sıralandırılması amacıyla anket formları hazırlanır. Bu aşamada kriterler, karar verici veya uzmanlar tarafından en önemliden en az önemliye doğru sıralanır. Formları cevaplayacak kişilerin ilgili konu hakkında bilgi ve tecrübesinin

olması gerekir. Ayrıca anket üzerinde anlam karmaşasının oluşmaması için kriterlerin ve açıklamaların yapılması gerekir. Hazırlanan anket formu kriterlerin önem derecelerine göre sıralanması ve karşılaştırmalı önceliklerinin belirlenmesi olmak üzere iki basamaktan oluşmaktadır. Anketlerin bir örneği tablo 1’de verilmiştir.

Aşağıda verilen kriterleri; tıbbi atık yönetim süreci açısından önem derecelerini dikkate alarak kendi aralarında büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

**1:** Eşit önem derecesi **9:** En yüksek önem derecesi

Tablo 1. Kriterlerin önem sırasına göre sıralanması anketi örneği

| Kriterler                                     | Sıralama                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Güvenilirlik(K <sub>1</sub> )                 | K <sub>5</sub> >K <sub>9</sub> >K <sub>7</sub> >K <sub>10</sub> >K <sub>1</sub> >K <sub>11</sub> >K <sub>2</sub> >K <sub>8</sub> >K <sub>4</sub> >K <sub>3</sub> >K <sub>6</sub> |
| Erişilebilirlik(K <sub>2</sub> )              |                                                                                                                                                                                  |
| Esneklik(K <sub>3</sub> )                     |                                                                                                                                                                                  |
| Anonimlik(K <sub>4</sub> )                    |                                                                                                                                                                                  |
| İzlenebilirlik(K <sub>5</sub> )               |                                                                                                                                                                                  |
| Azaltılmış İşlem Maliyetleri(K <sub>6</sub> ) |                                                                                                                                                                                  |
| Denetlenebilirlik(K <sub>7</sub> )            |                                                                                                                                                                                  |
| Adem-i Merkezîyetçilik(K <sub>8</sub> )       |                                                                                                                                                                                  |
| Şeffaflık(K <sub>9</sub> )                    |                                                                                                                                                                                  |
| Değiştirilemezlik(K <sub>10</sub> )           |                                                                                                                                                                                  |
| Dijitallik/Otomatiklik(K <sub>11</sub> )      |                                                                                                                                                                                  |

Tablo 1’de verilen örneğe göre, yapılan önem sıralamasına göre tıbbi atık yönetim süreci açısından önem derecesi en yüksek kriter K<sub>5</sub> kriteri olarak tercih edilmiştir.

### 3.4.5. Kriterlerin Karşılaştırmalı Önceliklerinin Belirlenmesi

Bu aşamada, önceki adımda karar verici veya uzmanlar tarafından önem sıralamaları belirlenmiş olan kriterlerin karşılaştırmalı öncelikleri belirlenir.

En yüksek öneme sahip olduğunu düşündüğünüz kriteri 1 kabul ederek geriye kalan her bir kriteri en yüksek öneme sahip kriter ile kıyaslayarak derecelendiriniz.

**1:** Eşit önem derecesi **9:** En yüksek önem derecesi

Tablo 2. Kriterlerin karşılaştırmalı önceliklerinin belirlenmesi anketi örneği

| K <sub>1</sub> | K <sub>2</sub> | K <sub>3</sub> | K <sub>4</sub> | K <sub>5</sub> | K <sub>6</sub> | K <sub>7</sub> | K <sub>8</sub> | K <sub>9</sub> | K <sub>10</sub> | K <sub>11</sub> |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 4              | 5              | 7              | 6              | 1              | 8              | 3              | 5              | 2              | 3               | 5               |

Tablo 2'ye göre tıbbi atık yönetim süreci açısından K<sub>5</sub> kriteri K<sub>6</sub> kriterinden 8 kat daha fazla öneme sahiptir. K<sub>5</sub> kriteri K<sub>2</sub> kriterinden ise 5 kat daha fazla öneme sahiptir.

### 3.4.6. Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması

FUCOM yönteminin son adımında aşağıda yer alan iki koşul sağlanarak karar probleminde var olan kriterlerin ağırlık katsayılarının nihai değerleri hesaplanmaktadır. Bu koşullar:

1- Kriterlerin önem katsayılarının oranının, kriterler için tanımlanan karşılaştırmalı öncelik vektörüne eşit olmalı.

2- Ağırlık katsayılarının nihai değerleri matematiksel geçişlilik koşulunu karşılamalıdır.

Bir başka ifadeyle bu şartların sağlanması durumunda tam tutarlılıktan sapma (TTS) minimum olur. Bu durumda maksimum tutarlılık sağlanır ve kriter ağırlıkları için hesaplanan değerler için TTS değeri= 0 olur.

Bir uzmanın sıraladığı kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması anketi örneği tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanması anketi örneği

| Kriterler       | K1           | K2              | K3       | K4        | K5             | K6                           | K7                | K8                     | K9        | K10               | K11                    |     |   |
|-----------------|--------------|-----------------|----------|-----------|----------------|------------------------------|-------------------|------------------------|-----------|-------------------|------------------------|-----|---|
| Kriter isimleri | Güvenilirlik | Erişilebilirlik | Esneklik | Anonimlik | İzlenebilirlik | Azaltılmış İşlem Maliyetleri | Denetlenebilirlik | Adem-i Merkeziyetçilik | Şeffaflık | Değiştirilemezlik | Dijitallik/Otomatiklik |     |   |
| Sıralama        | 4            | 8               | 10       | 11        | 7              | 3                            | 2                 | 5                      | 1         | 9                 | 6                      |     |   |
| Sıralama        | K9           | K7              | K6       | K1        | K8             | K11                          | K5                | K2                     | K10       | K3                | K4                     |     |   |
| Öncelik         | 1            | 2               | 3        | 4         | 5              | 6                            | 7                 | 8                      | 9         | 10                | 11                     |     |   |
| değerlendirme   |              |                 |          |           |                |                              |                   |                        |           |                   |                        |     |   |
| Ağırlıklar      | 0,331        | 0,166           | 0,110    | 0,083     | 0,066          | 0,055                        | 0,047             | 0,041                  | 0,037     | 0,033             | 0,030                  | Σwj | 1 |
| Dfc (χ)         | 0            |                 |          |           |                |                              |                   |                        |           |                   |                        |     |   |

Tablo 4. Kriterlerin sıralanması

| Kriterlerin Sıralanması                 |       |
|-----------------------------------------|-------|
| <b>Güvenilirlik(K1)</b>                 | 0.201 |
| <b>İzlenebilirlik(K5)</b>               | 0.177 |
| <b>Şeffaflık(K9)</b>                    | 0.117 |
| <b>Denetlenebilirlik(K7)</b>            | 0.102 |
| <b>Azaltılmış İşlem Maliyetleri(K6)</b> | 0.077 |
| <b>Erişilebilirlik(K2)</b>              | 0.068 |
| <b>Esneklik(K3)</b>                     | 0.064 |
| <b>Anonimlik(K4)</b>                    | 0.053 |
| <b>Dijitallik/Otomatiklik (11)</b>      | 0.047 |
| <b>Âdem-i Merkeziyetçilik(K8)</b>       | 0.046 |
| <b>Değiştirilemezlik (10)</b>           | 0.043 |

Tablo 4’te kriterlerin ağırlıklarının ortalaması alınarak elde edilen önem sıralaması verilmiştir. Analiz sonucuna göre tıbbi atık yönetim süreci açısından en yüksek öneme sahip ilk üç kriter *güvenilirlik (0.201)*, *izlenebilirlik (0.177)* ve *şeffaflık (0.117)* kriterleri olurken en düşük öneme sahip iki kriter ise *değiştirilemezlik (0.043)* ve *âdem-i merkeziyetçilik (0.046)* kriterleri olmuştur.

Dünyada her gün bir kısmı geri dönüştürülen ancak büyük bir kısmı bertaraf edilen milyarlarca atık üretilmektedir. Bu atıkların sahip olduğu döngü boyunca nasıl, ne zaman ve nerede üretilip bertaraf edildiği, geri dönüştürüldüğü, ne kadar enerji ve maliyet kaybına neden olduğuna dair çok kısıtlı bir bilgi akışı mevcuttur. Bu doğrultuda atıkların içinde bulunduğu bu döngü boyunca kısıtlı bilgi akışının varlığının ve verilere ulaşmadaki birtakım zorlukların üstesinden gelebilmek için bütün bu sürecin izlenebilirliği ve şeffaflığı kritik öneme sahiptir. Blokzincirin bizlere sunduğu veri depolama sistemi sayesinde tarafların depoladıkları bütün işlem, veri ve süreçleri güvenilir ve şeffaf bir şekilde birbirleriyle paylaşma imkanına sahip olması dolayısıyla karşımıza izlenebilir bir süreç çıkarması güvenilirlik, izlenebilirlik ve şeffaflık kriterlerinin en yüksek öneme sahip olmasında etkilidir.

### 3.4.7. Alternatiflerin Sıralanması

Uygulamanın bu aşamasında karar matrisinin elde edilmesi amacıyla kriterlerin, tıbbi atık yönetimindeki süreçler açısından uygunluk dereceleri karar vericiler tarafından belirlenmek üzere anket formu hazırlanmıştır. Uzmanların önem derecesini belirlemek için çok düşükten çok yükseğe doğru 7’li bir skala oluşturulmuştur. Anketlerin bir örneği tablo 4’te verilmiştir.

Aşağıda belirtilen kriterlerin, tıbbi atık yönetimindeki süreçler açısından uygunluk derecelerini ifade ediniz.

**1: Çok Düşük 2: Orta Derece Düşük 3: Düşük 4: Orta 5: Yüksek 6: Orta Derece Yüksek 7: Çok Yüksek**

Tablo 5. Kriterlerin tıbbi atık yönetim süreci açısından önem derecelerinin belirlenmesi anketi örneği

|                                                    | <b>Tıbbi Atıkların Önlenmesi</b> | <b>Tıbbi Atıkların Sınıflandırılması ve Toplanması</b> | <b>Tıbbi Atıkların Taşınması</b> | <b>Tıbbi Atıkların Depolanması</b> | <b>Tıbbi Atıkların Geri Dönüşümü</b> | <b>Tıbbi Atıkların Bertaraf Edilmesi</b> |
|----------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Güvenilirlik(K<sub>1</sub>)</b>                 | 4                                | 5                                                      | 5                                | 3                                  | 6                                    | 6                                        |
| <b>Erişilebilirlik(K<sub>2</sub>)</b>              | 5                                | 4                                                      | 4                                | 5                                  | 6                                    | 5                                        |
| <b>Esneklik(K<sub>3</sub>)</b>                     | 3                                | 6                                                      | 6                                | 6                                  | 4                                    | 5                                        |
| <b>Anonimlik(K<sub>4</sub>)</b>                    | 2                                | 3                                                      | 3                                | 2                                  | 3                                    | 3                                        |
| <b>İzlenebilirlik(K<sub>5</sub>)</b>               | 7                                | 6                                                      | 6                                | 6                                  | 7                                    | 7                                        |
| <b>Azaltılmış İşlem Maliyetleri(K<sub>6</sub>)</b> | 2                                | 1                                                      | 2                                | 1                                  | 2                                    | 2                                        |
| <b>Denetlenebilirlik(K<sub>7</sub>)</b>            | 4                                | 5                                                      | 6                                | 7                                  | 6                                    | 6                                        |
| <b>Âdem-i Merkeziyetçilik(K<sub>8</sub>)</b>       | 2                                | 3                                                      | 3                                | 2                                  | 3                                    | 3                                        |
| <b>Şeffaflık(K<sub>9</sub>)</b>                    | 5                                | 6                                                      | 6                                | 5                                  | 5                                    | 6                                        |
| <b>Değiştirilemezlik(K<sub>10</sub>)</b>           | 4                                | 5                                                      | 5                                | 5                                  | 4                                    | 5                                        |
| <b>Dijitallik/Otomatiklik(K<sub>11</sub>)</b>      | 5                                | 6                                                      | 4                                | 6                                  | 5                                    | 5                                        |

Tablo 6'da kriterlerin, tıbbi atık yönetimindeki süreçlere uygunluğu karar vericiler tarafından belirlenerek karar matrisi elde edilmiştir. Bu matris uzmanların anketlere verdiği cevapların ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Daha sonra her bir sütunun optimal değerleri hesaplanır. Son olarak da sütun toplamaları elde edilir.

Tablo 6. Karar matrisinin oluşturulması

|               |         | Kriterler |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------|---------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|               |         | K1        | K2     | K3     | K4     | K5     | K6     | K7     | K8     | K9     | K10    | K11    |
| Alternatifler | Optimal | 6.300     | 5.900  | 5.200  | 5.100  | 6.100  | 5.200  | 6.100  | 4.700  | 5.900  | 5.000  | 5.600  |
|               | A1      | 5.400     | 5.500  | 3.700  | 3.700  | 5.500  | 5.200  | 5.200  | 4.200  | 4.800  | 4.500  | 4.000  |
|               | A2      | 6.000     | 5.900  | 4.800  | 4.000  | 5.700  | 4.800  | 5.600  | 4.200  | 4.800  | 4.800  | 4.900  |
|               | A3      | 6.300     | 5.700  | 5.000  | 4.700  | 6.100  | 4.500  | 5.900  | 4.400  | 5.200  | 4.900  | 4.700  |
|               | A4      | 6.000     | 5.400  | 4.800  | 5.100  | 6.100  | 4.500  | 6.000  | 4.700  | 5.500  | 5.000  | 5.300  |
|               | A5      | 5.400     | 5.800  | 4.600  | 4.000  | 5.500  | 4.600  | 5.700  | 4.500  | 5.200  | 4.600  | 4.700  |
|               | A6      | 6.100     | 5.700  | 5.200  | 4.000  | 6.000  | 4.300  | 6.100  | 4.300  | 5.900  | 4.600  | 5.600  |
| Toplam        |         | 35.200    | 34.000 | 28.100 | 25.500 | 34.900 | 27.900 | 34.500 | 26.300 | 31.400 | 28.400 | 29.200 |

#### 3.4.8. Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Oluşturması

Tablo 7’de normalize karar matrisi verilmiştir. Bu aşamada alternatiflerin kendi aralarında karşılaştırılabilir olabilmeleri için büyüklüklerini daha düşük bir seviyeye çekerek işlem kolaylığı sağlamak amacıyla normalizasyon gerçekleştirilir (Yıldırım vd., 2019). Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir sütun değeri sütun toplamına bölünerek normalize edilir. Normalizasyon işlemi sonucunda ağırlıklandırılmış normalize matris elde edilir.

Tablo 7. Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturması

|               |         | Kriterler |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               |         | K1        | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   | K11   |
| Alternatifler | Optimal | 0.179     | 0.173 | 0.185 | 0.200 | 0.174 | 0.186 | 0.176 | 0.179 | 0.187 | 0.176 | 0.191 |
|               | A1      | 0.153     | 0.161 | 0.131 | 0.145 | 0.157 | 0.186 | 0.150 | 0.160 | 0.152 | 0.158 | 0.136 |
|               | A2      | 0.170     | 0.173 | 0.170 | 0.156 | 0.163 | 0.172 | 0.162 | 0.160 | 0.152 | 0.169 | 0.167 |
|               | A3      | 0.179     | 0.167 | 0.177 | 0.184 | 0.174 | 0.161 | 0.171 | 0.167 | 0.165 | 0.172 | 0.160 |
|               | A4      | 0.170     | 0.158 | 0.170 | 0.200 | 0.174 | 0.161 | 0.173 | 0.179 | 0.175 | 0.176 | 0.181 |
|               | A5      | 0.153     | 0.170 | 0.163 | 0.156 | 0.157 | 0.164 | 0.165 | 0.171 | 0.165 | 0.162 | 0.160 |
|               | A6      | 0.173     | 0.167 | 0.185 | 0.156 | 0.171 | 0.154 | 0.176 | 0.163 | 0.187 | 0.162 | 0.191 |

### 3.4.9. Ağırlıklı Normalleştirilmiş Karar Matrisi Tanımlama

Tablo 8’de çalışma kapsamında elde edilen ağırlıklandırılmış karar matrisine yer verilmiştir. Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi oluşturulurken kriter ağırlıklarının önceden belirlenmiş olması gerekmektedir. FUCOM yöntemiyle elde edilen kriter ağırlıklarının normalize edilmiş değerler ile çarpımı sonucu ilgili matris ortaya çıkmaktadır.

Tablo 8. Ağırlıklı normalleştirilmiş karar matrisi

|               |         | Kriterler |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------|---------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|               |         | K1        | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   | K11   | SO    |
| Alternatifler | Optimal | 0.036     | 0.011 | 0.012 | 0.010 | 0.031 | 0.014 | 0.018 | 0.008 | 0.022 | 0.007 | 0.009 | 0.181 |
|               | A1      | 0.030     | 0.011 | 0.008 | 0.007 | 0.027 | 0.014 | 0.015 | 0.007 | 0.018 | 0.006 | 0.006 | 0.154 |
|               | A2      | 0.034     | 0.011 | 0.011 | 0.008 | 0.028 | 0.013 | 0.016 | 0.007 | 0.018 | 0.007 | 0.008 | 0.165 |
|               | A3      | 0.036     | 0.011 | 0.011 | 0.009 | 0.031 | 0.012 | 0.017 | 0.008 | 0.019 | 0.007 | 0.007 | 0.172 |
|               | A4      | 0.034     | 0.010 | 0.011 | 0.010 | 0.031 | 0.012 | 0.017 | 0.008 | 0.020 | 0.007 | 0.008 | 0.173 |
|               | A5      | 0.030     | 0.011 | 0.010 | 0.008 | 0.027 | 0.012 | 0.017 | 0.008 | 0.019 | 0.007 | 0.007 | 0.161 |
|               | A6      | 0.034     | 0.011 | 0.012 | 0.008 | 0.030 | 0.011 | 0.018 | 0.008 | 0.022 | 0.007 | 0.009 | 0.173 |



### 3.4.10. Optimallik Fonksiyon Değerlerinin Hesaplanması

Tablo 8’de yer alan S0 değeri, alternatifin optimal değeridir. Alternatiflere ait Si değerlerinin S0 optimal fonksiyon değerine oranı ki fayda derecesini verir.

### 3.4.11. Alternatifler İçin Fayda Derecesinin (Ki) Elde Edilmesi

Ki değerleri [0, 1] aralığındadır. En yüksek derece en iyiyi, en düşük derece de en kötüyü ifade eder. Hesaplanan ki değerleri ile alternatiflerin görelî fayda etkinliğı hesaplanarak elde edilen değerler büyükten küçüğe doğru sıralanıp karar alternatifleri ile ilgili değerlendirme sonuçlarına ulaşılır.

Tablo 9. Alternatifler için fayda derecesinin (ki) elde edilmesi

|           |       |
|-----------|-------|
| <b>A1</b> | 0.854 |
| <b>A2</b> | 0.911 |
| <b>A3</b> | 0.950 |
| <b>A4</b> | 0.956 |
| <b>A5</b> | 0.899 |
| <b>A6</b> | 0.954 |

Tablo 9’da alternatifler arasında sıralama yapılarak en uygun alternatife ulaşılmıştır. Analiz sonucunda blokzincir teknolojisinin entegrasyonunun en uygun bulunduğu tıbbi atık yönetim aşaması *tıbbi atıkların depolanması* olarak belirlenmiştir. Bu entegrasyonu sırasıyla; *tıbbi atıkların bertaraf edilmesi*, *tıbbi atıkların taşınması*, *tıbbi atıkların sınıflandırılması ve toplanması*, *tıbbi atıkların geri dönüşümü* ve *tıbbi atıkların önlenmesi* takip etmektedir. Tıbbi atık yönetiminin diğer aşamalarındaki uygunluk değerleri dikkate alındığında blokzincir teknolojisinin tıbbi atık yönetim sürecinin her aşamasında kullanımının mümkün olacağı kanıtlanmaktadır. Bakıldığında atık yönetiminin özellikle depolama, taşıma ve bertaraf sürecinde güvenilir, şeffaf ve izlenebilir bir depolama aracının varlığı yöneticiler açısından bilgi eksikliğini önlemeye, zamandan tasarruf etmeye, hataları minimize etmeye, atık yönetimini iyileştirmeye, taşıma, depolama ve bertaraf maliyetlerini azaltmaya, tıbbi atık yönetim sürecindeki tüm faaliyetleri iyileştirmeye yardımcı olur.

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde sanayileşme hızla büyümekte, çevre kirliliği her geçen gün artmakta dolayısıyla bu durum insan ve çevre sağlığı için tehdit oluşturmaktadır. Ayrıca kaynakların bilinçsiz kullanımı tüketimi artırmakta ve atık yönetimi ile ilgili sorunları gündeme taşımaktadır. Atık yönetimi sorunlarının başında ise sağlık kuruluşlarındaki tıbbi atıkların canlılar için ölümle sonuçlanabilecek riskler taşıması gelmektedir. Durum böyleyken var olan riskleri minimum düzeye indirmek, insan ve çevre sağlığını korumak, sağlık kuruluşları açısından maliyetleri en aza indirmek için tıbbi atık yönetimi konusunda önemli adımlar atmak gerekmektedir. Elimizdeki kaynakların yeniden kullanımını teşvik eden, atık üretimini minimum düzeyde tutan böylelikle çevre üzerindeki yükü azaltmaya çalışan döngüsel ekonomik model geri dönüşüm yoluyla ürünleri yaşam içinde bir döngüye sokarak hem çevre hem de ekonomi için faydalar sağlayacaktır. Döngüsel ekonomik modele geçiş aşamasında, politika ve gerekli yatırımların yanı sıra ileri bir teknolojinin kullanılması elzemdir. Bu nedenle araştırmanın kapsamı dağıtık, şifrelenmiş ve geri dönüşü mümkün olmayan bir bilgi deposu olarak kullanılan blokzincir teknolojisinin döngüsel ekonomi çerçevesinde tıbbi atık yönetim sürecinde kullanımını değerlendirmeye yöneliktir.

Araştırma sonucunda önem derecesi en yüksek değere sahip ilk üç kriter güvenilirlik (0.201), izlenebilirlik (0.177) ve şeffaflık (0.117) olduğu ve döngüsel ekonomi çerçevesinde tıbbi atık yönetim sürecine blokzincir teknolojisinin tıbbi atıkların depolanması aşamasında entegrasyonunun en uygun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç blokzincir teknolojisinin tıbbi atık yönetim sürecinde tıbbi atıkların depolanması aşaması kapsamında tıbbi atık uygulamalarında çalışan personellerin eğitim ve farkındalığının artırılmasında, tıbbi atık yönetim uygulamalarının geliştirilmesi ve yeniden planlanmasında, atıkların geri dönüşümünü sağlayarak enerji oluşumuna katkı sağlamasında, maliyetlerin azaltılmasında, yönetim mevzuatının doğru bir şekilde uygulanması ve takip edilmesini sağlamada, atık hareketlerinin şeffaf ve güvenli bir biçimde kaydının tutulmasında yardımcı olabileceğini göstermiştir. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara bakılınca her ne kadar depolama aşaması blokzincir teknolojinin en uygun olduğu aşama olarak tespit edilmiş olsa da diğer aşamalardaki uygunluk değerleri dikkate alındığında blokzincir teknolojisinin tıbbi atık yönetiminin tüm süreçlerinde kullanımının mümkün olduğu ifade edilebilir. Ulaştığımız sonuçlar, tıbbi atık yönetim

sürecindeki tüm aşamaların birbirini tamamlayıcı bir süreç şeklinde ilerlediğini kanıtlar niteliktedir.

Yapılan araştırmalar sonucu (Esmailian ve arkadaşları 2018; Aydar ve arkadaşları 2020; Erol ve arkadaşları 2020; Hasselgren ve arkadaşları 2020; Ahmed ve arkadaşları 2021) blokzincir teknolojisinin güvenilir, izlenebilir ve şeffaf olması gibi özelliklerinden dolayı sağlık sektörü ve tıbbi atık yönetiminde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Böylelikle sistemde verilerin güvenliğini sağlayarak onları toplamak, depolamak ve paylaşımını sağlamak mümkün olacaktır. Dolayısıyla mevcut çalışmada önem düzeyi en yüksek çıkan kriterler ile literatür sonuçları paralellik göstermektedir.

Döngüsel ekonomi ve tıbbi atık yönetimi ile ilgili yapılan çalışmaların her geçen gün arttığı gözlemlenmiştir. Araştırmalar sonucu elde edilen bilgiler bu çalışmaların (Urbinati ve arkadaşları 2017; Veral 2018; Esin 2019; Dagiliene ve arkadaşları 2021; Veral 2021) daha çok maliyetleri düşürüp sürdürülebilir üretim ve kalkınmaya destek, yerel yönetimler ve ilgili tüm paydaşlar tarafından planların oluşturulması, vatandaşların eğitim ve farkındalıklarının artırılması, köklü davranışsal değişiklikler ve ileri teknoloji kullanımının gerektiği hakkında yapıldığını göstermiştir. Taranan çalışmaların çok azında ÇKKV yöntemlerinin kullanıldığı tespit edilmiştir.

Konu ile ilgili literatür tarandığında tıbbi atık yönetim sürecine blokzincir teknolojisinin etkisini sentezleyen herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Ayrıca bu çalışmada yenilikçi ÇKKV yöntemlerinden olan FUCOM ve ARAS yöntemlerinin entegre edilerek uygulamanın gerçekleştirilmesi literatüre önemli katkılar sunduğunun göstergeleridir.

Tıbbi atıkların döngüsel ekonomi çerçevesinde sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlayacak şekilde yönetilebilmesi için asıl problemin doğru bir şekilde tespit edilip doğru stratejik yöntemler uygulanması gerekmektedir. Bu anlamda blokzincir teknolojisi problemlere kökten çözüm getirememekle birlikte doğru bilgi depolama ve veri aktarımını şeffaf ve güvenli bir biçimde gerçekleştirebilmesi, saklayabilmesi, verilerde değişiklik yapılamaması, süreklilik arz etmesi sebebiyle bizlere atık yönetiminde bir rehber olması beklenmektedir.

Covid-19 pandemisi sebebiyle anket formlarının doldurulması mail ve yüz yüze görüşmeler ile yapılmıştır. Ayrıca anketleri cevaplayacak uzman kişilere erişim zorluğu, tezin konusu gereği tıbbi atık yönetimi, döngüsel ekonomi ve blokzincir teknolojileri konuları hakkında tam donanımlı uzmanların sayıca az olması, yüz yüze temas riski ve esnek çalışma saatleri çalışmanın kısıtları olarak karşımıza çıkmıştır. ÇKKV yöntemlerini kullanmamızdan ötürü katılımcılar farklılaştıkça, kriter ve alternatifler değiştikçe

sonuçlar da farklılık gösterecektir. Gelecekteki çalışmalarda blokzincir teknolojisinin tıbbi atık yönetiminde kullanımına yönelik uygulama modellerinin sunulması, özellikle depolama, bertaraf ve taşıma aşamalarında farklı kuruluşları tek bir platformda toplamaya yönelik çalışmalar yapılabilir. Ayrıca blokzincir teknolojisinin güvenilirlik, izlenebilirlik ve şeffaflık özelliklerinin tıbbi atıkların depolanması sürecinde kullanımına yönelik uygulama modelleri de bir başka çalışma konusu olabilir. Yapılan alışma; alternatif sıralaması farklı çok kriterli karar verme teknikleri (DEMATEL, TOPSIS, ELECTRE, AHP vb.) ve bunların bulanık, sezgisel bulanık vb. genişletilmiş ve yenilikçi bütünleşmeleri kullanarak yapılp kriter ağırlıklarındaki farklılaşmanın alternatif sıralamasındaki değişime etkisi duyarlılık analizleri ile analiz edilebilir ve sonuçların mevcut çalışma ile karşılaştırması gerçekleştirilebilir.



## KAYNAKÇA

- Abu-Elezz, I., Hassan, A., Nazeemudeen, A., Househ, M. S. ve Abd-alrazaq, A. A. (2020). The benefits and threats of blockchain technology in healthcare: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 142, 104246.
- Akbay, L. ve Kılınç, M. (2018). Use of full hierarchy consistency index to assess response consistency. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 5(1), 105-118. doi: 10.21449/ijate.350499.
- Akdoğan, A. ve Güleç, S. (2007). Sürdürülebilir katı atık yönetimi ve belediyelerde yöneticilerin katı atık yönetimiyle ilgili tutum ve düşüncelerin analizine yönelik bir araştırma. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 39-69.
- Akkurt, T. (2022). *Tıbbi atık yönetiminde SWOT analizi ve çok ölçütlü karar verme teknikleri ile çözüm önerilerinin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Eskişehir.
- Altın, H. (2020). ARAS ve MOOSRA yöntemlerinin performans sonuçlarının karşılaştırılması: Amerika kıtası ülkeleri. *Journal of Economics Finance and Accounting*. 7 (2), 173-186. doi: 10.17261/Pressacademia.2020.1212
- Atlam, H. F., Azad, M. A., Alzahrani, A. G. ve Wills, G. B. (2020). A review of blockchain in internet of things and al. *Big Data and Cognitive Computing*, 4, 28.
- Ayçin, E. ve Aşan, H. (2021). İş zekâsı uygulamaları seçimindeki kriterlerin önem ağırlıklarının FUCOM yöntemi ile belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(2), 195-208. doi: 10.33707/Akuiibfd.903563.
- Aydın, B. (2016). *Tıbbi atık yönetiminde tersine lojistik: İzmir ilinde bir uygulama*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Bdour, A., Altrabsheh, B., Hadadin, N. ve Al-Shareif, M. (2007). Assessment of medical wastes management practice: A case study of the northern part of Jordan. *Waste management* (New York, N.Y.), 27(6), 746–759. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.004>
- Berndtsson, M. (2015). *Circular economy and sustainable development*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Uppsala Üniversitesi, Uppsala.
- Bilitewski, B. (2012). The circular economy and its risks. *Waste Management*, 32(1), 1-2.

- Bilgili, M. Y. (2020). Katı atık yönetiminde kullanılan bazı kavramlar ve açıklamaları. *Avrasya Terim Dergisi*, 8 (2), 88-97. doi: 10.31451/ejatd.773288.
- Böyükaslan, A. ve Ecer, F. (2021). Determination of drivers for investing in cryptocurrencies through a fuzzy full consistency method-bonferroni (FUCOM-F'B) framework. *Technology in Society*, 67, 101745.
- Cerrahoğlu, M. N. ve Kılıçaslan, H. (2019). Tıbbî atıkların sağlık harcamaları üzerindeki etkisi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5(4), 59-68.
- Cingöz, A. ve Tinni, S. (2020). Katı atık yönetimi ve sorunları: Tıbbi atıklar üzerine hastanelerde yapılan bir uygulama. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 371–385. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.566536>.
- Çarıkçı, O. (2020). Sağlık kurumlarında personelin tıbbi atık yönetim değerlendirmeleri ve maliyetlere etkisi. *Başkent Üniversitesi Ticari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-27.
- Demir, G. ve Bircan, H. (2020). Kriter ağırlıklandırma yöntemlerinden BWM ve FUCOM yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21 (2), 170-185. doi:10.37880/cumuiibf.616766.
- Erdal, H. (2019). İş sağlığı ve güvenliği için DEMATEL-ARAS tabanlı risk değerlendirme metodolojisi ve bir uygulama. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8 (2), 1831-1853. doi: 10.33206/mjss.465681.
- Esmaeilian, B., Wang, B., Lewis, K., Duarte, F., Ratti, C. ve Behdad, S. (2018). The future of waste management in smart and sustainable cities: A review and concept paper. *Waste management (New York, N.Y.)*, 81, 177–195. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.09.047>
- Ferronato, N., Rada, E. C., Portillo, M. A. G., Cioca, L., Ragazzi, M. ve Torretta, V. (2019). Introduction of the circular economy within developing regions: A comparative analysis of advantages and opportunities for waste valorization. *Journal of Environmental Management*, 230, 366-378.
- Gedik, Y. (2020). Döngüsel ekonomiyi anlamak: Teorik bir çerçeve. *Turkish Business Journal*, 1(2), 110-137.
- Haylamicheal, I. D., Dalvie, M. A., Yirsaw, B. D. ve Zegeye, H. A. (2011). Assessing the management of healthcare waste in Hawassa city, Ethiopia. *The journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association*, 9(8), 854-862.
- İrak, G. ve Topcu, Y. E. (2020). Tedarik zincirinde blokzinciri teknolojisinin uygulanmasının maliyetler üzerindeki etkisi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 16(1), 171-185. doi:10.17130/ijmeh.700862.

- Kırbaşı, İ. (2018). Blokzinciri teknolojisi ve yakın gelecekteki uygulama alanları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1), 75-82. doi:10.29048/makufebed.365066.
- Kirchherr, J., Reike, D. ve Hekkert, M. (2017) Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Korhonen, J., Honkasalo, A. ve Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46.
- Lahti, T., Wincent, J. ve Parida, V. (2018). A definition and theoretical review of the circular economy, value creation, and sustainable business models: Where are we now and where should research move in the future? *Sustainability*, 10, 1-19.
- Lin, I. ve Liao, T. (2017). A survey of blockchain security issues and challenges. *International Journal of Network Security*, 19, 653-659.
- Manav, A. E. (2022). *Blokzincir bazlı hasta kan yönetim sistemi mimarisi geliştirme ve devreye alınması*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Ankara.
- Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources Conservation and Recycling*, 153, 104553.
- Niranjanamurthy, M., Nithya, B. ve Jagannatha, S. (2018). Analysis of blockchain technology: pros, cons and SWOT. *Cluster Computing*, 22(6), 14743-14757. doi: 10.1007/S10586-018-2387-5.
- Özkan, T. ve Ağ, A. (2021). Corporate sustainability performance assessment: CRITIC-ARAS integrated model. *OPUS International Journal of Society Researches*, 18(42), 5208-5229. doi: 10.26466/opus.913777.
- Pamučar, D., Stević, Ž. ve Sremac, S. (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in mcdm models: Full consistency method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9), 393.
- Purnomo, C. W., Kurniawan, W. ve Aziz, M. (2021). Technological review on thermochemical conversion of COVID-19-related medical wastes. *Resources, Conservation, and Recycling*, 167, 105429. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105429>.
- Ribić, B., Voća, N. ve Ilakovac, B. (2017). Concept of sustainable waste management in the city of Zagreb: Towards the implementation of circular economy approach. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 67(2), 241- 259.

- Sauvé, S., Bernard, S. ve Sloan, P. (2016). Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48-56.
- Saygın, Z. Ö. ve Kundakcı, N. (2020). Sağlık göstergeleri açısından OECD ülkelerinin EDAS ve ARAS yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Alanya Akademik Bakış*, 4(3), 911-938.
- Shareefdeen, Z. M. (2012). Medical waste management and control. *Journal of Environmental Protection*, 03(12), 1625–1628. <https://doi.org/10.4236/jep.2012.312179>.
- Sofuoğlu, M. A. (2020). Fuzzy applications of FUCOM method in manufacturing environment. *Politeknik Dergisi*, 23(1), 189-195. doi: 10.2339/politeknik.586036.
- Sürmen, M. (2022). *Döngüsel ekonomi performans ölçümü: BİST sürdürülebilirlik endeksinde bir uygulama*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Karabük Üniversitesi, Karabük.
- Tanrıverdi, M., Uysal, M. ve Üstündağ, M. T. (2019). Blokzinciri teknolojisi nedir? Ne değildir?: Alanyazın incelemesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 12 (3), 203-217. doi: 10.17671/gazibtd.547122.
- Taşkent, M. C. ve Delice, K. E., (2021). Bulanık FUCOM metodu ile tedarikçi değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 863-868. doi: 10.31590/ejosat.1011756.
- Terekli, G., Özkan, O. ve Bayın, G. (2013). Çevre dostu hastaneler: Hastaneden yeşil hastaneye. *Ankara Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 12(2), 37-54.
- Türkeli, S., Kemp, R., Huang, B., Bleischwitz, R. ve McDowall, W. (2018). Circular economy scientific knowledge in the European Union and China: A bibliometric, network and survey analysis (2006–2016). *Journal of Cleaner Production*, 197, 1244-1261.
- Ulutaşdemir, N., ELEVLI S. ve Arman, Ö. (2020). Tıbbi atık yönetiminde sağlık çalışanlarının rolü: Bir devlet hastanesi örneği. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 170- 182.
- Ünal, G. ve Uluyol, Ç. (2020). Blokzinciri teknolojisi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13(2), 167-175. doi: 10.17671/gazibtd.516990.
- Velenturf, A. P. ve Purnell, P. (2021). Principles for a sustainable circular economy. *Sustainable Production and Consumption*. 27, 1437-1457.
- Voudrias, E. A. (2018). Healthcare waste management from the point of view of circular economy. *Waste Management*, 75, 1-2.



- Yalçın, Ö. ve Negiz, N. (2020). Türkiye'de kentsel alanlarda döngüsel ekonomi uygulamaları üzerine bir yazın incelemesi. *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi*, 6(1), 25-44.
- Yıldırım, B. I., Uysal, F. ve Ilgaz, A. (2019). Havayolu işletmelerinde personel seçimi: ARAS yöntemi ile bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(33), 219-231.
- Yılmaz, V. (2019). Sürdürülebilir kalkınma ve döngüsel ekonominin bibliyometriği. *Enderun Dergisi*, 3(2), 60-72.
- Yousefi, S. ve Tosarkani, B. M. (2022). An analytical approach for evaluating the impact of blockchain technology on sustainable supply chain performance. *International Journal of Production Economics*, 246, 1-22. doi: 10.1016/j.ijpe.2022.108429.
- Wang, Z., Wang, T., Hu, H., Gong, J., Ren, X. ve Xiao, Q. (2020). Blockchain-based framework for improving supply chain traceability and information sharing in precast construction. *Automation in Construction*, 111, 103063.
- Windfeld, E. S. ve 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>
- Zavadskas, E. K. ve Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(2), 159-172. <https://doi.org/10.3846/tede.2010.10>
- Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X. ve Wang, H. (2017). An overview of blockchain technology: Architecture, consensus and future trends. In *2017 IEEE International Congress on Big Data (BigData Congress)*, 25-30 June, 2017, Honolulu, 557-564. <https://doi.org/10.1109/BigDataCongress.2017.85>

## ÖZGEÇMİŞ

2011 ile 2015 yılları arasında Akçaabat İbni Sina Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesini bitirdikten sonra 2015 yılında Gümüşhane Üniversitesi Acil Yardım ve Afet Yönetimi bölümünde üniversiteye başladım. 2020 yılında Gümüşhane Üniversitesinden mezun oldum. Lisans eğitim sürecimde Kocaeli İtfaiyesi ve Gümüşhane Devlet Hastanesinde staj yaptım. Şu an Gümüşhane Devlet Hastanesinde hemşire olarak görev yapmaktayım.

