



**ELEKTRİKLI VE ELEKTRONİK ATIKLARIN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA**

Nureşan BİNGÖL

Yüksek Lisans Tezi

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

2020

Her hakkı saklıdır

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

**ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR
UYGULAMA**

(Assessment of Electric and Electronic Wastes and an Application)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nureşan BİNGÖL

Danışman: Prof. Dr. Cafer ÇELİK

Erzurum
Temmuz, 2020

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Nurefşan BİNGÖL tarafından hazırlanan “Elektrikli ve Elektronik Atıkların Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama ” başlıklı çalışması 11 / 07 / 2020 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yöneylem Araştırması Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Mustafa YILMAZ
Atatürk Üniversitesi

Danışman: Prof. Dr. Cafer ÇELİK
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TUTAM
Erzurum Teknik Üniversitesi

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU

Yüksek Lisans Tezi olarak *Prof. Dr. Cafer ÇELİK* danışmanlığında sunulan “Elektrikli ve Elektronik Atıkların Değerlendirilmesi ve Bir Uygulama ” başlıklı çalışmanın tarafımızdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını, yararlanılan eserlerin kaynakçada gösterildiğini, Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından belirlenmiş olan Turnitin Programı benzerlik oranlarının aşılmadığını ve aşağıdaki oranlarda olduğunu beyan ederiz.

Tez Bölümleri	Tezin Benzerlik Oranı (%)	Maksimum Oran (%)
Giriş	2	30
Kuramsal Temeller	9	30
Materyal ve Yöntem	20	35
Bulgular	8	20
Tartışma	0	20
Tezin Geneli	17	25

Not: Yedi kelimeye kadar benzerlikler ile Başlık, Kaynakça, İçindekiler, Teşekkür, Dizin ve Ekler kısımları tarama dışı bırakılabilir. Yukarıdaki azami benzerlik oranları yanında tek bir kaynaktan olan benzerlik oranlarının %5'den büyük olmaması gerekir.

Beyan edilen bilgilerin doğru olduğunu, aksi halde doğacak hukuki sorumlulukları kabul ve beyan ederiz.

Tez Yazarı (Öğrenci)	Tez Danışmanı
Nurefşan BİNGÖL	Prof. Dr. Cafer ÇELİK
11.7.2020	11.7.2020
İmza:	İmza:

* Tez ile ilgili YÖKTEZ’de yayınlamasına ilişkin bir engelleme var ise aşağıdaki alanı doldurunuz.

Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın konu seçiminden sonuçlanmasına kadar geçen süreçte önerileri, eleőtirileri, tecrübesi ve desteğinden ötürü tez danıőmanım ve değerli hocam Sayın Prof. Dr. Cafer ÇELİK'e teőekkürü bir borç bilirim.

Veri toplama surecinde bana göstermiő oldukları anlayıőlarından ve yardımlarından dolayı Erzurum Yakutiye Belediyesi alıőanlarına, Erzurum Yakutiye Belediyesi muhtarlarına ve mahalle sakinlerine teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatımın her aőamasında yanımda olan ve beni destekleyen sevgili annem Hatice BİNGÖL'e, maddi ve manevi desteğini esirgemeyen kıymetli babam İhsan BİNGÖL'e ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen kardeőlerim Elanur BİNGÖL, Züleyha BİNGÖL, İbrahim BİNGÖL ve değerli arkadaőım Zübeyde ŐAHİN'e en içten sevgilerimi ve teőekkürlerimi sunarım.

Nureşan BİNGÖL

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELEKTRİKLİ VE ELEKTRONİK ATIKLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE BİR UYGULAMA

Nurefşan BİNGÖL

Danışman: Prof. Dr. Cafer ÇELİK

Amaç: Sanayi devrimi ile başlayarak 21. yüzyılda çok hızlı değişim ve gelişim gösteren teknoloji, elektrikli ve elektronik eşyalar (e-eşya) üzerinde de çok etkili olmuştur. Teknolojinin bu etkisi doğrultusunda e-eşyaların kullanım ömürleri kısalmış ve bu e-eşyalar birer elektrikli ve elektronik atığa (e-atık) dönüşmüştür. E-atıkların doğru şekillerde geri dönüştürülebilmesi çevre ve insan sağlığına büyük zararlar vermektedir. Bu zararları en aza indirebilmek için e-atıklar doğru şekilde toplanmalı, taşınmalı ve geri dönüşüm işlemi uygulanmalıdır. Bu çalışmanın amacı belediyelerin yükümlü olduğu e-atıkların toplanması veya toplattırılması noktasında Erzurum Yakutiye Belediyesi'nin uygun bir e-atık toplama politikası oluşturmasına yardımcı olmaktır.

Yöntem: Bu çalışmada ilk olarak e-atık konusundaki farkındalığı belirlemek ve e-atık miktarını tahmin edebilmek için anket formu tasarlanmış, anket çalışması Erzurum Yakutiye Belediyesinde uygulanmış ve e-atık tahmini yapılmıştır. Daha sonra yer seçimi yöntemlerinden küme örtme problemi kullanılarak e-atık toplama noktaları belirlenmiştir.

Bulgular: Uygulama sonucunda Yakutiye Belediyesi için e-atık miktarı bilimsel olarak belirlenmiş ve Yakutiye Belediyesi mahallelerine hizmet verecek minimum sayıdaki toplama noktaları belirlenmiştir.

Sonuç: Çalışmanın sonucunda Yakutiye Belediyesi mahalleleri için e-atık miktarı tahmin edilmiş ve Yakutiye Belediyesinin e-atık toplama noktalarının Şükrüpaşa ve Lalapaşa mahallelerine kurulması gerektiği belirlenmiştir.

2020, 82 sayfa

Anahtar Kelimeler: Elektrikli ve elektronik eşyalar, Atık elektrikli ve elektronik eşyalar, Atık elektrikli ve elektronik eşya tahmini, Yer seçimi problemi, Küme örtme problemi

ABSTRACT

MASTER THESIS

ASSESSMENT OF ELECTRIC AND ELECTRONIC WASTES AND AN APPLICATION

Nurefşan BİNGÖL

Supervisor: Prof. Dr. Cafer ÇELİK

Purpose: Starting with the industrial revolution, the technology, which has changed and developed very rapidly in the 21st century, has been also very influential on electrical and electronic goods (e-goods). In line with this influence of technology, the lifetime of e-goods has decreased and these e-goods have turned into electrical and electronic waste (e-waste). Failure of recycling e-wastes in the right ways causes great damage to the environment and human health. In order to minimize those losses, e-wastes must be properly collected, transported and recycled. The aim of this study is to assist the implementation of an appropriate e-waste collection policy for Erzurum Yakutiye Municipality regarding the collection of e-waste that municipalities are obliged.

Method: In this study, firstly, a questionnaire is designed to determine the awareness of e-waste and to estimate the amount of e-waste, the questionnaire was applied in Erzurum Yakutiye Municipality and e-waste estimation was made. Then, the collection locations for e-waste are determined by solving the set-covering problem, which is one of the location selection problems.

Findings: As a result of the application, amount of e-waste has been scientifically determined for Yakutiye Municipality and the minimum number of collection points that will serve Yakutiye Municipality neighborhoods has been determined.

Results: As a result of the study, e-waste amount is estimated for Yakutiye Municipality neighborhoods and it is determined that the e-waste collection points of Yakutiye Municipality should be established in Şükrüpaşa and Lalapaşa neighborhoods.

2020, 82 page

Keywords: Electrical and electronic goods, Waste electrical and electronic goods, Waste electrical and electronic goods estimation, Location selection problem, Set covering problem

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	i
ETİK BİLDİRİM VE İNTİHAL BEYAN FORMU	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
GİRİŞ.....	1
KURAMSAL TEMELLER.....	3
Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar için Literatür Taraması	3
Yer Seçimi Problemi için Literatür Taraması	7
MATERYAL ve YÖNTEM.....	9
Elektrikli ve Elektronik Atık.....	9
E-atıkların çevre ve insan sağlığına olan etkileri	9
Dünyada e-atık	11
Türkiye’ de e-atık.....	14
Anket Oluşturma	20
E-Atık Toplama Noktalarının Belirlenmesi	22
Küme örtme problemi	22
Küme örtme probleminin matematiksel gösterimi.....	23
ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	25
Elektrikli ve Elektronik Atık Değerlendirme Anket Sonuçları.....	25
Birinci bölüm anket sonuçları	27
İkinci bölüm anket sonuçları.....	29
Üçüncü bölüm anket sonuçları.....	36
Elektrikli ve Elektronik Atık Toplama Noktalarının Belirlenmesi	45
SONUÇ ve ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR.....	52
EKLER	54
EK 1. Erzurum ili Yakutiye belediyesi için uygulanan anket formunun ilk hali.....	54
EK 2. Erzurum ili Yakutiye belediyesi için uygulanan anket formunun son hali.....	63
ÖZGEÇMİŞ.....	69

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Çeşitli metallerin homojen bir malzemedeki bulunabilecek azami ağırlık oranları (e-atık kontrolü yönetmeliği)	11
Tablo 2. Belediyelerin nüfusa bağlı e-atık toplamaya başlama yılları.....	15
Tablo 3. Evsel e-atık toplama hedeflerinin yıllara göre dağılımı	17
Tablo 4. E-atık geri dönüşüm hedefleri	17
Tablo 5. E-atık geri kazanım hedefleri	18
Tablo 6. Cronbach alfa (α) katsayısı yorumları	25
Tablo 7. Cronbach alfa (α) katsayısı analizi	26
Tablo 8. Yakutiye belediyesi mahalle ve nüfus miktarları	26
Tablo 9. Katılımcıların 1. , 2. , 3. , 4. ve 5. sorulara verdiği cevapların frekans dağılımları...28	
Tablo 10. Katılımcıların 6. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	29
Tablo 11. Katılımcıların 7. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	29
Tablo 12. Katılımcıların 8. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	30
Tablo 13. Katılımcıların 9. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	30
Tablo 14. Katılımcıların 10. , 11. , 12. ve 13. sorulara verdiği cevapların frekans dağılımı ...31	
Tablo 15. Katılımcıların 14. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	32
Tablo 16. Katılımcıların 15. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	32
Tablo 17. Katılımcıların 16. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	33
Tablo 18. Katılımcıların 17. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	34
Tablo 19. Katılımcıların 18. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	35
Tablo 20. Katılımcıların 19. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı	35
Tablo 21. Katılımcıların kaçınıcı kullanıcıınız sorusuna verdiği cevapların frekans dağılımı	36
Tablo 22. Büyük ev eşyalarının ortalama kullanım süreleri için frekans dağılımı	37
Tablo 23. Küçük ev eşyalarının ortalama kullanım süreleri için frekans dağılımı	37
Tablo 24. Telekomünikasyon aletlerinin ortalama kullanım süreleri için frekans dağılımı38	
Tablo 25. E-eşyaların kullanım ömrü tamamlandıktan sonra nasıl değerlendirildiğine ilişkin frekans dağılımı.....	39
Tablo 26. Büyük ev eşyalarının depoda ortalama tutulma süreleri için frekans dağılımı	40
Tablo 27. Küçük ev eşyalarının depoda ortalama tutulma süreleri için frekans dağılımı	40
Tablo 28. Telekomünikasyon aletlerinin depoda ortalama tutulma süreleri için frekans dağılımı	40

Tablo 29. Depolanan e-eşyaların bekletildikten sonra nasıl değerlendirildiğinin frekans dağılımı	41
Tablo 30. E-eşyaların kullanım ömürleri ve ürün ağırlıkları	44
Tablo 31. Şükürpaşa mahallesi anket katılımcılarının e-atık miktarı tahmini	44
Tablo 32. Erzurum Yakutiye Belediyesi mahallelerinden çıkan toplam e-atık tahminleri (ton).....	45
Tablo 33. Yakutiye Belediyesi mahalleleri komşuluk ilişkileri matrisi	46
Tablo 34. Amaç fonksiyonu katsayıları	47



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. E-atıkların içeriğindeki metallerin insan organlarına vermiş olduğu zararlar	10
Şekil 2. Gelecekteki e-atık tahmini	13
Şekil 3. Türkiye’deki lisanslı e-atık işleme tesis sayısı.....	19
Şekil 4. Türkiye’deki lisanslı e-atık işleme tesislerinin illere göre dağılımı.....	19
Şekil 5. Türkiye’de geri dönüşümü yapılan e-atık kodları ve tesis sayıları	20
Şekil 6. Katılımcıların evlerindeki lamba sayısı frekans dağılımı	42
Şekil 7. Katılımcıların lambalarını değişim sıklığı frekans dağılımı	42
Şekil 8. Katılımcıların kullanım ömrü dolan lambalara ne yaptıklarına ilişkin frekans dağılımı.....	43
Şekil 9. Yakutiye Belediyesi mahalle haritası.....	46
Şekil 10. E-atık toplama kutuları konulan Yakutiye Belediyesi mahalleleri	48
Şekil 11. Şükrüpaşa Mahallesi için potansiyel e-atık toplama kutu noktası	49
Şekil 12. Lalapaşa Mahallesi için potansiyel e-atık toplama kutu noktası.....	49

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Ag	Gümüş
Al	Alüminyum
Au	Altın
Ba	Baryum
Cd	Kadmiyum
Cr ⁺⁶	Artı Altı Değerlikli Krom
Cu	Bakır
Fe	Demir
Hg	Cıva
Kg	Kilogram
Kt	Kiloton
Mo	Molibden
Mt	Metrik ton veya ton (1000 kg veya 2204,6 pounda eşit bir ağırlık birimi)
Pb	Kurşun
Pd	Paladyum
a _{ij}	j. bölgeye kurulan toplama noktasının i. bölgedeki alanı kapsayıp kapsamaması
c _j	j. bölgeye toplama noktası kurma maliyeti
x _j	j. bölgeye toplama noktası kurma durumunu gösteren karar değişkeni

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
AGİD	Aydınlatma Gereçleri İmalatçıları Derneği Ticari İşletmesi
BDT	Bağımsız Devletler Topluluğu
BIT	Bilgi ve İletişim Teknolojileri
BM	Birleşmiş Milletler (United Nations)
E-atık	Elektrikli ve Elektronik Atık
E-eşya	Elektrikli ve Elektronik Eşya
ELDAY	Elektrik ve Elektronik Geri Dönüşüm ve Atık Yönetimi Derneği İktisadi İşletmesi

EPA	Çevre Koruma Örgütü (Environmental Protection Agency)
IETC	Uluslararası Çevre Teknolojisi Merkezi (International Environmental Technology Centre)
ISWA	Uluslararası Katı Atık Birliği (International Solid Waste Association)
ITU	Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (International Telecommunication Union)
İZAYDAŞ	İzmit Atık ve Artıkları Arıtma Yakma ve Değerlendirme Anonim Şirketi
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (Organization for Economic Co-operation and Development)
RoHS	Tehlikeli Maddeler Kısıtlama Direktifi (Restriction of Hazardous Substances Directive)
SPSS	Sosyal Bilimler İçin İstatistiksel Paket Programı (Statistical Package For Social Sciences)
STEP	E-Atık Problemini Çözme (The Solving the E-waste Problem)
TÜBİSAD	Bilişim Sanayicileri ve İşadamları Derneği İktisadi İşletmesi
UNECE	Avrupa Birleşmiş Milletler Ekonomi Komisyonu (The United Nations Economic Commission for Europe)
UNEP	BM Çevre Programı (United Nations Environment Programme)
UNU	Birleşmiş Milletler Üniversitesi (United Nations University)
UNSD	Birleşmiş Milletler İstatistik Komisyonu (United Nations Statistical Commission)
vb	ve benzeri
vd	ve diğerleri

GİRİŞ

Sanayi devrimi ile başlayarak 21. yüzyılda çok hızlı değişim ve gelişim gösteren teknoloji; üretim, ulaşım, iletişim, eğitim, sağlık gibi birçok alanda gelişim göstererek yeni ürünlerin üretilmesine ve kullanılmasına sebep olmuştur. Gelişen teknoloji sonucunda ise çok hızlı şekilde artış gösteren dünya nüfusunun ihtiyaçlarını en iyi, en konforlu şekilde sağlamak için elektrikli ve elektronik eşyaların (e-eşya) çeşitliliği artmıştır. Artan bu çeşitlilik sonucunda e-eşyaların tüketimleri artmış, kullanım ömürleri ise kısalmıştır. Kullanım süreleri gerek e-eşyaların ömrü bittiği için gerekse de yeni bir ürünle değiştirilmesi sonucunda tamamlanmaktadır. Kullanım süreleri dolan bu e-eşyalar ise birer elektrikli ve elektronik atığa (e-atık) dönüşmektedir. Artan nüfus ve artan e-eşya sonucunda hızla büyüyen e-atıklar ise e-atık yönetiminin önemini ortaya koymaktadır.

Artan e-atıkların oluşturduğu tehditlerin bazıları; içeriğinde ağır metaller bulunduran e-eşyaların çevre ve insan sağlığına zararlı olması, izinsiz ve sağlıksız ortamlarda geri dönüşüm çalışmaları sonucunda toprak, hava, su vb çevre ve insan sağlığına zararlı olması, izinsiz, ruhsatsız geri dönüşümcüler tarafından değerli metallerin kaybına yol açılması, atık olduğu saklanarak ikinci el görünümünde yasadışı satılması olarak özetlenebilir (Sayman ve Akpulat 2016).

E-atıklar uygun olmayan şekillerde imha edilip geri dönüştürüldüğü zaman içeriğindeki ağır metallerden dolayı çevre ve insan sağlığına ciddi zararlar vermektedir. Fakat doğru bir imha veya geri dönüşüm politikası uygulandığı zaman ise ülke ekonomisine ciddi kazanımlar sağlamaktadır.

E-atık yönetiminin oluşturduğu fırsatlardan bazıları; e-atıkların içeriğinde bulunan ağır metallerin çevre ve insan sağlığına zarar vermeden geri dönüşümünün sağlanması, dünya rezervinde kısıtlı bulunan değerli metallerin e-atıklardan geri dönüşümünün sağlanması, e-atıkların geri dönüştürülmesi ile ikincil hammadde miktarına katkı sağlaması, e-atıkların geri kazanılması sonucunda enerji tüketiminin azalması, oluşturduğu yeni iş kolları nedeniyle istihdam ve işsizliğe katkıda bulunması olarak özetlenebilir (Sayman ve Akpulat 2016).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliğinin 2. bölümünde yer alan 8. maddesine göre e-atıkların toplanması veya toplattırılması sorumluluğu belediyelere verilmiştir. Belediyelerin bu sorumluluklarını yerine getirebilmesi için e-atık miktarını doğru bir şekilde belirlemesi ve gereken noktalarda bu e-atıkları toplaması gerekmektedir. Erzurum'da hiçbir belediyede böyle bir çalışma

bulunmamaktadır. Bu nedenle Erzurum Yakutiye Belediyesi için e-atık miktarı tahmin edilmiş ve toplama noktalarının belirlenmesi çalışması yapılmıştır.

Bu çalışmada Erzurum Yakutiye Belediyesi sınırları içerisinde e-atık miktarının belirlenebilmesi için anket yöntemi uygulanmış ve toplama noktalarının belirlenebilmesi için yer seçimi problemlerinden küme örtme problemi kullanılmıştır. Ankette katılımcıların tanımlayıcı özellikleri, e-atık hakkındaki düşünceleri, e-atık kullanıcı davranışları incelenerek e-atık miktarı tahmin edilmiştir. Tahmin edilen e-atık miktarına bağlı olarak Erzurum Yakutiye Belediyesi sınırları içerisindeki e-atık toplama noktaları küme örtme yöntemi ile belirlenmiştir. Çalışma genel hatları ile anketin hazırlanarak uygulanması, anketin değerlendirilerek e-atık miktarının tahmin edilmesi ve e-atık miktarına bağlı olarak toplama noktalarının belirlenmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Çalışmanın 2. Bölümünde literatür taraması yapılmıştır. Literatür taraması, e-atıklar ve yer seçimi problemi şeklinde iki grupta incelenmiştir.

Çalışmanın 3. Bölümünde dünyada ve Türkiye’de e-atık politikaları değerlendirilmiştir. E-atık noktasında halkın bilinç düzeyinin ölçülebilmesi ve bilimsel olarak e-atık tahmini yapabilmek için uzman görüşleri de dikkate alınarak bir anket çalışması oluşturulmuştur. Toplama noktalarının belirlenmesinde kullanılacak yöntem olan küme örtme problemi anlatılarak matematiksel modeli verilmiştir.

Çalışmanın 4. Bölümünde anket verileri değerlendirilerek halkın e-atık noktasındaki bilinç düzeyi değerlendirilmiş ve Erzurum Yakutiye Belediyesi mahalleleri için e-atık miktarı tahmin edilmiştir. Tahmin edilen e-atık miktarı doğrultusunda küme örtme probleminin matematiksel modeli belirlenmiştir. Belirlenen model CPLEX yazılımında çözdürülerek Erzurum Yakutiye Belediyesinde hangi mahallelere toplama noktaları konulması gerektiği ve toplama kutularının yerleri belirlenmiştir.

Çalışmanın son bölümünde ise bütün bu incelemelerin sonuçları değerlendirilmiş, bu çalışmanın ötesinde yapılabilecek çalışmalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

KURAMSAL TEMELLER

Bu bölümde;

- Atık elektrikli ve elektronik eşyalar
- Yer seçimi problemi

alanlarında literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar için Literatür Taraması

Atık elektrikli ve elektronik eşyalar konusu kapsamında yayımlanmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar genellikle nüfus miktarı fazla olan ülkelerde daha fazla önem kazanmış ve belirli hedefler doğrultusunda yapılmıştır. Bu çalışmalardan bazıları tarih sırlamasına göre izleyen paragraflarda özet olarak verilmiştir.

Ha *et al.* (2009) çalışmalarında Hindistan'daki Bangalore kentindeki e-atık geri dönüşüm tesislerinden toplanan toprak, hava tozu ve burada çalışan insan saç örneklerinde iz elementlerin (Cu, Zn, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Hg, Pb ve bikonsantrasyonları) seviyelerini incelemiştir. E-atık geri dönüşüm tesis alanlarındaki bazı topraklarda Cu, Sb, Hg ve Pb için, seviyeler ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından önerilen tarama değerlerini aştığı gözlemlenmiştir. E-atık geri dönüşüm tesisinde havadaki Cr, Mn, Co, Cu, In, Sn, Sb, Tl, Pb ve bikonsantrasyonlarının ise Chennai kentinden fazla olduğu gözlemlenmiştir. E-atık geri dönüşüm tesisinde çalışan erkek işçilerin saçlarında yüksek düzeyde Cu, Mo, Ag, Cd, In, Sb, Tl ve Pb olduğu gözlenmiştir. E-atık geri dönüşümünün ve atılmasının bazı iz elementleri açısından çevre ve insan sağlığına zararlı olduğu gözlemlenmiştir.

Nnorom *et al.* (2009) çalışmalarında Nijerya'daki büyük miktardaki atık cep telefonları üzerindeki atık akışına yönelik davranışı ve atık cep telefonlarının geri dönüşüme katılma oranlarını incelemiştir. Çevre dostu yeşil telefonlar için prim ödeme isteği gibi sorular değerlendirilip ankete katılanların %65 oranında elektronik parçalarını geri dönüşüme bırakma noktasında istekli ya da çok istekli oldukları görülmüş ve yeşil telefon için prim ödemeye çok istekli oldukları görülmüştür.

Dwivedy ve Mittal (2010) çalışmalarında Hindistan'da e-atığın gelecek dönemlerdeki miktarını tahmin etmek için bir yaklaşım ve yöntem uygulamışlardır. Çalışmada Hindistan'daki mevcut ve gelecekteki e-atık miktarının tahmini için Peralta ve Fontanos tarafından önerilen

zaman serisi çoklu yaşam serisi modeli kullanılmıştır. Çalışmanın amacı Hindistan'daki geri dönüşüm yapacaklara uygun bir geri dönüşüm altyapısı oluşturmalarına ve kurumsal planlamada stratejik karar vermelerine yardımcı olabilmektir. Çalışma sonucunda 2007-2011 yılları arasında e-atıkların kişisel bilgisayarlar, televizyonlar, buzdolapları ve çamaşır makinelerinden oluşmak üzere toplam 2,5 milyon mt (metrics ton) e-atık oluşacağı ve bunların %30'unu kişisel bilgisayarların oluşturduğu görülmüştür.

Chung *et al.* (2011) çalışmalarında e-atık üretiminin doğru tahmin edilmesi ve e-atıkların toplanarak sağlıklı bir şekilde geri dönüşümünün önemini belirtmişlerdir. Hong Kong'da satış verilerinin bulunmaması üzerine makul bir e-atık tahmini için anket çalışması yapılmış ve ortalama 80,443 ton (11,5 kg/kşi) atık kullanılarak, plazma dışı ve akışkan olmayan kristal görüntülü televizyonlar, buzdolapları, çamaşır makineleri, klimalar ve kişisel bilgisayarlardan üretildiği tahmin edilmiştir. E-atık üretici sorumluluk planı (PRS) uygulanmasına rağmen e-atıkların %17'den fazlası atık olarak bertaraf edildiği için mevcut e-atık işletmelerinin ithalat noktasında alınan geri dönüşüm bedeli ile tersine lojistiği sağlamada tüketiciler açısından uygun, güvenilir ve yüksek erişilebilirliğe sahip olması gerektiği görülmüştür.

Yeşilkaya (2012) idari uzmanlık tez çalışmasında dünyada ve Türkiye'de bulunan e-atıklar ile ilgili mevcut durumu inceleyerek Türkiye açısından bir değerlendirme yapmayı amaçlamıştır. Çalışma sonucunda Türkiye'de genel olarak atıklar üzerine yapılan uygulamalarda yeterli seviyeye ulaşılamadığını, e-atıklar üzerine birkaç firmanın var olduğunu fakat yeterli olmadığını, halkın ise yeterli bilgi seviyesine sahip olmadığını belirlemiştir.

Hobikoğlu ve Özdemir (2013) çalışmalarında e-atık tüketici davranış ve tercihlerinin ekonomik olarak analiz edilmesinin yatırım kararında risk algısı için etkili olduğunu ifade etmişlerdir. Geri dönüşüm noktasında yatırım yapacaklar için İstanbul'da tüketici tercih ve davranışlarının incelenmesi amacıyla anket çalışması uygulandığı ve sonuçların analiz edildiği görülmüştür.

Li *et al.* (2015) çalışmalarında Çin'deki e-atık geri dönüşüm endüstrisinin gelişme potansiyelini zaman ve ölçek potansiyeli açısından incelemiştir. Çin'deki e-atık miktarının 2013 yılında yaklaşık olarak 5,5 milyon ton olduğunu ve bu atıkların %83'ünü klimalar, buzdolapları, çamaşır makineleri, bilgisayarlar ve televizyonların oluşturduğu gözlemlenmiştir. Toplam miktarın 2020 yılında 11,7 milyon ton ve 2040 yılında ise 20 milyon ton olacağı tahmin edilmiştir. 2020 yılında 144, 2040 yılında 167 e-atık tesisinin gerekli olduğu ve hem miktar hem de işleme kapasitesi açısından büyük bir gelişme potansiyeline sahip olduğu görülmüştür. E-atık tesislerinin maliyetini düşürmek için kendi toplama noktalarını oluşturmaları durumunda

optimum toplama hizmet yarıçaplarının 173-239 km arasında olması gerektiği tahmin edilmiştir. E-atık geri dönüşüm endüstrisinde televizyon için birim kârın 2,5 dolar olarak hesaplanması durumunda yıllık kârın 2013 yılında 90 milyon dolar olacağı tahmin edilmiştir.

Rodrigues *et al.* (2015) çalışmalarında Brezilya'nın 3,5 milyon hane ve yaklaşık 11 milyon nüfusa sahip olan Sao Paulo kentinde e-atık akışı tanımlamışlar ve bunun sonucunda ise satın alma, kullanım dışı depolama ve kullanım ömrü dolduğunda varış yerleri aşamalarını açıklamışlardır. 26 kategorideki elektrikli ve elektronik ürün için anket çalışması yapılmıştır. Ortalama 21 kategori elektrikli ve elektronik ürünün 18'i kullanılıyorken 3'ünün kullanılmadığı gözlemlenmiştir. Kullanılmayan bu ürünlerin %72,6'sının evde saklanmakta olduğu görülmüştür. Genel olarak e-atıkların ikinci el edinme, bağış, hasar gören elektrikli elektronik ürünü tamir etme düşüncesi ve depolama gibi diğer yönleri incelenmiş ve kamu politikaları doğrultusunda hareket edilmesi gereken eylemler olduğunu ifade etmişlerdir.

Salihoğlu ve Kahraman (2016) çalışmalarında elektrikli ve elektronik ürünlerinin miktarını, niteliğini ve ortalama olarak kişi başına düşen e-atık miktarını belirlemek için Bursa ilinde bulunan 31 ailede toplam 100 kişiye anket çalışması yapmışlardır. Çalışmada lamba kullanımının ve cihaz olarak değerlendirildiğinde ise cep telefonu kullanımının fazla olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada değerlendirilen e-atıkların atık oluşturma potansiyelinin kişi başına 8,14 kg/yıl olduğu belirlenmiştir.

Borthakur ve Govind (2017) çalışmalarında dünya çapında bir araştırma yaparak farklı ülkelerdeki e-atık oluşumunda tüketicilerin bertaraf davranışının ve farkındalıklarının bölgeye özgü farkındalıkları dikkate alınarak tüketici ölçütleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yapılan bu çalışmada tüketicilerin e-atık bertaraf etme davranışlarında sadece gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler arasında değil, aynı zamanda bu ülkelerin kendi içlerinde de farklılıklarının olabileceği belirlenmiştir. Çalışmada tüketicilerin çok yönlü sosyo-ekonomik, kültürel ve diğer ilişkili çağrışımlarından dolayı Hindistan'ın e-atık yönetimi noktasında hangi türde karmaşıklıkların öne çıktığı incelenmiştir.

Gu *et al.* (2017) çalışmalarında e-atık yönetimi sorunlarına çözüm olarak nesnelerin interneti (IoT) ve büyük veri (Big Data) uygulama potansiyeline değinmişlerdir. Bu noktada bazı senaryolar verilerek vaka çalışmaları yapılmıştır. IoT ve Big Data teknolojilerinin e-atık yönetimi ile bir araya getirilmesi sonucunda yeni sorunlar oluşmakla beraber bir dizi fırsatı da beraberinde getirdiğine değinilmiştir.

Kumar *et al.* (2017) çalışmalarında e-atıkların çevresel etkisi bakımından hızla büyüyen bir atık türü olduğuna değinmişlerdir. Üretilen e-atıkların gayri safi yurtiçi hasıla ve ülke nüfusu arasındaki korelasyon ilişkisi incelendiğinde herhangi bir ülkenin gayri safi yurtiçi hasılası ile

o ülkenin e-atık miktarı arasında pozitif yönlü güçlü bir korelasyona sahip olduğu ve ülke nüfusunun önemli bir etkiye sahip olmadığına değinmişlerdir. Çalışmada ayrıca geri dönüşüm tesisleri tarafından kullanılan teknikler sunularak geri dönüşümün önemi üzerine durulmuştur.

Tansel (2017) çalışmasında teknolojideki gelişmelerden kaynaklı olarak yüksek teknoloji ürünlerine talebin arttığını, e-atık miktarının ve bu ürünlerin sınır ötesine taşımacılığının da küresel olarak arttığını belirtmiştir. Böylelikle artan hammadde ihtiyacının gelişen ve gelişmekte olan ülkelerde giderek artan bir sorun olduğunu belirtmiştir. Geri dönüştürülmüş malzemelere ihtiyacın arttığına ve alt yapı sorunlarından dolayı e-atık yönetiminin zorluklarına değinilmiştir.

Zeng *et al.* (2017) çalışmalarında e-atıkların geri dönüşümünün sadece elektronik endüstrisi için (mineral kaynaklarının yetersizliği) değil, aynı zamanda çevre ve insan sağlığı açısından da risklerinin azaltılması gerekliliğine değinmişlerdir. E-atık yönetiminin makro ölçekten mikro ölçeğe aktarılmasının gereklerine değinilmiştir. Malzeme uyumu ile malzeme yorgunluğunun e-atık üzerindeki önemine değinildiği görülmüştür.

Keçeci vd. (2018) çalışmalarında Çankaya Belediyesi ile işbirliği yaparak Çankaya ilçesinde bulunan televizyon, buzdolabı, çamaşır makinesi, fırın ve elektrikli süpürge kategorilerinde e-atıkların miktarlarının belirlenmesi için bir anket uygulayarak kullanıcı davranışlarını belirlemişlerdir. Belirlenen e-atık miktarı doğrultusunda e-atık toplama noktalarının tespit edilebilmesi için küme örtme probleminden yararlanarak yer seçim problemini çözmüşlerdir.

Sajid *et al.* (2019) çalışmalarında e-atık miktarını belirlemek ve Pakistan'ın büyük şehirlerindeki üretim (yerli/ithal) ve geri dönüşüm uygulamalarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada e-atığın büyük çoğunluğunu oluşturan masaüstü bilgisayar, dizüstü bilgisayar ve bunların monitörleri ile sıvı kristal görüntü birimleri dikkate alınmıştır. Üç büyük şehirden toplanan anket verileri ile yıllık yaklaşık 38 kiloton yerli üretimine ilave olarak yıllık yaklaşık 50 kiloton e-atığın ithal edildiği tahmin edilmiştir. Pakistan'da güvenli imha yöntemlerinin kullanılmadığının ve gayri resmi olarak e-atık yönetim kontrolünün acil ve etkili olarak izlenmesi gerektiği sonucu gözlemlenmiştir.

E-atıklara yönelik yukarıda verilen literatür özetleri değerlendirildiğinde genel olarak, alım gücü yüksek, teknolojinin oldukça geliştiği ve nüfusun fazla olduğu Çin, Hindistan, ABD ve diğer Avrupa ülkelerinde e-atık probleminin ciddi boyutlara ulaştığı söylenebilir. Gelişmemiş veya az gelişmiş ülkelerde temel problem ise gelişmiş ülkelerin e-atıklarını bu ülkelere göndererek kurtulma politikası izlemesi ve bu ülkelerde yanlış imha yöntemlerinin kullanılmasıdır. İncelenen literatür özetleri doğrultusunda e-atıkların doğru politikalar

çerçevesinde imha edilmesinin hayati bir öneme sahip olduğu değerlendirilmesinin yapılabileceği görülmüştür.

Yer Seçimi Problemi için Literatür Taraması

Çalışmada yer alacak toplama noktalarının belirlenmesi konusu literatürde yer seçimi problemi olarak yer almaktadır. Yer seçimi problemini içeren çok fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlardan bazıları tarih sıralamasına göre izleyen paragraflarda özet olarak verilmiştir.

Güngör ve Eroğlu (1997) çalışmalarında küme örtme problemini değerlendirmişler ve uygulama olarak minimum maliyetli gözetleme kulelerinin yerlerinin belirlenmesi çalışmasını küme örtme problemi olarak düzenleyip çözmüşlerdir.

Daskin (2008) çalışmasında ise kesikli yer seçim problemini incelemiştir. Kesikli yer seçim problemini kapsama-tabanlı problemler, ortanca-tabanlı problemler ve diğer problemler olarak 3 gruba ayırmıştır.

Revelle *et al.* (2008) çalışmalarında yer seçimi problemlerini problemin çözüm uzayına bağlı olarak sınıflandırmışlardır. Problemleri 4 grupta incelemiştir. Bunların; analitik yer seçim problemleri, sürekli yer seçim problemleri, şebeke yer seçim problemleri ve kesikli yer seçim problemleri olduğu görülmüştür.

Aydın (2009) çalışmasında Ankara ilinde yeni bir hastanenin yer seçimini yapmak için birçok kriterin beraber değerlendirilebilmesi için çok ölçütlü karar verme yöntemini kullanmıştır. Uzman görüşlerinin sayısal olmaması ve bunları sayısal olarak ifade etmek için çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden bulanık AHP yöntemi kullanılarak en uygun hastane yerinin belirlendiği görülmüştür.

Ayöperken ve Ermiş (2011) çalışmalarında insansız hava araçları için en iyi üs konumlarının belirlenmesi problemini Tesis Yeri Seçimi Problemi olarak ele almışlardır. İnsansız hava araçlarından maksimum faydanın sağlanması, kapsama alanları içerisinde kullanılabilmesine bağlıdır. Bu nedenle problemi kapsama alanının en büyüklenmesi problemi olarak modellemiş ve GAMS ile çözdürmüşlerdir.

Eiselt ve Marianov'un (2011) editörlüğünü yaptıkları kitapta ise yer seçimi problemleri 2 gruba ayrılmıştır. Birinci grubun, öğelerin uygun çözüm uzayı içerisinde herhangi bir yere yerleştirildiği sürekli problemler, ikinci grubun ise öğelerin uygun çözüm alanı içerisinde yalnızca belirli yerlere yerleştirildiği kesikli problemler olduğu görülmüştür.

Ballı (2014) yüksek lisans çalışmasında bir kamu kurumunun yeni açılacak tesis yerinin belirlenmesi çalışmasını yapmıştır. Belirli sayıdaki tesis ile kabul edilebilir hizmet mesafesi doğrultusunda kapsanan talebin maksimize edilmesi için maksimum örtme (kapsama) problemi kullanılmıştır. Çalışmada yer seçim modeli hazırlanırken 8 adet dilsel ifade olduğu için Negoita ve Sularia yaklaşımları kullanılarak bulanık doğrusal model kullanılmıştır. Çalışma dilsel ifadelerin karşılandığı ve ağırlıklı toplam mesafe açısından en yakın konumda bulunacak tesis yerinin belirlenmesi ile son bulmuştur.

Kara (2014) yüksek lisans çalışmasında küme örtme problemi ile belirli bir alandaki hedefi gerçekleştirmek için o alanı kapsayacak kümeler arasından amaç fonksiyonunu eniyileyecek kümenin bulunması hedeflendiğini ve ayrıca küme örtme probleminin yer bulma problemine kadar geriye gittiğini ifade etmiştir. Çalışmada uygulama olarak algılayıcıların rastgele dağıtıldığı ve enerjisi sınırlı olan kablosuz algılayıcı ağlarının ömrünün en büyüklendiği problem dikkate alınmıştır. Problemden hedefler belirli bir kapsama alanına sahip olan algılayıcılar tarafından sağlandığı için küme örtme problemi olarak çözülmüştür.

Çağlar (2016) çalışmasında ulusal ölçekte hizmet vermeyi amaçlayan bir ortak sağlık güvenlik biriminin hangi illerde şube açmasının gerektiğini belirlemiştir. Problem ilk olarak illerin sınır komşuluğunu ve illerin komşu illere olan uzaklığını minimum yapan iki yaklaşıma göre çözülmüş daha sonra ise Ankara, Antalya, Bursa, İstanbul ve İzmir'e şube açılması tercihi ile ortak sağlık güvenlik biriminin çalışan nüfusunun fazla olduğu yerlere konumlandırılması amacıyla ilk iki yaklaşıma benzer model kurularak çözülmüştür. Problemin yer seçimi aşaması küme örtme problemi olarak modellenip çözülmüştür. Birinci yaklaşım ile 15, ikinci yaklaşım ile 19, üçüncü yaklaşıma göre 17 ve dördüncü yaklaşıma göre ise 18 şube açılması önerildiği görülmüştür.

Yer Seçimi Problemine yönelik yukarıda verilen literatür özetleri değerlendirildiğinde yer seçimi probleminin birçok uygulama alanının olduğu sonucuna varıldığı söylenebilir. Küme Örtme Problemi de Yer Seçimi Problemi olarak değerlendirilmektedir. Küme Örtme Problemi belirli bir alan içerisinde bulunan hedefleri kapsayacak kümeler arasından hedeflenen amaç doğrultusunda hedefimizi eniyileyecek kümenin bulunması işlemidir. Küme Örtme Probleminin birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Acil yardım istasyonlarının (Çatay, 2011), itfaiye istasyonlarının (Aktaş vd, 2011) ve deprem yardım istasyonlarının (Gözaydın ve Can, 2013) yerlerinin belirlenmesi gibi birçok örnek verilebilir.

Bu çalışmada da Yakutiye Belediyesi mahalleleri içinde komşuluk ilişkileri dikkate alınarak kurulacak e-atık toplama noktası sayısını minimum yapmak amaçlandığı için Küme Örtme Probleminden yararlanılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde e-atık kavramı açıklanarak dünyadaki ve Türkiye'deki e-atık miktarları incelenmektedir. E-atık kullanıcı davranışlarını belirleyebilmek için bir anket çalışması hazırlanmıştır. Anket verilerinin sonucunda e-atık toplama noktalarının belirlenmesi için yer seçimi problem yöntemi olan küme örtme yöntemi kullanılmıştır.

Elektrikli ve Elektronik Atık

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte e-şyaların çeşitliliği ve miktarı artmıştır. Artan bu çeşitlilik ve miktara rağmen e-şyaların kullanım ömrü kısalmıştır. Kullanım ömrü kısalan ve seçeneklerinden dolayı demode hale gelen bu e-şyalar çok hızlı bir şekilde e-atığa dönüşmektedir. Giderek artan e-atıkların miktarının belirlenmesi ve toplanması büyük bir problem haline gelmiştir. E-atıkların çevre ve insan sağlığına olan olumsuz etkilerinden dolayı atık yönetim politikaları önem kazanmıştır.

E-atıkların çevre ve insan sağlığına olan etkileri

21. yüzyılda artan insan ihtiyacı ve gelişen teknoloji nedeniyle her geçen gün e-şya miktarı ve e-atık miktarı artmaktadır. Artan bu e-atıklar, içeriğinde bulunan pek çok zararlı metallere dolayısıyla insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedirler. E-atıkların doğru şekilde toplanması, geri dönüştürülmesi ve uygun şartlar altında bertaraf edilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde içeriğinde bulunan bu zararlı metaller çevre ve insan sağlığına geri döndürülemez zararlar vermektedir. E-şyaların içeriğinde bulunan bu zararlı metallere bazıları ilerleyen paragraflarda özetlenmektedir (Kahvecioğlu vd, 2003).

Pb (kurşun): Çocukların sağlığında kalıcı hasarlara neden olurken en çok beyin hasarı ve üreme bozukluklarına neden olmaktadır. Pb vücudun birçok noktasını etkilemesine rağmen en fazla etkiyi merkezi sinir sistemine ve böbreklere yapmaktadır. Doğaya bırakılan kurşunun çözünümü zordur ve çevreyi kirletme oranı fazla olmaktadır.

Hg (civa): Özellikle fetüs ve çocuklarda etkisi büyüktür. Bebeğin gelişmekte olan beyin ve sinir sistemi üzerinde ciddi ve ömür boyu sürebilecek etkilere neden olmaktadır. Çok az dozu bile etkili olan Hg, bir göldeki suyu kirleterek göldeki balıkları, balıkları yiyecek olan insanları ve ekosistemi ciddi oranda etkilemektedir.

değerleri” Tablo 1’de verilmiştir (Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

Tablo 1. Çeşitli metallerin homojen bir malzemedeki bulunabilecek azami ağırlık oranları (e-atık kontrolü yönetmeliği)

Madde	Miktar (Homojen bir malzemede ağırlık olarak)
Cıva (Hg)	% 0,1
Artı altı değerlikli krom (Cr ⁺⁶)	% 0,1
Polibromürlü bifenil (PBB)	% 0,1
Polibromürlü difenil eterin (PBDE)	% 0,1
Kurşun (Pb)	% 0,1
Kadmiyum (Cd)	% 0,01

E-atıkların içerdiği başka bir tehdit unsuru ise e-atıkların uygun olmayan şekilde yakılmaları sonucunda ortaya çıkan poli klorürlü ve bromürlü hidrokarbonlardır. Bu maddeler yakıldıkları zaman dioksin ve furan üretmektedirler ve bu da insan ve çevre sağlığını ciddi anlamda etkilemektedir.

Dünyada e-atık

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte dünyadaki e-eşya miktarı ve çeşitliliği çok geniş boyutlar kazanmıştır. Artan bu e-eşya miktarını belirleyebilmek ise her geçen gün zorlaşmaktadır. Çok fazla türü olan e-eşya çeşitliliğini düzenleyebilmek amacıyla çeşitli gruplandırma şekilleri kullanılmaktadır. Bu gruplandırma şekli ise e-eşya özelliklerine, malzeme yapısına vb özelliklere bağlı olarak yapılabilmektedir.

Avrupa komisyonunun 2017 yılında yayınladığı e-atık yönergesinde e-eşyalar 10 kategoriye ayrılmıştır ve hali hazırda AB ülkelerinde bu yönerge kullanılmaktadır (Forti *et al.* 2018). Bu yönerge kapsamında 10 kategoriye ayrılan e-eşyalar aşağıdaki gibidir:

1. Büyük ev eşyaları
2. Küçük ev eşyaları
3. Bilişim ve telekomünikasyon donanımları
4. Tüketici donanımları
5. Aydınlatma donanımları
6. Elektrikli ve elektronik aletler (büyük ölçekli sabit endüstriyel aletler hariç)
7. Oyuncaklar, eğlence ve spor aletleri
8. Tıbbi cihazlar (tüm implante ve enfekte ürünler hariç)
9. İzleme ve kontrol araçları

10. Otomatik dağıtıcılar

15 Ağustos 2018'den itibaren e-atık yönergesindeki 10 kategori yönergenin tekrarı ile e-atık toplama akışlarını ifade edecek şekilde aşağıdaki 6 kategoride listelenmektedir:

1. Sıcaklık değişim ürünleri (daha çok dondurucu ve soğutucu ürünlerdir). Bu gruba örnek verilebilecek ürünler; buzdolapları, derin dondurucular, klimalar vb dir.
2. Monitörler ve ekranlar. Bu gruba örnek verilebilecek ürünler; televizyonlar, dizüstü ve masa üstü bilgisayarlar, tabletler, monitörler vb dir.
3. Lambalar. Bu gruba örnek verilebilecek ürünler; floresan lambalar, LED lambalar vb dir.
4. Büyük eşyalar. Bu gruba örnek verilebilecek ürünler; bulaşık makineleri, çamaşır makineleri, çamaşır kurutucuları vb dir.
5. Küçük eşyalar. Bu gruba örnek verilebilecek ürünler; küçük elektrikli ve elektronik ev aletleri, elektrikli süpürgeler, mikrodalga fırınlar, küçük tıbbi cihazlar vb dir.
6. Küçük bilişim ve telekomünikasyon eşyalar. Bu gruba örnek verilebilecek ürünler; cep telefonları, kişisel bilgisayarlar, yazıcılar vb dir.

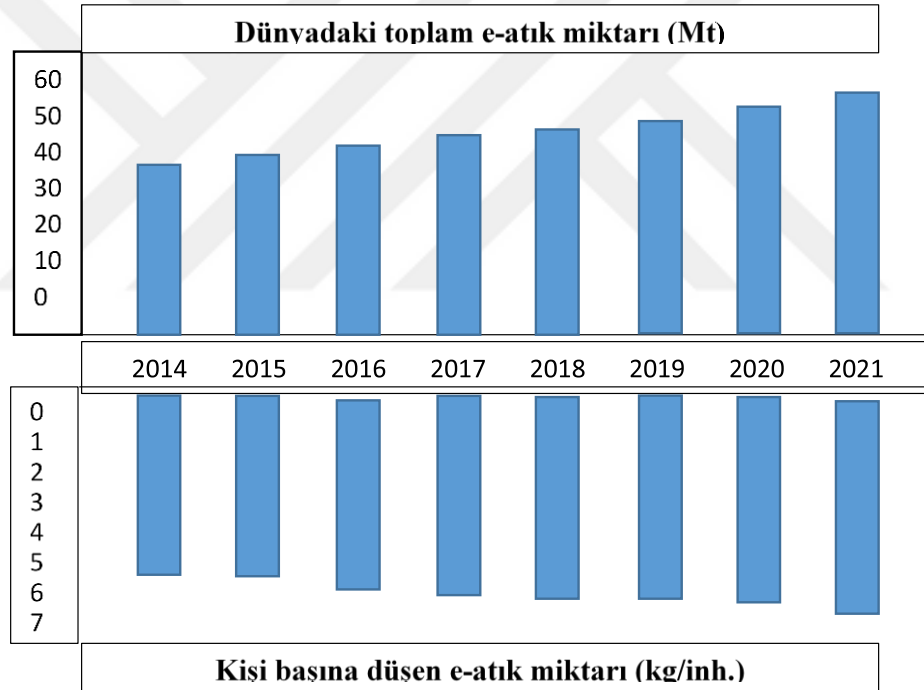
Bu gruplandırma çalışmalarından bir diğeri ise UNU tarafından geliştirilen UNU-KEYS sınıflandırmasıdır. UNU-KEYS e-eşya gruplandırılması 660 ana eşya kategorisinde bulunan 900 eşyayı kapsamaktadır. Bu sınıflandırma yapılırken e-eşyaların malzeme içerikleri, ortalama ağırlıkları, kullanım ömürleri gibi kıstaslar dikkate alınmıştır. UNU-KEYS, e-atık toplama hedeflerini belirlemek ve ortak yöntemi belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Forti *et al.* 2018).

Çok çeşitli olan bu e-eşyalar gelecekte birer e-atığa dönüşeceklerdir. Dünyadaki e-atık miktarları, gelecekte e-atığın dünyamıza vereceği zararları ve bu e-atıkların geri kazanılması ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. AB'de e-atıklar hakkındaki ilk çalışma olan e-atık yönetmeliği Şubat 2003'te uygulamaya geçmiştir. E-atık konusunda AB üyesi ve AB üyesi olma sürecinde olan diğer ülkeleri bağlayan etmenler arasında e-atık yönetmeliği ve RoHS direktifleri bulunmaktadır. AB'de bu konudaki yetkilendirilmiş kuruluş EPA'dır. Daha sonra farklı kuruluşlar çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu kuruluşlara örnek olarak STEP, UNU, UNEP, IETC, ITU, ISWA gibi kuruluşlar verilebilir. Bu çalışmalar doğrultusunda BM'nin gelecekteki e-atık politikası belirlenmeye çalışılmıştır.

ITU tarafından 2020 yılına kadar e-atık miktarını %50 oranında azaltmak için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Forti *et al.* 2018). Kalkınma İçin BIT Ölçümü Ortaklığının da katkıları ile 2015 yılında ve 2017 yılında bir anket çalışması yapılmıştır. Bu anket çalışmasına UNECE (BDT ülkeleri), OECD (AB üyesi olmayan OECD üyeleri) ve UNSD destek vermiştir. Bu

çalışmalar doğrultusunda BM içinde oluşmuş ve oluşabilecek e-atık miktarını belirlemek, geri dönüşümü ve e-atıkların ithalat ve ihracattaki oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Fakat tam olarak e-atıkların istatistiklerinin toplandığı bir organizasyon bulunmamaktadır. Bu noktada ise UNU'nun ülkelerin kullanabilecekleri e-eşya ve e-atıkların istatistiksel olarak verilerin toplanıp paylaşılabilmesi için bir istatistik kiti üzerindeki çalışmaları devam etmektedir.

2016 Küresel e-atık izleme raporuna göre, dünyada üretilen e-atık miktarının 44,7 milyon ton (Mt) olduğu ve bunun da kişi başına düşen miktarının 6,1 kg olduğu belirlenmiştir. Bu rapora göre en fazla e-atık üreten ülke 7211 kilotonla (Kt) Çin olurken, ikinci sırada ise 6295 Kt'la Amerika Birleşik Devletleri olmuştur. Kişi başı e-atık miktarının en fazla olduğu ülke ise kişi başına 28,5 kg ile Norveç olurken, ikinci ülke ise 24,8 kg ile İngiltere olmuştur (Balde *et al.* 2017). Küresel e-atık izleme raporuna göre gelecekte oluşabilecek e-atık miktarı tahmin grafiği ise Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Gelecekteki e-atık tahmini (Balde *et al.* 2017)

Yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi dünyadaki e-atık miktarı ortalama olarak 50 milyon ton olup, kişi başına 6 kg'dan fazla düşmektedir. Bu oran ise ülkeler arasında gelişmişlik, zenginlik durumuna göre farklılıklar göstermektedir. Gelişmemiş ve ekonomik olarak zayıf olan ülkelerde e-atık miktarı daha az iken gelişmiş ve ekonomik olarak güçlü olan ülkelerde ise daha fazladır.

2016 Küresel e-atık izleme raporuna göre, 6 kategoride değerlendirilen e-atıkların dünya çapındaki miktarları şöyledir; sıcaklık değişim ürünleri 7,6 Mt, monitörler ve ekranlar 6,6 Mt,

lambalar 0,7 Mt, büyük eşyalar 9,1 Mt, küçük eşyalar 16,8 Mt, büyük eşyalar 9,1 Mt, küçük bilişim ve telekomünikasyon eşyalar ise 3,9 Mt'luk bir büyüklüğe sahiptirler (Balde *et al.* 2017).

2016 Küresel e-atık izleme raporunda, kıtalardaki e-atık miktarı da belirlenmiştir. 53 ülkenin bulunduğu ve 1,2 milyar insanın yaşamakta olduğu Afrika kıtasında 2,2 Mt e-atık üretilmiş ve bu e-atıkların yalnızca 0,004 Mt'u geri dönüştürülmüştür. 35 ülkenin bulunduğu ve 977 milyon insanın yaşamakta olduğu Amerika kıtasında 11,3 milyon Mt e-atık üretilmiş ve bu e-atıkların yalnızca 1,9 Mt'u geri dönüştürülmüştür. 49 ülkenin bulunduğu ve 4,4 milyar insanın yaşamakta olduğu Asya kıtasında 18,2Mt e-atık üretilmiş ve bu e-atıkların yalnızca 2,7 Mt'u geri dönüştürülmüştür. 40 ülkenin bulunduğu ve 738 milyon insanın yaşamakta olduğu Avrupa kıtasında 12,3 Mt e-atık üretilmiş ve bu e-atıkların yalnızca 4,3 Mt'u geri dönüştürülmüştür. 13 ülkenin bulunduğu ve 39 milyon insanın yaşamakta olduğu Okyanusya kıtasında 0,7 Mt e-atık üretilmiş ve bu e-atıkların yalnızca 0,04 Mt'u geri dönüştürülmüştür (Balde *et al.* 2017).

Oluşan bu e-atıkların insan ve çevre sağlığına zararları olduğu gibi değerli ve doğamızda kısıtlı miktarda bulunan metaller açısından da geri dönüştürülmediği zaman büyük ekonomik kayıplara neden olmaktadır. E-atıkların ikincil hammadde potansiyellerinin değerlendirilmemesi sonucunda UNU verilerine göre kayıp miktarının yaklaşık olarak 50 milyar Euro olduğu düşünülmektedir (Balde *et al.* 2017).

2016 Küresel e-atık izleme raporuna göre, e-atıklarda bulunan; 16,283 Mt'luk Fe metalinden kaynaklanan kayıp 3,582 milyar Euro, 2,164 Mt'luk Cu metalinden kaynaklanan kayıp 9,524 milyar Euro, 2,472 Mt'luk Al metalinden kaynaklanan kayıp 3,585 milyar Euro, 1,6 Kt'luk Ag metalinden kaynaklanan kayıp 884 milyon Euro, 0,5 Kt'luk Au metalinden kaynaklanan kayıp 18,840 milyar Euro, 0,2 Kt'luk Pd metalinden kaynaklanan kayıp 3,369 milyar Euro iken e-atıklarda bulunan 12,230 Mt'luk plastik maddeden kaynaklı toplam kayıp ise 15,043 milyar Euro'dur (Balde *et al.* 2017).

Türkiye' de e-atık

Türkiye'de atıklar üzerine yapılmış ilk çalışma 1991 yılında Resmi Gazete'de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği ile başlamıştır. Daha sonrasında ise bu yönetmeliğe 2002 yılında elektrikli ve elektronik atıkların da dahil edilmesi ile e-atıklar üzerine ilk çalışma yapılmıştır. Türkiye AB'ye üye olma amacıyla bulunduğu için AB'de bulunun e-atık yönetmeliği ve RoHS direktifleri doğrultusunda e-atık politikasını da belirlemek durumundadır. Bu kapsam doğrultusunda Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Atık Elektrikli ve

Elektronik Eşyaların (AEEE) Kontrolü Yönetmeliği 22.06.2012 tarihli 28300 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik yayımlandıktan sonra AB, e-atık yönetmeliğinde değişiklikler yapmıştır. Türkiye’de bu yönetmelik doğrultusunda 2015 yılında yeniden bir yönetmelik çalışması yapılarak 2015 yılında atıklar üzerine yeni bir yönetmelik yayımlanmıştır. 2016 yılında yaşanan bu değişiklikleri karşılayabilmek için yönetmelik taslakları tekrar gözden geçirilmiştir. Bu yönetmelik kapsamında e-eşyalar Avrupa Birliği kategorisine göre kategorize edilmiştir.

Türkiye’de e-atıkların, toplatılması ve yönetilmesi gibi alanlarda çeşitli paydaşlara Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların (AEEE) Kontrolü Yönetmeliğinin ikinci bölümünde görev, yetki ve sorumluluklar verilmiştir. Bu paydaşlardan en önemlisi Çevre ve Şehircilik Bakanlığıdır. Bakanlığın görev ve yetkilerinden bazıları; yıllık olarak uygunluk beyan formlarını toplamak, gereken kayıt sistemlerini oluşturmak, firmalara kod numarası vermek, denetim ve izleme yapmak veya yaptırmak, belediyelerin hazırlamış olduğu e-atık planlarının uygunluğunu denetlemek vb şekilde özetlenebilir.

Görevlendirilen kuruluşlardan bir diğeri ise Çevre ve Şehircilik Müdürlükleridir. Bu müdürlüklerin görev ve yetkilerinden bazıları; lisans verilmiş olan e-eşya işleme tesislerini denetlemek, e-atık taşıma araçlarına lisans vermek ve denetlemek vb olarak özetlenebilir.

Başka bir paydaş olan belediyelerin görev ve yetkilerinden bazıları; e-atıkları toplamak veya toplattırmak, e-atık toplama merkezleri kurmak, e-atık toplama araçlarına ‘Atık Elektrikli ve Elektronik Eşya Toplama Aracı’ ibaresi bulunmasını sağlamak olarak özetlenebilir. Ayrıca bu yönetmelik kapsamında belediyelerde nüfus miktarına bağılı olarak e-atıkların toplanmaya başlanmasına ilişkin yıllar da ifade edilmiştir (Tablo 2). (Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

Tablo 2. Belediyelerin nüfusa bağılı e-atık toplamaya başlama yılları

Belediye Nüfusu	Getirme Merkezi Oluşturma ve E-atık Toplama Başlangıç Yılları
400.000’den fazla	01/05/2013
200.000-400.000 arası	01/01/2014
100.000-200.000 arası	01/01/2015
50.000-100.000 arası	01/01/2016
10.000-50.000 arası	01/01/2017
10.000’den az	01/01/2018

Başka bir paydaş olan e-eşya üreticilerinin görev ve yetkilerinden bazıları; ürün üretiminde zararlı malzeme kullanımını indirerek daha güvenli malzemelerin kullanılması

çalışmalarını yapmak, belediyelerle veya başka paydaşlarla e-atık bilinçlendirilme eğitimleri düzenlemek, her yıl şubat ayında uygunluk beyan formlarını bakanlığa bildirmek vb olarak özetlenebilir.

Bir diğer paydaş olan e-eşya dağıtıcılarının görev ve yetkilerinden bazıları ise; yeni ürün sattıklarında eski ürünü almak ve bunun nakliyesi için herhangi bir ücret talep etmemek, evsel e-atıkların uygun şartlarda muhafazasını sağlamak vb olarak sıralanabilir.

Başka bir paydaş olan tüketicilerin sorumlulukları ise; e-atıklarını evsel atıklardan belediyelerin belirlediği hususlar doğrultusunda ayrı olarak saklamak, e-atıklarını belediyelerin işleme tesisleri veya üreticilerin oluşturduğu e-atık merkezlerine götürmek veya götürülmesini sağlamak vb olarak sıralanabilir.

Bir diğer paydaş olan e-atık işleme tesislerinin sorumluluklarından bazıları ise; yapacakları faaliyet için bakanlıktan çevre izin ve ruhsatı almak, tesise gelen ürün kayıtlarını tutmak vb olarak sıralanabilir.

E-atıkların toplanmasında ve toplatılmasında yetkilendirilmiş kuruluşların da payı fazladır. Yetkilendirilmiş bu kuruluşlara örnek olarak ELDAY, AGİD ve TÜBİSAD verilebilir. Yetkilendirilmiş olan bu kuruluşlar farklı kategoride bulunan ürünlerin toplanması ve toplattırılmasında yetkilendirilmişlerdir. Bu kuruluşlardan olan ELDAY, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliğinde ifade edilen buzdolabı, soğutucular, iklimlendirme cihazları, büyük beyaz eşyalar, otomatlar ve televizyon ve monitörler kategorilerindeki e-atıkların yönetimi noktasındaki sorumluluğun yerine getirilmesi için kurulmuş olan ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş bir kuruluştur. TÜBİSAD, Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliğinde ifade edilen televizyon, monitörler, bilişim ve telekomünikasyon ile tüketici ekipmanları kategorilerindeki e-atıkların yönetimi noktasındaki sorumluluğun yerine getirilmesi için kurulmuş olan ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş bir kuruluştur. AGİD ise Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliğinde ifade edilen, küçük ev aletleri, elektrikli ve elektronik aletler, oyuncaklar, spor ve eğlence ekipmanları, izleme ve kontrol aletleri kategorilerindeki e-atıkların yönetimi noktasındaki sorumluluğun yerine getirilmesi için kurulmuş olan ve Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yetkilendirilmiş bir kuruluştur.

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında ulaştırılması istenen evsel e-atık miktarının yıllara göre olan hedefleri ise Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Evsel e-atık toplama hedeflerinin yıllara göre dağılımı

AEEE Kategorileri	Yıllara Göre Toplama Hedefi (kg/kişi-yıl)				
	2013	2014	2015	2016	2018
1. Buzdolabı/Soğutucular/İklimlendirme cihazları	0,05	0,09	0,17	0,34	0,68
2. Büyük beyaz eşyalar (Buzdolabı/soğutucular/iklimlendirme cihazları hariç)	0,1	0,15	0,32	0,64	1,3
3. Televizyon ve monitörler	0,06	0,10	0,22	0,44	0,86
4. Bilişim ve telekomünikasyon ve tüketici ekipmanları (Televizyon ve monitörler hariç)	0,05	0,08	0,16	0,32	0,64
5. Aydınlatma ekipmanları	0,01	0,02	0,02	0,04	0,08
6. Küçük ev aletleri, elektrikli ve elektronik aletler, oyuncaklar, spor ve eğlence ekipmanları, izleme ve kontrol aletleri	0,03	0,06	0,11	0,22	0,44
TOPLAM EVSEL AEEE (kg/kişi-yıl)	0,3	0,5	1	2	4

Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği kapsamında hedeflenen e-atık geri dönüşüm hedefleri Tablo 4’de ve geri kazanım hedefleri ise Tablo 5’de verilmiştir (bu hedefler hesaplanırken işlenmeye gönderilen e-atıkların ortalama ağırlığı dikkate alınmıştır).

Geri dönüşüm, atık maddelerin herhangi bir kimyasal ve fiziksel işleme maruz kalmadan yeniden kullanılması anlamına gelmektedir.

Geri kazanım, atık maddelerin kimyasal ve fiziksel bir işleme tabi tutulması sonucunda yeniden hammadde olarak kullanılması anlamına gelmektedir.

Geri dönüşümde maddemiz aynı kalır fakat dönüşümlü kullanılırken, geri kazanımda maddemiz hammadde kaynağı olarak elde edilmektedir.

Tablo 4. E-atık geri dönüşüm hedefleri

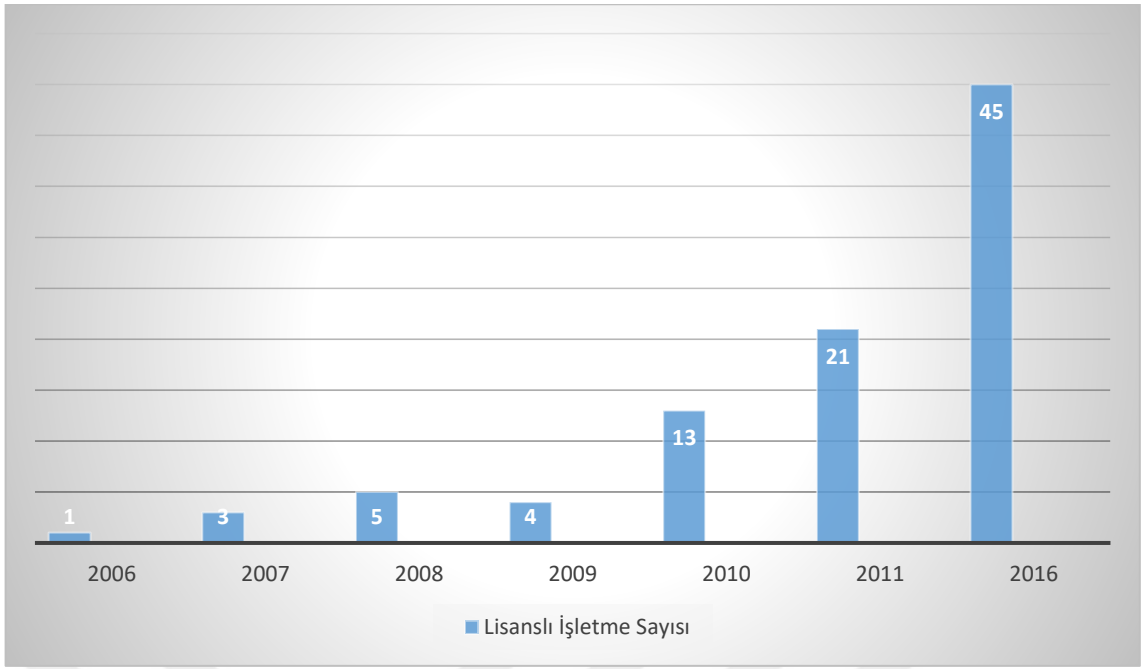
Elektrikli ve Elektronik Eşya Kategorileri	Yıllar	
	2013	2018
	Ağırlıkça (%) olarak	
Büyük ev eşyaları (%)	65	75
Küçük ev aletleri (%)	40	50
Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları (%)	50	65
Tüketici ekipmanları (%)	50	65
Işıklendirme cihaz ve aletleri (%)	20	50
Gaz deşarj lambaları	55	80
Elektrikli ve elektronik aletler (%)	40	50
Oyuncaklar, eğlence, spor aletleri (%)	40	50
Tıbbi cihazlar (%)	---	---
İzleme ve kontrol cihaz ve aletleri (%)	40	50
Otomatlar (%)	65	75

Tablo 5. E-atık geri kazanım hedefleri

Elektrikli ve Elektronik Eşya Kategorileri	Yıllar	
	2013	2018
	Ağırlıkça (%) olarak	
Büyük ev eşyaları (%)	75	80
Küçük ev aletleri (%)	55	70
Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları (%)	60	75
Tüketici ekipmanları (%)	60	75
Işıklendirme cihaz ve aletleri (%)	50	70
Gaz deşarj lambaları	70	80
Elektrikli ve elektronik aletler (%)	50	70
Oyuncaklar, eğlence, spor aletleri (%)	50	70
Tıbbi cihazlar (%)	---	---
İzleme ve kontrol aletleri (%)	50	70
Otomatlar (%)	70	80

Küresel e-atık izleme raporunun 2016 verilerine dünya genelinde yaklaşık olarak 44,7 milyon ton e-atık üretilmektedir. Üretilen bu e-atıkların 623 kilotonunu ise Türkiye üretmektedir. Türkiye ürettiği bu e-atıklar ile dünyada 17. sırada yer almaktadır ve bu e-atıkların ekonomimizdeki kaybı ise yaklaşık olarak 767 milyon Euro'dur.

Türkiye'de e-atık yönetimi noktasında yasal düzenleme, ilk kez 14.03.1991 tarih ve 20814 sayılı Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliğinde yapılan 25.04.2002 tarih ve 24736 sayılı Resmi Gazete'de yapılan değişiklik doğrultusunda yapılmıştır. Bu değişiklikle tüketicilerin metal variller, buzdolabı, çamaşır makinesi, elektronik aletler, mobilya gibi büyük hacimli katı atıkların evsel atıklarla birlikte atılması yasaklanmıştır. 22 Mayıs 2012 tarihinde ise Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği yayınlanmıştır. Yönetmeliğin yayınlanması ile birlikte e-atıkların geri kazanımını ve bu e-atıkları işleyecek tesislerin miktarı giderek önem kazanmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2016) verilerine göre e-atık işleme tesislerinin yıllara göre artış miktarı, Şekil 3'de verilmiştir. E-atık işleme tesislerinin illere göre dağılımı Şekil 4'de verilmiştir (Salihoğlu vd, 2016).



Şekil 3. Türkiye’deki lisanslı e-atık işleme tesis sayısı



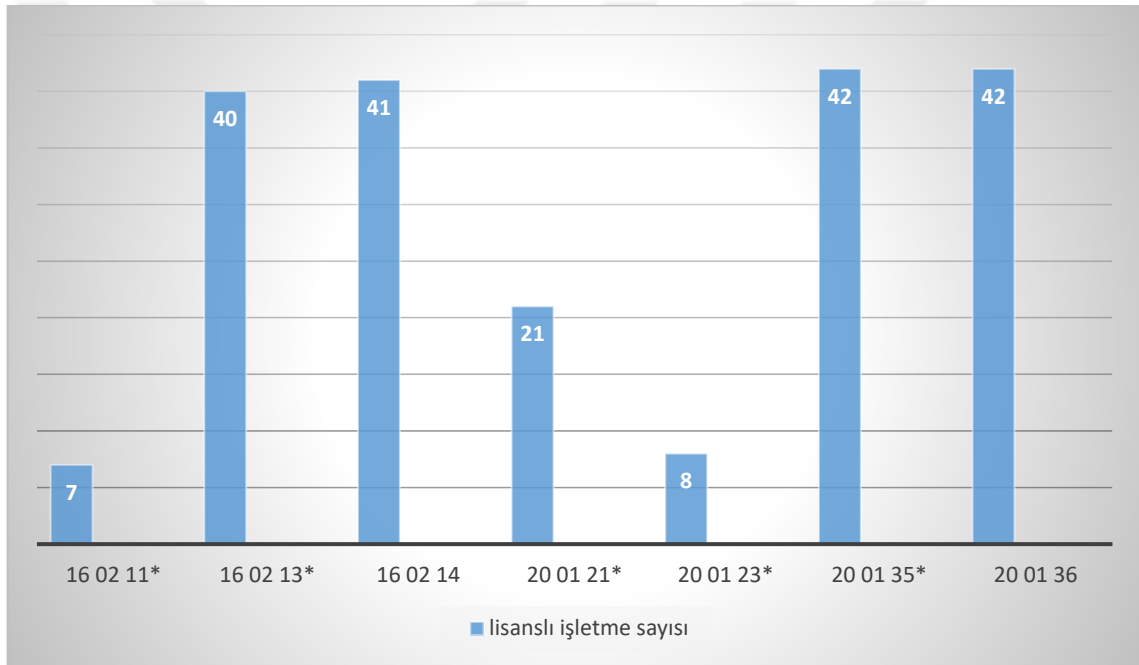
Şekil 4. Türkiye’deki lisanslı e-atık işleme tesislerinin illere göre dağılımı

Türkiye’de bulunan lisanslı e-atık işleme tesisleri sanayinin gelişmiş olduğu Çatalca-Kocaeli Bölümündeki İstanbul, Kocaeli ve Bursa şehirleri ve Ankara, Eskişehir illerinde yoğunlaşmıştır. İşletme tesisine gelen e-atıklar öncelikli olarak ikinci el eşya olarak değerlendirilme durumuna bakılarak atık ayrımı yapılır. Daha sonra ise içeriğindeki maddelere göre ayrıştırılarak geri dönüşüm ve geri kazanım işlemleri yapılmaktadır. Atık Yönetimi Yönetmeliğinde e-atıklar içeriğindeki malzemelere göre 9 gruba ayrılarak kodlanmıştır. E-atık kodlamaları şöyledir:

- 160209*: PCB’ler içeren transformatörler ve kapasitörler
- 160211*: Kloroflorokarbon, HCFC, HFC içeren ıskarta ekipmanlar
- 160212*: Serbest asbest içeren ıskarta ekipmanları

- 160213*: 16 02 09'dan 16 02 12' ye kadar olanların dışındaki tehlikeli parçalar içeren ıskarta ekipmanlar
- 160214: 16 02 09'dan 16 02 13' e kadar olanların dışındaki ıskarta ekipmanlar
- 200121*: Floresan lambalar ve diğer cıva içeren atıklar
- 200123*: Kloroflorokarbonlar içeren ıskartaya çıkartılmış ekipmanlar
- 200135*: 20 01 21 ve 20 01 23 dışındaki tehlikeli parçalar içeren ve ıskartaya çıkmış elektrikli ve elektronik ekipmanlar
- 200136: 20 01 21, 20 01 23 ve 20 01 35 dışındaki ıskarta elektrikli ve elektronik ekipmanlar

Türkiye'de geri dönüşümü yapılan e-atıkların kodlara göre işleme tesis sayıları Şekil 5'de verilmiştir (Salihoğlu vd, 2016).



Şekil 5. Türkiye'de geri dönüşümü yapılan e-atık kodları ve tesis sayıları

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte e-eşya sektörü de birçok gelişim ve değişim göstermiştir. Bu değişim ve gelişimle beraber e-eşyalar gerek kullanım ömrü dolduğu için gerekse de yenisi ile değiştirilmesi sonucunda birer e-atığa dönüşmektedirler. Doğru bir e-atık politikası oluşturulmazsa bu e-atıklar insan ve çevre sağlığı için ciddi tehlikeler oluşturmaktadır. Bu nedenle gerekli önlemlerin alınması noktasında hem e-atık miktarının belirlenmesi hem de geri dönüşüm çalışmalarının yapılmasında acele edilmesi gerekmektedir.

Anket Oluşturma

Anket, sistematik olarak bilgi toplanması için kullanılan bir veri toplama yöntemidir. Anket tekniği ile belirli hedefler doğrultusunda hazırlanan sorular istenilen bir hedef uzayındaki

kişilerin duygularını, düşüncelerini ve o konu üzerindeki eğilimlerini öğrenmeye yönelik olarak yöneltilmektedir. Anket tekniğinin birçok avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır (Houston, 2004).

Anket tekniğinin avantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Anket tekniği ile büyük hedef kitlelerine ulaşılması daha kolay olmaktadır.
- Para ve zaman açısından daha ekonomik şekilde yapılmaktadır.
- Kişiler kişisel bilgilerini vermedikleri için daha rahat cevaplayabilmektedir. Bu da anketin güvenilirliğini artırabilmektedir.
- Sorular yazılı olarak yöneltildiği için verilen cevabın değişim imkânı olmaktadır.
- Tüm yaş grupları için anket hazırlanarak uygulanabilmektedir.

Anket tekniğinin dezavantajları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Açık uçlu olarak hazırlanan soruların anlaşılması ve değerlendirilmesi zor olmaktadır.
- Verilen cevapların ne derece önem ve özen verilerek yapıldığı bilinmediğinden cevapların geçerliliği de şüpheli olmaktadır.
- Soruların tüm kişilerce aynı şekilde anlaşılmasında güçlükler yaşanabilmektedir.
- Hedef kişilerin ankete katılma isteğinde güçlükler yaşanabilmektedir.

Anket tekniğinin verimli olabilmesi için hazırlanılan konuda yeterli bilgiye sahip olunması gerekmektedir. Anket tekniğindeki en büyük zorluklardan birisi de soruların hazırlanması kısmıdır. Bu noktada gerekli uzman görüşlerinin alınmış olması hem verilerin daha güvenilir olmasını hem de daha kullanışlı olmasını sağlamaktadır.

Ülkemizde doğru bir e-atık politikası izlenebilmesi için öncelikli olarak e-atık miktarının bilinmesi veya belirlenmesi gerekmektedir. Bu noktada ülkemizde pek fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle e-atık miktarını belirlemek ve e-atıkların değerlendirilmesini yapmak amacıyla bir anket hazırlanmıştır. Anketin ilk hali Keçeci vd. (2018) çalışmasından faydalanılarak hazırlanmıştır. Anket çalışmasının ilk hali Ek 1’de verilmiştir.

Yapılan çalışmalar ve yetkili kişilerle yapılan görüşmeler doğrultusunda ankete yeni sorular eklenip bazı soruların hacmi genişletilmiştir. Bu doğrultuda AGİD ve ELDAY gibi yetkilendirilmiş kuruluşlardaki çevre mühendisi ve yöneticilerle, Yakutiye Belediyesi çevre birimindeki mühendislerle ve Erzurum Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğündeki yetkililer ile görüşülmüştür. Yapılan bu görüşmeler neticesinde, anket katılımcılarının e-atık algısının ne olduğunu anlayabilmek için bir tanımlama yapması ve bu e-atıklara örnek vermesi istenmiştir. AEEE Yönetmeliğine göre 6 kategoride incelenen e-atıkların bir grubu da aydınlatma

ekipmanları olması nedeniyle aydınlatma ekipmanları için bir bölüm hazırlanarak evinizde kaç adet lamba var, değişim sıklığı, atıkların ne yapıldığı, kullanıcının lamba alırken çevresel boyutu sebebiyle led lamba veya floresan lamba tercihi yapıp yapmadığına dair sorular ile anketin kapsamı genişletilmiştir. Alınan uzman görüşleri ve yapılan değişiklikler doğrultusunda anketin son hali hazırlanmıştır. Anket çalışmasının son hali ise Ek 2’de verilmiştir.

E-Atık Toplama Noktalarının Belirlenmesi

Belediye sınırları içerisinde e-atık toplama noktalarının hangi lokasyonlara konulacağını ve toplama nokta sayısını belirleyebilmek için kullanılacak yöntemler içerisinden küme örtme probleminin kullanılması kararlaştırılmıştır.

Küme örtme problemi

Doğrusal programlama, hedefteki bir amacı gerçekleştirmek için sınırlı sayıda bulunan kaynakların etkin bir şekilde kullanımını ve çeşitli senaryolar arasından en uygun dağılımını sağlayan matematiksel bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Yani doğrusal programlama belirli değişkenleri ve kısıtları da göz önünde bulundurarak optimal sonucun bulunması yöntemidir. Doğrusal programlama yöntemi ilk defa II. Dünya Savaşı yıllarında askeri problemleri çözmek amacıyla kullanılmıştır. Kullanılan bu teknik daha sonraları akılcı bir karar verme aracı olarak çeşitli karar verme problemlerinde kullanılmıştır. Kaynakların optimal bir şekilde dağıtılması, kaynakların seçeneklere bağlı olarak dağıtılması, optimal üretim şeklinin belirlenmesi, minimum maliyet ile maksimum kar elde etmek gibi problemlerin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır. Doğrusal programlamada, modeldeki tüm parametrelerin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Problemdeki karar değişkenlerinin sürekli değişken olduğu varsayılmaktadır (Çağlar 2016; Ergün 2004).

Doğrusal programlama çeşitli alt dallara ayrılabilir. Alt dallardan birisi de tam sayılı programlamadır. Tam sayılı programlama doğrusal programlama modellerinde karar değişkenlerinin tamsayı değer alması istenmesi durumudur. Tam sayılı programlama modelinde karar değişkenlerinin tamamının veya bir kısmının tamsayı değer alması istenebilmektedir. Tüm karar değişkenlerinin tamsayı değer alması isteniyorsa model saf tam sayılı programlama olarak adlandırılmaktadır. Bazı karar değişkenlerinin tamsayı değer alması isteniyorsa model karma tam sayılı programlama olarak adlandırılmaktadır. Eğer karar değişkenlerinin sadece 0 veya 1 değer almasına müsaade ediliyorsa model 0-1 tam sayılı programlama olarak adlandırılmaktadır (Ergün 2004).

Tam sayılı programlama içerisinde yer seçimi problemleri de ele alınmaktadır. Bu yer seçimi problemlerine örnek olarak ise küme örtme problemi (set covering problem) verilebilir. Küme örtme problemi 0-1 tam sayılı programlama problemidir.

Küme örtme problemindeki temel amaç, belirli bir alanda bulunan hedeflerin gerçekleşmesini sağlayacak kümeler arasından amaç fonksiyonunda en fazla iyileşmeyi sağlayacak kümeyi bulmaktır. Yani herhangi bir kümenin tüm üyeleri (örneğin küme A) diğer kümenin (örneğin küme B) kabul edilen bir üyesi tarafından örtülmeli veya kapsanmalıdır. Bu durumda amaç küme A'daki tüm üyeleri örtmek için gereken küme B'deki üye sayısını minimum yapmaktır. Küme örtme probleminin birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Politik faaliyetler (politik bölgelere politikacıların temsilci olarak gönderilmesi ya da siyasal faaliyetlerde komitelerin oluşturulması gibi faaliyetlerdir), dağıtım ve rotalama problemleri, tesis yerleşim problemleri, personel tur planlama problemleri, yer seçimi problemleri, talep için arz noktası belirleme problemleri vb örnek olarak gösterilebilir.

Küme örtme probleminin matematiksel gösterimi

İncelemeye dâhil olan bütün bölgeleri kapsayacak minimum sayıdaki hizmet noktasını (toplama noktasını) gösteren genel bir Küme Örtme Problemi aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Enk } Z = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3.1)$$

Kısıtlar;

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \geq 1 \quad i=1, 2, 3, \dots, m \quad (3.2)$$

$$x_j \in \{0, 1\} \quad j=1, 2, 3, \dots, n \quad (3.3)$$

Kullanılan değişkenin tanımı;

x_j : j . bölgeye toplama noktası kurma durumunu gösteren karar değişkeni

$x_j = 1$ j . bölgeye toplama noktası kurulursa

$x_j = 0$ j . bölgeye toplama noktası kurulmazsa

Kullanılan parametrelerin tanımı;

a_{ij} : j . bölgeye kurulan toplama noktasının i . bölgedeki alanı kapsayıp kapsamaması

$a_{ij} = 1$ j . bölgeye kurulan toplama noktası i . bölgedeki alanı kapsıyorsa

$a_{ij} = 0$ j . bölgeye kurulan toplama noktası i . bölgedeki alanı kapsamıyorsa

c_j : j . bölgedeki e – atık katsayısı

n : toplama noktası kurulabilecek alternatif bölgelerin sayısı

m: örtülmesi (kapsanması) gereken bölge sayısı

Küme örtme probleminin matematiksel gösterimindeki denklem (1) amaç fonksiyonudur ve dikkate alınacak bölgeye minimum sayıda toplama noktası kurulmasını sağlamaktadır. Denklem (2) ise i mahallesine komşu olan en az bir mahalleye toplama noktası kurulmasını sağlarken denklem (3), değişken değerlerimizin 0 ya da 1 değerlerini alabileceğini göstermektedir.

Toplama noktası kurulamayan yer için $x_j = 0$ olacağı için amaç fonksiyonunda maliyeti artıran herhangi bir durum olmayacaktır. Karar değişkeni 0 ya da 1 değerini alabildiği için modelimiz 0-1 tam sayılı programlama problemidir (Çağlar 2016; Ergün 2004).

Yer seçimi problemlerinde genellikle girdi verilerini elde etmek için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılmaktadır. Modelimizin tek amaçlı olması ve ölçeği büyük olmayan bir 0-1 tam sayılı model olması ve modelimizin kısıtlarındaki komşuluk ilişkisi verilerinin CBS üzerinden alınmasına bağlı olarak çalışmamızda CBS ile küme örme probleminin bütünleşmesinden yararlanılmıştır.

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Çalışmanın bu bölümünde hazırlanan anket formunun Erzurum Yakutiye Belediyesi kapsamında uygulanması ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi açıklanmıştır. Anket bilgileri sonucunda Erzurum Yakutiye Belediyesi için e-atık toplama noktalarını belirleyebilmek için yer seçimi problemlerinden küme örtme problemi kullanılmıştır.

Elektrikli ve Elektronik Atık Değerlendirme Anket Sonuçları

Çalışmanın bu kısmında amaç e-atıkları Yakutiye Belediyesi için değerlendirmek, miktarlarını belirlemek ve toplama noktalarının belirlenmesindeki problem verilerini elde etmektir. Bu amaç doğrultusunda Yakutiye Belediyesine bağlı mahallelerde 18 yaşını tamamlayan mahalle sakinlerine anket yapılmıştır. Anket 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde katılımcıların tanımlayıcı özellikleri incelenmiştir. İkinci bölümde elektrikli ve elektronik atıklarda geri dönüşüm için halkın bilgi düzeyi ve bu dönüşüm faaliyetlerine katılım durumu incelenmiştir. Üçüncü bölümde ise elektrikli ve elektronik atık kullanıcı davranışları incelenmiştir. Tüm bu bölümlerden elde edilen veriler ise ilerleyen paragraflarda ifade edilmiştir.

Çalışmadaki anket verilerinin değerlendirilmesi için SPSS Statistics 20 programı kullanılmıştır. Anketin güvenilirlik analizinde Cronbach Alfa (α) katsayısından yararlanılmıştır. Cronbach Alfa (α) katsayısı, yapılan anket ne denli güvenilir olduğunu belirleyen bir yöntemdir. Bu yöntemin bulgu değerlendirmede kullanılan katsayı yorumları ise Tablo 6'da ifade edilmiştir.

Tablo 6. Cronbach alfa (α) katsayısı yorumları

Cronbach Alfa (α) Katsayısı	Yorum
$0,00 \leq \alpha < 0,40$	Ölçek güvenilir değil
$0,40 \leq \alpha < 0,60$	Ölçek güvenilirliği düşük
$0,60 \leq \alpha < 0,80$	Ölçek güvenilirliği iyi
$0,80 \leq \alpha < 1$	Ölçek güvenilirliği yüksek

İlk 50 ankette Cronbach Alfa (α) katsayısı yorumu için 10. soru (elektrikli ve elektronik atıkların çevreye zararı hakkında ne kadar bilginiz var), 11. soru (elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşümünü sağlayacak kurumlar hakkında ne kadar bilginiz var) ve 16. soru (birinci ifadesi yaşadığım şehirde geri dönüşüm tesisi kurulursa atıkları oraya bırakırım, ikinci

ifadesi yaşadığım mahallede geri dönüşüm konteynırları olursa atıkları oraya bırakırım) kullanılmıştır. Bu soruların tercih edilmesindeki neden anket çalışmasının temel amacını ve genel kapsamını içeren sorular olmasıdır. Cronbach Alfa (α) katsayısı değeri ise Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Cronbach alfa (α) katsayısı analizi

Cronbach Alfa (α) katsayı	Sorulara göre Cronbach Alfa (α) katsayı	Soru sayısı
0,811	0,819	4

Tablo 7’de görüldüğü gibi Cronbach Alfa (α) katsayı değeri 0,811 olarak bulunmuştur. Bu sonuç ise yapılan anket çalışmasının ölçek güvenilirliğinin yüksek olduğunu ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Anket çalışmasının Cronbach Alfa (α) katsayı değeri ile güvenilir bulunması sonucunda örneklem büyüklüğü genişletilmiştir. Örneklem büyüklüğü gerçekleşme ve gerçekleşmeme değerlerinin eşit (0,5) kabul edilerek %95 güven düzeyi ile n=241 bulunmuştur.

Tablo 8. Yakutiye belediyesi mahalle ve nüfus miktarları (TÜİK 2018)

Sıra No	Mahalle adı	Nüfus miktarı
1	Şükrüpaşa	37.383
2	Kurtuluş	32.224
3	Lalapaşa	23.643
4	Ömer Nasuhi Bilmen	23.086
5	Rabia Ana	18.703
6	Üniversite	14.543
7	Muratpaşa	13.193
8	Kazım Karabekir Paşa	11.517
9	İbrahim Hakkı	2.525
10	Dumlu	1.604
11	Dadaşköy	1.557
12	Çiftlik	1.377
13	Güzelova	1.311
14	Çayırtepe	749
15	Yolgeçti	622
16	Umudum	620
17	Soğucak	588
18	Yeşilyayla	471
19	Köşkköy	404
20	Orta Düzü	374
21	Arıbahçe	356
22	Akdağ	342
23	Altınbulak	306
24	Uzunyayla	293
25	Güzelyayla	288
26	Karagöbek	260
27	Altıntepe	258

Tablo 8. (devamı)

28	Yazı Pınarı	250
29	Kırmızıtaş	226
30	Muratgeldi	219
31	Yerli Su	196
32	Yeşildere	180
33	Çayırca	177
34	Köse Mehmet	175
35	Mülk	166
36	Değirmenler	161
37	Gülpınar	159
38	Kırkgöze	128
39	Yeşilova	125
40	Söğütyanı	120
41	Aktoprak	115
42	Gökçeyamaç	94
43	Şenyurt	71
44	Güngörmez	65

Yakutiye Belediyesi'nin en güncel nüfus verileri ise TÜİK 2018 verileridir. TÜİK 2018 verilerine göre Yakutiye Belediyesine bağlı bulunan mahallelerin nüfusu Tablo 8'de verilmiştir. Bu örneklem sayısı için nüfusu 3000'in üzerinde bulunan 8 mahalle dikkate alınmıştır.

Birinci bölüm anket sonuçları

Anketin birinci bölümünde katılımcıların tanımlayıcı özellikleri üzerinde bir inceleme yapılmıştır.

Yapılan bu incelemenin sonucunda katılımcıların 1. , 2. , 3. , 4. ve 5. sorulara verdiği cevapların frekans dağılımları Tablo 9'de verilmiştir.

Birinci soruya verilen cevaplar doğrultusunda katılımcıların %59,75'ini kadınlar, %40,25'ini erkekler oluşturmaktadır. Katılımcıların çoğunluğunun kadınlardan oluştuğu söylenebilir.

İkinci soruya verilen cevaplar doğrultusunda katılımcıların %61'i evli bireylerden oluşurken %39'u ise bekâr bireylerden oluşmaktadır. Katılımcı çoğunluğunu evli bireyler oluşturmaktadır.

Üçüncü soruya verilen cevaplar doğrultusunda %23,2 ile oran ile en fazla olan yaş grubu 21-25 yaş grubu aralığı olmuştur. İkinci sırada %16,2 ile 26-30 yaş grubu yer almaktadır. En az katılım sağlayan yaş grubu ise %3,3 ile 56 ve üzeri olmuştur.

Dördüncü soruya verilen cevaplar doğrultusunda katılımcıların çoğunluğunun %52,3 oranla üniversite mezunlarının oluşturduğu görülmüştür. En az katılım ise %0,8 ile okuryazar grubu olmuştur.

Tablo 9. Katılımcıların 1. , 2. , 3. , 4. ve 5. sorulara verdiği cevapların frekans dağılımları

Soru No	Soru	Seçenekler	Frekans
1	Cinsiyetiniz	Kadın	59,8
		Erkek	40,2
2	Medeni durumunuz	Bekâr	39,0
		Evli	61,0
3	Yaşınız	18-20	10
		21-25	23,2
		26-30	16,2
		31-35	15,4
		36-40	7,4
		41-50	13,7
		51-55	10,8
		56 ve üzeri	3,3
4	Eğitim durumunuz	Okuryazar	0,8
		İlkokul	12,4
		Ortaokul	11,2
		Lise	22,4
		Üniversite	52,3
5	Gelir durumunuz	2000'den az	17,4
		2000-3000	15,8
		3001-4000	29,0
		4001-5000	17,4
		5001-7000	9,5
		7000 üstü	6,6

Beşinci soruya verilen cevaplar doğrultusunda katılımcıların %29'unun 3001 ve 4000 TL arasında gelirinin olduğu, %6,6'sının gelirinin 7000 TL ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Yani katılımcıların çoğunluğunun geliri 3001 ve 4000 TL arasındadır. En az miktara sahip olan gelir durumu ise 7000 TL ve üzeridir. Bu durum Yakutiye Belediyesine bağlı olan mahallelerin gelir durumunu yansıttığı için farklı bölgeler için farklı sonuçlar çıkabilir ve bu durum anket verilerini değiştirebilmektedir. Gelir durumu kişilerin alım gücünü etkilediği için elektrikli ve elektronik atık kapsamında da etkili olmaktadır. Bu nedenle farklı şehirlerdeki farklı gelir durumlarına sahip olan bölgelerde anket çalışması sonuçları yönünde değerlendirme yapılması gerektiği unutulmamalıdır.

Katılımcıların 6.soruya (ikamet ettiğiniz mahalle ismi) verdikleri cevapların frekans dağılımı Tablo 10’de verilmiştir.

Tablo 10. Katılımcıların 6. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No	Soru	Seçenekler	Frekans
6	İkamet ettiğiniz mahalle ismi	Şükrüpaşa Mah.	20,7
		Kurtuluş Mah.	16,2
		Lalapaşa Mah.	15,8
		Ömer Nasuhi Bilmen Mah.	13,7
		Muratpaşa Mah.	10,0
		Rabia Ana Mah	8,3
		Üniversite Mah.	7,5
		Kazım Karabekir Paşa Mah.	6,2

Altıncı soruya verilen cevaplar doğrultusunda %20,7 oranla en fazla katılım oranına sahip olan mahalle Şükrüpaşa Mahallesi olmuştur. Katılım oranının en az olduğu mahalle ise %6,2 oranla Kazım Karabekir Mahallesi olmuştur. Yakutiye Belediyesi nüfusunun mahallelere göre farklılıklar göstermesi nedeniyle anket dağıtımında bu farklılığa dikkat edilmiştir.

Katılımcıların 7.soruya (evinizde yaşamakta olan birey sayısı) verdikleri cevapların frekans dağılımı Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Katılımcıların 7. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No	Soru	Seçenekler	Frekans
7	Evinizde yaşamakta olan birey sayısı	1-3 kişi	24,7
		4- 5 kişi	57,4
		6-8 kişi	16,5
		9-11 kişi	1,4

Yedinci soruya verilen cevaplar doğrultusunda katılımcıların %57,4 ile en fazla orana sahip olan birey sayısı 4-5 kişi olurken, ikinci sırada %24,7 oranla 1-3 kişi olmuştur. En az orana sahip olan değer ise %1,4 oranla birey sayısı 9-11 kişi olmuştur. Bu durum Yakutiye Belediyesi sakinlerinin genel olarak 4-5 kişilik bir aileye sahip olduğu görülürken, nadir olsa da 11 kişilik ailelerde görülebilmektedir.

İkinci bölüm anket sonuçları

Bu çalışma için hazırlanan anket sorularının ikinci bölümünde katılımcıların elektrikli ve elektronik atıklarda geri dönüşüm konusu üzerindeki bilgi düzeyi üzerinde bir inceleme yapılmıştır. Yapılan bu incelemenin sonuçları ilerleyen paragraflarda ifade edilmiştir.

Katılımcıların 8. soruya (Elektrikli ve elektronik atık tanımı sizce nedir belirtir misiniz?) verdikleri cevapların frekans dağılımı Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Katılımcıların 8. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No	Soru	Seçenekler	Frekans
8	Elektrikli ve elektronik atık tanımı sizce nedir belirtir misiniz?	Bozulmuş, kullanılmayan elektronik eşyalar	32,7
		Elektrik enerjisiyle çalışan eşyalar	19,6
		Çevreye zararlı kimyasal eşyalar	8,4
		Bilmiyorum	39,3

Katılımcıların sekizinci soruya verdiği cevaplar doğrultusunda %32,7’sinin elektrikli ve elektronik atık kavramını bozulmuş ve kullanılmayan elektronik eşyalar olarak, %19,6’sının elektrik enerjisiyle çalışan eşyalar şeklinde, %8,4’ünün ise çevreye zararlı kimyasal eşyalar olarak tanımladığı ve %39,3’ünün ise herhangi bir tanım yapamadığı görülmüştür. Katılımcılarımızın %52,3’ünün üniversite mezunu olduğu halde tanımlama yapılamama oranı yüksektir. Buna göre bölge halkının e-atık hakkında daha fazla bilgilendirilme yapılmasına ihtiyaç duyduğu söylenebilir. Verilen bu cevapların bölgeden bölgeye ve gelişmişlik seviyesine bağlı olarak farklılık göstereceği unutulmamalıdır.

Katılımcıların 9. soruya (Elektrikli ve elektronik atıklara örnek verir misiniz?) verdikleri cevapların frekans dağılımı Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Katılımcıların 9. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No	Soru	Seçenekler	Frekans
9	Elektrikli ve elektronik atıklara örnek verir misiniz?	Telefon	59,4
		Bilgisayar	56,2
		Elektrikli ev aletleri	50,2
		Televizyon	44,8
		Pil	39,6

Katılımcıların dokuzuncu sorunun cevabında farklı örnekler vermiş olmakla birlikte cevapların çoğunluğunu %59,4 ile telefon, %56,2 ile bilgisayar, %50,2 ile elektrikli ev aletleri ve %44,8 ile televizyon oluşturmaktadır. Katılımcılar üzerinde telefon, bilgisayar ve televizyonların e-atık olduğuna dair genel bir kanı vardır. Bunun nedeni ise günümüz teknolojisi doğrultusunda yeni modellerin üretilmesi neticesinde ürünün ömrü dolmasa bile sırf yeni model ile değiştirilmesi isteği yatmaktadır. Ayrıca bu cevaplardan pillerin %39,6’lık bir oranla e-atık olarak bilindiği, fakat pillerin e-atık kategorisinde bulunmayıp tehlikeli atık kategorisinde olduğunu belirtmek gerekir. Bu noktada halkımız bilinçlendirilmelidir.

Katılımcıların 10. , 11. , 12. ve 13. soruya verdikleri cevapların frekans dağılımı Tablo 14’da verilmiştir.

Tablo 14. Katılımcıların 10. , 11. , 12. ve 13. sorulara verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No	Soru	Seçenekler	Frekans
10	Elektrikli ve elektronik atıkların çevreye zararı hakkında ne kadar bilginiz var?	Hiç Bilgim yok	38,6
		Yeterince Bilgim var	61,4
11	Elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşümünü sağlayacak kurumlar hakkında ne kadar bilginiz var?	Hiç Bilgim yok	66,4
		Yeterince Bilgim var	33,6
12	Elektrikli ve elektronik atıklarınızı çöplerinizden ayırıyor musunuz?	Evet	36,5
		Hayır	61,0
		Boş	2,5
13	Ülkede elektrikli ve elektronik atık sorunu olduğunu düşünüyor musunuz?	Düşünüyorum	88,8
		Düşünmüyorum	8,7
		Boş	2,5

‘Elektrikli ve elektronik atıkların çevreye zararı hakkında ne kadar bilginiz var?’ sorusuyla ilgili olarak katılımcıların çoğunluğunun %61,4 orta ve daha ileri düzeyde bilgisinin olduğu %38,6’sının çok az veya hiçbir bilgisinin olmadığı görülmüştür. Buna göre bölge halkının e-atıkların çevreye olan zararı hakkında genel olarak bilgi sahibi olduğu, ancak %38,6’lık bir kesimin konu hakkında bilgilendirilme ihtiyacının olduğu söylenebilir.

‘Elektrikli ve elektronik atıkların geri dönüşümünü sağlayacak kurumlar hakkında ne kadar bilginiz var?’ sorusuyla (11.soru) ilgili olarak katılımcıların çoğunluğunun %66,4’ünün çok az bilgi sahibi olduğu veya hiçbir bilgisinin olmadığı, %33,6’sının ise orta veya iyi düzeyde bilgisinin olduğu gözlenmiştir. Buna göre bölge halkının e-atık geri dönüşüm kurumları hakkında daha yoğun bilgilendirilmeye ihtiyacı olduğu ifade edilebilir.

‘Elektrikli ve elektronik atıklarınızı çöplerinizden ayırıyor musunuz?’ sorusuyla (12.soru) ilgili katılımcıların çoğunluğunun %61 oranla e-atıklarını çöplerinden ayırmadığı, %36,5’inin ise e-atıklarını çöplerinden ayırdığı gözlenmiştir. Buna göre bölge halkının e-atıkların ayrıştırılması hakkında bilinçlendirilmesi ihtiyacı olduğu söylenebilir.

‘Ülkede elektrikli ve elektronik atık sorunu olduğunu düşünüyor musunuz?’ sorusuyla (13.soru) ilgili katılımcıların %88,8’inin ülkede e-atık sorunu olduğunu düşündüğü, %8,7’sinin ise düşünmediği tespit edilmiştir. Buna göre bölge halkının e-atık sorununun farkında olduğu söylenebilir. Bu durum gelecek açısından ümit verici olarak değerlendirilmektedir.

Katılımcıların on dördüncü soruya verdiği cevapların frekans dağılımı Tablo 15’de verilmiştir. Katılımcıların %17,4 oranla e-atık sorununun ürünlerin toplanabileceği toplama alanlarında toplanması ile çözüleceğini, %17,1 oranla geri dönüşüme önem verilerek çözülebileceğini düşünmektedir. Buna karşın en az orana sahip olan seçeneğin ise %10,6 oranı ile e-atıklar belediyelere ücret karşılığında verilmeli olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların on dördüncü sorunun diğer kısmına verdiği cevaplar ise; caydırıcı ceza verilmesiyle, cep telefonuna bilgi mesajı gönderilmesiyle ve kişilere kurumlardan bilgilendirme mesajı gönderilmesiyle çözülebileceğini düşündüğü gözlenmiştir.

Anketin on beşinci sorusunun seçeneklerine verilen cevapların frekans dağılımı Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 15. Katılımcıların 14. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No	Soru	Seçenekler	Frekans
14	Elektrikli ve elektronik atık sorununun nasıl çözüleceğini düşünüyorsunuz?	Ürünlerin toplanabileceği toplama alanları oluşturulmalı.	17,4
		Geri dönüşüme önem verilmeli.	17,1
		Belediyeler halkı bilinçlendirmeli ve eğitmeli.	15,4
		Devlet bazı yasalar çıkarmalı ve insanları teşvik etmeli.	14,6
		Kampanyalar yapılmalı.	14,0
		E-atıklar belediyelere gönüllülük esaslı verilmeli.	10,9
		E-atıklar belediyelere ücret karşılığında verilmeli.	10,6

Tablo 16. Katılımcıların 15. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No	Elektrikli ve elektronik atıkların her zaman atık toplama merkezlerine götürülmesi için sizce ne yapılması gerekir? (1=en etkisiz, 4=en etkili)				
		1	2	3	4
15	Yasal zorunluluk olmalı	19,9	19,1	13,7	38,6
	Ödül sistemi uygulanmalı	10,4	13,3	27,8	42,3
	İnsanlar bilinçlendirilmeli	7,1	11,2	15,4	62,7

Birinci ifadeye (Yasal zorunluluk olmalı.) verilen cevaplardan katılımcıların %38,6’sının yasal zorunluluk olmasıyla e-atıkların her zaman atık toplama merkezlerine götürülmesinin en etkili, %19,9’unun ise en etkisiz olacağını düşündüğü gözlenmiştir. Bu sonuçlar esas alınarak katılımcıların çoğunluğunun yasal zorunluluk olmasıyla e-atıkların her zaman atık toplama merkezlerine götürülebileceğini düşündüğü söylenebilir.

İkinci ifadeye (Ödül sistemi uygulanmalı.) verilen cevaplardan katılımcıların %42,3’ünün ödül sistemi uygulanmasıyla e-atıkların her zaman atık toplama merkezlerine

götürülmesinin en etkili, %10,4'ünün ise en etkisiz olacağını düşündüğü gözlenmiştir. Buna göre katılımcıların çoğunluğunun ödül sistemi uygulanmasıyla e-atıkların atık toplama merkezlerine götürülebileceğini düşündüğü söylenebilir.

Üçüncü ifadeye (İnsanlar bilinçlendirilmeli.) verilen cevaplardan katılımcıların %62,7'sinin insanların bilinçlendirilmesiyle e-atıkların her zaman atık toplama merkezlerine götürülmesinin en etkili, %7,1'inin ise en etkisiz olacağını düşündüğü gözlenmiştir. Katılımcıların çoğunluğunun insanların bilinçlendirilmesiyle e-atıkların atık toplama merkezlerine götürülebileceğine inandığı söylenebilir.

Anketin 15. sorusu (e-atıkların her zaman atık toplama merkezlerine götürülmesi için ne yapılmalı) için verilen cevaplar doğrultusunda anket katılımcılarının büyük çoğunluğunun insanların bilinçlendirilmesi gerektiğini düşündüğü, 2. sırada ödül sistemi uygulanmalı, 3. sırada ise yasal zorunluluk olmalı fikirlerini benimsendiği gözlenmiştir.

Anketin on altıncı sorusunun seçeneklerine verilen cevapların frekans dağılımı Tablo 17'de verilmiştir.

Anketin on altıncı sorusunun 'Yaşadığım şehirde geri dönüşüm tesisi kurulursa atıkları oraya bırakırım' ifadesine katılımcıların %70,1'inin katıldığı, %6,2'sinin ise katılmadığı gözlenmiştir. Buna göre katılımcıların çoğunluğunun yaşadıkları şehirlerde geri dönüşüm tesisi kurulursa atıkları oraya bırakacakları ifade edilebilir.

Anketin on altıncı sorusunun 'Yaşadığım mahallede geri dönüşüm konteynırları olursa atıkları oralara bırakırım' ifadesine katılımcıların %83,8'inin katıldığı, %3,7'sinin ise katılmadığı gözlenmiştir. Bu sonuçlara göre katılımcıların çoğunluğunun mahallelerinde geri dönüşüm konteynırları olursa atıkları oralara bırakacakları söylenebilir.

Tablo 17. Katılımcıların 16. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No: 16 Aşağıdaki ifadelere katılım derecenizi belirtiniz.				
	Katılmıyorum	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Katılıyorum
Yaşadığım şehirde geri dönüşüm tesisi kurulursa atıkları oraya bırakırım.	6,2	21,6	70,1	
Yaşadığım mahallede geri dönüşüm konteynırları olursa atıkları oralara bırakırım.	3,7	12,4	83,8	
E-atıklar zararlı olduğu için normal çöpe atılmamalıdır.	3,7	12,0	81,7	
E-atıklar içerisinde değerli madenler bulunmaktadır.	11,2	23,7	60,2	
E-atıklar elle parçalanarak ayrıştırılabilirler.	52,3	16,2	26,6	
Geri dönüşüm çalışmaları için ek vergi veririm.	53,1	22,8	19,1	

Anketin on altıncı sorusunun ‘E-atıklar zararlı olduğu için normal çöpe atılmamalıdır’ ifadesine katılımcıların %81,7’sinin katıldığı, %3,7’sinin ise katılmadığı gözlenmiştir. Katılımcıların çoğunluğunun e-atıkların normal çöpe atılmaması gerektiğini savunduğu söylenebilir.

Anketin on altıncı sorusunun ‘E-atıklar içerisinde değerli madenler bulunmaktadır’ ifadesine katılımcıların %60,2’sinin katıldığı, %11,2’sinin ise katılmadığı gözlenmiştir. Katılımcıların çoğunluğunun e-atıklar içerisinde değerli madenler bulunduğu ifadesine katıldıkları düşünülebilir.

Anketin on altıncı sorusunun ‘E-atıklar elle parçalanarak ayrıştırılabilirler’ ifadesine katılımcıların %26,6’sının katıldığı, %52,3’ünün ise katılmadığı gözlenmiştir. Katılımcıların çoğunluğunun e-atıkların elle parçalanarak ayrıştırılabileceği ifadesine katılmadıkları söylenebilir.

Anketin on altıncı sorusunun ‘Geri dönüşüm çalışmaları için ek vergi veririm’ ifadesine katılımcıların %19,1’inin katıldığı, %53,1’inin ise katılmadığı gözlenmiştir. Katılımcıların çoğunluğunun geri dönüşüm çalışmaları için ek vergi vermek istemedikleri söylenebilir.

Anketin on yedinci sorusunun seçeneklerine verilen cevapların frekans dağılımı Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Katılımcıların 17. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No: 17	Elektrikli ve elektronik eşyaların kullanım ömrü dolduğunda neler yapılması gerektiğini belirtir misiniz?	Frekans
	Atık ürünler toplanabileceği toplama alanlarında toplanabilir.	29,7
	Belediyeye verilir.	14,7
	Hurdacıya, eskiciye veya başka birine para karşılığı verilir.	14,3
	Aldığımız yere iade edilebilir.	14,2
	İhtiyacı olan birine verilir.	11,0
	Depolarda saklanabilir.	8,7
	Çöpe atılır.	7,4

Katılımcıların çoğunluğu %29,7 oranla e-eşyaların kullanım ömrü dolduğunda atık ürünlerin toplanabileceği toplama alanlarında toplanması gerektiğini düşünmektedir. Diğer taraftan katılımcıların %14,3’ü e-atıkların para karşılığı verilmesini isterken %7,4’ü çöpe atılmasını, %78,3’ünün ise uygun bir şekilde değerlendirilebileceği söylenebilir.

Katılımcıların on yedinci sorunun diğer kısmına verdiği cevaplar ise; ayrı olarak geri dönüşüme ayrılmalı, geri dönüşümü yapılmalı, özel şirketlere verilmeli, kurumlara telefon

açılarak aldırılmalı ve zararları reklamlarda anlatılmalı şeklinde düşüncelerinin olduğu gözlenmiştir.

Anketin on sekizinci sorusunun seçeneklerine verilen cevapların frekans dağılımı Tablo 19'da verilmiştir.

Tablo 19. Katılımcıların 18. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No: 18	Daha önce elektrikli ve elektronik eşyalarınızın kullanım ömrü dolduğunda ne yaptınız?	Frekans
	Eskiciye veya hurdacıya verdim.	22,1
	Çöpe attım.	19,6
	Evde saklıyorum.	16,9
	İhtiyacı olan birine verdim.	15,3
	Geri dönüşüm kutusuna attım.	9,1
	Takas yoluyla değişim yaptım.	5,6
	Aldığım yere geri verdim.	5,6
	Belediyeye gönüllülük esaslı olarak verdim.	2,5
	Elektrikli ve elektronik atığım olmadı.	2,0
	Belediyeye para karşılığında verdim.	1,3

Katılımcıların %32,5'inin daha önce kullanılan e-eşyaların kullanım ömrü dolduğunda para karşılığı değerlendirmiş oldukları, %19,6'sının çöpe attığı, %49,4'ünün geri dönüşüm şeklinde değerlendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcıların on sekizinci sorunun diğer kısmına verdiği cevaplar ise; bilgilendirme yapılması, geri dönüşüm kutularının artırılması, güçlü iyilik deposuna bırakılması ve e-atıkların sağlam parçalarının başka bir elektronik eşya ile değiştirilmesi gerektiğini düşündüğü gözlenmiştir.

Elektrikli ve elektronik atıklar hakkındaki farklı görüşlerin tespit edilmesi amacıyla on dokuzuncu soruya verilen cevapların frekans dağılımı Tablo 20'de verilmiştir.

Tablo 20. Katılımcıların 19. soruya verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No: 19	Elektrikli ve elektronik atıklar hakkında farklı görüşleriniz varsa lütfen belirtiniz?	Frekans
	İnsanları bilinçlendirme çalışmaları yapılmalı.	44,8
	Herkesin ulaşabileceği geri dönüşüm kutuları konulmalı.	40,4
	Zararlı oldukları için imha edilmeliler.	6,8
	Diğer	8,0

Katılımcıların %44,8'lik bir oranla e-atıklar hakkında insanların bilinçlendirilmesi gerektiğini düşünmektedir. 2012 yılında yürürlüğe giren AEEE'lerin Kontrolü Yönetmeliğinde belediyeler, e-atıkların diğer atıklardan ayrı toplanması veya toplattırılması noktasında gerekli planın yapılması ve konutlarında bu noktada bilgilendirilmesinden sorumlu tutulmuştur. Diğer sorulara verilen cevaplar incelendiğinde Belediyenin bu noktadaki sorumluluğunu henüz yerine getiremediği anlaşılmaktadır. Katılımcıların %40,4'lük oranı ise herkesin ulaşabileceği geri dönüşüm kutularının konulması gerektiğini ifade etmişlerdir. E-atık toplama noktalarının herkesin ulaşabileceği konuma konulması durumunda katılımcılar e-atıklarını buralara atacaklarını ifade etmişlerdir. Böylelikle e-atıkların toplanması kolaylaşacak ve e-atıkların çevre ve insan sağlığına olan zararlı etkileri azalacak ekonomik getirileri artacaktır.

Üçüncü bölüm anket sonuçları

Bu çalışma için hazırlanan anket sorularının üçüncü bölümünde elektrikli ve elektronik atıklar için katılımcıların davranışları üzerinde bir inceleme yapılmıştır. Yapılan bu incelemenin sonuçları izleyen paragraflarda verilmiştir.

Anketin yirminci sorusunda e-şyaların kaçınıcı kullanıcısı olduğu ve elektrikli ve elektronik eşyaların ortalama kullanım süreleri incelenmiştir. Bu incelemelerin daha kolay yapılabilmesi için çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın, buzdolabı ve derin dondurucu ürünlerini büyük ev eşyası olarak elektrikli süpürge, halı yıkama makinesi, tost ve kızartma makineleri ve televizyon ürünleri küçük ev eşyası olarak bilgisayar, cep telefonu, bilgisayar ve telefon donanımları ve elektronik oyuncaklar ise telekomünikasyon aletleri olarak gruplandırılmıştır.

Katılımcıların yirminci sorunun kaçınıcı kullanıcısı kısmına verilen cevapların frekans dağılımı Tablo 21'de verilmiştir.

Tablo 21. Katılımcıların kaçınıcı kullanıcısı sorusuna verdiği cevapların frekans dağılımı

Soru No: 20	Elektrikli ve elektronik ürünlerin kaçınıcı kullanıcısı?		
	Büyük ev eşyaları	Küçük ev eşyaları	Telekomünikasyon aletleri
1. Kullanıcı	77,3	75,6	73,2
2. Kullanıcı	11,0	9,2	7,4

Katılımcıların büyük ev eşyalarını %77,3'lük bir oranla birinci el olarak %11'lik bir oranla ise ikinci el olarak, küçük ev eşyalarını %75,6'lık bir oranla birinci el olarak %9,2'lik bir oranla ise ikinci el olarak, telekomünikasyon eşyalarını %73,2'lik bir oranla birinci el olarak %7,4'lük bir oranla ise ikinci el olarak kullanmayı tercih ettiği gözlenmiştir.

Anketin yirminci sorusunun devamında büyük ev eşyalarının ortalama kullanım süreleri Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Büyük ev eşyalarının ortalama kullanım süreleri için frekans dağılımı

Soru No: 20	Büyük ev eşyalarını ortalama olarak kullandığınız süreyi işaretleyiniz.				
	Çamaşır Makinesi	Bulaşık Makinesi	Fırın	Buzdolabı	Derin Dondurucu
3 yıldan az	14,9	16,2	14,5	11,2	18,7
3-5 yıl	17,0	15,8	14,9	14,5	14,1
6-8 yıl	24,1	27,8	29,5	27,8	24,1
9-11 yıl	18,3	13,7	16,2	19,5	11,2
11 yıldan fazla	19,5	17,4	15,4	20,7	7,5

Katılımcıların %24,1’inin çamaşır makinesini ortalama 6 ve 8 yıl aralığında kullandıkları ve en düşük oranın ise %14,9 ile 3 yıldan az kullanım olduğu, diğer oranların birbirine yakın olduğu gözlenmiştir

Katılımcıların %24,1’inin bulaşık makinesini ortalama 6 ve 8 yıl aralığında kullandığını ve en düşük oranın ise %13,7 ile 9 ve 11 yıl arasında kullanım olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %29,5’inin fırını ortalama 6 ve 8 yıl aralığında kullandıkları ve en düşük oranın ise %14,5 ile 3 yıldan az kullanım olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %27,8’inin buzdolabını ortalama 6 ve 8 yıl aralığında kullandıkları ve en düşük oranın ise %11,2 ile 3 yıldan az kullanım olduğu tespit edilmiştir.

Katılımcıların %24,1’inin derin dondurucuyu ortalama 6 ve 8 yıl aralığında kullandıkları ve en düşük oranın ise %7,5 ile 11 yıldan fazla kullanım olduğu gözlenmiştir.

Anketin yirminci sorusunun devamında küçük ev eşyalarının ortalama kullanım süreleri Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Küçük ev eşyalarının ortalama kullanım süreleri için frekans dağılımı

Soru No: 20	Küçük ev eşyalarını ortalama olarak kullandığınız süreyi işaretleyiniz.			
	Elektrikli Süpürge	Halı Yıkama Makinesi	Tost ve Kızartma Makinesi	Televizyon
3 yıldan az	24,5	13,3	25,7	19,1
3-5 yıl	20,3	17,8	21,2	19,9
6-8 yıl	21,2	13,3	19,1	25,37
9-11 yıl	11,6	10,0	15,4	17,4
11 yıldan fazla	14,5	10,9	7,9	14,1

Katılımcıların %24,5'inin elektrikli süpürgeyi 3 yıldan az kullandıkları ve en düşük oranın ise %11,6 ile 9 ve 11 yıl arasında kullanım olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %17,8'inin halı yıkama makinesini 3 ve 5 yıl arasında kullandıkları ve en düşük oranın ise %10 ile 9 ve 11 yıl arasında kullanım olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %25,7'sinin tost ve kızartma makinesini 3 yıldan az kullandıkları ve en düşük oranın ise %7,9 ile 11 yıldan fazla kullanım olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %25,37'sinin televizyonu ortalama 6 ve 8 yıl aralığında kullandıkları ve en düşük oranın ise %14,1 ile 11 yıldan fazla kullanım olduğu gözlenmiştir.

Anketin yirminci sorusunun devamında telekomünikasyon aletlerinin ortalama kullanım süreleri Tablo 24'da verilmiştir.

Tablo 24. Telekomünikasyon aletlerinin ortalama kullanım süreleri için frekans dağılımı

Soru No: 20	Telekomünikasyon aletlerini ortalama olarak kullandığınız süreyi işaretleyiniz.			
	Bilgisayar	Cep telefonu	Bilgisayar, Telefon Donanımları	Elektronik Oyuncaklar
3 yıldan az	22,8	39,8	31,1	32,8
3-5 yıl	24,9	30,3	27,8	11,2
6-8 yıl	19,5	13,3	7,5	7,9
9-11 yıl	11,2	5,0	9,1	2,9
11 yıldan fazla	7,1	7,1	7,1	4,1

Katılımcıların %24,9'unun bilgisayarı ortalama 3 ve 5 yıl aralığında kullandıkları ve en düşük oranın ise %7,1 ile 11 yıldan fazla kullanım olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %39,8'inin cep telefonunu 3 yıldan az kullandıkları ve en az kullanım süresinin ise %5 oranla 9 ve 11 yıl aralığında olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %31,1'inin bilgisayar, telefon donanımlarını 3 yıldan az kullandıkları ve en düşük oranın ise %7,1 ile 11 yıldan fazla kullanım olduğu gözlenmiştir.

Katılımcıların %32,8'inin elektronik oyuncakları 3 yıldan az kullandıkları ve en az kullanım süresinin ise %2,9 oranla 9 ve 11 yıl aralığında olduğu gözlenmiştir.

Anketin yirmi birinci sorusunda katılımcılar tarafından elektrikli ve elektronik eşyaların ömrü tamamlandıktan sonra nasıl değerlendirildiği sorulmuştur. 21. soruya verilen cevapların frekans dağılımı büyük ev eşyaları, küçük ev eşyaları ve telekomünikasyon aletleri için Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 25. E-eşyaların kullanım ömrü tamamlandıktan sonra nasıl değerlendirildiğine ilişkin frekans dağılımı

Soru No: 21	Elektrikli ve elektronik eşyalarınızı kullanım ömrü tamamlandıktan sonra nasıl değerlendiriyorsunuz?	Büyük ev eşyaları	Küçük ev eşyaları	Telekomünikasyon aletleri
		Başka birine verdim	46,9	26,3
Depoda saklıyorum	33,3	23,9	42,7	
Geri dönüşüme verdim	35,4	33,3	31,3	
Çöpe attım	35,5	36,1	28,4	

Katılımcılar büyük ev eşyalarını %46,9, telekomünikasyon eşyalarını %26,8 ve küçük ev eşyalarını ise %26,3'lük bir oranla başka birine vererek değerlendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcılar telekomünikasyon eşyalarını %42,7, büyük ev eşyalarını %33,3 ve küçük ev eşyalarını ise %23,9'luk bir oranla depoda saklayarak değerlendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcılar büyük ev eşyalarını %35,4, küçük ev eşyalarını %33,3 ve telekomünikasyon eşyalarını ise %31,3'lük bir oranla geri dönüşüme vererek değerlendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcılar küçük ev eşyalarını %36,1, büyük ev eşyalarını %35,5 ve telekomünikasyon eşyalarını ise %28,4'lük bir oranla çöpe atarak değerlendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcıların, e-eşyaların kullanım ömrü tamamlandıktan sonra diğer çözüm yöntemleri için verdiği cevaplar ise eskici veya hurdacıya verdikleri, sakladıkları, tekrar kullandıkları ve aldıkları yere iade ettikleri şeklindedir.

Katılımcılara yöneltilen e-eşyaların kullanım ömrü tamamlandıktan sonra nasıl değerlendirildiği sorusuna verilen cevapların çoğunluğunu başka birine verdim seçeneği oluşturmaktadır. Buradan anlaşılmaktadır ki insanlar genel olarak e-atıklarını başka birine vererek değerlendirmektedirler.

Anketin yirmi ikinci sorusunda katılımcıların depoladığı elektrikli ve elektronik eşyaları ne kadar süre depoda tuttukları sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevapların frekans dağılımı büyük ev eşyaları, küçük ev eşyaları ve telekomünikasyon aletleri için incelenmiştir.

Katılımcıların depoladığı büyük ev eşyalarını ne kadar süre depoda tuttuklarının frekans dağılımı Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Büyük ev eşyalarının depoda ortalama tutulma süreleri için frekans dağılımı

Soru No: 22	Büyük ev eşyalarını ortalama olarak depoladığınız süreyi işaretleyiniz.					
		Çamaşır Makinesi	Bulaşık Makinesi	Fırın	Buzdolabı	Derin Dondurucu
	1 yıldan az	24,9	24,1	22,8	23,2	22,8
	1-3 yıl	12,0	7,5	6,2	6,2	5,0
	4-6 yıl	4,1	2,9	4,1	5,4	2,9
	6 yıldan fazla	2,5	2,9	1,2	2,9	4,6

Katılımcıların çoğunluğunun kullanmadıkları büyük ev eşyalarını 1 yıldan az süreyle depoda sakladığı gözlenmiştir.

Katılımcıların depoladığı küçük ev eşyalarını ne kadar süre depoda tuttuklarının frekans dağılımı Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Küçük ev eşyalarının depoda ortalama tutulma süreleri için frekans dağılımı

Soru No: 22	Küçük ev eşyalarını ortalama olarak depoladığınız süreyi işaretleyiniz.				
		Elektrikli Süpürge	Halı Yıkama Makinesi	Tost ve Televizyon Kızartma Makinesi	
	1 yıldan az	21,6	21,6	24,1	22,8
	1-3 yıl	7,1	6,6	6,6	11,2
	4-6 yıl	4,1	2,9	2,1	3,7
	6 yıldan fazla	3,3	1,7	3,3	2,5

Katılımcıların çoğunluğunun kullanmadıkları küçük ev eşyalarını 1 yıldan az süreyle depoladığı gözlenmiştir.

Katılımcıların depoladığı telekomünikasyon aletlerini ne kadar süre depoda tuttuklarının frekans dağılımı Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Telekomünikasyon aletlerinin depoda ortalama tutulma süreleri için frekans dağılımı

Soru No: 22	Telekomünikasyon aletlerini ortalama olarak depoladığınız süreyi işaretleyiniz.				
		Bilgisayar	Cep Telefonu	Bilgisayar, Telefon Donanımları	Elektronik Oyuncaklar
	1 yıldan az	23,2	24,9	24,9	23,7
	1-3 yıl	12,4	12,4	7,1	4,6
	4-6 yıl	4,1	8,7	4,1	2,1
	6 yıldan fazla	4,1	3,7	2,5	2,1

Katılımcıların çoğunluğunun kullanmadıkları telekomünikasyon aletlerini 1 yıldan az süreyle depoladığı gözlenmiştir.

Anketin yirmi üçüncü sorusunda katılımcılar tarafından elektrikli ve elektronik eşyaları beklettikten sonra ne yapıldığı sorulmuştur. Bu soruya verilen cevaplardan büyük ev eşyaları, küçük ev eşyaları ve telekomünikasyon aletleri için frekans dağılımı Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Depolanan e-eşyaların bekletildikten sonra nasıl değerlendirildiğinin frekans dağılımı

Soru No: 23	Depoladığınız elektrikli ve elektronik eşyaları beklettikten sonra ne yapıyorsunuz?			
		Büyük ev eşyaları	Küçük ev eşyaları	Telekomünikasyon aletleri
	Başka birine verdim	39,3	24,9	35,8
	Geri dönüşüme verdim	50,9	23,3	25,9
	Çöpe attım	34,8	35,6	29,6

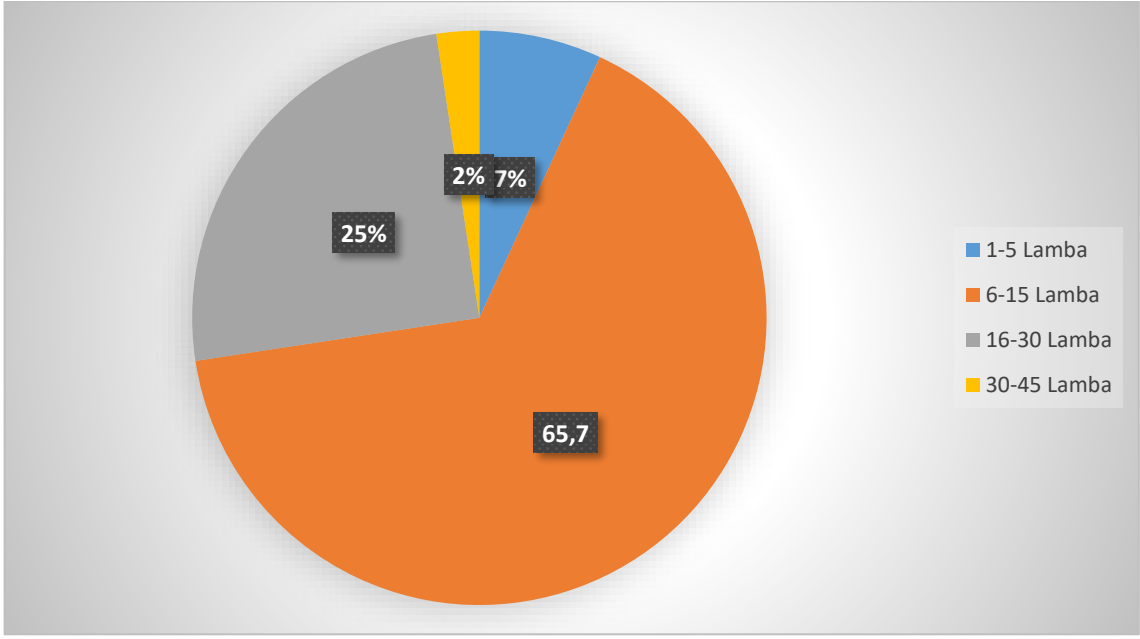
Katılımcıların depoladıkları e-eşyalardan büyük ev eşyalarını %39,3, telekomünikasyon eşyalarını %35,8 ve küçük ev eşyalarını ise %24,9’luk bir oranla başka birine vererek değerlendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcıların depoladıkları e-eşyalardan büyük ev eşyalarını %50,9, telekomünikasyon eşyalarını %25,9 ve küçük ev eşyalarını ise %25,9’luk bir oranla geri dönüşüme vererek değerlendirdiği gözlenmiştir.

Katılımcıların depoladıkları e-eşyalardan küçük ev eşyalarını %35,6, büyük ev eşyalarını %34,8 ve telekomünikasyon eşyalarını ise %29,6’lık bir oranla çöpe attıkları gözlenmiştir.

Katılımcıların yirmi üçüncü sorunun diğer kısmına verdikleri cevaplar ise; e-atıklarını beklettikten sonra eskici veya hurdacıya verdiklerini, aldıkları yere iade ettiklerini ve depoda bekletmeyip tekrar kullandıkları biçiminde özetlenebilir.

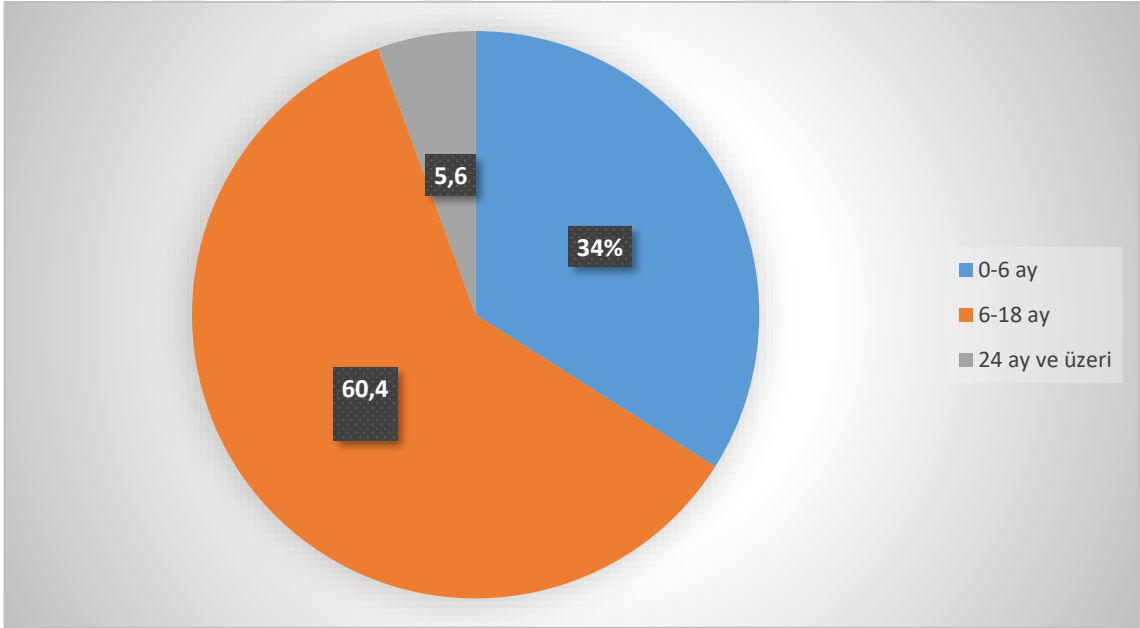
Katılımcılara yöneltilen 24. sorunun (kullandığınız aydınlatma gereçleri için aşağıdaki soruları yanıtlayınız) ilk kısmında evinizde kaç adet lamba var sorusu için verilen cevapların frekans dağılımı Şekil 6’da verilmiştir.



Şekil 6. Katılımcıların evlerindeki lamba sayısı frekans dağılımı

Katılımcıların çoğunluğunun %65,7 oranla evlerindeki lamba sayısının 6-15 arası lamba kullandığı ve en düşük oranın ise %2,4 ile 30 üzerinde lamba kullandığı gözlenmiştir.

İkinci kısımdaki lambalarınızın değişim sıklığı nedir sorusu için verilen cevapların frekans dağılımı Şekil 7’de verilmiştir.



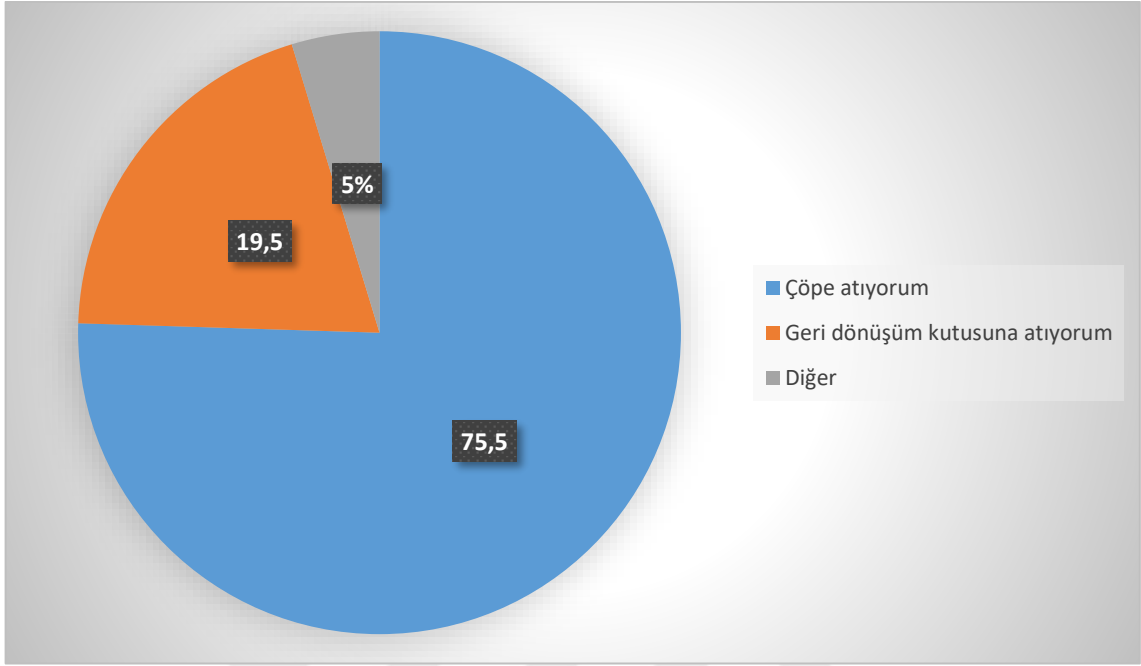
Şekil 7. Katılımcıların lambalarını değişim sıklığı frekans dağılımı

Katılımcıların çoğunluğunun %60,4 oranla lamba değişim sıklığının 6-18 ay olduğu ve en düşük oranın ise %5,6 oranla lamba değişim sıklığının 24 ay ve üzerinde olduğu gözlenmiştir.

Üçüncü kısımdaki lamba alırken çevresel boyutu sebebiyle LED lamba veya floresan lamba tercihiniz sorusu için verilen cevaplar doğrultusunda katılımcıların %50,6’sı LED

lambayı tercih ederken %47,3'ü floresan lambayı tercih etmiştir.

Dördüncü kısımdaki lambalarınızın kullanım ömrü dolunca ne yapıyorsunuz sorusu için verilen cevapların frekans dağılımı Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 8. Katılımcıların kullanım ömrü dolan lambalara ne yaptıklarına ilişkin frekans dağılımı

Katılımcıların çoğunluğunun %75,5 oranla lambaların ömrü dolduğunda çöpe attığı, sadece %19,5'inin geri dönüşüm kutularına attığı gözlenmiştir. Katılımcıların %5 oranla ekonomik lambalarla değiştirdiği, ömrü dolan lambalarının garanti kapsamında olduğu ve depoda sakladıkları gözlenmiştir. Lambaların bu kadar yüksek bir oranla diğer atıklarla beraber çöpe atılmasının nedenleri arasında insanların yeterince bilgili olmayışı ve gerekli geri dönüşüm önlemlerinin alınmadığı düşünülmektedir.

Katılımcıların 25. soruya ve 25. soruya bağlı olan 26. 27. ve 28. sorulara verdikleri cevaplar doğrultusunda katılımcıların çoğunluğunun %90 oranla e-şyaları daha önce hiç geri dönüşüme vermedikleri, sadece %9,5'inin e-şyalarını geri dönüşüme verdiği gözlenmiştir. Bunun nedeni ise Erzurum ili içerisinde herhangi bir e-atık toplama merkezinin olmayışı olarak açıklanabilir.

Anket verilerimizin değerlendirilmesi sonucunda Yakutiye Belediyesi e-atık miktarının tahmini için, e-şyaların kullanım ömürleri Gelir İdaresi Başkanlığı 'Amortisman Oranları' verilerinden alınmıştır. E-şyaların ağırlıkları ise piyasada önemli bir paya sahip olan e-şya üreticisi Arçelik, Beko ve Siemens firmalarının ürün ağırlıklarının ortalaması alınarak belirlenmiştir. Buralardan elde edilen veriler doğrultusunda e-şyaların kullanım ömürleri ve ürün ağırlıkları Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. E-şyaların kullanım ömürleri ve ürün ağırlıkları

E-şyalar	Kullanım Ömrü (yıl)	Ürün Ağırlığı (kg)
Çamaşır Makinesi	10	80
Bulaşık Makinesi	10	80
Fırın	10	43
Buzdolabı	10	80
Derin Dondurucu	10	58
Elektrikli Süpürge	8	13
Halı Yıkama Makinesi	7	15
Tost ve Kızartma Makineleri	10	5
Televizyon	4	40
Bilgisayar	4	5
Cep Telefonu	3	1
Bilgisayar, Telefon Donanımları	4	1
Elektronik Oyuncaklar	5	3

Bu veriler doğrultusunda Yakutiye Belediyesine bağlı 8 mahallenin yıllara göre e-atık miktarının tahminleri yapılmaya çalışılmıştır. Yakutiye Belediyesine bağlı en kalabalık ilçe olan Şükrüpaşa Mahallesi'nin 2020 e-atık tahmin hesabı şu şekilde yapılmıştır:

- Ankete Şükrüpaşa Mahallesinde oturan katılımcıların, 2020 yılında kullanım ömrünü tamamlayacak e-şyalarının miktarları ve e-şyaların ağırlıkları ile çarpılması durumunda elde edilen toplam e-atık miktarı Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Şükrüpaşa mahallesi anket katılımcılarının e-atık miktarı tahmini

E-şyalar	E-şya Sayısı	Ürün Ağırlığı (kg)	E-atık Miktarı (kg)
Çamaşır Makinesi	6	80	6*80=480
Bulaşık Makinesi	4	80	4*80=320
Fırın	6	43	6*43=258
Buzdolabı	7	80	7*80=560
Derin Dondurucu	2	58	2*58=116
Elektrikli Süpürge	11	13	11*13=143
Halı Yıkama Makinesi	1	15	1*15=15
Tost ve Kızartma Makineleri	28	5	28*5=140
Televizyon	23	40	23*40=920
Bilgisayar	5	5	5*5=25
Cep Telefonu	96	1	96*1=96
Bilgisayar, Telefon Donanımları	25	1	25*1=25
Elektronik Oyuncaklar	19	3	19*3=57
		Toplam	3155 kg

- Ankete Şükrüpaşa Mahallesindeki 50 katılımcının aile bireylerinin sayıları toplandığında e-eşya kullanıcı sayısı 200 kişi olarak belirlenmiştir.
- 200 kişinin oluşturduğu 3155 kg'lık e-atık miktarı Şükrüpaşa Mahallesinin toplam nüfusu olan 37.383 kişiye doğru orantı uygulandığında zaman toplam e-atık miktarı 589,72 ton olarak bulunmuştur.
- 2022 ve sonraki yıllara ait e-atık miktarları ise kullanım süresini bu yıllarda tamamlayacak olan eşyaların miktarı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Nüfus artış hızı, alım gücünün artması azalması gibi etkenlerinde dikkate alındığı başka senaryolar düşünülerek diğer yılların e-atık miktarı tahmin edilebilir.

Şükrüpaşa Mahallesi için uygulanan işlemler Yakutiye Belediyesine bağlı diğer 7 mahalleye de uygulanmış ve toplam e-atık miktarları belirlenmiştir. Yakutiye Belediyesine bağlı 8 mahallenin yıllara göre e-atık miktarının tahminleri Tablo 32'de verilmiştir.

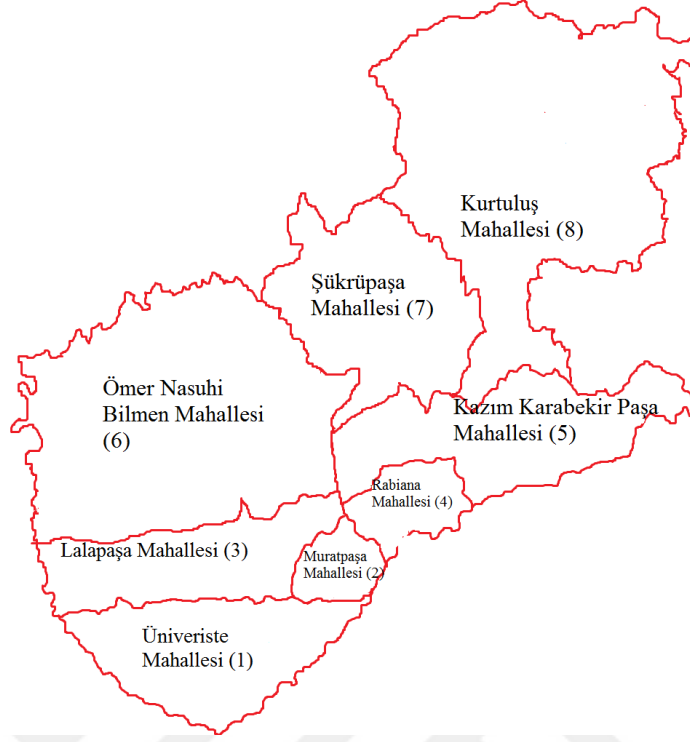
Tablo 32. Erzurum Yakutiye Belediyesi mahallelerinden çıkan toplam e-atık tahminleri (ton)

Mahalle adı	2020	2022	2024	2026	2028	Toplam
Şükrüpaşa	589,72	594,5	610,23	620,95	632,52	3047,92
Kurtuluş	435,36	442,7	458,95	479,25	493,35	2309,61
Lalapaşa	420,45	435,48	444,59	460,23	480,7	2241,45
Ömer Nasuhi Bilmen	385,26	392,35	404,35	408,45	417,45	2007,86
Rabiana	209,35	214,86	226	242,15	253	1145,36
Üniversite	181,32	194,25	200,5	211,26	227,7	1015,03
Muratpaşa	163,25	174,59	181,32	194,54	202,4	916,1
Kazım Karabekir Paşa	145,3	156,52	161,25	175,39	189,75	828,21
Toplam						13511,54

Elektrikli ve Elektronik Atık Toplama Noktalarının Belirlenmesi

Çalışmanın bu kısmındaki amaç Erzurum Yakutiye Belediyesine bağlı bulunan 44 mahalleden nüfusu 3000'in üzerinde bulunan 8 mahallenin sadece komşuluk ilişkilerinin dikkate alınarak kurulacak minimum sayıdaki e-atık toplama noktalarının küme örtme problemi yöntemi ile belirlenmesidir.

Mahallenin komşuluk ilişkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için 8 mahallenin haritası Şekil 9'de, komşuluk ilişkileri matrisi ise Tablo 33'de verilmiştir.



Şekil 9. Yakutiye Belediyesi mahalle haritası

Tablo 33. Yakutiye Belediyesi mahalleleri komşuluk ilişkileri matrisi

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	0	0	0	0
3	1	1	1	1	1	1	0	0
4	0	1	1	1	1	0	0	0
5	0	0	1	1	1	1	1	1
6	0	0	1	0	1	1	1	0
7	0	0	0	0	1	1	1	1
8	0	0	0	0	1	0	1	1

Anket verilerinden elde edilen her bir mahallenin atık miktarı tahminleri, Yakutiye Belediyesi için toplam atık miktarına bölünerek komşu mahallelerin katsayıları belirlenmiştir. Küme örtme problemi için kurulan matematiksel modelin amaç fonksiyonu enküçükleme olduğu için e-atık miktarının fazla olduğu mahallelerin katsayılarını azaltabilmek amacıyla bulunan bu katsayıların çarpma işlemine göre tersi alınarak amaç fonksiyonunun katsayısı belirlenmiştir. Bu işlemler Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34. Amaç fonksiyonu katsayıları

Mahalleler	Mahalle atık miktarı	Mahalle atık miktarı ÷ Toplam atık miktarı	Amaç fonksiyonu katsayısı
Şükrüpaşa (x_7)	3047,92	$3047,92 \div 13511,54 = 0,226$	$1 \div 0,226 = 4,425$
Kurtuluş (x_8)	2309,61	$2309,61 \div 13511,54 = 0,171$	$1 \div 0,171 = 5,848$
Lalapaşa (x_3)	2241,45	$2241,45 \div 13511,54 = 0,166$	$1 \div 0,166 = 6,024$
Ömer Nasuhi Bilmen (x_6)	2007,86	$2007,86 \div 13511,54 = 0,149$	$1 \div 0,149 = 6,711$
Rabiana (x_4)	1145,36	$1145,36 \div 13511,54 = 0,085$	$1 \div 0,085 = 11,765$
Üniversite (x_1)	1015,03	$1015,03 \div 13511,54 = 0,075$	$1 \div 0,075 = 13,333$
Muratpaşa (x_2)	916,1	$916,1 \div 13511,54 = 0,068$	$1 \div 0,068 = 14,706$
Kazım Karabekir Paşa (x_5)	828,21	$828,21 \div 13511,54 = 0,061$	$1 \div 0,061 = 16,393$

Elde edilen bilgiler doğrultusunda, mahallelerin komşuluk ilişkilerinin dikkate alınarak oluşturulan küme örtme problemi için kullanılan matematiksel model aşağıdaki gibidir:

Amaç fonksiyonu

$$\text{Enk } Z = \sum_{j=1}^8 13,333x_1 + 14,706x_2 + 6,024x_3 + 11,765x_4 + 16,393x_5 + 6,711x_6 + 4,425x_7 + 5,848x_8 \quad (4,1)$$

Kısıtlar altında

$$x_1 + x_2 + x_3 \geq 1 \quad (\text{Üniversite Mahallesi}) \quad (4,2)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 1 \quad (\text{Muratpaşa Mahallesi}) \quad (4,3)$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 1 \quad (\text{Lalapaşa Mahallesi}) \quad (4,4)$$

$$x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 1 \quad (\text{Rabiana Mahallesi}) \quad (4,5)$$

$$x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq 1 \quad (\text{Kazım Karabekir Paşa Mahallesi}) \quad (4,6)$$

$$x_3 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 1 \quad (\text{Ömer Nasuhi Bilmen Mahallesi}) \quad (4,7)$$

$$x_5 + x_6 + x_7 + x_8 \geq 1 \quad (\text{Şükrüpaşa Mahallesi}) \quad (4,8)$$

$$x_5 + x_7 + x_8 \geq 1 \quad (\text{Kurtuluş Mahallesi}) \quad (4,9)$$

$$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8 \in \{0, 1\}$$

Amaç fonksiyonu denklemi ile değerlendirmeye alınan Yakutiye Belediyesine bağlı 8 mahallede en az sayıda toplama noktasının belirlenmesi gerektiğinin hedeflendiği ifade edilmiştir. İlk sekiz kısıt ile Yakutiye Belediyesine bağlı herhangi bir i mahallesine komşu olan

en az bir mahalleye toplama noktası bulunmasının gerektiğini ifade etmektedir. Dokuzuncu kısıt ile de değişken değerlerinin 0 veya 1 değerlerini alabileceği ifade edilmiştir.

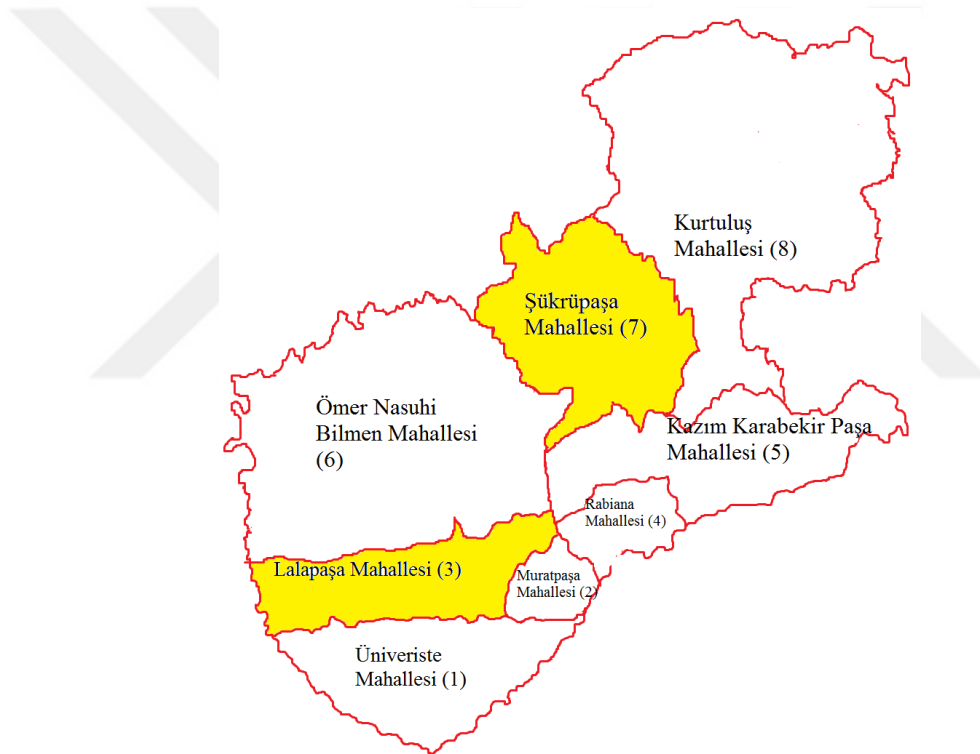
Küme örtme probleminde Yakutiye Belediyesi mahallelerinden dikkate alınan 8 mahalle için çözülen problem küçük boyutlu olduğu için CPLEX yazılımında kolaylıkla çözümlenmiştir.

En iyi çözüm;

$$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 1, x_4 = 0, x_5 = 0, x_6 = 0, x_7 = 1, x_8 = 0$$

Enk Z=10449

Bu sonuca göre toplama noktalarının kurulacağı mahalleler Şükrüpaşa ve Lalapaşa mahalleleri olmuştur. E-atık toplama kutularının konulacağı yerler ise Şekil 10'de verilmiştir.

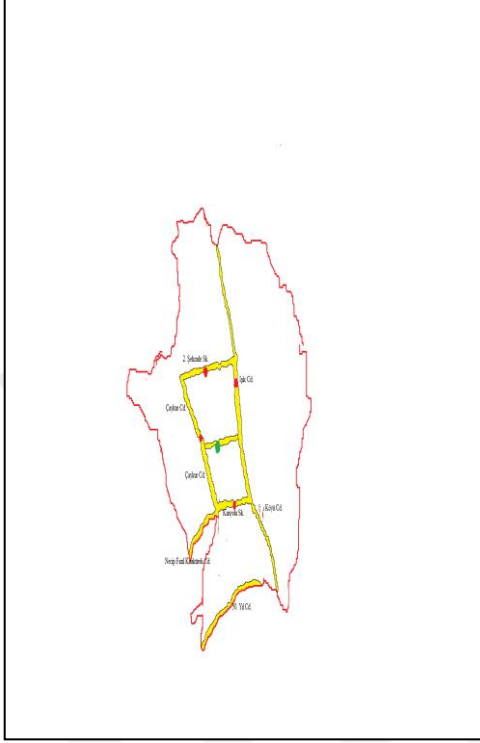


Şekil 10. E-atık toplama kutuları konulan Yakutiye Belediyesi mahalleleri

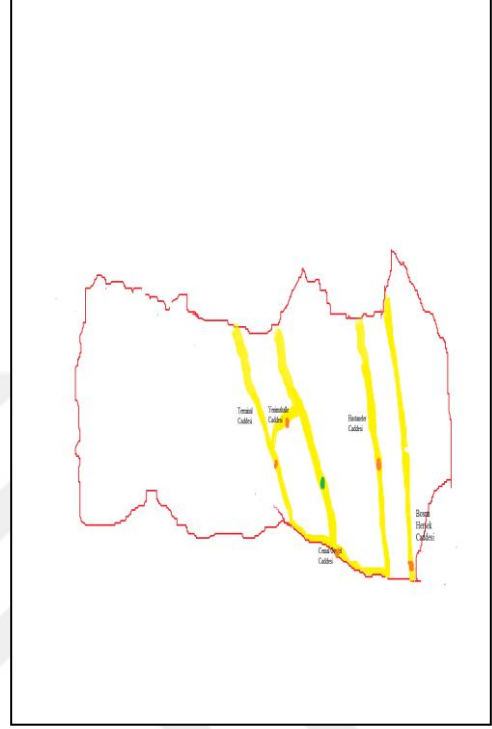
Çalışmanın bu kısmında toplama noktalarının konulması gereken Şükrüpaşa ve Lalapaşa mahalleleri için toplama kutularının nerelere konulacağı belirlenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılarak mahallede bulunan ana yolların kesişimleri belirlenmiştir. Daha sonra ise bu ana yolların orta noktaları belirlenmiştir. Mahallenin orta noktasına yakın ana yolların orta noktaları dikkate alınarak belirlenen yolun orta noktası e-atık toplama kutusu için potansiyel nokta olarak belirlenmiştir.

E-atık toplama kutusunun potansiyel yeri Şükrüpaşa Mahallesi için Şekil 11'da, Lalapaşa Mahallesi için Şekil 12'de verilmiştir. Şekillerde mahallenin sınırları kırmızı çizgiler

ile mahalleden geçen ana yollar ise sarı çizgiler ile verilmiştir. Kırmızı noktalar ana yolların orta noktasını gösterirken, yeşil nokta ise o mahallenin orta noktasına yakın olan ana yolların orta noktasını ifade etmektedir. Bu nokta ise bizim potansiyel e-atık toplama kutumuzu göstermektedir.



Şekil 11. Şükrüpaşa Mahallesi için potansiyel e-atık toplama kutu noktası



Şekil 12. Lalapaşa Mahallesi için potansiyel e-atık toplama kutu noktası

SONUÇ ve ÖNERİLER

E-atık yönetim politikalarının doğru belirlenmesi ve uygulanması Türkiye’de ve dünyada ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Doğru uygulanan politika sayesinde e-atıkların çevre ve insan sağlığına olan etkileri azaltılarak aynı zamanda ülke ekonomisi için de ciddi bir kaynak teşkil etmektedir. E-atık politikalarının belirlenmesinde en önemli sorun e-atıkların toplanabilmesidir. E-atık miktarının doğru tahmin edilmesi ve e-atık toplama noktalarının nerelerde olması gerektiği ülkeler için ciddi problem haline dönüşmektedir. Bu doğrultuda hareket edildiğinde Erzurum’daki hiçbir belediye e-atık verisi belirlememiş ve e-atık toplama noktası çalışmasında bulunmamıştır. Bu boşluktan dolayı Erzurum Yakutiye Belediyesi için bu çalışma yapılmıştır.

Çalışmada Erzurum Yakutiye Belediyesi, e-eşya kullanıcı davranışları ve e-atık miktarının tahmin edilebilmesi anket tekniği kullanılmıştır. Anket soruları uzman görüşleri doğrultusunda hazırlanmıştır. Yapılan anket çalışması doğrultusunda halkın e-atık tanımı ve çeşitleri noktasında daha fazla bilgilendirmeye ihtiyacı olduğu belirlenmiştir. Genel olarak insanların cep telefonu, bilgisayar ve televizyonları e-atık kategorisinde değerlendirdiği görülmüştür. Sürekli yeni modellerin çıkmasıyla kullanım ömrünü tamamlamadan değiştirilen cep telefonları ciddi bir e-atık potansiyeli oluşturmaktadır.

Anket uygulaması ile elde edilen veriler ışığında, Yakutiye Belediyesi mahallelerinin yıllara göre kullanım ömrünü tamamlayan e-eşyaları belirlenmiştir. E-eşyalar ağırlıkları ile çarpılarak Yakutiye Belediyesi mahalleleri için e-atık tahmininde bulunulmuştur.

Yakutiye Belediyesi mahallelerinin e-atıklarının toplanabilmesi için toplama noktalarının hangi mahallelere konumlandırılması gerektiği incelenmiştir. Problem, yer seçimi yöntemlerinden küme örtme problemi olarak ele alınmıştır. Problemin amaç fonksiyonunun katsayıları e-atık miktarı fazla olan mahallelere öncelik verilmesi hedeflenerek oluşturulmuştur. Mahallelerin komşuluk ilişkisi dikkate alınarak en az sayıda toplama noktası belirlenmeye çalışıldığından Erzurum Yakutiye Belediyesi için toplama noktalarının Şükrüpaşa ve Lalapaşa mahallelerine kurulmasının yeterli olacağı sonucuna varılmıştır.

Yapılan bu çalışmalar sonucunda Erzurum Yakutiye Belediyesi için e-atık tahmini ve toplama noktalarının belirlenmesi bilimsel olarak çözümlenmiştir. Yapılan bu çalışma Erzurum Yakutiye Belediyesi için bir ilk niteliğindedir. Çalışmanın kapsamı dışında, buradaki anket

alışmasını diğer illerdeki belediyeler de kendi sorumluluğundaki mahallelere rahatlıkla uygulayabilirler. Fakat unutulmamalıdır ki, her ilin gelişmişlik seviyesi farklıdır ve alınan sonuçlar ilgili belediye sınırları içinde değerlendirilmelidir. E-atık toplama noktasının belirlenmesinde kullanılan küme örtme yönteminde kullanılan matematiksel modelde amaç fonksiyonu katsayıları ile kısıtları o belediyenin hedefleri doğrultusunda yeni bir modelde oluşturulabilir.

Bu çalışmanın anket uygulamasında e-eşya kategorisindeki her gruptan belli başlı eşyalar dikkate alınarak yapılmıştır. Daha detaylı bir çalışma yapılmak istenirse, e-eşya kategorisindeki eşya miktarı artırılarak daha kapsamlı sonuçlar elde edilebilir.

Çalışmada e-atık toplama noktalarının belirlenmesi çalışması yapılmıştır. Bunun yanında e-atıkların nasıl toplanması gerektiği üzerine de bir çalışma yapılabilir. Büyük e-eşyaların evden alınması ya da e-eşyaların belirli özelliklerine göre gruplandırılarak toplanması çalışmaları yapılabilir. E-eşya üreticileri ile tüketicileri bir araya getirilerek kampanya çalışmaları yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Aktaş, E., Özaydın, Ö., Ulengin, F., Önsel, Ş., ve Ağaran, B., 2011, İstanbul'da itfaiye istasyonu yerlerinin seçimi için bir model, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 22(4), 2-12.
- Aydın, Ö., 2009. Bulanık AHP ile Ankara için hastane yer seçimi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 87-104.
- Ayöperken, E., ve Ermiş, M., 2011. İnsansız Hava Araçları için Üs Konumlarının Kapsama Alanı Problemi Olarak Modellenmesi ve Eniyilenmesi. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 5(1), 67-71.
- Baldé, C.P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, p., 2017. The Global E-waste Monitor – 2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) and International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.
- Ballı, H., 2004. Bulanık doğrusal programlama modeli ile bir kamu kurumu için tesis yeri seçimi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Akara.
- Bayraktar, D., 2015. Evciler E-Atık ve Geri Dönüşüm. *Elektronik Atık Geri Dönüşümü ve Önemi*. <http://www.evcilerkimya.com/pubmed/22121843> (10.06.2019).
- Borthakur, A., and Govind, M., 2017. Emerging trends in consumers' E-waste disposal behaviour and awareness: A worldwide overview with special focus on India. *Resources Conservation and Recycling*, 117, 102-113.
- Chung, S. S., Lau, K. Y., and Zhang, C., 2011. Generation of and control measures for, e-waste in Hong Kong. *Waste management*, 31(3), 544-554.
- Çağlar, A., 2016. Türkiye ölçeğinde hizmet vermeyi planlayan ortak sağlık güvenlik biriminin şube yerlerinin küme örtme yaklaşımı ile belirlenmesi. *Social Sciences*, 11(2), 150-172.
- Çatay, B., 2011. İstanbul'da İtfaiye İstasyonu Yer Seçiminde Risk Faktörüne Dayalı Bir Çoklu Kapsama Yaklaşımı. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 22(2), 33-44.
- Daskin, M. S., 2008. What you should know about location modeling. *Naval Research Logistics*, 55(4), 283-294.
- Dwivedy, M., and Mittal, R. K., 2010. Estimation of future outflows of e-waste in India. *Waste Management*, 30(3), 483-491.
- Eiselt, H. A., and Marianov, V., 2011. *Foundations of location analysis*. Springer Science and Business Media, 510, New York.
- Ergün, S., 2004. Küme Örtüleme Yöntemi. *Verimlilik Dergisi*, 4.
- Forti, V., Baldé, C.P., Kuehr, R., 2018. *E-waste Statistics Guidelines on Classification, Reporting and Indicators*, United Nations University (UNU).
- Gazete, R., 2012. Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, Ankara, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16159&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> (15.04.2020).
- Gözaydın, O., ve Can, T., 2013. Deprem Yardım İstasyonları için Lojistik Merkezi Seçimi: Türkiye Örneği. *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6(2), 17-31.
- Gu, F., Ma, B., Guo, J., Summers, P. A., and Hall, P., 2017. Internet of things and Big Data as potential solutions to the problems in waste electrical and electronic equipment management: An exploratory study. *Waste Management*, 68, 434-448.
- Güngör, İ., ve Eroğlu, A., 1997. Küme örtüleme problemi ve bir uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(2).
- Ha, N. N., Agusa, T., Ramu, K., Tu, N. P. C., Murata, S., Bulbule, K. A., Parthasaraty, P., Takahashi, S., Subramanian, A., and Tanabe, S., 2009. Contamination by trace elements at e-waste recycling sites in Bangalore, India. *Chemosphere*, 76(1), 9-15.

- Hobikoğlu, E. H., ve Özdemir, Z., (2013) Elektrikli ve Elektronik Atıkların Geri Dönüşümünde Tüketici Davranışları: İstanbul Örneği, International Conference on Eurasian Economies.
- Houston, A., 2004. Anket Hazırlama Kılavuzu, İstanbul, [http://www.istatistikmerkezi.com/\(15.08.019\)](http://www.istatistikmerkezi.com/(15.08.019)).
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., Timur, S., 2003. Metallerin Çevresel Etkileri. I. Metalurji Dergisi, 136, 47-53.
- Kara, A., 2014. Ağ Ömrünü En Büyükleme Amaçlı Küme Kapsama Problemleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi.
- Keçeci, B., Dengiz, O., Dengiz, B., Sümer, E., Kılıç, A., Çeki, E., İnan, B. ve Çiçek, S., 2018. AEEE tahmini ve toplama noktalarının belirlenmesi: Çankaya Belediyesi için bir uygulama. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 24(4), 692-704.
- Kumar, A., Holuszko, M., and Espinosa, D. C. R., 2017. E-waste: an overview on generation, collection, legislation and recycling practices. Resources, Conservation and Recycling, 122, 32-42.
- Li, J., Yang, J., and Liu, L., 2015. Development potential of e-waste recycling industry in China. Waste Management and Research, 33(6), 533-542.
- Nnorom, I. C., Ohakwe, J., and Osibajo, O., 2009. Survey of willingness of resident to participate in electronic waste recycling in Nigeria-A case study of mobile phone recycling. Journal of cleaner production, 17(18), 1629-1637.
- Revelle, C. S., Eiselt, H. A., and Daskin, M. S., 2008. A bibliography for some fundamental problem categories in discrete location science. European journal of operational research, 184(3), 817-848.
- Rodrigues, A. C., Gunther, W. M. R., and Boscov, M. E. G., 2015. Estimativa da geração de resíduos de equipamentos eletrônicos e eletrônicos de origem domiciliar: proposição de método e aplicação ao município de São Paulo, São Paulo, Brasil. Engenharia Sanitária e Ambiental, 20(3), 437-447.
- Sajid, M., Syed, J. H., Iqbal, M., Abbas, Z., Hussain, I., and Baig, M. A., 2019. Assessing the generation, recycling and disposal practices of electronic/electrical-waste (E-Waste) from major cities in Pakistan. Waste management, 84, 394-401.
- Salihoğlu, G., ve Kahraman, A.E., 2016. Türkiye’de Elektrikli ve Elektronik Atık Üretimi: Bursa Örneği. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 21(2), 95-106.
- Sayman, R. U., ve Akpulat, O., 2016. Regulation on the Control of Waste Electrical and Electronic Equipment, Municipality Implementation Guidance. Regional Environmental Center (REC), Turkey.
- Tansel, B., 2017. From electronic consumer products to e-wastes: Global Outlook, waste quantities, recycling challenges. Environment international, 98, 35-45.
- TÜİK, 2018. Yakutiye Belediyesi Nüfus Miktarı. Ankara, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1059 (15,06,2019).
- Yeşilkaya, M., 2012. Elektronik Atık Yönetimi, Uygulamaların Analizi ve Öneriler. İdari Uzmanlık Tezi, Bilgi Teknolojileri İletişim Kurumu, Ankara.
- Zeng, X., Yang, C., Chiang, J. F., and Li, J., 2017. Innovating e-waste management: From macroscopic to microscopic scales. Science of the Total Environment, 575, 1-5.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler		
Adı Soyadı:	Nurefşan BİNGÖL	
Doğum tarihi:	10.06.1994	
Doğum Yeri:	Erzurum	
Uyruğu:	T.C	
Adres:	Aşağı Mumcu Mah. Süslü Sok. Yakutiye/ERZURUM	
E-mail:	nrfsbnagl.25@gmail.com	
Lise:		Tevfik İleri Anadolu lisesi
Lisans:		Atatürk Üniversitesi Endüstri Mühendisliği
Yüksek lisans:		Atatürk Üniversitesi Endüstri Mühendisliği
Doktora:		
Yabancı Dil Bilgisi		
İngilizce:	İyi	