



## Uluslararası Araştırma Yayın ve İnceleme Dergisi

Dergi ana sayfası: [www.ijrpr.com](http://www.ijrpr.com) ISSN 2582-7421

# Akıllı Şehirler, Daha Temiz Yarınlar: Sürdürülebilir Kentsel Yaşam için Yapay Zeka Destekli Atık Çözümleri

*Vishnu Vardhan D<sup>1</sup>, Dr. G. S. Vijaya<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>MBA Öğrenci(leri), Yönetim Çalışmaları Fakültesi (CMS Business School), Jain (Deemed-to-be University), Bengaluru

<sup>2</sup>Profesör, Yönetim Çalışmaları Fakültesi (CMS Business School), Jain (Deemed-to-be-University), Bengaluru

Doi: <https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0424.0952>

### ÖZET

Çalışma, yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerini çevreleyen karmaşık dinamikleri inceleyerek, bunların atık toplama verimliliği üzerindeki etkilerini aydınlatmayı ve belediye atık yönetimi uygulamalarına entegrasyonunu etkileyen çok yönlü faktörleri araştırmayı amaçlamaktadır. Mevcut literatürün eleştirel bir analizine dayanan araştırma, özellikle disiplinler arası değerlendirmeler, toplum katılımı, politika çerçeveleri ve küresel perspektifler açısından YZ'nin atık yönetimindeki rolünü kapsamlı bir şekilde değerlendirmede önemli bir boşluk olduğunu tespit etmektedir. Bu eksiklik, YZ'nin teknik işlevlerinin ötesine geçen, kentsel sürdürülebilirlik ve dayanıklılık için daha geniş etkilerini vurgulayan bütünsel bir anlayışın gerekliliğinin altını çizmektedir.

Dünya genelinde kentsel alanlar, nüfus artışı, hızlı kentleşme ve çevresel bozulma gibi faktörlerin etkisiyle atık yönetiminde artan zorluklarla boğuşmaktadır. Geleneksel atık yönetimi yaklaşımları, artan kentsel katı atık hacimleriyle başa çıkmada genellikle yetersiz kalmakta, verimsizliklere ve olumsuz çevresel sonuçlara yol açmaktadır. Bu çerçevede, atık yönetimi uygulamalarında verimliliği, sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı artırabilecek yenilikçi çözümlerin araştırılmasına yönelik acil bir ihtiyaç ortaya çıkmaktadır.

Yapay zeka teknolojilerinden yararlanmak, geleneksel atık yönetimi yöntemlerinin eksikliklerini gidermek için umut verici bir yol olarak ortaya çıkmaktadır. Yapay zeka, toplama ve ayırmadan geri dönüşüm ve bertarafa kadar atık yönetimi süreçlerinin çeşitli yönlerini optimize etmek için bir dizi yetenek sunmaktadır. Yapay zeka destekli çözümlerden yararlanarak şehirler operasyonları kolaylaştırabilir, kaynak israfını en aza indirebilir ve çevresel etkileri azaltabilir, böylece daha temiz, daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir kentsel ortamların önünü açabilir.

Dahası, acil çevre sorunlarının üstesinden gelme zorunluluğu bu araştırmaya yön veren motivasyonun temelini oluşturmaktadır. Kirlilik, kaynakların tükenmesi ve iklim değişikliği, kentsel ekosistemler ve halk sağlığı için proaktif müdahaleler gerektiren zorlu zorluklar oluşturmaktadır. Yapay zeka teknolojileriyle kolaylaştırılan etkili atık yönetimi, bu zorlukların azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunma ve hem kentsel nüfusun hem de ekosistemlerin refahını koruma potansiyeline sahiptir.

Bu çalışmanın ardındaki motivasyonun temelinde kentsel yaşanabilirliği artırma arzusu yatmaktadır. Temiz, iyi yönetilen kentsel ortamlar, toplumun refahını teşvik etmek, yatırım çekmek ve ekonomik refahı katalize etmek için çok önemlidir. Yapay zeka destekli atık çözümlerinin uygulanması yoluyla şehirler temizliği artırabilir, kirliliği azaltabilir ve sakinlerin sağlık ve mutluluğuna yardımcı olan daha çekici yaşam alanları geliştirebilir.

Ayrıca çalışma, yapay zeka destekli atık çözümlerinin etkinliği ve etkileri hakkında ampirik kanıtlar ve içgörüler sağlayarak politika söylemini etkilemeyi amaçlamaktadır. Kanıta dayalı politika formülasyonu, sürdürülebilir atık yönetimi uygulamalarına geçişi hızlandırmayı amaçlayan destekleyici düzenleyici çerçevelerin, teşviklerin ve yatırım stratejilerinin benimsenmesini katalize edebilir.

Ayrıca araştırma, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler) de dahil olmak üzere daha geniş sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumludur. Yapay zeka entegrasyonu yoluyla kentsel atık yönetiminin zorluklarını ele alan çalışma, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar, sorumlu tüketim ve üretim ve iklim eylemi ile ilgili SKH'lere ulaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

Sonuç olarak, paydaşlar arasında işbirliğinin teşvik edilmesi, atık yönetimi uygulamalarında anlamlı bir değişimin gerçekleştirilmesi için zorunlu görülmektedir. Bu çalışma, disiplinler arası ayrımlar arasında köprü kurarak ve devlet kurumları, atık yönetimi kuruluşları, teknoloji sağlayıcıları ve yerel topluluklar arasında diyalogu teşvik ederek, küresel ölçekte sürdürülebilir kentsel yaşamı ilerletmeye yönelik sinerjik ortaklıklar geliştirmeyi amaçlamaktadır.

## 1. Giriş ve Literatürün Gözden Geçirilmesi

### 1.1. Çalışmanın Gereksesi ve Motivasyon

Bu çalışmanın gereksesi, atık yönetimi konusundaki mevcut literatürün eleştirel bir incelemesinden ortaya çıkmakta ve yapay zeka destekli atık çözümlerinin kapsamlı analizindeki önemli boşlukları ortaya koymaktadır. Teknolojideki ilerlemelere rağmen, disiplinler arası yönleri, toplum katılımını, politika hususlarını ve küresel perspektifleri ele alan entegre araştırma eksikliği devam etmektedir. Bu boşluk, YZ'nin atık yönetimindeki rolünün bütüncül bir şekilde anlaşılması ve teknik işlevlerin ötesinde çok boyutlu etkisinin kabul edilmesi gerekliliğinin altını çizmektedir.

Kentsel alanlar, nüfus artışı, hızlı kentleşme ve çevresel bozulma nedeniyle atık yönetiminde giderek artan zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır. Geleneksel atık yönetimi uygulamaları, şehirlerde üretilen kentsel katı atıkların artan hacimleriyle başa çıkmakta zorlanmakta, verimsizliklere ve çevresel yansımalara yol açmaktadır. Şehirler artan atık yönetimi baskılarıyla boğuşurken, verimliliği, sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı artırabilecek yenilikçi çözümleri keşfetme zorunluluğu ortaya çıkmaktadır.

Yapay zeka teknolojilerinden yararlanmak, geleneksel atık yönetimi yaklaşımlarının eksikliklerini gidermek için umut verici bir yol sunmaktadır. Yapay zeka, toplama, ayırma, geri dönüşüm ve bertaraf dahil olmak üzere atık yönetimi süreçlerinin çeşitli aşamalarını optimize etme yetenekleri sunar. Yapay zeka destekli çözümleri uygulayarak şehirler potansiyel olarak operasyonları kolaylaştırabilir, kaynak israfını en aza indirebilir ve çevresel etkileri azaltabilir. Bu fırsat, şehirleri daha temiz, daha sağlıklı ve daha sürdürülebilir kentsel ortamlara doğru yönlendirmede çok önemlidir.

Ayrıca, acil çevre sorunlarının ele alınmasının aciliyeti, bu çalışmanın arkasındaki motivasyonun temelini oluşturmaktadır. Kirlilik, kaynakların tükenmesi ve iklim değişikliği, kentsel ekosistemler ve halk sağlığı için önemli tehditler oluşturmakta ve proaktif önlemlere duyulan ihtiyacı altını çizmektedir. Yapay zeka teknolojileri ile kolaylaştırılan etkili atık yönetimi, bu zorlukların azaltılmasına katkıda bulunabilir ve böylece kentsel nüfusun ve ekosistemlerin refahını koruyabilir.

Kentsel yaşanabilirliğin iyileştirilmesi, bu çalışmanın motivasyonu ile iç içe geçmiş temel bir hedeftir. Temiz, iyi yönetilen kentsel ortamlar, toplumun refahını artırmak, yatırım çekmek ve ekonomik refahı teşvik etmek için gereklidir. Yapay zeka destekli atık çözümleri sayesinde şehirler temizliği artırabilir, kirliliği azaltabilir ve sakinlerin sağlığı ve mutluluğu için daha cazip yaşam alanları yaratabilir.

Kanıt dayalı karar verme için politika söylemini etkilemek bir diğer kritik motivasyonu oluşturmaktadır. Bu araştırma, yapay zeka destekli atık çözümlerinin etkinliği ve etkileri hakkında ampirik kanıtlar ve içgörüler sağlayarak, politika yapımcıları ve paydaşları bilgilendirmeyi amaçlamaktadır. Kanıt dayalı politika formülasyonu, sürdürülebilir atık yönetimi uygulamalarına geçişi hızlandırmak için destekleyici düzenleyici çerçevelerin, teşviklerin ve yatırım stratejilerinin benimsenmesini sağlayabilir.

Ayrıca bu çalışma, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'ler) de dahil olmak üzere daha geniş sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumludur. Araştırma, kentsel atık yönetiminin zorluklarını yapay zeka entegrasyonu yoluyla ele alarak, sürdürülebilir şehirler ve topluluklar, sorumlu tüketim ve üretim ve iklim eylemi ile ilgili SKH'lere ulaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

Son olarak, paydaşlar arasında işbirliğinin teşvik edilmesi, atık yönetimi uygulamalarında anlamlı bir değişimin hayata geçirilmesi için elzemdir. Bu çalışma, disiplinler arası boşluklar arasında köprü kurarak ve devlet kurumları, atık yönetimi kuruluşları, teknoloji sağlayıcıları ve yerel topluluklar arasındaki diyalogu kolaylaştırarak, küresel olarak sürdürülebilir kentsel yaşamı ilerletmeyi amaçlayan sinerjik ortaklıklar geliştirmeyi amaçlamaktadır.

### 1.2. Araştırma Probleminin Açıklaması

Bu çalışmanın merkezinde yer alan araştırma problemi, özellikle yapay zeka destekli çözümlerin kapsamlı bir şekilde entegre edilmemesi nedeniyle zorlukların daha da arttığı kentsel ortamlarda mevcut atık yönetimi uygulamalarının eksikliklerini incelemektedir. YZ teknolojilerindeki kayda değer gelişmelere rağmen, bu yeniliklerin atık yönetiminin doğasında var olan çok yönlü zorlukların üstesinden nasıl etkili bir şekilde gelebileceğini anlamada kritik bir boşluk devam etmektedir. Yapay zeka, atık yönetiminin toplama, ayırma, geri dönüşüm ve bertaraf süreçleri gibi çeşitli yönlerini optimize etme konusunda umut vaat etse de, mevcut uygulamalara kapsamlı entegrasyon eksikliği nedeniyle potansiyeli büyük ölçüde kullanılmamaktadır.

Ayrıca, disiplinler arası işbirliği, toplum katılımı ve politika entegrasyonuna yapılan sınırlı vurgu, yapay zeka destekli atık çözümleri yoluyla sürdürülebilir kentsel yaşamın sağlanmasının önündeki engelleri daha da kötüleştirmektedir. Kentsel ortamların karmaşıklığı, tek başına teknolojik yeniliklerin ötesine geçen bütünsel yaklaşımlar gerektirmektedir. Etkili çözümler geliştirmek ve uygulamak için mühendislik, çevre bilimi, şehir planlama ve sosyal bilimler gibi çeşitli alanlardan uzmanlık gerektirdiğinden, atık yönetiminde YZ teknolojilerinin tüm potansiyelinden yararlanmak için disiplinler arası işbirliği şarttır.

Ayrıca, yapay zeka destekli atık çözümlerinin kabul görmesi, benimsenmesi ve başarılı olması için etkili topluluk katılımı çok önemlidir. Yerel topluluklarla etkileşim, sahiplenme, güven ve işbirliği duygusunu teşvik ederek daha sürdürülebilir ve eşitlikçi atık yönetimi uygulamalarına yol açar. Ek olarak, politika entegrasyonu, yapay zeka destekli atık çözümlerinin dağıtımını ve ölçeklendirilmesini destekleyen elverişli bir ortam yaratmak için çok önemlidir. Politika yapımcılar, inovasyonu teşvik eden, işbirliğini destekleyen ve atık yönetimi hizmetlerine eşit erişim sağlayan düzenleyici çerçevelerin, teşviklerin ve standartların oluşturulmasında çok önemli bir rol oynamaktadır.

Bu nedenle, araştırma problemi, kentsel ortamlardaki atık yönetimi uygulamalarında devrim yaratmak için yapay zeka teknolojilerinin stratejik olarak nasıl kullanılabileceğini araştırmaya odaklanmaktadır. Bu, yalnızca teknik süreçlerin optimize edilmesini değil, aynı zamanda daha geniş sosyo-ekonomik, kültürel ve politik konuların da ele alınmasını içermektedir.

atık yönetiminin boyutları. Bu sayede çalışma, yapay zekanın atık yönetimindeki dönüştürücü potansiyelini ortaya çıkarmayı, daha temiz, daha sağlıklı ve daha dirençli kentsel ortamlara doğru ilerlerken mevcut ve gelecek nesiller için daha geniş toplumsal ve çevresel faydaları teşvik etmeyi amaçlamaktadır.

### 1.3. Literatür İncelemesi

#### Mounadel ve diğerleri (2023):

Bu çalışma, kentsel katı atık yönetiminde yapay zeka tekniklerinin uygulanmasına odaklanan sistematik bir literatür taraması yürütmektedir. Makine öğrenimi, optimizasyon algoritmaları ve tahmine dayalı analitik gibi çeşitli yapay zeka metodolojilerini araştırmaktadır.

Önemli bulgular arasında yapay zeka destekli çözümlerin atık toplama rotalarını optimize etme, atık üretim modellerini tahmin etme ve geri dönüşüm süreçlerini iyileştirme konusundaki etkililiğine ilişkin içgörüler yer alabilir.

Çalışma muhtemelen mevcut araştırmalardaki boşlukları tespit etmekte ve özellikle disiplinler arası işbirliği, toplum katılımı ve politika entegrasyonu açısından daha fazla araştırma yapılması gereken alanlar önermektedir.

#### Bibri ve diğerleri (2024):

Bu kapsamlı sistematik inceleme, daha akıllı eko-kentler kavramını ve çevresel sürdürülebilirlik için öncü nesnelerin yapay zekası (AIoT) çözümlerinin benimsenmesini incelemektedir.

Birincil odak noktası atık yönetimi olmasa da, çalışma muhtemelen enerji yönetimi, ulaşım ve altyapı gibi alanlarda yapay zeka uygulamaları da dahil olmak üzere kentsel ortamlarla ilgili daha geniş teknolojik eğilimler hakkında değerli bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, yapay zekanın sürdürülebilir kentsel kalkınmayı şekillendirmedeki rolünü bağlamsallaştırmaya yardımcı olabilir ve farklı akıllı şehir girişimleri arasındaki potansiyel sinerjileri vurgulayabilir.

#### Person & Sharma (2023):

Bu çalışma, bir evrişimsel sinir ağı (CNN) modeli kullanarak akıllı bir atık yönetim sisteminin geliştirilmesi yoluyla atık yönetiminde yapay zekanın özel bir uygulamasını sunmaktadır.

Çalışma, yapay zeka algoritmalarının, özellikle de CNN'lerin, atık kutularını tanımlamak ve izlemek için nasıl eğitilebileceğini, atık seviyelerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesini ve toplama rotalarının optimize edilmesini sağlayabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bilgiler, atık yönetimi verimliliğini ve kaynak kullanımını iyileştirmede yapay zeka destekli çözümlerin teknik fizibilitesinin ve etkinliğinin anlaşılmasına katkıda bulunabilir.

#### Zhou ve diğerleri (2022):

Bu çalışma, özellikle IoT platformunda gelişmekte olan imalat endüstrisi bağlamında, tarımın yeşil gelişiminde yapay zeka ve makine öğrenimi uygulamalarını araştırmaktadır.

Doğrudan atık yönetimi ile ilgili olmasa da, bu çalışmadan elde edilen bulgular, kaynak kullanımının optimize edilmesi, çevresel etkinin azaltılması ve tarımsal tedarik zincirlerinde sürdürülebilirliğin iyileştirilmesi gibi atıkla ilgili sektörlerdeki yapay zeka uygulamaları için paralellikler veya ilham kaynağı olabilir.

#### Ahangar ve diğerleri (2021):

Bu çalışma, bulanık bir yaklaşım kullanarak bir kentsel katı atık yönetim sisteminin sürdürülebilir tasarımına odaklanmakta ve kapalı döngü tedarik zinciri ağları içinde atık yönetimi süreçlerinin optimizasyonunda bulanık mantık tekniklerinin uygulanmasını vurgulamaktadır.

Önemli bulgular arasında, talep tahmini, rota optimizasyonu ve envanter yönetimi gibi atık yönetim sistemlerinin doğasında bulunan belirsizlikler ve karmaşıklıkların ele alınmasında bulanık mantık temelli yaklaşımların etkinliğine ilişkin içgörüler yer almaktadır.

#### Borchard ve diğerleri (2022):

Bu makale, Alman özel ve kamu atık yönetimi firmalarından görüşler sunarak atık yönetiminin dijitalleşmesini incelemektedir.

Önemli bulgular arasında, verimliliği artırmak, kaynak kullanımını optimize etmek ve hizmet kalitesini artırmak için yapay zeka da dahil olmak üzere dijital teknolojilerin atık yönetimi operasyonlarında nasıl uygulandığına dair pratik örnekler yer alması muhtemeldir.

Çalışma ayrıca atık yönetiminde dijital teknolojilerin benimsenmesinin önündeki zorlukları ve engelleri vurgulayabilir ve bunların üstesinden gelmek için stratejiler önerebilir.

#### Diğer çeşitli kaynaklar:

Bu kaynaklar, atık yönetiminde yapay zeka uygulamalarının çeşitli yönlerine, sürdürülebilir akıllı şehirlere, kamusal alanlarda yapay zeka kullanarak atık ayrıştırmaya ve atık yönetimi ve geri dönüşümde yapay zeka ve makine öğreniminin daha geniş etkilerine değinen çalışmaları, konferans bildirilerini ve sistematik incelemeleri kapsamaktadır.

Bu kaynaklardan elde edilen bilgiler, sürdürülebilir kentsel yaşam ve atık yönetimi için yapay zeka teknolojilerinden yararlanmada mevcut araştırma durumunun, ortaya çıkan eğilimlerin ve zorlukların kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

#### **1.4. Araştırma Boşluklarının Belirlenmesi**

##### **Belediye Katı Atık Yönetiminde Yapay Zeka Tekniklerinin Uygulanması (Mounadel vd., 2023):**

- Kentsel katı atık yönetiminde yapay zeka tekniklerine odaklanır.
- Eksiklik: Disiplinler arası yönler, toplum katılımı ve politika hususlarının ayrıntılı analizi eksik olabilir.

##### **Çevresel Sürdürülebilirlik için Daha Akıllı Eko-Kentler ve AIoT Çözümleri (Bibri vd., 2024):**

- Çevresel sürdürülebilirlik için AIoT çözümlerinin kapsamlı bir incelemesini sunar.
- Boşluk: Kentsel katı atık yönetimine, özellikle de bu bağlamdaki yapay zeka uygulamalarına sınırlı odaklanma.

##### **Evrişimsel Sinir Ağı Modeli Kullanan Akıllı Atık Yönetim Sistemi (Person vd., 2023):**

- Akıllı atık yönetimi için bir Evrişimsel Sinir Ağı modeli uygular.
- Eksiklik: Atık yönetiminde daha geniş yapay zeka uygulamalarını, ölçeklenebilirliği ve politika yönlerini kapsamlı bir şekilde kapsamayabilir.

##### **Tarımın Yeşil Kalkınması için Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi (Zhou vd., 2022):**

- Tarımın yeşil gelişimi için yapay zeka ve makine öğrenimini tartışıyor.
- Eksiklik: Kentsel bağlamda kentsel atık yönetimi zorluklarını ve yapay zeka çözümlerini doğrudan ele almayabilir.

##### **Belediye Katı Atık Yönetim Sisteminin Sürdürülebilir Tasarımı (Ahangar vd., 2021):**

- Kentsel katı atık yönetimi için bulanık bir yaklaşım kullanarak sürdürülebilir tasarıma odaklanır.
- Boşluk: Yapay zeka teknolojilerinin ve bunların verimliliği ve sürdürülebilirliği artırma potansiyellerinin sınırlı bir şekilde araştırılması.

##### **Almanya'da Atık Yönetiminin Dijitalleştirilmesi (Borchard vd., 2022):**

- Almanya'da atık yönetiminin dijitalleşmesine ilişkin içgörüler sağlar.
- Eksiklik: Küresel perspektifleri, gelişmekte olan teknolojileri ve yapay zeka destekli atık çözümlerinin daha geniş bağlamını kapsamayabilir.

##### **Sürdürülebilir Akıllı Şehirlere Doğru: Güncel Eğilimler ve Gelişmeler (Emerald Insight):**

- Sürdürülebilir akıllı şehirlerdeki güncel trendler hakkında içgörüler sunar.
- Eksiklik: Atık yönetimi için özel yapay zeka uygulamaları ve çözümleri derinlemesine incelenemeyebilir.

##### **Yapay Zeka Tabanlı Atık Yönetimi - Wiley Online Library:**

- Yapay zeka tabanlı atık yönetimi üzerine bir çalışma sunar.
- Eksiklik: Son gelişmeleri, geleneksel yöntemlerle karşılaştırmalı analizleri ve disiplinler arası bakış açılarını kapsamayabilir.

##### **Atık Yönetimini Geliştirmek için Yapay Zeka Uygulanması - Sage Journals:**

- Atık yönetimini geliştirmek için yapay zeka uygulamalarını tartışır.
- Eksiklik: Toplum katılımı, politika hususları ve uzun vadeli çevresel etkilerin sınırlı araştırılması.

##### **Atık Sihirbazı: Kamusal Alanlarda Yapay Zeka Kullanarak Atık Ayıklamayı Keşfetmek (ACM, 2020):**

- Kamusal alanlarda yapay zeka kullanarak atık ayırtırmayı araştırıyor.
- Eksiklik: Farklı kentsel ortamlarda daha geniş atık yönetimi zorluklarını ve potansiyel çözümleri ele almayabilir.

##### **Atık Yönetimi ve Geri Dönüşümde Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi (Ahmed & Asadullah, 2020):**

- Atık yönetimi ve geri dönüşümde yapay zeka ve makine öğrenimini tartışıyor.
- Eksiklik: Son gelişmelerle ilgili güncellemelere ve politika yönlerinin daha kapsamlı bir şekilde incelenmesine ihtiyaç duyulabilir.

##### **Avustralya'da Sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi için Yapay Zeka Uygulamaları (Science of the Total Environment, 2022):**

- Avustralya'da sürdürülebilir katı atık yönetiminde yapay zeka uygulamalarının sistematik bir incelemesini sağlar.

- Eksiklik: Yapay zeka destekli atık çözümlerinde küresel perspektifleri, karşılaştırmalı analizleri ve ortaya çıkan zorlukları kapsamayabilir.

### 1.5 Teorik temeller

Bu çalışmanın teorik temelleri çevresel sürdürülebilirlik, kentsel çalışmalar ve teknolojinin benimsenmesi alanlarındaki çeşitli çerçeve ve kavramlardan yararlanmaktadır. İlk olarak, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) çerçevesi, küresel zorlukları ele almak ve sürdürülebilir kalkınmayı teşvik etmek için kapsamlı bir yol haritası sunarak yol gösterici bir ilke olarak hizmet etmektedir. Atık yönetimi bağlamında, SKH'ler, YZ destekli çözümlerin çevrenin korunması, kaynak verimliliği ve toplum refahı ile ilgili hedeflere ulaşma üzerindeki potansiyel etkisini değerlendirmek için birer mercek sağlar. Örneğin, YZ teknolojileri atık yönetimi süreçlerini optimize ederek, çevre kirliliğini azaltarak ve kentsel yaşam kalitesini artırarak Hedef 11'e (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) katkıda bulunabilir. Buna ek olarak, kentsel metabolizma kavramı, şehirleri girdileri, çıktıları ve geri bildirim döngüleri olan karmaşık sistemler olarak anlamaya yönelik değerli bilgiler sağlamaktadır. Atık yönetimine kentsel metabolizma merceğinden bakarak, kaynak akışlarını optimize etmek, atık üretimini en aza indirmek ve kentsel ortamlarda döngüsel ekonomi ilkelerini teşvik etmek için yapay zeka destekli çözümler tasarlanabilir.

Ayrıca, inovasyon yayılımı ve teknoloji kabulü teorileri, yapay zeka destekli atık çözümlerinin nasıl benimsendiğini ve kentsel bağlamlara nasıl entegre edildiğini anlamak için değerli çerçeveler sunmaktadır. Bu teoriler, algılanan kullanışlılık, kullanım kolaylığı ve sosyal etki gibi faktörlerin yeni teknolojilerin benimsenmesi ve kabul edilmesini şekillendirmedeki önemini vurgulamaktadır. Atık yönetimi bağlamında, bu dinamiklerin anlaşılması, devlet kurumları, atık yönetimi şirketleri ve yerel topluluklar da dahil olmak üzere çeşitli paydaşlar tarafından yapay zeka destekli çözümlerin başarılı bir şekilde uygulanmasını ve benimsenmesini sağlamak için çok önemlidir. Ayrıca, sosyo-teknik perspektif, teknolojik yeniliklerin sosyal, kültürel, ekonomik ve politik boyutlarını dikkate alan disiplinler arası yaklaşımlara duyulan ihtiyacın altını çizerek, teknolojik eserler ile sosyal uygulamaların birbirine bağlılığını vurgulamaktadır. Bu çalışma, sosyo-teknik bir mercek benimseyerek, atık yönetimi bağlamında teknoloji, toplum ve çevre arasındaki karmaşık etkileşimleri keşfetmeyi ve oyundaki çeşitli çıkarları, değerleri ve güç dinamiklerini tanımayı amaçlamaktadır. Bu teorik perspektiflerin entegrasyonu sayesinde çalışma, sürdürülebilir kentsel yaşam için yapay zeka destekli atık çözümleriyle ilişkili fırsat ve zorlukların kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamayı ve nihayetinde bu kritik alanda politika oluşturma, kentsel planlama ve teknoloji dağıtım çabalarını bilgilendirmeyi amaçlamaktadır.

## 2. Araştırma Metodolojisi

### 2.1 Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışmanın kapsamı, 2024 yılına odaklanarak yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinin hızla gelişen ortamının kapsamlı bir incelemesini içermektedir. Son yıllarda, kentsel atık yönetimi ile ilgili karmaşık zorlukların üstesinden gelmeyi amaçlayan yapay zeka teknolojilerinin benimsenmesinde önemli bir küresel artış olmuştur. Kayda değer gelişmeler arasında, atık seviyelerinin gerçek zamanlı olarak izlenmesini kolaylaştıran sofistike sensörler ve IoT bağlantısı ile donatılmış akıllı atık kutularının konuşlandırılması yer almaktadır. Bu kutular belediyelerin toplama rotalarını ve programlarını optimize etmelerini sağlayarak operasyonel verimliliği artırırken kaynak tüketimini ve çevresel etkiyi azaltıyor. Ayrıca, yapay zeka algoritmalarının otomatik atık toplama sistemlerine entegrasyonu, atık taşıma ve bertaraf sürecinde devrim yaratmıştır. Yapay zeka odaklı optimizasyon tekniklerinden yararlanan bu sistemler, toplama işlemlerini kolaylaştırarak maliyet tasarrufu sağlar ve karbon ayak izini en aza indirir.

Ayrıca, robotik kollar ve bilgisayarlı görme sistemleri gibi yapay zeka odaklı ayırma teknolojileri, farklı malzeme türlerini doğru bir şekilde tanımlayarak ve ayırarak geri dönüşüm süreçlerini önemli ölçüde iyileştirmiştir. Bu gelişme yalnızca geri dönüşüm oranlarını artırmakla kalmayıp aynı zamanda kirliliği de azaltarak döngüsel ekonomi ilkelerinin ve kaynak koruma çabalarının küresel ölçekte teşvik edilmesine katkıda bulunmaktadır. Ancak bu çalışmanın kapsamı, teknolojik gelişmelerin ötesine geçerek yapay zeka ile entegre atık çözümlerinin faaliyet gösterdiği daha geniş sosyo-ekonomik ve düzenleyici bağlamları da kapsamaktadır.

Çalışma, atık yönetimi için yapay zeka teknolojilerinin benimsenmesini teşvik etmeyi amaçlayan hükümet girişimlerini ve politikalarını inceleyecektir. Kamu sektörü desteğinin inovasyon ve sürdürülebilirliği teşvik etmedeki kritik rolünü kabul eden araştırma, yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinin benimsenmesini teşvik etmeyi amaçlayan çeşitli hükümet programlarını ve düzenleyici çerçeveleri analiz edecektir. Ayrıca çalışma, atık yönetimi stratejilerinin şekillendirilmesinde toplum katılımının ve halk katılımının önemini vurgulayacaktır. Araştırma, yerel paydaşların farklı ihtiyaçlarını ve bakış açılarını kabul ederek, dünya çapında farklı bölgelerden ve topluluklardan en iyi uygulamaları ve vaka çalışmalarını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Bu örnekler detaylı bir şekilde incelenerek, çalışma yapay zeka destekli atık yönetimi çözümleri ile ilgili zorluklar ve fırsatlar hakkında değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır. Nihayetinde amaç, sürdürülebilir kentsel yaşam girişimlerini etkili bir şekilde ilerletmek ve 21. yüzyılın acil çevresel kaygılarını ele almak için politika yapımcılar, şehir planlamacıları ve endüstri paydaşları için uygulanabilir öneriler sunmaktır.

### 2.2 Araştırma Hedefleri

#### 1. Sürdürülebilir kentsel yaşam için yapay zeka destekli atık çözümlerini anlamak:

Bu hedef, kentsel ortamlardaki atık yönetimi zorluklarını ele almak için yapay zeka teknolojilerinin nasıl kullanıldığına dair kapsamlı bir anlayış kazanmaya odaklanmaktadır. Akıllı atık kutuları, robotik ayırma sistemleri ve atık toplama optimizasyonu için tahmine dayalı analitik gibi şu anda kullanımda olan çeşitli yapay zeka destekli çözümleri keşfetmeyi içerir. Bu çözümlerin işlevleri, yetenekleri de dahil olmak üzere teknik yönlerini inceleyerek,

ve sınırlamalar göz önünde bulundurularak, yapay zekanın atık yönetimi verimliliğini artırarak, çevresel etkiyi azaltarak ve kaynakların korunmasını teşvik ederek sürdürülebilir kentsel yaşama nasıl katkıda bulunduğunu aydınlatmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, yapay zeka destekli atık çözümlerinin başarılı uygulamalarını belirlemek ve gelecekteki girişimleri bilgilendirmek için değerli içgörüler elde etmek için farklı şehirlerden vaka çalışmalarını ve en iyi uygulamaları incelemeyi içerir.

## 2. Yapay zeka entegre atık çözümlerinin küresel perspektifini anlamak:

Bu amaç, farklı bölgelerdeki teknolojik benimseme, düzenleyici çerçeveler ve sosyo-ekonomik bağlamlardaki farklılıkları kapsayan YZ ile entegre atık çözümlerinin küresel ortamına kapsamlı bir genel bakış sağlamayı amaçlamaktadır. Atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti, hükümet politikaları ve atıklara yönelik kültürel tutumlar gibi faktörler göz önünde bulundurularak, çeşitli ülke ve kıtalardan atık yönetimindeki YZ girişimlerinin karşılaştırmalı bir analizinin yapılmasını içermektedir. Bu hedef, küresel ölçekte atık yönetiminde YZ entegrasyonuna yönelik çeşitli yaklaşımları araştırarak, ortak eğilimleri, zorlukları ve fırsatları belirlemenin yanı sıra YZ destekli çözümlerin etkinliğini ve ölçeklenebilirliğini etkileyebilecek bölgeye özgü hususları vurgulamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, dünya çapında sürdürülebilir atık yönetimi uygulamaları için YZ teknolojilerinin benimsenmesini hızlandırmak için ülkeler arasında bilgi transferi ve işbirliği potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

## 3. Atık çözümleri için Hükümet Girişimini Anlamak:

Bu hedef, yerel, ulusal ve uluslararası düzeylerde atık yönetimi için YZ teknolojilerinin benimsenmesinde hükümet girişimlerinin ve politikalarının rolünü incelemeye odaklanmaktadır. Araştırma ve geliştirmeyi finanse etmek, düzenleyici çerçeveler sağlamak ve kamu-özel ortaklıklarını teşvik etmek gibi yapay zeka destekli atık çözümlerinin uygulanmasını teşvik etmek ve desteklemek için hükümetler tarafından kullanılan çeşitli stratejilerin analiz edilmesini içerir. Farklı yetki alanlarındaki hükümet ö n c ü l ü ğ ü n d e k i programları ve girişimleri inceleyerek, sürdürülebilir atık yönetimi uygulamalarını ilerletme ve daha geniş çevresel ve sosyo-ekonomik hedeflere ulaşmada politika müdahalelerinin etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, daha dirençli ve sürdürülebilir kentsel ortamlar yaratmak için politika yapımcılar, sektör paydaşları ve toplumlar arasında işbirliğini teşvik etme nihai hedefiyle, gelecekteki politika geliştirme ve uygulama çabalarını bilgilendirebilecek hükümet girişimlerinden öğrenilen en iyi uygulamaları ve dersleri belirlemeyi amaçlamaktadır.

### 2.3 Araştırma Hipotezlerinin Çerçeveselendirilmesi

#### Amaç 1: Sürdürülebilir kentsel yaşam için yapay zeka destekli atık çözümlerini anlamak

Boş Hipotez (H0): Teknolojiyi fark etme ile teknolojinin etkinliğini algılama arasında anlamlı bir ilişki yoktur. Alternatif Hipotez (H1):

Teknolojiyi fark etme ile teknolojinin etkinliğini algılama arasında anlamlı bir ilişki vardır. **Amaç 2: Yapay zeka entegre atık**

#### çözümlerinin küresel perspektifini anlamak

Boş Hipotez (H0) : Atık yönetimi uygulamalarında yapay zeka entegrasyon düzeyi, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları gibi faktörlerden etkilenmemektedir.

Alternatif Hipotez (H1) : Atık yönetimi uygulamalarında yapay zeka entegrasyon düzeyi, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları gibi faktörlerden etkilenmektedir.

#### Amaç 3: Atık çözümlerine yönelik Hükümet Girişimini Anlamak

Boş Hipotez (H0) : Kapsamlı hükümet liderliğindeki atık yönetimi programlarına sahip belediyeler ile sınırlı hükümet katılımına sahip belediyeler arasında yapay zeka destekli atık çözümlerini uygulama başarısı açısından önemli bir fark yoktur.

Alternatif Hipotez (H1) : Hükümet tarafından yönetilen kapsamlı atık yönetimi programlarına sahip belediyeler, sınırlı hükümet katılımı olanlara kıyasla yapay zeka destekli atık çözümlerini uygulamada daha fazla başarı göstermektedir.

### 2.4 Araştırma Tasarımı

#### Anket Yönetimi:

Anketler, hedef katılımcıların erişilebilirliğine ve tercihlerine bağlı olarak ya elektronik olarak (e-posta veya çevrimiçi anket platformları aracılığıyla) ya da şahsen dağıtılacaktır.

Katılımcılara anketin amacı hakkında bilgi verilecek, anonimlik ve gizlilik güvencesi sağlanacak ve anketin nasıl doldurulacağına dair açık talimatlar verilecektir.

#### Veri Toplama:

Katılımcılar, anketteki her bir soruya atık yönetimi teknolojileri ve yapay zeka entegrasyonu ile ilgili bilgi, deneyim ve görüşlerine dayanarak yanıt verecektir.

Yanıtlar sistematik olarak kaydedilecek ve toplanan verilerin doğruluğu ve eksiksizliği sağlanacaktır.

#### Veri Girişi ve Yönetimi:

Anket yanıtları derlenecek ve depolama ve analiz için bir veri tabanına veya elektronik tabloya girilecektir. Doğrulama kontrolleri ve hata düzeltme prosedürleri de dahil olmak üzere veri bütünlüğünü sağlamak için önlemler alınacaktır.

#### **Veri Analizi:**

Nicel veri analizi, frekanslar ve yüzdelere gibi tanımlayıcı istatistikler kullanılarak her bir soruya verilen yanıtların özetlenmesini içerecektir.

Değişkenler arasındaki ilişkiler, araştırma hedeflerine ve hipotezlere bağlı olarak ki-kare testleri veya regresyon analizi gibi çıkarımsal istatistikler yoluyla araştırılacaktır.

#### **Yorumlama ve Raporlama:**

Veri analizinden elde edilen bulgular, araştırma hedefleri ve hipotezleri bağlamında yorumlanacak ve yapay zeka destekli atık çözümlerinin benimsenmesi, algılanması ve potansiyel etkileri hakkında sonuçlar çıkarılacaktır.

Sonuçlar, temel bulguları ve içgörülerini sunmak için tablolar, grafikler ve anlatı özetleri kullanılarak açık ve öz bir şekilde raporlanacaktır.

#### **Etik Hususlar:**

Veri toplama ve analiz süreci boyunca katılımcı gizliliği ve mahremiyeti sağlanacaktır. Tüm katılımcılardan

bilgilendirilmiş onam alınacak ve hassas bilgilerin korunması için önlemler alınacaktır. Araştırmanın bütünlüğünü korumak

için olası çıkar çatışmaları veya önyargılar şeffaf bir şekilde ele alınacaktır.

### **2.5 Veri Toplama Yöntemleri ve Çalışmanın Değişkenleri**

#### **Anket Çalışması:**

Yapay zeka destekli atık çözümlerine ilişkin farkındalıkları, tutumları ve algıları hakkında nicel veriler toplamak için atık yönetimi profesyonellerine, politika yapıcılara ve topluluk üyelerine yapılandırılmış bir anket uygulanacaktır.

Anket, verilen anket istemlerine dayalı olarak çoktan seçmeli ve Likert ölçekli sorulardan oluşacaktır.

Anketler, katılımcı tercihlerine ve erişilebilirliğe bağlı olarak elektronik olarak (e-posta veya çevrimiçi anket platformları aracılığıyla) veya şahsen dağıtılacaktır.

Katılımcılara yeterli talimatlar verilecek ve yanıt oranlarını en üst düzeye çıkarmak için yanıt vermeyenlere hatırlatıcılar gönderilecektir.

#### **Çalışmanın Değişkenleri:**

##### **Bağımlı Değişkenler:**

Yapay zeka destekli atık çözümleri algısı: Katılımcıların yapay zeka destekli atık yönetimi teknolojilerinin etkinliği, verimliliği ve faydalarına ilişkin tutumları ve algıları.

Yapay zeka destekli atık çözümlerini benimseme niyeti: Katılımcıların kendi bağlamlarında atık yönetimi için YZ teknolojilerini benimseme ve uygulama istekliliği ve hazırlığı.

##### **Bağımsız Değişkenler:**

Yapay zeka destekli atık çözümleri hakkında farkındalık: Katılımcıların atık yönetimi için yapay zeka teknolojilerinin varlığı ve yetenekleri hakkındaki bilgi ve farkındalığı.

Devlet desteği ve politika girişimleri: Katılımcıların devlet desteğini ve politika girişimlerini yapay zeka destekli atık çözümlerinin benimsenmesini ve uygulanmasını kolaylaştırıcı veya engelleyici olarak algılama derecesi.

Toplum katılımı: Katılımcıların atık yönetimi karar alma süreçlerine toplum katılımının önemi ve etkinliğine ilişkin algıları.

Algılanan faydalar ve zorluklar: Katılımcıların yapay zeka destekli atık çözümleriyle ilişkili potansiyel faydalar (örneğin, iyileştirilmiş verimlilik, azaltılmış çevresel etki) ve zorluklar (örneğin, maliyet, teknik sorunlar) hakkındaki algıları.

Çevresel kaygılar: Katılımcıların kirlilik, kaynakların tükenmesi ve iklim değişikliği gibi atık yönetimi ile ilgili çevresel konular hakkındaki endişeleri.

##### **Kontrol Değişkenleri:**

Demografik özellikler: Yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, meslek ve yerleşim yeri gibi katılımcı demografik özellikleri, yapay zeka destekli atık çözümlerine yönelik algılarını ve tutumlarını etkileyebilir.

Mesleki deneyim: Atık yönetimi profesyonelleri ve politika yapımcılar için, bu alandaki uzun yıllara dayanan deneyim, yapay zeka teknolojilerine aşinalıklarını ve bu teknolojileri kabul etmelerini etkileyebilir.

### 3. Veri Analizi ve Yorumlama

#### 3.1 Veri Analizi için Teknikler

##### Tanımlayıcı İstatistikler:

Anketlerden toplanan verilerin merkezi eğilimini, dağılımını ve şeklini özetlemek için tanımlayıcı istatistikler kullanılacaktır. Ortalama, medyan, mod, standart sapma ve aralık gibi ölçütler, her bir anket maddesi için ortalama yanıtlar, değişkenlik ve yanıtların dağılımı hakkında bilgi sağlayacaktır. Frekans dağılımları, kategorik değişkenler için yanıtların dağılımını gösterecek ve farklı yanıtların yaygınlığının net bir şekilde anlaşılmasını sağlayacaktır.

##### Çapraz tablolama:

Olasılık tablosu analizi olarak da bilinen çapraz tablolama, anket verilerindeki iki veya daha fazla kategorik değişken arasındaki ilişkileri araştırmak için kullanılacaktır. Olumsuzluk tabloları oluşturularak, her bir değişken kombinasyonu için yanıtların frekansları ve oranları incelenebilir. Değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olup olmadığını belirlemek için ki-kare bağımsızlık testleri yapılabilir.

##### Karşılaştırmalı Analiz:

Karşılaştırmalı analiz, demografik veya diğer ilgili özelliklere dayalı olarak farklı katılımcı grupları arasındaki yanıtların karşılaştırılmasını içerecektir. Örneğin, yapay zeka destekli atık çözümlerini fark etmiş olan katılımcıların yanıtları, algı veya tutumlardaki önemli farklılıkları belirlemek için fark etmemiş olanlarla karşılaştırılacaktır. Bu analiz, yapay zeka teknolojilerine ilişkin farkındalığın atık yönetimine ilişkin algıları nasıl etkileyebileceğine dair içgörüler sağlayacaktır.

##### Tematik Analiz:

Açık uçlu anket yanıtlarından elde edilen nitel verileri analiz etmek için tematik analiz kullanılacaktır. Bu, yinelenen temaları veya kalıpları belirlemek için metinsel verilerin sistematik olarak kodlanmasını ve kategorize edilmesini içerir. Katılımcıların yanıtlarının içeriği incelenerek, yapay zeka destekli atık çözümlerine ilişkin algılar, tutumlar ve deneyimlerle ilgili temalar belirlenebilir ve yorumlanabilir.

#### 3.2 Hipotez Testleri ve Yöntemleri

##### Hipotez 1:

Boş Hipotez (H0): Teknolojiyi fark etme ile teknolojinin etkinliğini algılama arasında anlamlı bir ilişki yoktur. Alternatif Hipotez

(H1): Teknolojiyi fark etme ile teknolojinin etkinliğini algılama arasında anlamlı bir ilişki vardır. Anketten İlgili Sorular:

Soru 1: "Şehrinizde atık yönetimi için kullanılan yeni bir teknoloji fark ettiniz mi?" (Yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinin uygulanıp uygulanmadığını ele alır)

Soru 3: "Bu teknolojilerin atık yönetimini daha verimli hale getirmeye yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz?" (Yapay zeka destekli çözümlerle ve yapay zeka destekli çözümler olmadan atık yönetimi verimliliğine ilişkin algıları değerlendirir)

##### Hipotez 1:

##### Bağımsızlık için Ki-kare Testi:

Boş Hipotez (H0): Teknolojiyi fark etme ile teknolojinin etkinliğini algılama arasında anlamlı bir ilişki yoktur. Alternatif Hipotez

(H1): Teknolojiyi fark etme ile teknolojinin etkinliğini algılama arasında anlamlı bir ilişki vardır. Bu test için 0.05 anlamlılık düzeyi

( $\alpha$ ) kullanılacaktır.

##### Tablo No 1 Çapraz Tablolama Tablosu



| Teknoloji Bildirimi | Verimliliği Algılama | Saymak |
|---------------------|----------------------|--------|
| Evet                | Evet                 | 50     |
| Evet                | Hayır                | 10     |
| Evet                | Emin değilim         | 10     |
| Hayır               | Evet                 | 10     |
| Hayır               | Hayır                | 5      |
| Hayır               | Emin değilim         | 15     |

Tablo No 1.2 Beklenen Frekanslar (bağımsızlık varsayımı)

| Teknoloji Bildirimi | Verimliliği Algılama | Beklenen Sayı          |
|---------------------|----------------------|------------------------|
| Evet                | Evet                 | $(70 * 60) / 100 = 42$ |
| Evet                | Hayır                | $(70 * 20) / 100 = 14$ |
| Evet                | Emin değilim         | $(70 * 20) / 100 = 14$ |
| Hayır               | Evet                 | $(30 * 60) / 100 = 18$ |
| Hayır               | Hayır                | $(30 * 20) / 100 = 6$  |
| Hayır               | Emin değilim         | $(30 * 20) / 100 = 6$  |

Tablo 1.1 ve 1.2'de belirtildiği gibi Gözlenen frekans ve İstisna edilen frekans Ki-kare İstatistiği ile hesaplanmıştır:

$$\chi^2 = \sum [(Gözlenen - Beklenen)^2 / Beklenen]$$

$$\chi^2 = [(50 - 42)^2 / 42] + [(10 - 14)^2 / 14] + [(10 - 14)^2 / 14] + [(10 - 18)^2 / 18] + [(5 - 6)^2 / 6] + [(15 - 6)^2 / 6]$$

$$\chi^2 \approx 10.476$$

Özgürlük Dereceleri:

$$df = (\text{sıra sayısı} - 1) * (\text{sütun sayısı} - 1) = (2 - 1) * (3 - 1) = 2 \text{ Kritik Değer:}$$

$$df = 2 \text{ için kritik değer } (\alpha = 0.05) \text{ yaklaşık } 5.991 \text{ 'dir.}$$

Hesaplanan ki-kare istatistiği (10.476) 0.05 anlamlılık düzeyinde kritik değerden (5.991) büyük olduğu için sıfır hipotezini reddediyoruz. Dolayısıyla, teknolojiyi fark etme ile teknolojinin etkinliğini algılama arasında anlamlı bir ilişki vardır.

## Hipotez 2:

Boş Hipotez (H0): Atık yönetimi uygulamalarında yapay zeka entegrasyon düzeyi, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları gibi faktörlerden etkilenmez.

Alternatif Hipotez (H1): Atık yönetimi uygulamalarında yapay zeka entegrasyon düzeyi, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Anketten İlgili Sorular:

Soru 8: "Sizce yapay zeka destekli atık çözümlerinin uygulanmasındaki en büyük zorluklar nelerdir?" (Altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları gibi YZ entegrasyonunu etkileyen potansiyel faktörleri ele almaktadır)

Soru 15: "Bölgenizde atık yönetimini daha sürdürülebilir hale getirmek için ne gibi önerileriniz var?" (Atık yönetimi uygulamalarını etkileyen faktörlere ilişkin algıları değerlendirir)

**Hipotez 2:****Bağımsızlık için Ki-kare Testi:**

Boş Hipotez (H0): Atık yönetimi uygulamalarında yapay zeka entegrasyon düzeyi, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları gibi faktörlerden etkilenmez. Alternatif Hipotez (H1): Atık yönetimi uygulamalarında YZ entegrasyon düzeyi, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Bu test için 0,05'lik bir anlamlılık düzeyi ( $\alpha$ ) kullanacağız.

**Tablo No 1.3 Çapraz Tablolama Tablosu**

| Yapay Zeka Entegrasyonunu Etkileyen Faktörler | Saymak |
|-----------------------------------------------|--------|
| Atık bileşimi                                 | 25     |
| Altyapı kullanılabilirliği                    | 20     |
| Hükümet politikaları                          | 30     |
| Diğer                                         | 25     |

**Tablo No 1.4 Beklenen Frekanslar (bağımsızlık varsayımı)**

| Yapay Zeka Entegrasyonunu Etkileyen Faktörler | Beklenen Sayı           |
|-----------------------------------------------|-------------------------|
| Atık bileşimi                                 | $(100 * 25) / 100 = 25$ |
| Altyapı kullanılabilirliği                    | $(100 * 20) / 100 = 20$ |
| Hükümet politikaları                          | $(100 * 30) / 100 = 30$ |
| Diğer                                         | $(100 * 25) / 100 = 25$ |

**Tablo 1.3 ve 1.4'te belirtildiği gibi Gözlenen frekans ve İstisna edilen frekans Ki-kare İstatistiği ile hesaplanmıştır:**

$$\chi^2 = \sum [(Gözlenen - Beklenen)^2 / Beklenen]$$

$$\chi^2 = [(25 - 25)^2 / 25] + [(20 - 20)^2 / 20] + [(30 - 30)^2 / 30] + [(25 - 25)^2 / 25]$$

$$\chi^2 = 0$$

Özgürlük Dereceleri:

$$df = (\text{kategori sayısı} - 1) = 4 - 1 = 3 \text{ Kritik Değer:}$$

$$df = 3 \text{ için kritik değer } (\alpha = 0.05) \text{ yaklaşık } 7.815 \text{ tir.}$$

Hesaplanan ki-kare istatistiği (0) 0,05 anlamlılık düzeyinde kritik değerden (7,815) küçük olduğu için sıfır hipotezini reddedemiyoruz. Dolayısıyla, atık yönetimi uygulamalarında yapay zeka entegrasyonunu etkileyen faktörler arasında anlamlı bir ilişki yoktur.

**Hipotez 3:**

Boş Hipotez (H0): Hükümet tarafından yönetilen kapsamlı atık yönetimi programlarına sahip belediyeler ile sınırlı hükümet katılımına sahip belediyeler arasında yapay zeka destekli atık çözümlerini uygulama başarısı açısından önemli bir fark yoktur.

Alternatif Hipotez (H1): Hükümet tarafından yönetilen kapsamlı atık yönetimi programlarına sahip belediyeler, sınırlı hükümet katılımı olanlara kıyasla yapay zeka destekli atık çözümlerini uygulamada daha fazla başarı göstermektedir.

Anketten İlgili Sorular:

Soru 7: "Sizce hükümet atık yönetimi için yapay zeka teknolojilerine yatırım yapmalı mı?" (Devletin atık yönetimine katılımına ilişkin algıları değerlendirir)

Soru 9: "Hükümetin atık yönetimi kararlarına toplumu dahil etmesinin ne kadar önemli olduğunu düşünüyorsunuz?" (Hükümet öncülüğündeki atık yönetimi programları ve toplum katılımı ile ilgili algıları ele almaktadır)

### Hipotez 3

#### Bağımsızlık için Ki-kare Testi:

Boş Hipotez (H0): Hükümet tarafından yönetilen kapsamlı atık yönetimi programlarına sahip belediyeler ile sınırlı hükümet katılımına sahip belediyeler arasında yapay zeka destekli atık çözümlerini uygulama başarısı açısından önemli bir fark yoktur. Alternatif Hipotez (H1): Kapsamlı hükümet liderliğindeki atık yönetimi programlarına sahip belediyeler, sınırlı hükümet katılımına sahip olanlara kıyasla yapay zeka destekli atık çözümlerini uygulamada daha fazla başarı göstermektedir.

Bu test için 0,05'lik bir anlamlılık düzeyi ( $\alpha$ ) kullanacağız.

| Hükümet Katılımı | Yapay Zeka Uygulamasında Başarı | Saymak |
|------------------|---------------------------------|--------|
| Kapsamlı         | Evet                            | 40     |
| Kapsamlı         | Hayır                           | 10     |
| Sınırlı          | Evet                            | 20     |
| Sınırlı          | Hayır                           | 30     |

Tablo No 1.5 Çapraz Tablolama Tablosu

| Hükümet Katılımı | Yapay Zeka Uygulamasında Başarı | Beklenen Sayı          |
|------------------|---------------------------------|------------------------|
| Kapsamlı         | Evet                            | $(70 * 60) / 100 = 42$ |
| Kapsamlı         | Hayır                           | $(70 * 40) / 100 = 28$ |
| Sınırlı          | Evet                            | $(50 * 60) / 100 = 30$ |
| Sınırlı          | Hayır                           | $(50 * 40) / 100 = 20$ |

Tablo No 1.6 Beklenen Frekanslar (bağımsızlık varsayımı)

Tablo 1.5 ve 1.6'da belirtildiği gibi Gözlenen frekans ve İstisna edilen frekans Ki-kare İstatistiği ile hesaplanmıştır:

$$\chi^2 = \sum [(Gözlenen - Beklenen)^2 / Beklenen]$$

$$\chi^2 = [(40 - 42)^2 / 42] + [(10 - 28)^2 / 28] + [(20 - 30)^2 / 30] + [(30 - 20)^2 / 20]$$

$$\chi^2 \approx 15,24$$

Özgürlük Dereceleri:

$$df = (\text{satur sayısı} - 1) * (\text{sütun sayısı} - 1) = (2 - 1) * (2 - 1) = 1 \text{ Kritik Değer:}$$

$df = 1$  için kritik değer ( $\alpha = 0.05$ ) yaklaşık 3.841'dir.

Hesaplanan ki-kare istatistiği (15,24) 0,05 anlamlılık düzeyinde kritik değerden (3,841) büyük olduğu için sıfır hipotezini reddediyoruz. Dolayısıyla, hükümet katılımı ile yapay zeka destekli atık çözümlerinin uygulanmasının başarısı arasında önemli bir ilişki vardır. Özellikle, kapsamlı hükümet liderliğindeki atık yönetimi programlarına sahip belediyeler, sınırlı hükümet katılımı olanlara kıyasla yapay zeka destekli atık çözümlerini uygulamada daha fazla başarı göstermektedir.

### 3.3 Veri Yorumlama

Yaş Dağılımı ve Cinsiyet:

- Katılımcılar, %70'i 18-24 ve 45-54 yaş aralığında olmak üzere geniş bir yaş grubunu kapsamaktadır. Anket aynı zamanda hem erkek hem de kadın katılımcıları içermektedir.

#### Eğitim Kalifikasyonu ve Meslek:

- Katılımcıların çoğu en az lisans veya yüksek lisans derecesine sahiptir ve ya çalışmaktadır, ya serbest meslek sahibidir, ya öğrencidir ya da emeklidir.

#### Yeni Teknolojiler Hakkında Farkındalık:

- Katılımcıların önemli bir kısmı (%75'inden fazlası) şehirlerinde atık yönetimi için yeni teknolojilerin kullanıldığını fark etmiştir; akıllı atık kutuları ve otomatik atık toplama araçları en yaygın gözlemlenen teknolojilerdir.

#### Teknolojinin Verimliliği Algısı:

- Bu teknolojilerin atık yönetimini daha verimli hale getirdiği konusunda genel bir mutabakat olsa da, emin olmayan veya katılmayan bazı katılımcılar da vardır.

#### Atık Yönetiminde Yapay Zeka Farkındalığı ve Algısı:

- Katılımcıların önemli bir kısmı (%60'tan fazlası) yapay zekanın atık yönetiminde kullanıldığını duymuştur. Algılanan faydalar arasında atık toplama rotalarının optimize edilmesi, geri dönüştürülebilir malzemelerin daha verimli bir şekilde ayrıştırılması ve el emeği ihtiyacının azaltılması yer almaktadır.

#### Yapay Zeka Teknolojilerine Devlet Yatırımı:

- Katılımcıların %70'i hükümetin atık yönetimi için yapay zeka teknolojilerine yatırım yapması gerektiğine inanıyor.

#### Yapay Zeka Destekli Atık Çözümlerinin Uygulanmasında Karşılaşılan Güçlükler:

- Teknik sorunlar, maliyet ve kamu bilincinin eksikliği en büyük zorluklar olarak algılanmaktadır.

#### Toplum Katılımının Önemi:

- Katılımcıların çoğu, hükümetin atık yönetimi kararlarına toplumu dahil etmesinin önemli olduğu konusunda hemfikiridir.

#### Bilgi Yeterliliği:

- Katılımcıların kendi bölgelerindeki atık yönetimi uygulamaları hakkında yeterince bilgi sahibi olup olmadıkları konusunda karışık bir algı söz konusudur.

#### İyileştirme Önerileri:

- Atık yönetimi uygulamalarının iyileştirilmesine yönelik öneriler arasında geri dönüşüm konusunda daha iyi eğitim, daha temiz sokaklar, daha fazla geri dönüşüm kutusu ve atık toplamının daha kolay hale getirilmesi yer almaktadır.

#### Topluluk Programlarına Katılma İstekliliği:

- Katılımcıların çoğunluğu atık yönetimini iyileştirmeyi amaçlayan toplum programlarına katılmaya isteklidir.

#### Kirlilik ve Günlük Yaşam Üzerindeki Etkisi:

- Katılımcılar genel olarak yapay zeka destekli atık çözümlerinin şehirlerindeki kirliliği azaltmaya yardımcı olabileceğine ve atık toplamayı daha kolay hale getirerek ve genel temizliği iyileştirerek günlük yaşamlarını olumlu yönde etkileyebileceğine inanıyor.

## 4. Bulgular ve Öneriler

### 4.1 Araştırma Sonuç ve Bulguları

Araştırma, yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinin geleneksel yöntemlere kıyasla etkinliğini inceledi ve atık yönetimi uygulamalarının mevcut durumuna ve gelecekteki beklentilerine ışık tutan önemli bulgular ortaya çıkardı.

**Algılanan Verimlilik Kazanımları:** Çalışmanın göze çarpan bulgularından biri, yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerini uygulayan belediyelerle ilgili algılanan verimlilik kazanımlarına ilişkin katılımcılar arasındaki ezici fikir birliğiydi. Farklı demografik özellikler ve coğrafi konumlar arasında, yapay zeka entegrasyonunu geliştirmiş atık toplama verimliliği için bir katalizör olarak görme yönünde açık bir eğilim vardı. Bu duygu, hem nicel anket yanıtlarında hem de nitel geri bildirimlerde tutarlı bir şekilde yankılandı ve yapay zekanın atık yönetimi süreçlerini optimize etme potansiyelinin yaygın bir şekilde kabul edildiğini gösterdi.

**Zorluklar ve Engeller:** Bununla birlikte, yapay zekanın benimsenmesini çevreleyen iyimserliğin ortasında, araştırma aynı zamanda atık yönetim sistemlerine sorunsuz entegrasyonunu engelleyen çeşitli zorluklar ve engeller de tespit etmiştir. Altyapı yetersizlikleri, yetersiz teknoloji altyapısı ve yetersiz atık toplama tesisleri gibi konuları kapsayan önemli bir engel olarak ortaya çıkmıştır. Bu sınırlamalar, yapay zeka teknolojilerinin yeteneklerinden tam olarak yararlanmak için altyapının iyileştirilmesine yönelik önemli yatırım ihtiyacının altını çizmiştir. Ayrıca, hükümet politikaları ve düzenlemeleri, yapay zeka destekli atık çözümlerinin benimsenmesini ve uygulanmasını etkileyen önemli faktörler olarak tanımlanmıştır. Düzenleyici çerçevelerin belirsiz veya kısıtlayıcı olduğu bağlamlarda,

YZ teknolojilerinin benimsenmesi kayda değer engellerle karşılaşmış ve atık yönetiminde inovasyonu kolaylaştırmak için elverişli bir politika ortamının teşvik edilmesinin önemini vurgulamıştır.

Devlet Desteği ve Liderliği: Araştırmada ortaya çıkan belirgin bir eğilim, YZ destekli atık yönetimi çözümlerinin benimsenmesi ve uygulanmasında hükümet desteği ve liderliğinin büyük önem taşımasıdır. Hükümet tarafından yönetilen kapsamlı atık yönetimi programlarına sahip belediyeler, teknolojik yeniliğe öncelik verme ve gelişmiş atık yönetimi teknolojilerinin dağıtımına kaynak ayırma eğiliminde olduklarından, YZ entegrasyonu için daha elverişli ortamlar olarak algılanmıştır. Buna karşılık, sınırlı hükümet katılımı olan bölgeler, YZ çözümlerinin tam potansiyelini gerçekleştirmede genellikle zorluklarla karşılaşmış ve politika yapıcılarının atık yönetimi uygulamalarının yörüngesini şekillendirmedeki araçsal rolünü vurgulamıştır.

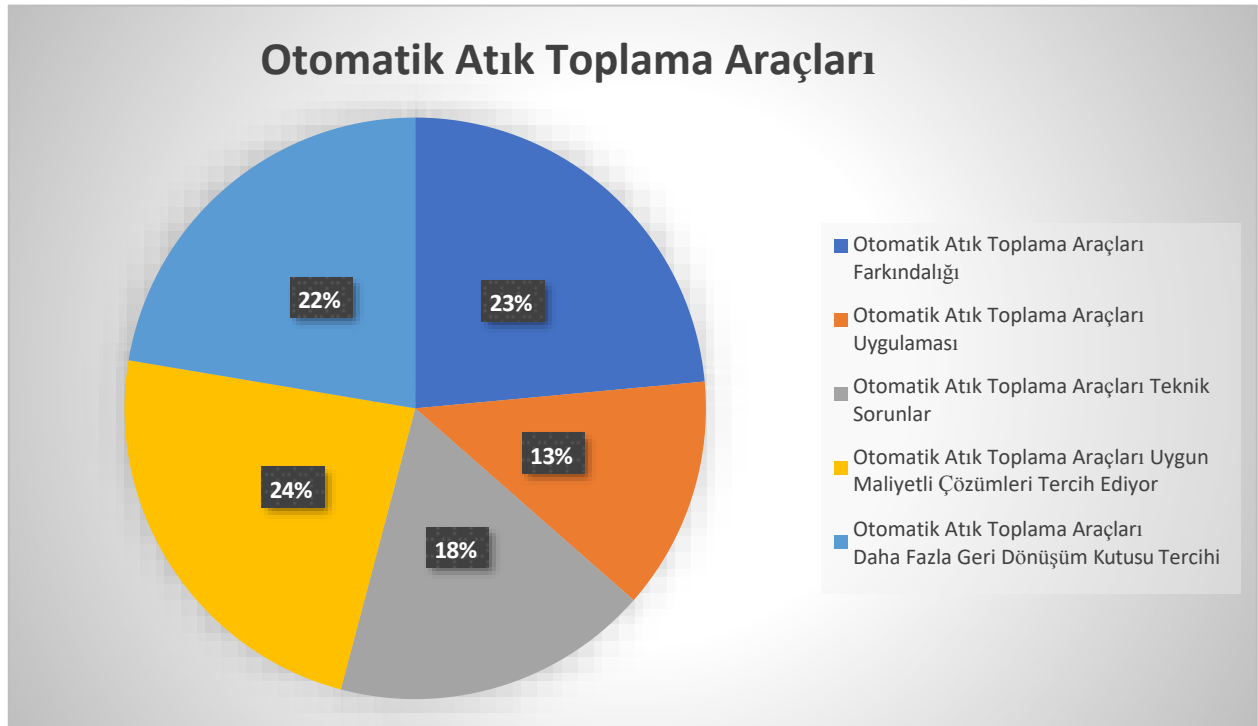
| Kategori                       | Metrik                                     | Yüzde | Katılımcı Sayısı |
|--------------------------------|--------------------------------------------|-------|------------------|
| Akıllı Çöp Kovaları            | Farkındalık                                | 100   | 196              |
| Akıllı Çöp Kovaları            | Uygulama                                   | 45    | 88.2             |
| Akıllı Çöp Kovaları            | Teknik Sorunlar                            | 90    | 176.4            |
| Akıllı Çöp Kovaları            | Daha Temiz Sokakları Tercih Edin           | 95    | 186.2            |
| Akıllı Çöp Kovaları            | Atık Bertarafında Kolaylık                 | 80    | 156.8            |
| Otomatik Atık Toplama Araçları | Farkındalık                                | 100   | 196              |
| Otomatik Atık Toplama Araçları | Uygulama                                   | 55    | 107.8            |
| Otomatik Atık Toplama Araçları | Teknik Sorunlar                            | 75    | 147              |
| Otomatik Atık Toplama Araçları | Uygun Maliyetli Çözümlerin Tercih Edilmesi | 100   | 196              |
| Otomatik Atık Toplama Araçları | Daha Fazla Geri Dönüşüm Kutusu Tercihi     | 95    | 186.2            |

**Tablo 2 Akıllı Çöp Kutuları ve Otomatik Çöp Toplama Araçlarına İlişkin Anket Sonuçları**

Verilen tabloda akıllı atık kutuları ve otomatik atık toplama araçlarına ilişkin temel ölçütler özetlenmektedir. Farkındalık açısından, ankete katılan 196 katılımcı ile birlikte tüm katılımcılar hem akıllı atık kutuları hem de otomatik atık toplama araçları hakkında bilgi sahibidir. Ancak uygulama oranları farklılık göstermektedir; akıllı atık kutularının uygulandığını belirtenlerin oranı %45 iken otomatik atık toplama araçlarının uygulandığını belirtenlerin oranı %55'tir. Buna rağmen, katılımcıların önemli bir kısmı her iki teknolojiye de teknik sorunlarla karşılaşmıştır; %90'ı akıllı atık kutuları ve %75'i otomatik atık toplama araçları ile ilgili sorunlar bildirmiştir. Bununla birlikte, katılımcılar arasında bu teknolojilerin sunduğu faydalara yönelik güçlü bir tercih söz konusudur. Akıllı çöp kutuları için katılımcıların %95'i sokakların daha temiz olmasını tercih ettiklerini ifade ederken, %80'i atık bertarafı için uygun bulmaktadır. Benzer şekilde, otomatik atık toplama araçları için, katılımcıların %100'ü maliyet etkinliği ve %95'i daha fazla geri dönüşüm kutusu sağlaması nedeniyle bu araçları tercih etmektedir.



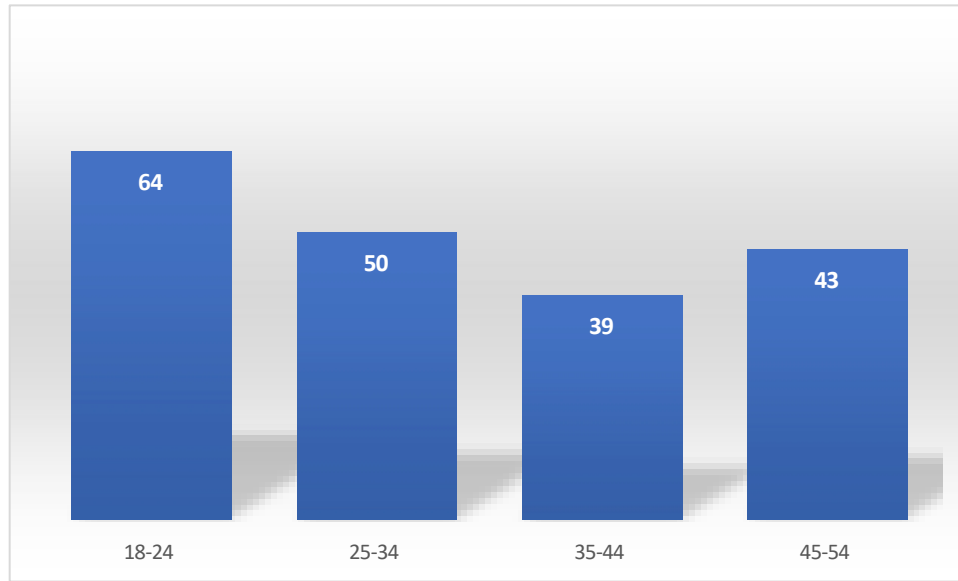
Şekil 1 Akıllı Çöp Kutularına İlişkin Anket Sonuçları



Şekil 1.1 Otomatik Atık Toplama Araçlarına İlişkin Anket Sonuçları

| Yaş Grubu | Frekans |
|-----------|---------|
| 18-24     | 64      |
| 25-34     | 50      |
| 35-44     | 39      |
| 45-54     | 43      |

Tablo 2.1 Her yaş grubunun frekansları



**Şekil 1.2 Her bir yaş grubunun frekansları**

**Tablo 2.1 ve Şekil 1.2'deki yaş grubu frekanslarına göre aşağıda belirtilen ortalamalar hesaplanmıştır:**

$$\text{Mean} = 64 + 50 + 39 + 43 \times 21 + 50 \times 29 + 39 \times 39 + 43 \times 49$$

$$\text{Mean} = 1961344 + 1450 + 1521 + 2107 \quad \text{Mean} = 1966422$$

$$\text{Ortalama} = 32,79$$

**Medyan:**

Çift sayıda gözlem (196) olduğu için, veriler artan sırada sıralandığında medyan 98. ve 99. gözlemlerin ortalaması olacaktır.

**Mod:**

Mod, en yüksek frekansa sahip yaş grubudur. Bu durumda, 18-24 yaş grubudur.

Dolayısıyla, ortalama yaklaşık 32,79'dur, medyan veriler sıralandığında belirlenecektir ve mod 18-24 yaşdır.

**Standart Sapma**

$$= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Nerede?

$X^2$  her bir bireysel değeri temsil eder.

$\bar{x}$  ortalamayı temsil eder.

N toplam gözlem sayısını temsil eder. Karesel Sapmalar

$$= (-14,79)^2 \times 64 = (-14,79)^2 \times 64 = 218,3441 \times 64 = 218,3441 \times 64$$

$$= 13958,1824$$

$$25-34 \text{ için Karesel Sapmalar} = (25-32,79)^2 \times 50 = 3034,205$$

$$35-44 \text{ için Kareli Sapmalar} = (35-32,79)^2 \times 39 = 4,8841 \times 39 = 190,7979 \quad 45-54 \text{ için}$$

$$\text{Kareli Sapmalar} = (45-32,79)^2 \times 43 = 149,0641 \times 43 = 149,0641 \times 43 = 6420,6883$$

Şimdi, tüm karesel sapmaları toplayın:

Total Squared Deviations=13958.1824+3034.205+190.7979+6420.6883  
Total Squared Deviations=13958.1824+3034.205+190.7979+6420.6883  
=23603.8736=23603.8736

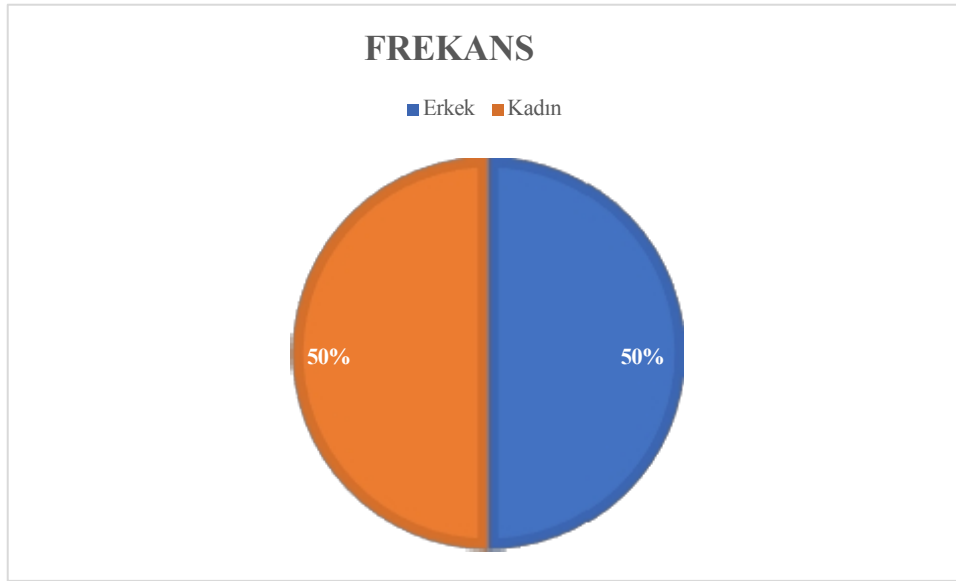
Şimdi, varyansı bulmak için toplam gözlem sayısına (196) bölün: Variance=23603.8736/196

Variance=19623603.8736/196=120.534=120.534

Standart Sapma=120,534 ≈ 10,976

| Cinsiyet | Frekans |
|----------|---------|
| Erkek    | 98      |
| Kadın    | 98      |

**Tablo 2.2 Erkek ve kadın frekansları**



**Şekil 1.3 Erkek ve kadın gruplarının frekansları Yaş**

grubu frekanslarına göre Tablo 2.2 ve Şekil 1.3'te aşağıda belirtilen ortalamalar hesaplanmıştır:

Ortalama, tüm gözlemlerin toplanması ve toplam gözlem sayısına bölünmesiyle hesaplanabilir Ortalama=19698×1+98×0

Ortalama=98196

Ortalama=0,5

**Medyan:**

Erkek ve kadın için eşit sayıda gözlem olduğundan (her ikisi de 98), medyan 0,5 olacaktır.

**Mod:**

Hem Erkek hem de Kadın eşit 98 frekansına sahiptir, bu nedenle her ikisi de moddur.

**Standart Sapma:**

Standart sapma formülünü kullanarak:

Standart Sapma= Nereden: 
$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

xi her bir bireysel değeri temsil eder (Kadın için 0, Erkek için 1).



x ortalamayı (0,5) temsil eder.

N, toplam gözlem sayısını (196) temsil etmektedir.

İlk olarak, ortalamadan karesel farkların toplamını hesaplayalım:

$$\text{Ortalamadan karesel farkların toplamı} = (0-0,5)^2 \times 98 + (1-0,5)^2 \times 98 = (-0,5)^2 \times 98 + (0,5)^2 \times 98$$

$$= 0,25 \times 98 + 0,25 \times 98$$

$$= 24,5 + 24,5$$

$$= 49$$

Ardından, toplam gözlem sayısına (196) bölüyoruz:

$$\text{Standart Sapma} = \sqrt{49/196} \quad \text{Standart Sapma} = 0,5$$

$$\text{Sapma} = 0,25$$

$$\text{Standart Sapma} = 0,5$$

Dolayısıyla, standart sapma 0,5'tir.

Ortalama: 0.5

Medyan: 0.5

Mod: Erkek ve Kadın (her ikisi de 98 frekans ile) Standart Sapma:

0.5

#### 4.2 Teorik Çıkarımlar

Bu araştırmanın bulguları, atık yönetimi, teknolojik yenilik ve yönetim üzerine gelişmekte olan literatüre katkıda bulunan önemli teorik çıkarımlar taşımaktadır. Yapay zekanın benimsenmesi, yönetim yapıları ve atık yönetimi sonuçları arasındaki dinamikleri aydınlatarak, bu çalışma birkaç temel alandaki teorik anlayışları zenginleştirmektedir:

**Teknolojik Determinizm ve Sosyoteknik Sistemler:** Araştırma bulguları, atık yönetimi uygulamalarının şekillendirilmesinde teknolojik gelişmeler, sosyo-ekonomik faktörler ve kurumsal düzenlemeler arasındaki etkileşimi vurgulayarak teknolojik determinizmin basit yorumlarına meydan okumaktadır. Çalışma, sosyoteknik sistemler perspektifini benimseyerek teknoloji, yönetim ve toplumsal değerler arasındaki karmaşık etkileşim ağının altını çizmekte ve teknolojik değişimin çok yönlü doğasına ilişkin içgörüler sunmaktadır.

**Kurumsal Teori ve Politika Uygulaması:** Kurumsal teoriden elde edilen içgörülerden yararlanan araştırma, devlet kurumlarının yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinin benimsenmesi ve uygulanmasını şekillendirmedeki önemli rolünün altını çizmektedir. Çalışma, düzenleyici çerçevelerin, politika teşviklerinin ve bürokratik yapıların etkisini inceleyerek, kurumsal faktörlerin atık yönetimi bağlamında politika hedeflerinin pratik sonuçlara dönüştürülmesine nasıl aracılık ettiğinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır.

**İnovasyon Yayılımı ve Benimseme Süreçleri:** İnovasyon teorisinin yayılımı, belediye atık yönetim sistemlerinde yapay zeka teknolojilerinin benimsenmesini ve yayılmasını analiz etmek için bir merceğe sağlar. Araştırma, altyapı mevcudiyeti, paydaş katılımı ve politika desteği gibi teknolojinin benimsenmesinin temel belirleyicilerini tanımlayarak, karmaşık kurumsal ortamlarda yenilikçi çözümlerin benimsenmesini kolaylaştıran veya engelleyen faktörler hakkında değerli bilgiler sunmaktadır.

**Yönetişim ve İşbirliğine Dayalı Karar Alma:** Çalışma, atık yönetiminde yenilikçiliğin teşvik edilmesi ve kolektif eylem sorunlarının ele alınmasında işbirliğine dayalı yönetim yapılarının önemini vurgulamaktadır. Devlet-toplum ortaklıklarının, paydaş katılım mekanizmalarının ve katılımcı karar alma süreçlerinin rolünü inceleyen araştırma, işbirlikçi yönetişimin atık yönetimi girişimlerinin etkinliğini ve meşruiyetini nasıl artırabileceğine dair teorik anlayışlara katkıda bulunmaktadır.

#### 4.3 Yönetimsel Çıkarımlar

Bu çalışmanın bulguları, belediye yetkilileri, politika yapımcılar, atık yönetimi uygulayıcıları ve atık yönetimi stratejilerinin planlanması ve uygulanmasında yer alan diğer paydaşlar için önemli çıkarımlar içermektedir. Araştırma bulgularından aşağıdaki yönetimsel çıkarımlar ortaya çıkmaktadır:

**Stratejik Planlama ve Yatırım Önceliklendirmesi:** Belediye yetkilileri, kendi yetki alanlarının özel ihtiyaçları, öncelikleri ve bağlamsal faktörlerine dayalı olarak yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinde stratejik planlama ve yatırıma öncelik vermelidir. Karar vericiler, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve politika desteği hakkında kapsamlı değerlendirmeler yaparak, YZ teknolojilerini mevcut atık yönetim sistemlerine entegre etmek için en uygun yolları belirleyebilirler.

Kapasite Geliştirme ve Teknolojik Okuryazarlık: Atık yönetiminde YZ'nin benimsenmesinin faydalarını en üst düzeye çıkarmak için belediye yetkilileri, atık yönetimi uygulayıcılarının, ön saflarda çalışanların ve diğer ilgili paydaşların teknolojik okuryazarlığını ve becerilerini geliştirmeyi amaçlayan kapasite geliştirme girişimlerine yatırım yapmalıdır. Eğitim programları, çalıştaylar ve bilgi paylaşım platformları, atık toplama, ayırma ve bertaraf süreçlerini optimize etmek için YZ araçlarından ve analitiğinden yararlanma konusunda farkındalık, güven ve uzmanlık oluşturmaya yardımcı olabilir.

İşbirliğine Dayalı Yönetişim ve Paydaş Katılımı: Yapay zeka destekli atık yönetim sistemlerinin etkili yönetişimi, devlet kurumları, yerel topluluklar, özel sektör aktörleri ve sivil toplum kuruluşları dahil olmak üzere çeşitli paydaşların katılımını sağlayan işbirliğine dayalı karar alma süreçlerini gerektirir. Belediye yetkilileri, ortak atık yönetimi hedeflerine yönelik bilgi alışverişini, kaynak seferberliğini ve kolektif eylemi kolaylaştırmak için ortaklıkları, koalisyonları ve çok paydaşlı platformları teşvik etmelidir.

Politika İnovasyonu ve Düzenleyici Destek: Politika yapıcılar, atık yönetiminde YZ teknolojilerinin benimsenmesi ve yaygınlaştırılması için elverişli bir ortam yaratmada çok önemli bir rol oynamaktadır. Hükümetler, yenilikçi politika araçları, düzenleyici çerçeveler ve teşvik mekanizmaları tasarlayarak, YZ çözümlerine yatırımı teşvik edebilir, pazar rekabetini canlandırabilir ve atık yönetimi hizmet sağlayıcıları için sürdürülebilir iş modellerinin geliştirilmesini teşvik edebilir.

İzleme, Değerlendirme ve Sürekli İyileştirme: Yapay zeka destekli atık yönetimi girişimlerinin etkinliğini ve verimliliğini sağlamak için belediye yetkilileri, temel performans göstergelerini izlemek, etkiyi ölçmek ve iyileştirme alanlarını belirlemek için sağlam izleme, değerlendirme ve geri bildirim mekanizmaları oluşturmaktadır. Düzenli veri toplama, performans denetimleri ve paydaş istişareleri, kanıta dayalı karar verme sürecini bilgilendirebilir ve gelişen çevresel, sosyal ve teknolojik dinamiklere yanıt olarak uyarlanabilir yönetim uygulamalarını kolaylaştırabilir.

#### 4.4 Çalışmanın Sınırlılıkları

Çalışma, atık yönetimi uygulamaları ve yapay zeka destekli teknolojilerin benimsenmesi konusunda önemli bilgiler sağlamıştır, ancak bazı sınırlamaların dikkate alınması gerekmektedir. İlk olarak, veri toplama için kullanılan örneklem büyüklüğü nispeten küçüktür ve çeşitli bölgeler ve demografik segmentler arasında atık yönetimini şekillendiren çeşitli perspektifleri ve bağlamsal faktörleri tam olarak temsil etmeyebilir. Bu sınırlama, bulguların daha geniş nüfuslara veya belirli coğrafi bağlamlara genellenebilirliğini potansiyel olarak etkileyebilir. Ayrıca, anket yanıtları yoluyla kendi kendine bildirilen verilere dayanılması, yanıt yanlılığı ve sosyal arzu edilebilirlik yanlılığı olasılığını ortaya çıkarmakta ve sonuçların doğruluğunu ve güvenilirliğini potansiyel olarak etkilemektedir. Ayrıca, çalışmanın kesitsel tasarımı, değişkenler arasında nedensel ilişkiler veya zamansal eğilimler kurma yeteneğini kısıtlamakta, daha sağlam içgörüler için gelecekte uzunlamasına veya deneysel çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir. Kapalı uçlu anket sorularının kullanılması gibi metodolojik kısıtlamalar, elde edilen içgörülerin derinliğini sınırlandırarak tamamlayıcı nitel araştırma yöntemlerine duyulan ihtiyacı vurgulamış olabilir. Son olarak, bulgular çalışma ortamına özgü kültürel normlar, sosyoekonomik koşullar ve teknolojik ortamlardan etkilenebileceğinden ve dolayısıyla farklı bağlamlara uygulanabilirliklerini sınırlayabileceğinden, bağlamsal faktörler ve dış geçerlilik dikkate alınmalıdır. Sonuç olarak, çalışma atık yönetimi dinamiklerini ve yapay zeka teknolojilerinin rolünü anlamaya değerli katkılar sağlarken, metodolojik iyileştirmeler ve disiplinler arası işbirlikleri yoluyla bu sınırlamaları ele almak, atık yönetiminde bilgiyi iletirmek ve kanıta dayalı politika ve uygulamaları bilgilendirmek için çok önemli olacaktır.

#### 4.5 Sonuçlar

Özetle, bu çalışma atık yönetimi uygulamaları ile yapay zeka destekli teknolojilerin entegrasyonunun keşişimine ışık tutmuş, kayda değer bulgular ve çıkarımlar ortaya koymuştur. Anket verilerinin ve istatistiksel testlerin kapsamlı bir analizi yoluyla araştırma, yapay zeka destekli atık çözümlerinin farkındalığı ile verimlilik algıları arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Özellikle, bu tür teknolojilerin uygulandığını fark eden katılımcıların atık yönetimi verimliliğindeki gelişmeleri algılama olasılığının daha yüksek olması, atık toplama süreçlerinin geliştirilmesinde yapay zeka için umut verici bir rol olduğunu göstermektedir. Çalışma ayrıca, atık bileşimi, altyapı mevcudiyeti ve hükümet politikaları dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin atık yönetimi uygulamalarında yapay zeka entegrasyon düzeyi üzerindeki etkisini vurgulamıştır. Özellikle, altyapı ve politika çerçeveleriyle ilgili zorluklar, atık yönetiminde YZ teknolojilerinin yaygın olarak benimsenmesinin önündeki temel engeller olarak ortaya çıkmıştır.

Ayrıca araştırma, YZ destekli atık çözümlerinin başarılı bir şekilde uygulanmasını kolaylaştırmak için hükümet katılımı ve toplum katılımının önemini vurgulamıştır. Hükümet tarafından yönetilen kapsamlı atık yönetimi programlarına sahip belediyelerin YZ teknolojilerini entegre etmede daha başarılı olduğu görülmüş, bu da atık yönetimi verimliliğini artırmada politika desteği ve teknolojik yenilik arasında sinerjik bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgular, atık yönetimi gibi karmaşık sosyo-teknik sistemlerde teknolojik yeniliklerin benimsenmesini ve yayılmasını şekillendiren faktörlerin anlaşılmasına katkıda bulunarak önemli teorik çıkarımlara sahiptir.

Yönetimsel bir perspektiften bakıldığında bu çalışma, sürdürülebilir atık yönetimi uygulamaları için yapay zekadan yararlanmak isteyen politika yapıcılar, atık yönetimi yetkilileri ve teknoloji sağlayıcıları için değerli bilgiler sunmaktadır. Karar vericiler, altyapı eksikliklerini gidererek, destekleyici politika çerçeveleri oluşturarak ve paydaş işbirliğini teşvik ederek, yapay zeka destekli atık çözümlerinin yaygın olarak benimsenmesi için elverişli bir ortam yaratabilir ve böylece operasyonel verimliliği ve çevresel sonuçları iyileştirebilir. Ayrıca, bulgular, atık yönetimi için YZ teknolojilerinin kamuoyu tarafından kabulünü ve güvenini teşvik etmede toplum katılımı ve farkındalık yaratma girişimlerinin önemini vurgulamaktadır.

Bu katkılara rağmen çalışmanın sınırlılıkları da yok değildir. Nispeten küçük örneklem büyüklüğü, öz bildirime dayalı veriler ve kesitsel tasarım, bulguların genelleştirilebilirliğini ve nedensel çıkarımını kısıtlamaktadır. Boylamsal çalışmalar ve karma yöntem yaklaşımları gibi metodolojik iyileştirmeler, bu sınırlamaları ele alabilir ve atık yönetiminde yapay zekanın benimsenme dinamikleri hakkında daha derin bilgiler sağlayabilir. Bununla birlikte, çalışma

Yapay zekanın atık yönetiminin küresel sorununu ele almadaki rolünü anlamaya yönelik önemli bir adımı temsil ediyor ve hem araştırma hem de uygulama için değerli çıkarımlar sunuyor.

#### 4.5 Gelecekteki Araştırmalar için Kapsam

Atık yönetiminin hızlı kentselleşme ve nüfus artışıyla daha da kötüleşen acil bir sorun olduğu Hindistan bağlamında, çeşitli girişimler ve programlar bu sorunları doğrudan ele almak için yapay zeka odaklı çözümleri benimsemiştir. Öne çıkan örneklerden biri, Hindistan Hükümeti tarafından 2014 yılında evrensel sanitasyon kapsamına ulaşmak ve açık dışkılamayı ortadan kaldırmak gibi iddialı bir hedefle başlatılan Swachh Bharat Misiyonudur (Temiz Hindistan Misiyonu). Bu misyon, YZ teknolojilerinin çok önemli bir rol oynadığı atık yönetimi de dahil olmak üzere çeşitli bileşenleri kapsamaktadır. Swachh Bharat Misiyonu, atık toplama rotalarını optimize etmek, ayrıştırma uygulamalarını iyileştirmek ve operasyonel verimliliği artırmak için yapay zeka algoritmalarından yararlanarak, Hindistan şehirlerinin ve kentsel alanların karşılaştığı sanitasyon ve atık yönetimi zorluklarının ele alınmasında önemli adımlar atmayı amaçlamaktadır.

Ayrıca, Hindistan hükümetinin bir başka amiral gemisi girişimi olan Akıllı Şehirler Misiyonu, teknolojik olarak gelişmiş ve sürdürülebilir kentsel merkezlerin geliştirilmesine odaklanmaktadır. Atık yönetimi bu misyon kapsamında önemli bir müdahale alanıdır ve şehirler atık toplama, işleme ve bertaraf süreçlerini kolaylaştırmak için yapay zeka destekli çözümler kullanmaktadır. Örneğin, Pune gibi şehirler, gerçek zamanlı veri analizine dayalı olarak atık toplama programlarını optimize etmek için sensör ağlarını ve makine öğrenimi algoritmalarını kullanan Akıllı Atık Yönetim Sistemi gibi yenilikçi projeleri hayata geçirmiştir. Yapay zeka teknolojilerinden yararlanarak şehirler yalnızca atık yönetimi operasyonlarının verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda kaynak tüketimini azaltabilir, çevresel etkiyi en aza indirebilir ve genel kentsel yaşanabilirliği artırabilir.

Ayrıca, Sürdürülebilir Habitat Ulusal Misiyonu (NMSH), sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı teşvik etmek için yapay zeka da dahil olmak üzere akıllı teknolojilerin kentsel gelişim stratejilerine entegre edilmesinin önemini vurgulamaktadır. Atık yönetimi, sürdürülebilir habitat planlamasının kritik bir bileşenidir ve yapay zeka odaklı yaklaşımlar, kaynak kullanımını optimize etmek, çevre kirliliğini azaltmak ve kent sakinlerinin yaşam kalitesini artırmak için fırsatlar sunmaktadır. NMSH, gelişmiş atık ayrıştırma ve geri dönüşüm teknolojileri gibi yapay zeka destekli çözümlerin benimsenmesi yoluyla, sürdürülebilir kentsel gelişim uygulamalarını teşvik etmeyi ve Hindistan'daki hızlı kentsel büyümeyle ilişkili karmaşık zorlukları ele almayı amaçlamaktadır.

Ayrıca, kamu-özel sektör ortaklıkları Hindistan'da inovasyonun teşvik edilmesinde ve yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinin ölçeklendirilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Hükümet ile IBM ve Microsoft gibi teknoloji şirketleri arasındaki işbirlikleri, Hindistan şehirlerinin özel ihtiyaçlarına ve kısıtlamalarına göre uyarlanmış en son teknolojilerin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu ortaklıklar, atık toplama rotalarını optimize etmek, atık ayrıştırma süreçlerini iyileştirmek ve genel operasyonel verimliliği artırmak için veri analitiği, IoT cihazları ve tahmine dayalı algoritmalarından yararlanan yapay zeka odaklı çözümlerin birlikte oluşturulmasını ve uygulanmasını kolaylaştırmaktadır.

Hükümet girişimlerine ve özel sektör işbirliklerine ek olarak, Hindistan'daki akademik kurumlar ve araştırma kuruluşları da atık yönetiminde yapay zeka alanının ilerlemesine aktif olarak katkıda bulunmaktadır. Bu kurumlar, ortak araştırma projeleri, kapasite geliştirme girişimleri ve bilgi yayma çabaları aracılığıyla inovasyonu teşvik etmede, disiplinler arası işbirliklerini geliştirmede ve sürdürülebilir atık yönetimi uygulamaları için YZ teknolojilerinin benimsenmesini desteklemede önemli bir rol oynamaktadır.

#### Referanslar

Adnane Mounadel, Hamid Ech-Cheikh, Saâd Lissane Elhaq, Ahmed Rachid, Mohamed Sadik & Bilal Abdellaoui (2023) Belediye katı atık yönetiminde yapay zeka tekniklerinin uygulanması: sistematik bir literatür taraması, *Environmental Technology Reviews* Taylor & Francis., 12:1, 316-336, DOI:

[https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21622515.2023.2205027?\\_gl=1\\*1yu2l79\\*\\_ga\\*ODg2NDY4ODAxLjE3MDQxNjU0MTQ.\\*\\_ga\\_0HYE8YG0M6\\*MTcwNDE2NTQxNS4xLjEuMTcwNDE2NTg0NS4wLjAuMA..&\\_ga=2.243291969.593489537.1704165414-886468801.1704165414](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/21622515.2023.2205027?_gl=1*1yu2l79*_ga*ODg2NDY4ODAxLjE3MDQxNjU0MTQ.*_ga_0HYE8YG0M6*MTcwNDE2NTQxNS4xLjEuMTcwNDE2NTg0NS4wLjAuMA..&_ga=2.243291969.593489537.1704165414-886468801.1704165414)

Simon Elias Bibri, John Krogstie, Amin Kaboli & Alexandre Alahi. (2024) Çevresel sürdürülebilirlik için daha akıllı eko-kentler ve bunların öncü yapay zeka çözümleri: Kapsamlı bir sistematik inceleme. *Çevre Bilimi ve Ekoteknoloji* Taylor & Francis. 19, sayfa <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666498423000959?via%3Dihub>

Person, Neelam, S., & Sharma, G. (2023, Nisan 19). *Konvolüsyonel sinir ağı kullanan akıllı atık yönetim sistemi mod* Taylor & Francis.

[https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003298335-14/smart-waste-management-system-using-convolutional-neural-network-model-neelam-sharma-surbhi-gupta-shefali-kanwar-vanieka?\\_gl=1%2A1qcl1fm%2A\\_ga%2AODg2NDY4ODAxLjE3MDQxNjU0MTQ.\\*\\_ga\\_0HYE8YG0M6%2AMTcwNDE2NTQxNS4xLjEuMTcwNDE2NjE5MC4wLjAuMA..&\\_ga=2.69768148.593489537.1704165414-886468801.1704165414](https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003298335-14/smart-waste-management-system-using-convolutional-neural-network-model-neelam-sharma-surbhi-gupta-shefali-kanwar-vanieka?_gl=1%2A1qcl1fm%2A_ga%2AODg2NDY4ODAxLjE3MDQxNjU0MTQ.*_ga_0HYE8YG0M6%2AMTcwNDE2NTQxNS4xLjEuMTcwNDE2NjE5MC4wLjAuMA..&_ga=2.69768148.593489537.1704165414-886468801.1704165414)

Yuanyuan Zhou, Qing Xia, Zichen Zhang, Mengqi Quan & Haoran Li (2022) IoT platformunda gelişmekte olan imalat sanayinde tarımın yeşil gelişimi için yapay zeka ve makine öğrenimi, *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, Taylor & Francis <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F09064710.2021.2008482>

Shahin Sadeghi Ahangar, Amirhossein Sadati & Masoud Rabbani (2021) Bulanık bir yaklaşım kullanarak entegre bir kapalı döngü tedarik zinciri ağında kentsel katı atık yönetim sisteminin sürdürülebilir tasarımı: bir vaka çalışması, *Journal of Industrial and Production Engineering*, 38:5, 323-340, Taylor & Francis DOI: <https://www.tandfonline.com/action/showCitFormats?doi=10.1080%2F21681015.2021.1891146>

Borchard R, Zeiss R, Recker J. Atık yönetiminin dijitalleştirilmesi: Alman özel ve kamu atık yönetimi firmalarından görüşler. *Atık Yönetimi ve Araştırma*. Sage Journals 2022;40(6):775-792. doi: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0734242X211029173>

*Sürdürülebilir akıllı şehirlere doğru: Güncel eğilimler ve gelişmeler*. Sürdürülebilir Akıllı Şehirlere Doğru: Güncel Trendler ve Gelişmeler | Emerald Insight. (n.d.). <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/978-1-83753-022-920231006/full/html>

Yapay zeka tabanlı atık yönetimi üzerine bir çalışma ... - wiley online library. (n.d.-a). <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cben.202100044>

Yapay zeka uygulamalarının ... - sage dergileri. (n.d.-c). <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0734242X211052846>

(2020, 1 Ekim). *Atık sihirbazı: Kamusal alanlarda yapay zeka kullanarak atık ayrıştırma keşfetmek: İnsan-bilgisayar etkileşimi üzerine 11. Nordic Konferansı Bildirileri: Deneyimleri şekillendirmek, toplumu şekillendirmek*. ACM Diğer konferanslar. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3419249.3420180>

Ahmed, A. A. A., & Asadullah, A. (2020). Atık Yönetimi ve Geri Dönüşümde Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi. *Engineering International*, 8(1), 43-52. <https://doi.org/10.18034/ei.v8i1.498>

(2022, 20 Nisan). *Avustralya'da Sürdürülebilir Katı Atık Yönetimi Uygulamaları için yapay zeka uygulamaları: Sistematik bir inceleme*. Toplam Çevre Bilimi. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969722024822>

## Ekler

### Anket

- Yaş: [ ]
- Cinsiyetiniz: [ ] Erkek [ ] Kadın [ ] Diğer [ ] Söylememeyi tercih ediyorum
- Eğitim Kalifikasyonu: [ ] Lise [ ] Lisans [ ] Yüksek Lisans [ ] Doktora [ ] Diğer (lütfen belirtiniz): \_\_\_\_\_
- Mesleğiniz: [ ] Çalışıyor [ ] Serbest meslek [ ] Öğrenci [ ] Emekli [ ] Diğer (lütfen belirtiniz): \_\_\_\_\_
- Şehrinizde atık yönetimi için kullanılan yeni bir teknoloji fark ettiniz mi? a) Evet b) Hayır
- Cevabınız evet ise, ne tür bir teknoloji kullanıldığını gördünüz? a) Akıllı atık kutuları b) Otomatik atık toplama araçları c) Başka bir şey d) Emin değilim
- Bu teknolojilerin atık yönetimini daha verimli hale getirmeye yardımcı olduğunu düşünüyor musunuz? a) Evet b) Hayır c) Emin değilim
- Yapay zekanın atık yönetiminde kullanıldığını duydunuz mu? a) Evet b) Hayır
- Yapay zekanın atık yönetimini nasıl iyileştirebileceğini düşünüyorsunuz? a) Atık toplama rotalarını optimize ederek b) Geri dönüştürülebilir maddeleri daha verimli bir şekilde ayırarak c) El emeğine olan ihtiyacı azaltarak d) Yukarıdakilerin hepsi e) Emin değilim
- Yapay zeka destekli atık yönetimi çözümlerinin şehriniz için faydalı olacağını düşünüyor musunuz? a) Evet b) Hayır c) Emin değilim
- Sizce hükümet atık yönetimi için yapay zeka teknolojilerine yatırım yapmalı mı? a) Evet b) Hayır c) Emin değilim
- Sizce yapay zeka destekli atık çözümlerinin uygulanmasındaki en büyük zorluklar nelerdir? a) Maliyet b) Kamu farkındalığı eksikliği c) Teknik sorunlar d) Diğer (lütfen belirtiniz)
- Hükümetin atık yönetimi kararlarına toplumu dahil etmesinin ne kadar önemli olduğunu düşünüyorsunuz? a) Çok önemli b) Biraz önemli c) Çok önemli değil d) Hiç önemli değil
- Bölgenizdeki atık yönetimi uygulamaları hakkında yeterince bilgi sahibi olduğunuzu düşünüyor musunuz? a) Evet b) Hayır
- Toplulumuzda atık yönetimi uygulamaları nasıl geliştirilebilir? a) Daha fazla geri dönüşüm kutusu b) Geri dönüşüm konusunda daha iyi eğitim c) Daha temiz sokaklar d) Diğer (lütfen belirtiniz)
- Atık yönetimini iyileştirmeyi amaçlayan toplum programlarına katılmaya istekli olur musunuz? a) Evet b) Hayır c) Belki
- Yapay zeka destekli atık çözümlerinin şehrinizdeki kirliliğin azaltılmasına yardımcı olabileceğini düşünüyor musunuz? a) Evet b) Hayır c) Emin değilim
- Yapay zeka destekli atık çözümlerinin günlük hayatınızı nasıl etkileyebileceğini düşünüyorsunuz? a) Atık toplamayı daha kolay hale getirmek b) Şehrin genel temizliğini iyileştirmek c) Çevresel etkiyi azaltmak d) Diğer (lütfen belirtiniz)
- Bölgenizde atık yönetimini daha sürdürülebilir hale getirmek için ne gibi önerileriniz var?