



KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK VE MİMARLIK FAKÜLTESİ
Bilgisayar Mühendisliği



BM306 - Yazılım Mühendisliği Dersi
Proje Uygulamaları ve Dökümantasyonu

Akıllı Çöp Toplama
Sistemi

Proje Yürütücüsü

MAHMUT KIRDI

HAZİRAN -2021

İÇİNDEKİLER

Önsöz.....	5
-Kısaltmalar.....	5
1. Giriş	6
2.Proje Kapsamı ve Arka Plan.....	7
-Tablo 1- Hacim oranlı üç tip imha sisteminin karşılaştırılması.....	7
-2.1. Kullanılan Teknolojiler.....	9
3. Akıllı Çöp Sistemi Mimarisi.....	10
-3.1 Mimariye Genel Bakış.....	10
-Şekil 1- Akıllı çöp sistemine genel bakış.....	10
-Şekil 2- Akıllı çöp kutularının ağ topolojisi.....	11
-3.2 Proje Uygunluk Dökümanı.....	12
-3.3 Akıllı Çöp Sistemi Boşaltma Süreci.....	13
-Şekil 3- Hacim oranlı üç tip imha sisteminin karşılaştırılması.....	14
-3.4 Akıllı Çöp Sistemi Ara Katman Mimarisi.....	14
-Şekil 4- Hacim oranlı üç tip imha sisteminin karşılaştırılması.....	15
4. Akıllı Atık Sisteminin IoT Teknikleri.....	16
-4.1 Akıllı Çöp Kutusunun Verimli Enerjiyle Bağımsız Çalışması.....	16
-Şekil5 Akıllı bir çöp kutusunun enerji açısından verimli bağımsız çalışmasının akış şeması.....	16

-4.2. Akıllı Çöp Kutusunun Enerji Verimli İşbirliğine Dayalı Çalışması.....	17
-Şekil6 Akıllı bir çöp kutusunun enerji verimli işbirliğine dayalı çalışmasının akış şeması.	20
-4.3. Uyarlanabilir Kullanıcı Odaklı Ücret Politikası.....	20
-4.4. Gıda Atıkları Toplama Yolu ve Sayısı Optimizasyonu.....	21
-Şekil7 Koleksiyonerler için mobil uygulama.....	21
-4.5. Akıllı Çöp Sistemi için Olay Tabanlı IoT Teknikleri.....	22
-Şekil8 İki farklı olay için akıllı çöp sisteminin çalışması için sıra diyagramı.....	23
5. Sistem Uygulaması ve Deneysel Sonuçlar.....	24
5.1. Akıllı Çöp Kutusunun Donanım YapısıTablo2 Akıllı çöp kutusunun özellikleri.....	24
-Şekil9 (a) Akıllı çöp kutusu ve (b) LCD ekran, tuş takımı ve RFID okuyucu.....	25
5.2. Sistem Uygulaması.....	26
-Şekil10 Akıllı bir çöp sisteminin uygulanması.....	26
-Şekil11 Web tabanlı gıda atık yönetimi hizmeti.....	27-28
5.3. Deneysel sonuçlar.....	29
-Tablo3 (İlgili Tablo).....	30
-Tablo4 (İlgili Tablo).....	31
-Şekil 12 Grup A ve B'de kullanım başına ortalama karşılaştırılması.....	32
-Şekil13 Gangnam ilçe atık maliyeti.....	34
6. Sonuçlar ve Gelecek Çalışmalar.....	34
7.Projenin Uygulanabilir Alanları.....	35
-Şekil 14 Organize Sanayi Bölgelerinde Kullanılabilir.....	35
-Şekil 15 Üniversite Bölgelerinde Kullanılabilir.....	36

-Şekil 16 Büyük Sitelerde Kullanılabilir.....	37
8.Projenin Kamuya Olan Bazı Faydaları.....	37
-Şekil 17 Temiz Çevre.....	37
-Şekil 18 Yüzdelik Oranı.....	38
9.Proje Örnekleri – Türkiye.....	39
-Şekil 19 Park Alanında SGS ve SGB sistemi – Başakşehir Belediyesi.....	39
-Şekil 20 Akıllı Çöp Toplama Sistemi İşleyiş Şekli – Başakşehir Belediyesi.....	39
-Şekil 21 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Bilgisayar Takip Sistemi.....	40
-Şekil 22 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Konteyner Araçları – Başakşehir Belediyesi.....	40
-Şekil 23 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Konteyner Aracı İç Bilgisayar Sistemi – Başakşehir Belediyesi.....	41
-Şekil 24 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Doluluk Oranı Takip görseli – Başakşehir Belediyesi.....	41
10.Projenin Kamuoyuna Yansıtılması.....	42
-Şekil 25 Akıllı Çöp Toplama Sistemi – Haber.....	42
-Şekil 26 Akıllı Çöp Toplama Sistemi – Haber.....	43
11.Sonuç – Özet.....	44
12.Kaynakça.....	45

Önsöz ve Teşekkür

Uygarlığın gelişmesi ile birlikte insanlar refah seviyesinin en üstlerinde olabilmek için şehirlerde yaşamaya başlamışlardır. Şehirleşme oranı günümüzde ülkelerin gelişmişlik seviyesi göstergelerinden bir tanesidir. Ancak şehirleşme ile birlikte çok sayıda bireyin bir arada yaşaması; trafik, sağlık ve güvenlik gibi bazı alanlarda problemleri de beraberinde getirmiştir. Bu problemlerin en önde gelenlerinden olan katı atık toplama sistemlerinin kurulup çalıştırılması şehirlerde önemli organizasyonların yapılmasını gerektirmektedir. Ancak günümüz şehirleri incelendiğinde, katı atık toplamanın genellikle ya kötü şekilde yapıldığı veya sistem çalışma veriminin çok düşük olduğu sonucuna ulaşmak sürpriz olmaz. Şehirlerde yaşayan bireylerin şikayetleri ve aynı zamanda da şehri yöneten otoritenin katı atık toplama maliyetleri konusundaki memnuniyetsizlikleri gözleendiğinden bu alanda iyileştirme amacı ile bu çalışmada tanıtılacak olan yeni bir çöp toplama yaklaşımı ortaya konulmuştur. Akıllı Çöp Toplama Sistemi (SGS) olarak isimlendirilen bu platformun çalışması ve uygulamanın sonuçları yayının takip eden bölümlerinde sunulacaktır.

Nesnelerin İnterneti'ne (IoT) doğru bir paradigma kayması nedeniyle, IoT hizmetlerine yönelik araştırmalar çok çeşitli alanlarda yürütölmüştür. IoT'nin önemli bir uygulama alanı olarak atık yönetimi de böyle bir konu haline geldi. Etkin atık yönetiminin olmaması, ciddi çevre sorunlarına ve maliyet sorunlarına neden olmuştur. Bu nedenle, bu yazıda, gıda atık miktarını azaltmak için IoT tabanlı bir akıllı çöp sistemi (SGS) önerilmiştir. Bir SGS'de, pil tabanlı akıllı çöp kutuları (SGB'ler), kablosuz ağ ağlarını kullanarak birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunur ve bir yönlendirici ve sunucu, hizmet sağlama için bilgileri toplar ve analiz eder. Ayrıca, SGS, kullanıcı rahatlığını göz önünde bulunduran çeşitli IoT teknikleri içerir ve SGB'lerin iki tür enerji verimli çalışmasıyla pil ömrünü artırır: bağımsız operasyon ve işbirliğine dayalı operasyon. Önerilen SGS, bir yıllık bir süre boyunca Kore Cumhuriyeti, Seul, Gangnam bölgesinde bir pilot proje olarak işletilmiştir. Deney, ortalama gıda atığı miktarının %33 oranında azaltılabileceğini gösterdi.

Bu Proje Uygulaması Kore Cumhuriyeti'nde yapılmıştır.

Kısaltmalar

SGS : Akıllı Çöp Toplama Sistemi - Smart Garbage Systems

SGB : Pil Tabanlı Akıllı Çöp Kutusu – Smart Garbage Bins

1. Giriş

Nesnelerin İnterneti (IoT), çevredeki nesnelerin kullanıcı müdahalesi olmaksızın kablolu ve kablosuz ağlar aracılığıyla birbirine bağlandığı bir kavramdır. IoT alanında, nesneler, kullanıcılar için gelişmiş akıllı hizmetler sağlamak için iletişim kurar ve bilgi alışverişinde bulunur. Wi-Fi ve LTE gibi iletişim ağı teknolojileri ile birlikte çeşitli sensörler ve iletişim modülleri ile donatılmış mobil cihazlardaki son gelişmeler sayesinde, IoT önemli akademik ilgiler kazanmıştır.

Nesnelerin İnterneti terimi, 1999 yılında MIT Auto-ID Merkezi'nin yöneticisi olan Kevin Ashton tarafından ortaya atılmıştır. IoT'nin ilk teknik olarak gerçekleştirilmesi, cihazların tanımlanması ve izlenmesi ve cihaz bilgilerinin depolanması için RFID teknolojisi kullanılarak sağlandı. Bununla birlikte, RFID teknolojisini kullanan IoT, nesne izleme ve belirli nesnelerin bilgilerini çıkarma ile sınırlıydı. Mevcut IoT, fiziksel veya sanal cihazları İnternet'e bağlayarak algılama, çalıştırma, veri toplama, depolama ve işleme işlemlerini gerçekleştirir. Bu işlevleri yerine getiren IoT uygulamaları için, çevresel izleme, nesne takibi, trafik yönetimi dahil olmak üzere IoT hizmetleri üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Sağlık hizmetleri ve akıllı ev teknolojisi yürütülmektedir.

IoT hizmetlerinin özellikleri ve faydaları nedeniyle, atık yönetimi de akademi, endüstri ve hükümette önemli IoT uygulama alanları olarak önemli bir konu haline geldi. Atıkların gelişigüzel ve yasadışı bir şekilde boşaltılması, atık bertaraf ve yönetim sistemlerinin olmaması ve verimsiz atık yönetimi politikaları ciddi çevre sorunlarına neden olmuş ve atık bertarafı için önemli maliyetlere neden olmuştur. Bu sorunları düzeltmek için, IOT teknolojisine dayalı atık yönetimi içine çeşitli araştırmalar atık yönetim platformları ve sistemler [üzerindeki çalışmalara RFID teknolojisi üzerinde çalışmalar, yapılmıştır. Ancak, IoT teknolojisine veya Kore Cumhuriyeti'nde gelişmiş atık yönetim sistemlerinin uygulanmasına dayalı atık yönetimine ilişkin araştırma eksikliği devam etmektedir.

Bu belge, bir dizi akıllı çöp kutusu (SGB), yönlendirici ve sunucudan oluşan IoT tabanlı bir akıllı çöp sistemi (SGS) önermektedir. Gıda atıklarının toplanmasında rol oynayan her bir SGB, mobilite için pille çalışır ve sakinlere kolaylık düşünülerek kablosuz iletişim yoluyla çeşitli teknikler gerçekleştirir. Sunucu, RFID okuyucular aracılığıyla toplanan tüm SGB'lerin ve yerleşik bilgilerin durumunu toplar ve analiz eder. Yönlendirici, sunucu yük dağıtımı için kullanılır. Önerilen sistem, Kore hükümetinin gıda atığı azaltma politikasına göre, Kore Cumhuriyeti'nin başkenti Seul'deki yerel ilçelerden biri olan Gangnam semtinde pilot proje olarak işletilmiştir. Önerilen sistem sayesinde sadece gıda israfı azaltılmakla kalmıyor, aynı zamanda bölge sakinleri ve hükümet de maliyet tasarrufu sağlıyor.

2. Proje Kapsamı ve Arka Plan

Mevcut SGS'de, yerel yönetimler gıda atıklarını gıda atık kutuları kurarak ve gıda atıklarının toplanması için birden fazla toplama işletmesi kullanarak yönetmektedir. Ancak, mevcut gıda atığı yönetimi yöntemi sabit bir orana, yani tek bir sabit ücret talep eden, çevre sorunlarına neden olan ve ağır gıda atığı üreticileri üzerinde herhangi bir kısıtlama ve teşvik olmadığı için atık deşarjını artıran bir fiyat yapısına dayanmaktadır. daha hafif üreticiler için. Gıda atığı üreticilerinin atık üretmek için doğrudan bir masraf yükü olmadığından, atık miktarlarının verimli bir şekilde azaltılması zordur. Ayrıca, gıda atığı istatistiklerinin düşük güvenilirliği, yerel bir yönetimin atık toplama için birden fazla toplama işletmesi tutması nedeniyle deşarj miktarlarının ayarlanması ve yönetilmesinde zorluklara neden olmuştur.

Mevcut SGS'de, bu sorunlarla başa çıkmak için hacim oranlı bir çöp imha sistemi uygulamaya konmuştur. Özellikle Kore Cumhuriyeti'nde şu anda üç tip hacim oranlı çöp atma sistemi, yani cips ve çıkartmalar, standart plastik çöp torbaları ve RFID tabanlı çöp toplama sistemleri kullanılmaktadır. Tablo 1 bu üç tip hacim oranlı çöp imha sisteminin artılarını ve eksilerini açıklar. Aralarındaki en önemli fark, RFID tabanlı bir çöp toplama sistemi için, cips ve çıkartmalar ve standart plastik çöp torbaları için doğru bir şekilde ölçülmesi zor olan gıda atıkları toplanırken doğru bir boşaltma ağırlığının elde edilebilmesidir. Örneğin standart plastik çöp poşetleri için her poşetin ağırlığı, konut sakininin boşaltma alışkanlıklarına ve içeriğine göre farklılık gösterebilir. Bir çip ve çıkartma yönteminde, bir toplama kutusu kullanılmasına ve dolayısıyla izin verilen toleransın azaltılmasına rağmen, doğru ağırlık verileri de sağlanamamaktadır. Doğru ağırlık verilerinin ölçülmesi, bertaraf kolaylığı sağlaması nedeniyle önemlidir, topladıktan sonra ne kadar yiyecek çöpü attıkları ve boşaltmak için doğru görevi empoze ederler.

tablo 1

Hacim oranlı üç tip çöp imha sisteminin karşılaştırılması.

Tür	Artıları	Eksileri
Plastik çöp torbaları	(i) Uygun deşarj (ii) Kötü ortamlarda yüksek uyum	(i) Yanlış ölçümler (ii) Koku sorunları (iii) Şehrin güzelliğini bozar
Cips ve çıkartmalar	(i) Plastik çöp poşetlerinin eksikliklerinin giderilmesi (ii) Çeşitli ücretlendirme yöntemleri	(i) Hatalı ölçümler (ii) Ayrıntılı ücret devreye alma sistemi gerekli (iii) Uygunsuz boşaltma ve çöp kutusu yönetimi
RFID tabanlı çöp toplama sistemi	(i) Doğru ağırlık ölçümü (ii) Gıda israfının azaltılmasında yüksek etki	(i) Veri yoğunluğu nedeniyle sunucunun aşırı yüklenmesine neden olur (ii) Sabit bir güç kaynağından gelen düşük mobilite (iii) Karmaşık deşarj sürecinin neden olduğu kullanıcı rahatsızlığı

Tablo 1 Hacim oranlı üç tip imha sisteminin karşılaştırılması

RFID tabanlı bir çöp toplama sisteminde, bir RFID toplama kutusu, merkezi bir sunucu ile iletişim kurmak için bir iletişim modülü, bir RFID kartından veri okumak için bir RFID etiket modülü, otomatik çöp girişi ve ağırlığını ölçmek için bir ölçek işlevi içerir. yemek atıkları. Ancak, toplama kutusu yalnızca bir sunucuyla iletişim kurar ve diğer toplama kutuları ile makineler arası iletişimden yoksundur, bu da sunucunun aşırı yüklenmesine neden olabilir. Ayrıca, RFID tabanlı bir çöp toplama sisteminin karmaşık boşaltma sürecinden kaynaklanan gecikme nedeniyle, kullanıcılar uzun bir bekleme süresine sahiptir; ek olarak, RFID tabanlı bir çöp toplama sistemi, sabit bir güç kaynağı nedeniyle hareket kabiliyetinden yoksundur ve bu da kullanıcı için daha fazla rahatsızlığa neden olur.

Mevcut RFID tabanlı çöp toplama sistemlerinde bu sorunları çözmek için IoT tabanlı bir SGS önerilmiştir. Önerilen SGS, harici ve genel ortamlara uygulanan IoT kategorisine uygundur ve bu nedenle bu tür uygulamalar için gerekli bileşenleri içerecek şekilde tasarlanmıştır.

(i) *Güvenilirlik.* Dış ve genel ortamlara uygulanan IoT'de, hizmet sunumu için iletişim önemlidir. Özellikle bu tür IoT'nin geniş bir hizmet alanı olduğundan, cihazların birbirleriyle haberleşebilmesi için güvenilir bir iletişim gereklidir. Bu nedenle, önerilen sistemde kullanılan SGB'ler, iletişim güvenilirliğini sağlayan bir kablosuz ağ ağı (WMN) temelinde birbirleriyle iletişim kurar.

(ii) *Hareketlilik.* Harici bir ortamdaki IoT cihazlarının zaman zaman hareket etmesi gerekebilir. Yüksek düzeyde bir mobilite için önerilen sistem, mevcut bir RFID kart sisteminin kullandığı sabit güç kaynağı yerine bir pil ile çalışmaktadır. Pil tabanlı bir güç kaynağı ile önerilen sistemin hareketliliği güvence altına alınmıştır.

(iii) *Hizmet Sürekliliği.* Geniş bir hizmet alanına sahip IoT'de veri alışverişi ve hizmetler her zaman ve her yerde sorunsuz bir şekilde yürütülmelidir. Böylece, bir WMN'ye dayalı olarak iletişim kuran ve bilgi alışverişinde bulunan SGB'ler, kullanıcıların gıda atıklarını bir çöp kutusunun bulunduğu her yere boşaltmasını sağlar.

(iv) *Kullanıcı Kolaylığı.* IoT'nin ortaya çıkmasıyla kullanıcı rahatlığı arttı. Kullanıcı rahatlığı için önerilen SGS, mevcut RFID tabanlı çöp toplama sistemlerinin işlem gecikme süresini azaltır ve bu da kullanıcıların yiyecek atıklarını uzun süre beklemeden boşaltmasını sağlar.

(v) *Enerji Verimliliği.* Harici ve genel ortamlara uygulanan IoT, her zaman açık bir altyapıya dayanır ve büyük miktarda enerji tüketimine neden olan hareketlilik gerektirir. Bu sorunu çözmek için, SGB'ler enerji tasarruflu teknikler kullanarak çalışır ve pil ömürlerini uzatır.

2.1. Kullanılan Teknolojiler

Teknoloji

RFID Teknolojisi

IoT Teknolojisi

Programlama Araçları

PHP

MYSQL

2.0(Flash)

HTML

CSS

JAVA

XML

Sınama Araçları

Microsoft Windows 7

İos

Android

Kullanılan Araçları

Bilgisayarlar

Akıllı Tabletler

Sensörler

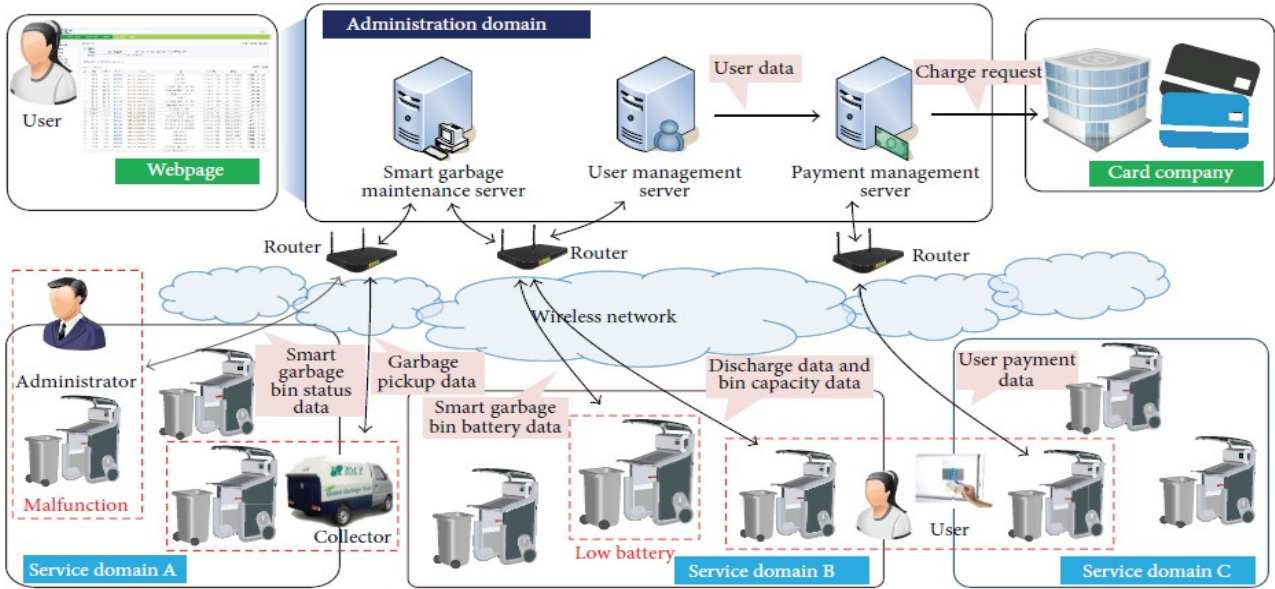
RFID Reader

RFID Card

3. Akıllı Çöp Sistemi Mimarisi

3.1. Mimariye Genel Bakış

SGS'nin mimarisi Şekil1'de gösterilmektedir . Apartmanların ve müstakil evlerin yakınlarına kurulan SGB'ler, birbirleriyle bilgi alışverişinde bulunur ve kablosuz iletişim yoluyla sunucuya bilgi gönderir. Yapısal olarak, önerilen sistem iki alana bölünmüştür: bir yönetim alanı ve bir hizmet alanı. Yönetim alanında, bir SGB'den aktarılan bilgiler analiz edilir ve işlenir. Hizmet alanında, konut sakinleri yemek atıklarını bir SGB'ye atmakta ve yerleşik ve SGB bilgileri toplanarak yönetim alanına aktarılmaktadır.

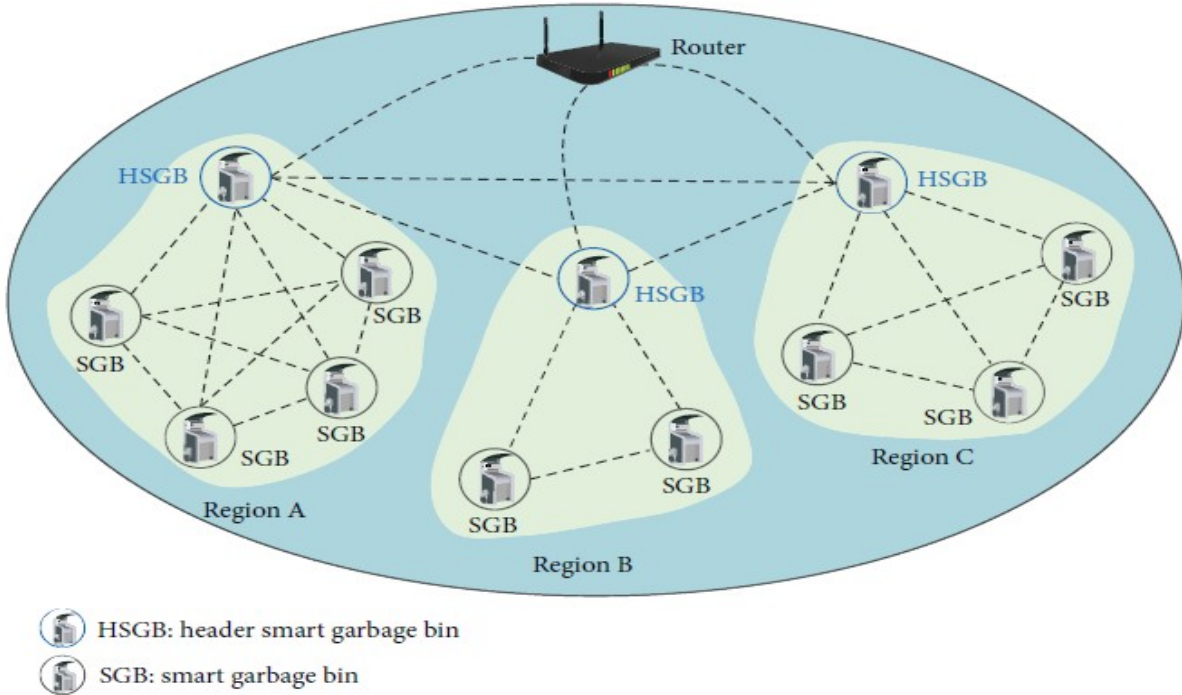


Şekil1 Akıllı çöp sistemine genel bakış.

(i) *Yönetim Alanı*. Bu alanda kayıtlı ikamet bilgileri, ödeme bilgileri ve pil ömrü, hafıza ve SGB'lerin herhangi bir arızası gibi durum bilgileri toplanır. Bunu başarmak için üç sunucu kullanılır: akıllı çöp bakım sunucusu, kullanıcı yönetim sunucusu ve ödeme yönetimi sunucusu. Kullanıcı yönetimi sunucusu, bir yönetici aracılığıyla kullanıcı yönetim sunucusuna kayıtlı kayıtlı sakinlerin gıda atık boşaltma bilgilerini ve kişisel bilgilerini yönetir. Ayrıca, gıda atıklarının deşarj miktarına ilişkin bilgiler, kullanıcı yönetim sunucusunda bölge, ikamet ve çöp kutusu bazında depolanır ve sınıflandırılır. Ücret yönetimi sunucusu, ikamet eden kişinin kart şirketi ile yemek atıklarının ağırlığına göre ödeme işlemini yürütür. Bir mukim, yiyecek atıklarını boşaltmak için bir RFID kartı kullandığında, RFID kartında kayıtlı olan kişisel kart bilgileri, daha sonra kart şirketinden ödemeyi işleme koymasını talep eden ücret yönetim sunucusuna aktarılır.

Akıllı çöp bakım sunucusu, her bir SGB'nin sahip olduğu gıda atığı miktarı, bir toplama şirketinin topladığı gıda atığı miktarı ve SGB'lerin durum bilgileri gibi SGB'lerle ilgili tüm bilgilerin yönetilmesinde rol oynar. Böylece, durum bilgisi analiz edildikten sonra bir SGB'de bir arıza tespit edilirse, sorunu kontrol etmek için bir yönetici gönderilir ve akıllı çöp bakım sunucusu, sakinleri yakındaki bir SGB'yi kullanmaya teşvik eder. Yönetim alanında yönetilen tüm bilgiler ayrıca Web tabanlı bir hizmet aracılığıyla sağlanır,

(ii) *Hizmet Alanı*. Bu alan, sakinlerin yiyecek atıklarını attıkları yerdir. Bir yerleşikin RFID kartı, bir SGB'nin RFID okuyucusuna dokunduğunda, SGB, yerleşik kişinin kimliğini doğrular ve kapağı açar. Sakin daha sonra yemek atıklarını atar ve SGB ağırlığını ölçer. Tahliye işleminden sonra SGB, ikamet eden kişi ve yemek atıklarının ağırlığı hakkında toplanan bilgileri yönetim alanına gönderir. Toplanan bilgilere dayanarak, bir çöp toplayıcı SGB'den gıda atıklarını toplar, bir yönetici çöp kutusunu inceler veya onarır ve bir temizlikçi çöp kutusunu gerektiği gibi temizler. Şekil2 hizmet etki alanında bulunan SGB'lerin ağ topolojisini gösterir. SGB'ler, kapasiteleri, pil ömrü ve yerleşik bilgiler gibi bilgileri bir WMN aracılığıyla değiş tokuş eder. Bu nedenle aynı site sakinleri farklı çöp bidonları kullansa bile hizmetin devamlılığı garanti edilmektedir. Her bölge içinde bulunan bir başlık akıllı çöp kutusu (HSGB), kendi bölgesindeki diğer SGB'leri bilgilerini topladıktan sonra analiz eder ve yönetir. HSGB ayrıca bu bilgileri WMN aracılığıyla diğer HSGB'ler ile değiş tokuş ederek hizmet sürekliliğinin güvence altına alınmasını sağlar. Ayrıca ağ güvenilirliği için bir HSGB'de bir iletişim sorunu meydana gelirse, başlık yetkisi aynı bölgedeki en uygun SGB'ye devredilir.



Şekil 2 Akıllı çöp kutularının ağ topolojisi.

3.2. Proje Uygunluk Dökümanı

Teknik Karmaşıklık Sorusu	Puan
1. Uygulama, güvenilir yedekleme ve kurtarma gerektiriyor mu?	5
2. Veri iletişimi gerekiyor mu?	5
3. Dağıtık işlem işlevleri var mı?	5
4. Performans kritik mi?	4
5. Sistem mevcut ve ağır yükü olan bir işletim ortamında mı çalışacak?	2
6. Sistem, çevrim içi veri girişi gerektiriyor mu?	5
7. Çevrim içi veri girişi, bir ara işlem için birden çok ekran gerektiriyor mu?	5
8. Konteynır doluluk oranları çevrim-içi olarak mı güncelleniyor?	5
9. Akıllı Araçların işlemleri karmaşık mı?	3
10. Sistem Arayüzleri işlemleri karmaşık mı?	2
11. Tasarlanacak sistem, yeniden kullanılabilir mi olacak?	3
12. Personellerin istekleri, tasarımda dikkate alınacak mı?	4
13. Sistem birden çok yerde yerleşik farklı kurumlar için mi geliştiriliyor?	5
14. Tasarlanan uygulama, kolay kullanılabilir ve personeller tarafından kolayca değiştirilebilir mi olacak?	3
TOPLAM	56

0: Hiçbir Etkisi Yok

1: Çok Az etkisi var

2: Etkisi Var

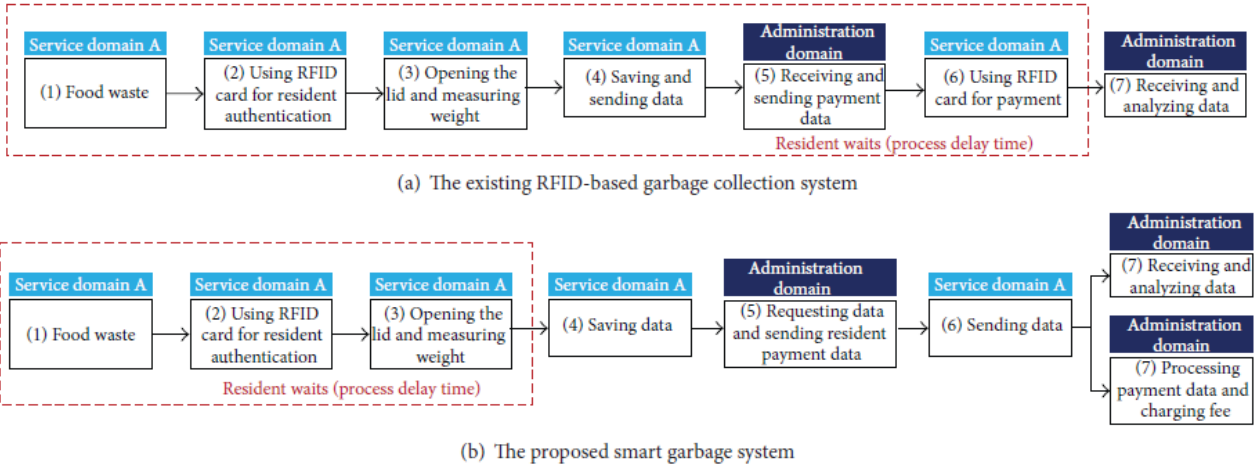
3: Ortalama Etkisi Var

4: Önemli Etkisi Var

5: Mutlaka Olmalı, Kaçınılamaz

3.3. Akıllı Çöp Sistemi Boşaltma Süreci

Yukarıda bahsedildiği gibi, önerilen sistem, ödeme ve veri iletim süreçlerinden kaynaklanan gecikmeyi en aza indirmek için yeni bir tahliye süreci kullanmaktadır. Şekil3 mevcut bir RFID tabanlı çöp toplama sistemi ile önerilen sistem arasındaki bir karşılaştırmayı gösterir. Mevcut RFID tabanlı çöp toplama sisteminde, bir vatandaş RFID kartını çöp kutusuna iki kez dokundurur. İlk dokunuş, yerleşik kimlik doğrulaması içindir ve ikinci dokunuş, ödemesi içindir. Ödeme yapılmadan önce çöp kutusu ile sunucu arasında veri aktarımı gerektiğinden, yemek atığının tartıldığı andan ücretin ödenmesine kadar geçen süreç gecikmesi uzayabilir ve konut sakinlerini rahatsız edebilir. Önerilen sistemde ise, gıda atığı bertarafı ve ödeme işlemi, bir RFID kartının SGB'ye yalnızca bir kez dokunulması ile gerçekleştirilmekte ve böylece mevcut RFID tabanlı çöp toplama sistemlerinin işlem gecikmesi azaltılmaktadır. Yerleşik kimlik doğrulama ve tartım işleminden sonra, RFID kartının bakiyesi, daha önce sunucudan alınan ödeme verileri ve yemek atığının mevcut ağırlığı kullanılarak SGB'nin LCD ekranında gösterilir. Bu, sakinlerin beklemesini gerektiren tahliye sürecinin sona erdiğini gösterir. Ardından, SGB'yi kullanmayı bekleyen başka bir sakin yoksa, SGB yönlendiriciden her istek mesajı aldığında ödeme verilerini bir yönlendirici aracılığıyla sunucuya gönderir ve sunucu tüm sakinlerin ödeme verilerini işler ve onlardan ücret alır. kredi kartı şirketleri aracılığıyla ücretler. Bu boşaltma işlemini kullanarak, ödeme için ek bir RFID kart dokunuşu gereksizdir, bu da işlem gecikmesini azaltır. Bu, sakinlerin beklemesini gerektiren tahliye sürecinin sona erdiğini gösterir. Ardından, SGB'yi kullanmayı bekleyen başka bir sakin yoksa, SGB yönlendiriciden her istek mesajı aldığında ödeme verilerini bir yönlendirici aracılığıyla sunucuya gönderir ve sunucu tüm sakinlerin ödeme verilerini işler ve onlardan ücret alır. kredi kartı şirketleri aracılığıyla ücretler. Bu boşaltma işlemini kullanarak, ödeme için ek bir RFID kart dokunuşu gereksizdir, bu da işlem gecikmesini azaltır.



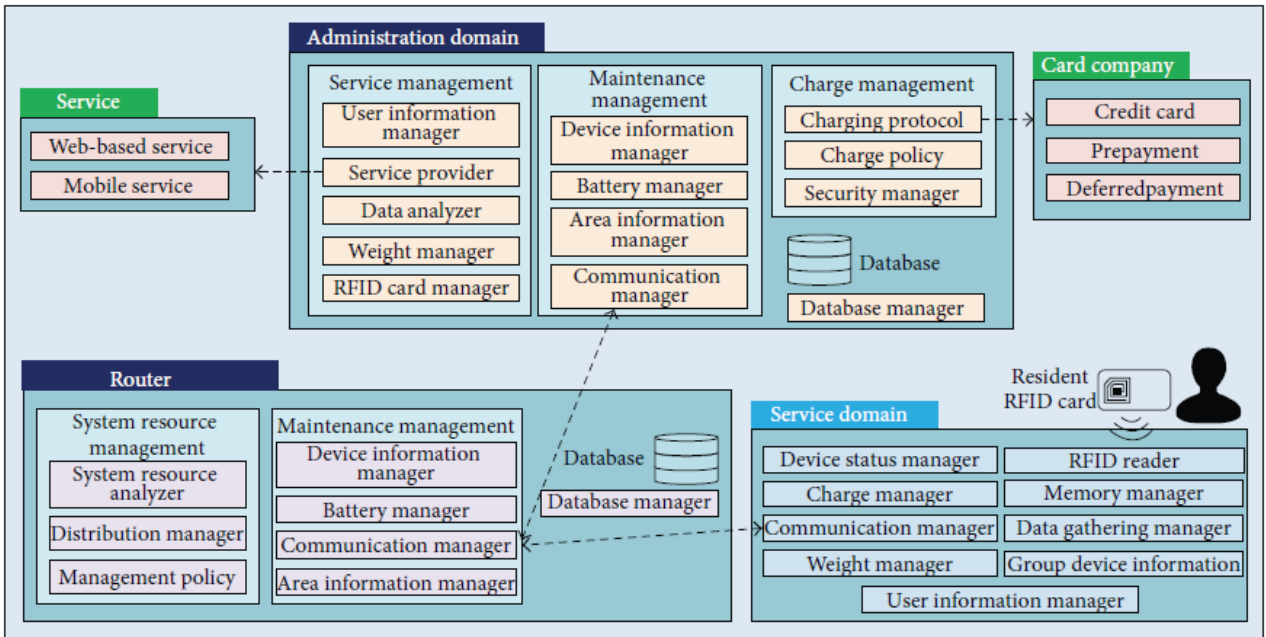
Şekil3 Mevcut RFID tabanlı çöp toplama sisteminin tahliye süreci ve önerilen akıllı çöp sistemi.

(a) Mevcut RFID tabanlı çöp toplama sistemi

(b) Önerilen akıllı çöp sistemi

3.4. Akıllı Çöp Sistemi Ara Katman Mimarisi

Şekil4 , SGS'nin tüm ara yazılım mimarisini açıklamaktadır. Hizmet, yönetim alanındaki merkezi sunucu ile hizmet alanındaki bir SGB arasındaki işbirliğine dayanmaktadır. Şekilde gösterilen yönlendirici, yönetici etki alanına dahildir ve SGB'lerin sayısını artırırken merkezi sunucunun zayıflığını tamamlamak için dağıtılmış bir sunucu görevi görür. Yükü en aza indirmek ve hizmetteki SGB'lerin sayısına göre sunucu üzerinden trafiği yönetmek için birden çok yönlendirici düzenlenmiştir.



Şekil4 Önerilen akıllı çöp sisteminin ara katman mimarisi.

Yönetim alanındaki merkezi sunucu üç modülden oluşur: hizmet yönetimi, bakım yönetimi ve ücret yönetimi modülleri.

(i) *Hizmet Yönetim Modülü.* Hizmet yönetimi modülü, bir SGB'den elde edilen bilgilere dayanmaktadır ve kullanıcı bilgilerini girmek veya değiştirmek için bir kullanıcı bilgi yöneticisi, Web tabanlı ve mobil hizmetler sağlamak için bir hizmet sağlayıcı, istatistikleri derlemek için bilgileri analiz etmek için bir veri analizörü içerir. , gıda atığının birim fiyatını belirlemek için bir ağırlık yöneticisi ve RFID kart bilgilerini yönetmek için bir RFID kart yöneticisi.

(ii) *Bakım Yönetim Modülü.* Bu yönetim modülü, her bir SGB'ye ilişkin bilgilerle ilgilenmek için bir cihaz bilgi yöneticisi, SGB'lerin pil durumunu kontrol etmek için bir pil yöneticisi, iletişim durumunu yönetmek için bir iletişim yöneticisi ve alan bilgilerinin yönetimi için bir alan bilgi yöneticisinden oluşur.

(iii) *Ücret Yönetim Modülü.* Bu modül, SGB tarafından ücretlendirme süreci ile ilgili bilgilerle ilgilenir ve üç bileşen içerir: harici bir ücret arayüzü ile işbirliği yapmak için bir ücret protokolü, ön ödeme ve ertelenmiş ödeme politikalarına göre ücret politikasını belirlemek için bir ücret politikası bileşeni ve şifreleme için güvenlik yönetimi ücret bilgisi.

Bu üç modüle ek olarak, ikincisi sunucu veya yönlendirici tarafından gerekli bilgileri sağlamak için tasarlanmış bir veritabanı ve veritabanı yöneticisi kullanılır.

Yönlendirici normalde bakım yönetimini gerçekleştirirse de, sunucu tüm SGB'lerle ilgilense bile yalnızca tahsis edilen SGB'leri alır. Sistem kaynak yönetiminin bir açıklaması aşağıdaki gibi verilebilir.

Sistem Kaynak Yönetimi Modülü. Bu modül, her SGB'nin ve diğer yönlendiricilerin kaynak durumunu izler ve pilin ve belleğin durumuyla ilgili analiz edilen bilgilere ve sistem kaynak dağıtımı için yönetim politikasına dayalı olarak her SGB'ye belirli bir rol veren dağıtılmış bir yönetici içerir. Örneğin, bir SGB'ye hizmet verilemezse, sistem kaynak yönetimi, sakinleri komşu SGB'lere yönlendirmek için gerekli bilgileri SGB'ye gönderir.

Sistem kaynak yönetimi ve bakım yönetimine ek olarak, yönlendiricideki veritabanı yöneticisi, sunucudaki veritabanı yöneticisi ile işbirliği yapar ve tahsis edilen SGB'ler üzerinden gerekli verileri alır.

Sistem mimarisinin alt katmanında yer alan bir SGB'nin ara yazılımı, SGB'nin durumunu kontrol etmek için bir cihaz durum yöneticisi modülü, eklenen gıda atığının ağırlığını ölçmek için bir ağırlık yöneticisi ve bir veri toplama yöneticisinden oluşur. diğer SGB'lerden, yönlendiriciden veya sunucudan alınan verileri işlemek için.

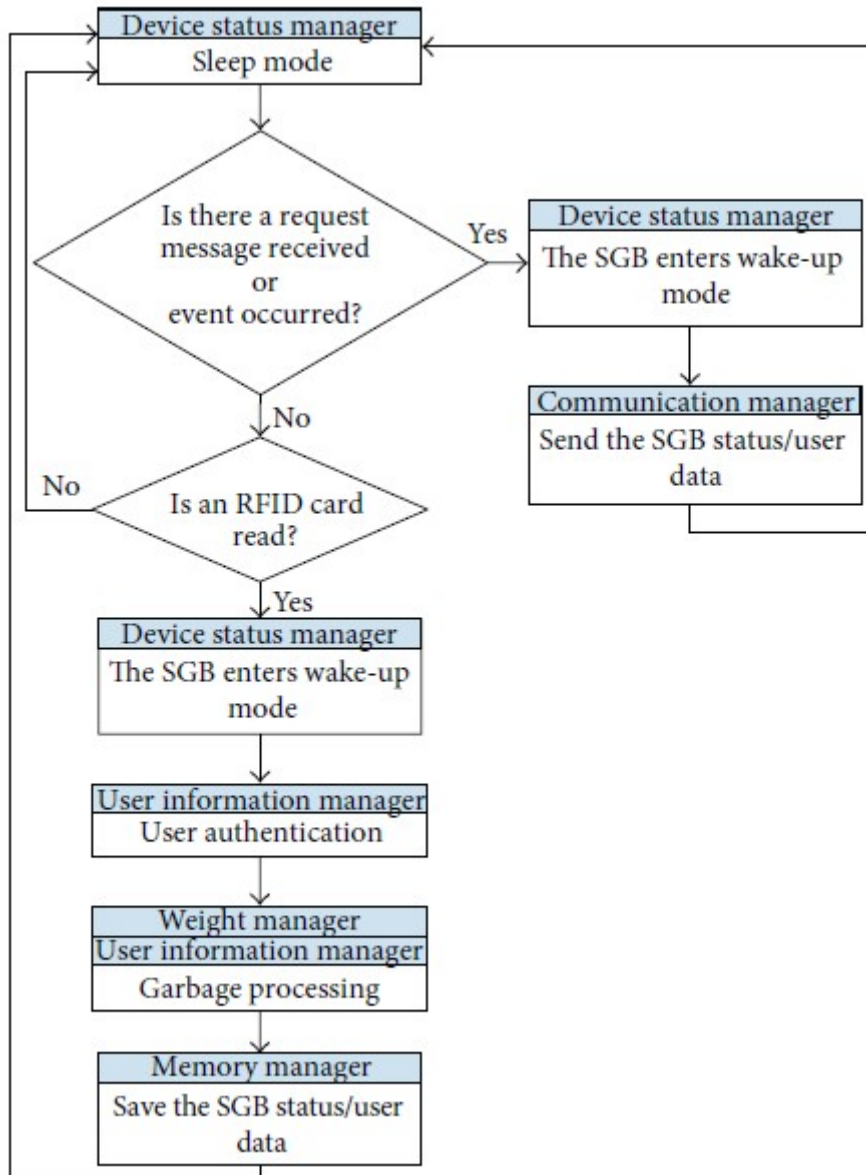
4. Akıllı Çöp Sisteminin IoT Teknikleri

4.1. Akıllı Çöp Kutusunun Verimli Enerjiyle Bağımsız Çalışması

Bir SGB için pil tabanlı güç kaynağı sayesinde, pil verimliliğini artırmak için bir SGB'nin hem temel hem de düşük güçte çalışması gerekir. Elektrik kablolarından güç alan mevcut RFID tabanlı çöp toplama sistemleri, kullanıcılar için sürekli olarak her zaman açık moddadır. Ayrıca, bir boşaltma işlemi yapıldığında, binler bir veri güncellemesi için sunucu ile iletişim kurar. Ancak, pil tabanlı bir SGS durumunda, önerilen sistem mevcut elektrik tabanlı sistemle tamamen aynı şekilde kullanılıyorsa, verimsiz enerji kullanımı sorunu vardır. Bu nedenle önerilen sistem, pil tasarrufu için enerji verimli bir iletişim tekniği kullanır.

Şekil5 , bir SGB'nin enerji açısından verimli bağımsız çalışmasının bir akış şemasını göstermektedir.

Şekil5 Akıllı bir çöp kutusunun enerji açısından verimli bağımsız çalışmasının akış şeması.



(i) *İşlem 1.* SGB'ler, düşük güçte çalıştırma için uyku modunda kalır. Ancak, bir SGB'nin bir yönlendiriciden istek mesajı veya aynı bölgedeki SGB'lerden cihaz verisi almaya hazır olması gerektiğinden, iletişim modülü her zaman açıktır.

(ii) *Süreç 2.* Bu tür bir sürecin üç farklı durumu vardır.

Durum 1: bir yönlendirici, SGS'nin veri güncellemesi için SGB'lerin durum bilgilerini ve yerleşik bilgileri HSGB'ye günde 12 kez gerektiren bir istek mesajı gönderir. Böylece, HSGB yönlendiriciden bir istek mesajı alırsa, HSGB uyandırma moduna girer ve aynı bölgedeki sakinler ve SGB'ler hakkındaki tüm bilgileri yönlendiriciye gönderir.

Durum 2: Bir SGB aynı bölgedeki başka bir SGB'den istek mesajı alırsa, SGB uyandırma moduna girer ve istenen bilgiyi mesajı gönderen SGB'ye gönderir.

Durum 3: HSGB, iletişim sorunları ve kapasite eksikliği veya pil ömrü gibi olayları algılayabilir. Bu nedenle, HSGB kendi bölgesinde başka bir SGB'de meydana gelen olayları tespit ederse, HSGB uyandırma moduna girer ve olay bilgisini yönlendiriciden bir istek mesajı almadan bir yönlendiriciye gönderir.

Bu durumların her birinde, SGB veya HSGB, düşük güçte çalışma için uyku moduna girer.

(iii) *Süreç 3.* İletişim modülüne ek olarak, bir SGB'nin RFID okuyucusu da her zaman açık durumdadır ve herhangi bir zamanda bir yerleşik kişinin RFID kartını okumasına izin verir. RFID sistemi olay güdümlü olduğundan, bir SGB'nin RFID okuyucusu bir yerleşikin RFID kartını okursa, SGB uyandırma moduna girer ve kullanıcı kimlik doğrulaması ile çöp boşaltma sürecini yürütür. Ardından, herhangi bir bilgi göndermeden SGB, bilgileri depolar ve uyku moduna yeniden girer.

4.2. Akıllı Çöp Kutusunun Enerji Verimli İşbirliğine Dayalı Çalışması

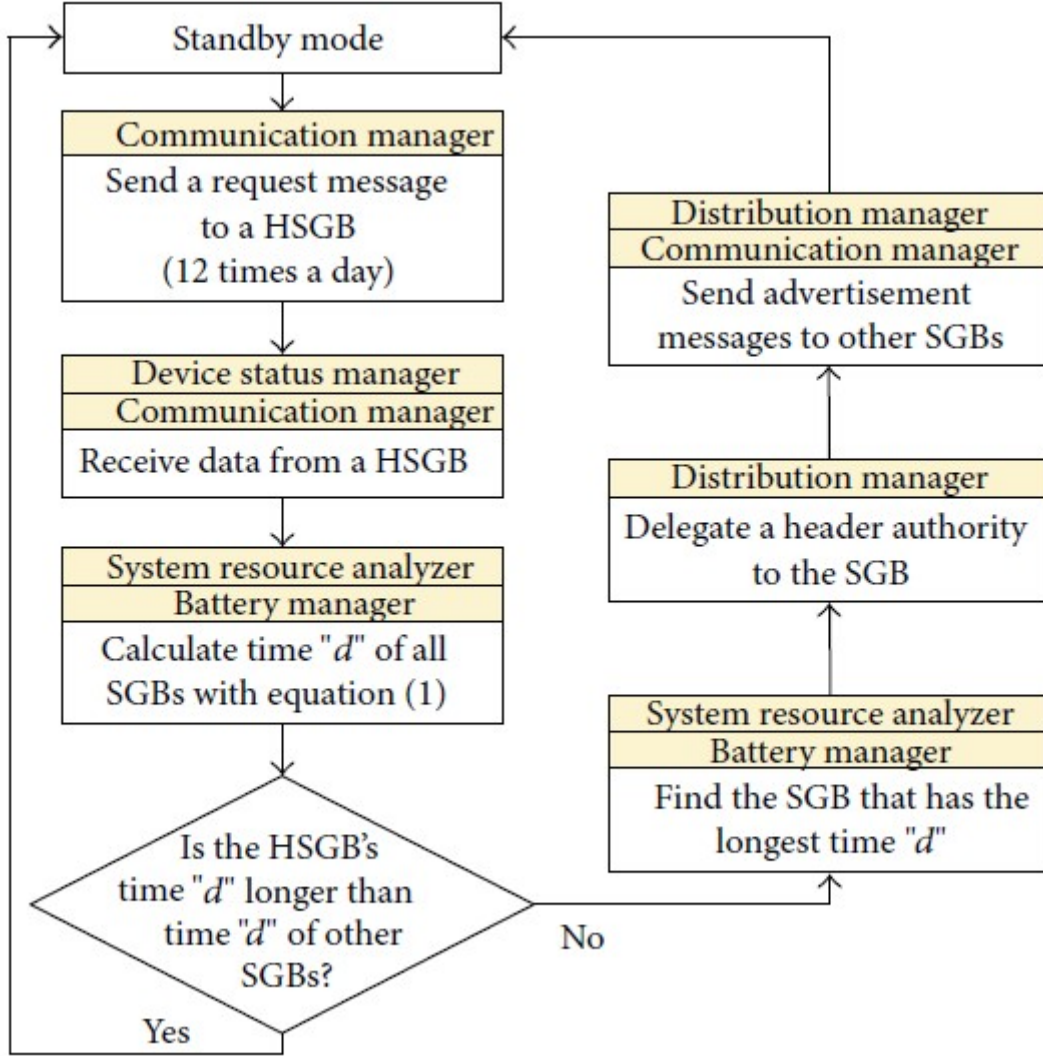
SGB'ler, enerji verimli bağımsız çalışmalarına ek olarak, birbirleriyle işbirliği yaparak enerji verimli bir şekilde çalışır. Bir yönlendirici, bölgedeki her bir SGB'nin pil ve bellek durumuna göre bir HSGB seçer ve ardından HSGB, diğer SGB'lerden bilgi toplar. Ancak, SGB'ler bir pil kullanarak çalıştığından, başlık kutusu olarak çalışan yalnızca bir SGB varsa bir sorun ortaya çıkabilir. Bu sorunu çözmek için, yönlendiricideki sistem kaynak yönetimi, SGB'lerin durumunu kontrol eder ve başlık yetkisini en fazla pil ömrüne sahip olan ve en az kullanılan SGB'ye devreder.

Örneğin, SGB A'nın HSGB olduğu SGB A, B ve C'yi alın. SGB A, HSGB olarak seçilmiştir, çünkü B ve C kutularından daha fazla pil ömrüne sahiptir ve en az kullanılan kutu olarak daha az enerji tüketmesi beklenir. Bununla birlikte, çalışma sırasında, SGB A sık kullanılırsa ve bu nedenle önemli miktarda enerji tüketmesi bekleniyorsa, yönlendirici beklenen güç tüketimini ve pil durumunu SGB'lerin B ve C'ninkile karşılaştırır. Yönlendirici daha sonra başlık yetkisini aşağıdakilere devreder: buna göre bin B veya C.

Bu işlemi gerçekleştirmek için sistem kaynak yönetimi, bir SGB'nin beklenen pil süresini (1) hesaplar .

$$\frac{P_B}{\left(\sum_{i=1}^7 P_c(i) + P_w(i)\right)/7} = d. \quad (1)$$

P_B bir pilin mevcut şarj durumunu temsil eder, günlük iletişim için gereken güç tüketimi ve cihazın çalışması için günlük güç tüketimidir. Yedi günlük güç tüketimine ve bir SGB'nin beklenen pil kullanım süresine göre hesaplanabilir. Bu nedenle, yönlendirici tarafından hesaplanan zamana bağlı olarak , SGB'lerden A, B veya C'den biri HSGB olur. Şekil6 , bir SGB'nin enerji verimli işbirliğine dayalı bir operasyonunun akış şemasını göstermektedir. $P_c(i) + P_w(i)P_B dd$



Şekil6 Akıllı bir çöp kutusunun enerji verimli işbirliğine dayalı çalışmasının akış şeması.

4.3. Uyarlanabilir Kullanıcı Odaklı Ücret Politikası

SGS'nin amacı, gıda atıklarının azaltılması ve verimli çöp yönetimidir. Sakinler tahliye sürecini gördükten sonra yiyecek atıklarını azaltmak için motive olsalar bile, tüm sakinlerin bunu yapmasını beklemek gerçekçi olmayabilir çünkü maliyet düşüşü düşüktür.

Sakinleri gıda atıklarını azaltmaya motive etmek için önerilen SGS, kg gıda atığı başına ücretlendirme yerine uyarlanabilir kullanıcı odaklı bir ücretlendirme politikası uygular. Uyarlanabilir kullanıcı odaklı ücretlendirme politikasının temel fikri, belirli bir aya ait gıda atık miktarı bir önceki aya göre azaltılırsa, kg başına gıda atık birim maliyetinin düşürülmesidir.

Örneğin, A kullanıcısının geçen ayki gıda atık miktarının 20 kg olduğu A ve B kullanıcılarını alın. Bu nedenle, A kullanıcısından 20.000 Kore wonu tahsil edilirse, gıda atığı için kg başına birim maliyet 1.000 won olur. Ancak, A'nın içinde bulunulan aya ait gıda atığı miktarı 18 kg ise, geçen aya göre %10'luk bir azalma ile gelecek ayın kg başına gıda atığı birim maliyeti 900 won olacak ve bu da temel birimden %10'luk bir azalma olacaktır. maliyet. B kullanıcısının geçen ayki gıda atığı miktarı da 20 kg idi. Ancak, mevcut aya ait gıda atığı miktarı 22 kg ise, bu bir önceki aya göre %10 artışla, bir sonraki ayın kg başına gıda atığı birim maliyeti 1.100 won olacak, bu da temelden %10 artış olacaktır. birim maliyet. Önerilen SGS'ye uygulanan ücret politikası aşağıdaki denklemle tanımlanabilir:

$$\text{Base Rate} + \left(\frac{\text{Waste Emission}_C}{\text{Waste Emission}_P} \right) \quad (2)$$

$$\times \text{Past Changable Rate} = \text{Next Month Rate}$$

$$\text{Next Month Rate} - \text{Base Rate} = \text{Past Changable Rate.} \quad (3)$$

Baz Oran temel aylık ücret, Atık bu aya ait yemek israfı miktarı, Atık geçen aya ait yemek israfı miktarı ve Geçmiş Değiştirilebilir Oran aylık değişen ücrettir. Bu denkleme göre, bir sonraki ayın kg başına gıda atığı birim maliyeti konut sakinlerine uygulanır.

$$\text{Emission}_C \text{Emission}_P$$

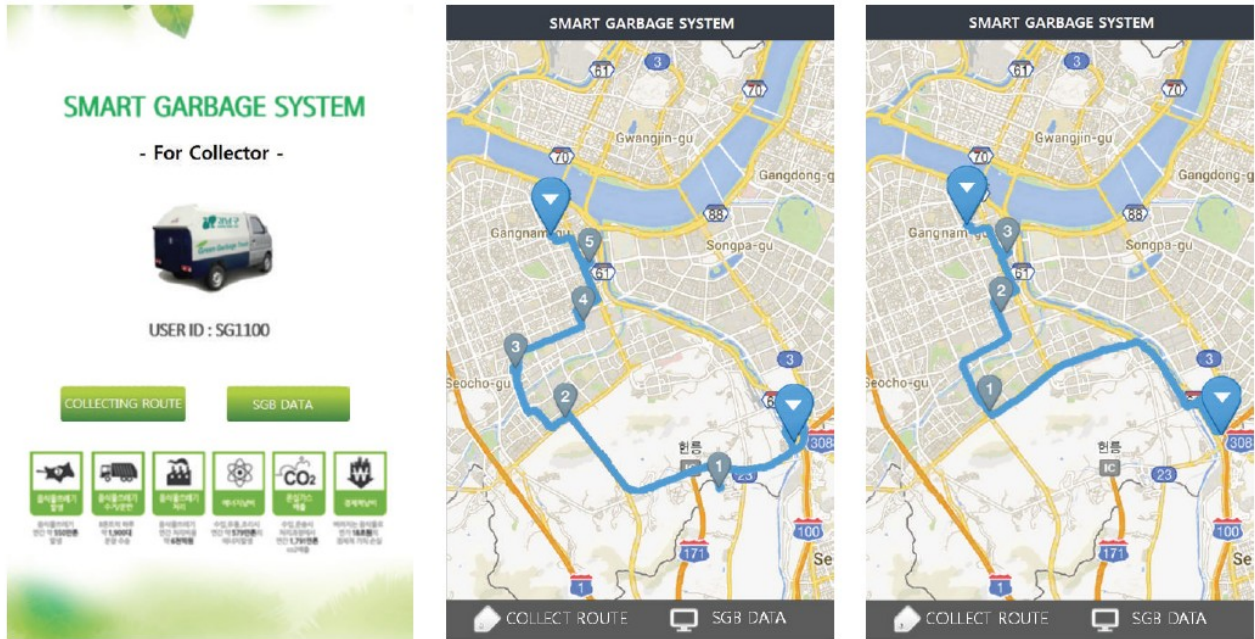
Ayrıca, yerleşik bir bölgedeki SGB'lerin kapasitesi doluysa, SGB'ler LCD ekranlarında mevcut SGB listesini gösterir. Bu durumda konut sakinleri başka bir bölgede SGB

kullanmak zorunda olduklarından, konut sakinlerine mağduriyetlerini telafi etmek için ek bir teşvik, yani birim maliyette %10 indirim sağlanmaktadır.

4.4. Gıda Atıkları Toplama Yolu ve Sayısı Optimizasyonu

Mevcut gıda atığı yönetiminde, gıda atıklarını toplamak için birden fazla toplama işletmesi kullanılmaktadır ve bu toplama işletmeleri bunu birkaç toplama aracı kullanarak gece yarısından sabahın erken saatlerine kadar yapmaktadır. Ancak bu araçlar sabit bir güzergahta hareket ettiğinden ve toplayıcılar toplanması gereken gıda atığı miktarını bilemedikleri için gereksiz toplamalar meydana gelebilir.

Önerilen SGS, SGB'lerin kapasitesini izleyerek verimli bir gıda atığı toplama sistemi önermektedir. Toplayıcılar, bir akıllı telefon aracılığıyla sunucudan toplama rotası boyunca SGB'lerin durum bilgilerini talep ettiğinde, sunucu, sunucu ara yazılımındaki alan bilgisini kullanarak toplanması gereken SGB'lerin yeri ve sayısı hakkındaki bilgileri toplayıcıya sağlar. akıllı telefon. Şekil7 , açık harita API'sini kullanan bir mobil uygulamayı göstermektedir. Mobil uygulama, toplanması gereken SGB'lerin konumunu ve SGB'lerin durum bilgilerine dayalı olarak oluşturulan optimize edilmiş toplama yolunu gösterir.



Şekil7 Koleksiyonerler için mobil uygulama.

Gıda atığı toplama genellikle günde bir kez yapılır. Ancak diğer lokasyonlara göre daha fazla gıda atığı bulunan ticari bir alanda gıda atığı toplama işlemi günde bir defadan fazla yapılmalıdır. Bu nedenle sunucu, gıda atığı toplama süresini, son yedi gün içinde biriken toplam gıda atığı miktarına göre ayarlar:

$$\sum_{t=1}^{24} \frac{E_t}{k} = S, \quad \left(\sum_{t=1}^{24} \frac{E_a}{7} = E_t \right), \quad (4)$$

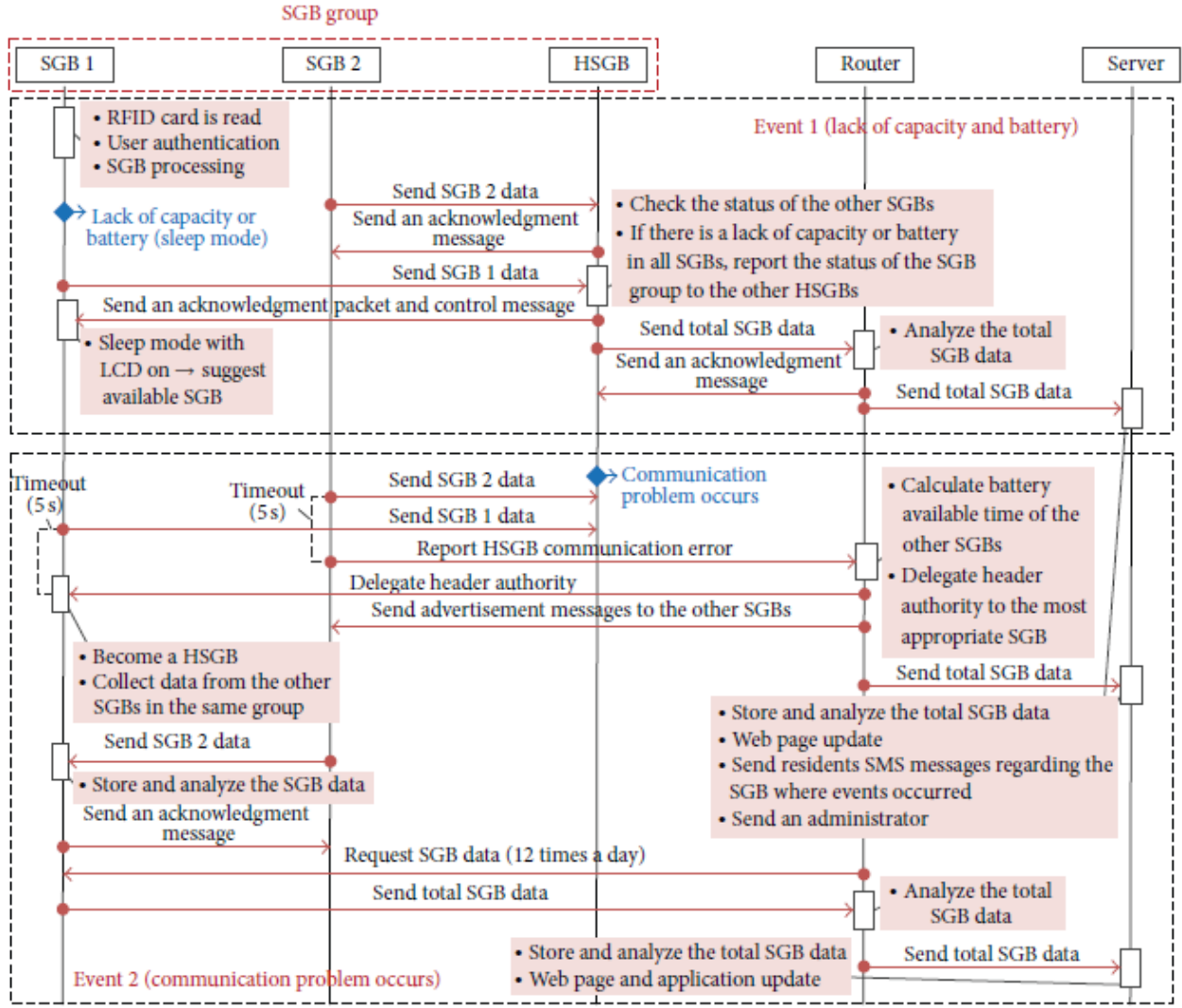
burada saat başına düşen ortalama atık boşaltma miktarı olup, bir akıllı çöp kutusu kapasitesidir, gıda atık toplama sayısıdır ve belirli bir zamanda yemek atık toplam miktarıdır.

$$E_{tkS} \sum E_a$$

Yukarıdaki denklem, gıda atığı toplama zaman aralığı içindir. Saatte ortalama boşaltılan gıda atığı miktarına göre toplanan gıda atığı sayısı hesaplanır. SSGS , değerini kullanarak toplama süresini ayarlar ve verimli toplama planları oluşturur.

4.5. Akıllı Çöp Sistemi için Olay Tabanlı IoT Teknikleri

SGB'lerin işleyişinde kullanıcı rahatlığı birinci öncelik olarak düşünülmelidir. Bu nedenle hizmet sürekliliği ve kullanıcı kolaylığı için SGB'ler, kapasite eksikliği veya pil eksikliği gibi olaylar meydana geldiğinde, konut sakinlerini birbirleriyle işbirliği yaparak kullanmaya teşvik etmelidir. Ayrıca, bir HSGB'de bir iletişim sorunu meydana geldiğinde, iletişim güvenilirliği için başlık yetkisi başka bir SGB'ye devredilir. İki farklı olay için SGS'nin çalışması için bir dizi diyagramı Şekil8'de gösterilmektedir .



Şekil8 İki farklı olay için akıllı çöp sisteminin çalışması için sıra diyagramı.

(i) *Olay 1: Kapasite veya Pil Eksikliği.* Mevcut bir RFID tabanlı çöp toplama sisteminde, sakinler, kapasite yetersizliğinden veya pil gücü eksikliği nedeniyle boşaltma işlemi sırasında çöp kutuları kapatıldığından gıda atıklarını boşaltamayabilirler. Ancak önerilen sistem, bu tür olayları meydana gelmeden önce önleyebilir. Tahliye işleminden sonra, bir SGB durum bilgilerini saklar. Bu sırada SGB'nin kapasitesi %90'ı geçerse veya pil ömrü %5'in altına düşerse SGB durum bilgisini HSGB'ye gönderir ve uyku moduna girer. Durum bilgisini alan HSGB, aynı bölgedeki diğer SGB'leri kontrol eder. HSGB daha sonra LCD ekranda mevcut SGB'lerin bir listesini göstermek için bir olayın meydana geldiği SGB'ye bir kontrol mesajı ve diğer SGB'lerin durum bilgilerini gönderir. Ek olarak, HSGB, kendi SGB grubuyla ilgili tüm bilgileri bir yönlendirici aracılığıyla sunucuya gönderir. Sunucu daha sonra Web sayfasını günceller, olayın meydana geldiği bölgede bulunan sakinlere SMS mesajları gönderir ve harekete geçmesi için bir yönetici gönderir.

(ii) *Olay 2: Bir İletişim Sorunu Oluşturdu.* Belirli bir SGB'de bir iletişim sorunu meydana gelirse, SGB'ler birbirleriyle iletişim kurduğunda sorun tespit edilebilir. İletişim sorunu daha sonra HSGB üzerinden sunucuya bildirilir. Ancak HSGB'de bir iletişim sorunu olması durumunda başlık yetkisi başka bir SGB'ye devredilmelidir. Böylece bir SGB, veri gönderdikten sonra 5 saniye içinde HSGB'den bir onay mesajı almazsa, SGB HSGB'de bir iletişim sorunu olduğunu tespit eder. Sorunu algılayan ilk SGB, durumu yönlendiriciye bildirir. Yönlendirici daha sonra aynı bölgedeki diğer SGB'lerin kullanılabilir pil ömrünü hesaplar ve başlık yetkisini en uygun bölmeye devreder.

5. Sistem Uygulaması ve Deneysel Sonuçlar

5.1. Akıllı Çöp Kutusunun Donanım Yapısı

Tablo2, bir SGB'nin özelliklerini göstermektedir. Her bir SGB'nin alt kısmında, gıda atığının ağırlığını ölçmek için bir yük hücresi bulunur. Bir SGB'nin tam boyutu, kullanıcıların boyları dikkate alınarak belirlendi. Ayrıca, mobilite için güç kaynağı olarak bir lityum iyon pil kullanılır. Ancak, koşullara bağlı olarak, bir SGB sabit bir güç kaynağı kullanabilir.

Şartname	
Ölçek türü	alt yapı
Boyut	590 × 680 × 1170 mm
Pil kapasitesi	Lityum-iyon pil, 7,4 V, 92,4 Ah
İletişim	CDMA2000 EV-DO
RFID Türü	ISO 14443, frekans: 13.56 MHz
Ağırlık	Maksimum ağırlık: 105 kg, ağırlık birimi: 50 g

Tablo2 Akıllı çöp kutusunun özellikleri

Bir SGB'nin donanım yapısı sekiz modülden oluşur: yük hücresi, ana sistem, arayüz, modem, motor, LCD ekran, AD dönüştürücü ve RFID okuyucu. İlk olarak yük hücresi başlangıç analog değerini ölçer ve ana sisteme bağlı AD dönüştürücü modülü aracılığıyla ana sisteme gönderir. AD dönüştürücü modülü, analog değeri dijital bir değere dönüştürür. AD dönüştürücü modülü tarafından işlenen değer, ana sistemde bir ağırlık sonucuna dönüştürülür. Bu işlem sırasında yük hücresinin karakteristiği ağırlık değişimine göre lineer değildir ve bu nedenle ana sistemde düzeltilmesi gerekir. Ağırlık sonucu arayüze aktarılır. Arayüz istenilen sonucu modeme veya LCD ekrana gönderir. Ayrıca arayüz, RFID okuyucudan gelen giriş verilerini analiz etmek ve motoru kutunun kapağını açmak veya kapatmak için çalıştırmak gibi SGB'deki tüm işlemleri de yönetir. Gerçek SGB, Şekil9'da gösterilmektedir .

Şekil9 (a) Akıllı çöp kutusu ve (b) LCD ekran, tuş takımı ve RFID okuyucu.



(a) Akıllı çöp kutusu



(b) LCD ekran, tuş takımı ve RFID okuyucu

5.2. Sistem Uygulaması

Önerilen SGS, Gangnam bölgesinde bir pilot proje olarak işletilmiştir. Toplamda, 136 SGB, Gangnam'ın altı alt bölgesinde konuşlandırıldı. Çöp kutuları, ilçelerin beşinde apartman konut alanlarına ve diğer ilçedeki müstakil konut alanlarına uygulandı. Şekil10, SGB'lerin konuşlandırıldığı yerleri, sayılarını ve sistem uygulamasını göstermektedir.



Şekil10 Akıllı bir çöp sisteminin uygulanması.

Şekil10'da gösterildiği gibi , bir SGB, içine yerleştirilmiş geleneksel bir gıda atık kutusu ile yapılandırılmıştır. Sistem uygulaması, SGB'nin daha önce geleneksel bir gıda atık kutusunun bulunduğu yere yerleştirilmesi ve geleneksel gıda atık kutusunun akıllı kutunun içine sabitlenmesiyle gerçekleştirildi. Ayrıca, SGB pil gücüyle çalıştığı için, onu komşu bir ticari elektrik hattına bağlayan ek inşaatla gerek yoktu.

Web tabanlı hizmet yapısı Şekil11'de sunulmaktadır.. SGS, RFID kartları ve Web tabanlı hizmetleri için her kullanıcıya bir kimlik ve parola sağladı. Kullanıcılar üç sınıfa ayrıldı: bir yönetici, toplayıcı ve sakinler. Yönetici, her bir SGB'nin mevcut ve birikmiş gıda atık miktarını, tüm SGB'lerin durumunu ve zaman kaydını kontrol edebilir. Yönetici daha sonra bilgileri bölge, yerleşik ve SGB'ye göre sınıflandırabilir. Ayrıca yöneticiye yeni kullanıcı ve RFID kartlarının kayıt edilmesini sağlayan bir hizmet sunulmuştur. Yöneticiye tam yetki verilirken, bir konut sakini yalnızca gıda atıklarının deşarj miktarını ve ödeme bilgilerini kontrol edebilir ve toplayıcı, bir SGB'nin kapasitesi %90'ı aştığında toplanan gıda atıklarının durumunu kontrol edebilir ve bildirim alabilir.

Şekil11 Web tabanlı gıda atık yönetimi hizmeti.

The screenshot shows a web interface titled 'DISCHARGING'. It features a search bar with fields for 'FROM' and 'TO' dates, and a 'SEARCH' button. Below the search bar, there is a table with 8 columns: NUM, TIME, USER ID, CARD NUM, AMOUNT(g), PAYMENT(WON), BALANCE(WON), and CARD. The table contains 3 rows of data. Below the table, there is a 'HELP' section with a 'DISCHARGING HELP' link and a 'SEARCH WITH DETAILED SEARCH' link.

NUM	TIME	USER ID	CARD NUM	AMOUNT(g)	PAYMENT(WON)	BALANCE(WON)	CARD
3	2012-04-05 15:57:13	10900002	1359-1210-0000-0001	2,300	276	49,388	CARD
2	2012-04-02 16:34:22	10900002	1359-1210-0000-0001	2,800	336	49,664	CARD
1	0000-00-00 00:00:00	10900002	1359-1210-0000-0001	0	0	50,000	CARD

(a) Kullanıcı arayüzü Web sayfası

DEVICE MANAGEMENT							
<div> <div>SEARCH</div> <div>Location <input type="text"/></div> <div>SEARCH SAVE</div> </div>							
<div> <div>ISSUE</div> <div>DEVICE MANAGEMENT</div> </div>							
Total Count: 65 (1/4)							
Num	SG ID	Weight	Battery	Status	Error	Administrator	Location
65	SG000001	22270g	72%	Normal		Gangnam-gu	Daechi-dong 63 Woosung Apt. 5 Dong
64	SG000002	4840g	59%	Normal		Gangnam-gu	Samseong-dong 53-2 Jinheong Apt. 1 Dong
63	SG000003	10110g	60%	Normal		Gangnam-gu	Samseong-dong 53-2 Jinheong Apt. 2 Dong
62	SG000004	81480g	63%	Normal		Gangnam-gu	Daechi-dong 63 Woosung Apt. 6 Dong
61	SG000005	52610g	75%	Error	Bin	Gangnam-gu	Daechi-dong 63 Woosung Apt. 6 Dong
60	SG000006	9670g	68%	Error	Communication	Gangnam-gu	Daechi-dong 988-4 Hyosung Apt.
59	SG000007	0g	72%	Error	Locker	Gangnam-gu	Cheongdam-dong 65 Jinheong Apt. 5 Dong
58	SG000008	11410g	62%	Normal		Gangnam-gu	Samseong-dong 53-2 Jinheong Apt. 2 Dong
57	SG000009	2330g	62%	Error	Locker	Gangnam-gu	Daechi-dong 63 Woosung Apt. 7 Dong
56	SG000010	54620g	61%	Normal		Gangnam-gu	Samseong-dong 53-2 Jinheong Apt. 3 Dong
55	SG000012	27830g	65%	Error	Cap	Gangnam-gu	Daechi-dong 63 Woosung Apt. 6 Dong
54	SG000013	8230g	66%	Normal		Gangnam-gu	Cheongdam-dong 75-1 Hyundai Apt.

(b) Yönetici arayüzü Web sayfası

5.3. Deneysel sonuçlar

(i) *Enerji Verimliliği*. Bağımsız ve işbirliğine dayalı operasyonların enerji verimliliğini doğrulamak için A ve B olmak üzere iki karşılaştırma grubu kuruldu. A Grubu, mevcut RFID tabanlı çöp toplama sistemiyle aynı şekilde çalışan on SGB'ye sahipti. Bu nedenle, A grubu normalde uyku modunda tutuldu ve bir kullanıcı bir çöp kutusu kullandığında uyanma moduna girdi. A Grubu tahliye işlemini yürüttü ve bu işlem her bittiğinde sunucu ile iletişim kurdu. Ayrıca, A grubundaki SGB'ler yönlendiriciyle iletişim kurdu ve başlık kutusu kullanılmadı. Yine on SGB'ye sahip olan B grubu için, yönlendirici tarafından bir HSGB yetkilendirildi ve bölgedeki tüm SGB'lerin pil durumuna bağlı olarak başka bir kutuya değiştirildi. İki grup iki haftalık bir süre boyunca kullanıldı. Aynı deneysel koşulları oluşturmak için, benzer sayıda kullanıcı ve haneye sahip iki yer seçilmiştir. A ve B Gruplarının deneysel sonuçları Tablolarda detaylandırılmıştır. sırasıyla 3 ve 4. Ve Şekil12 , Grup A ve B'de kullanım başına ortalama güç tüketiminin karşılaştırmasını göstermektedir.

Tablo 3

A Grubunun deneysel sonuçları.

SGB	Kullanım sayısı	Pil kalır (%)	Güç tüketimi (Wh)
1	161	29.93	479
2	151	28.99	485
3	197	10.89	609
4	204	8.26	627
5	196	6.59	638
6	144	38.02	423
7	202	6.096	642
8	156	27.51	495
9	177	22.59	529
10	169	23.77	512

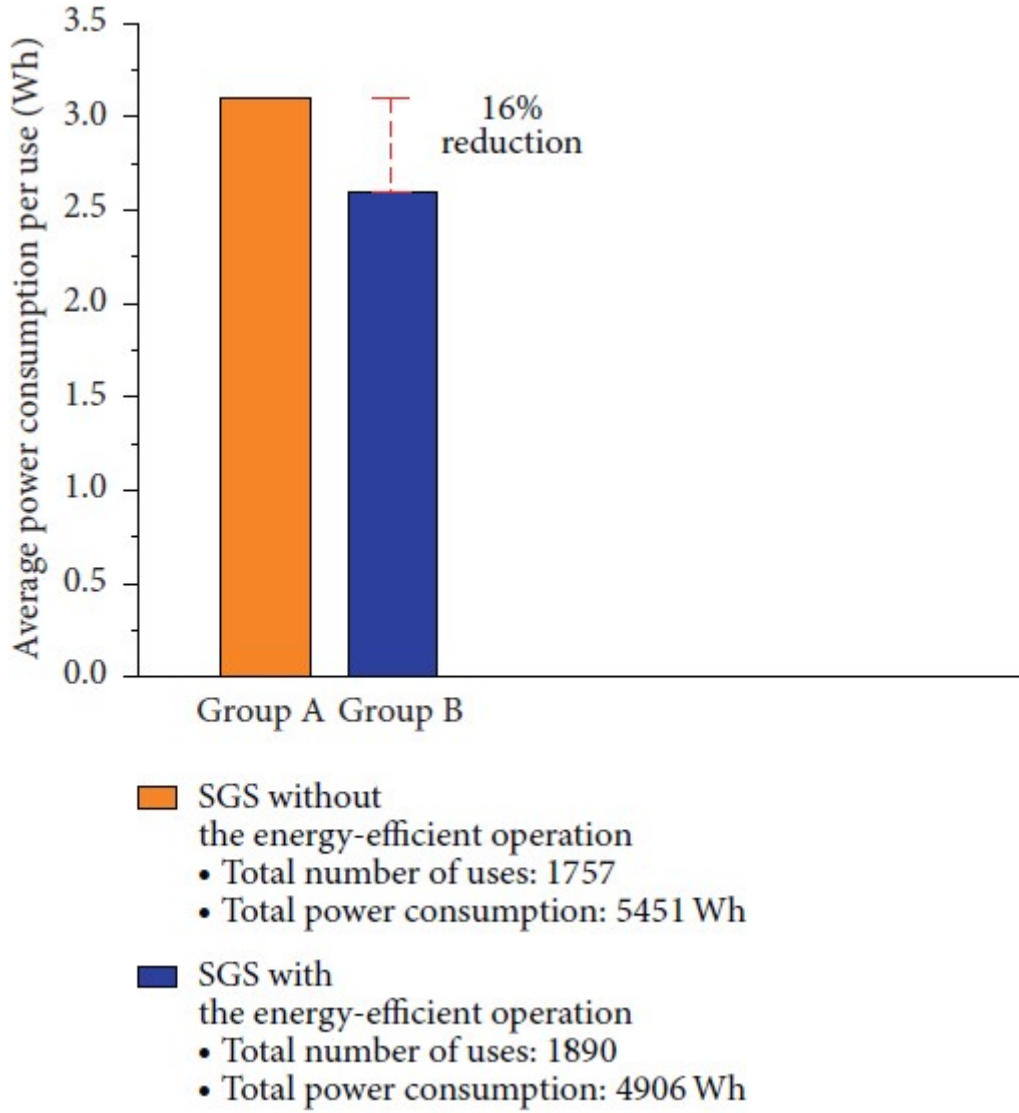
Tablo3 A grubunun Deneysel Sonuçları

Tablo 4

B Grubunun deneysel sonuçları.

SGB	Kullanım sayısı	Pil kalır (%)	Güç tüketimi (Wh)
1	211	20.07	546
2	199	26.75	500
3	172	35.96	437
4	223	12.50	598
5	192	28.94	485
6	154	39.97	410
7	180	31.35	469
8	207	18.28	558
9	171	37.08	430
10	181	31.47	468

Tablo4 B grubunun Deneysel Sonuçları



Şekil 12 Grup A ve B'de kullanım başına ortalama güç tüketiminin karşılaştırılması.

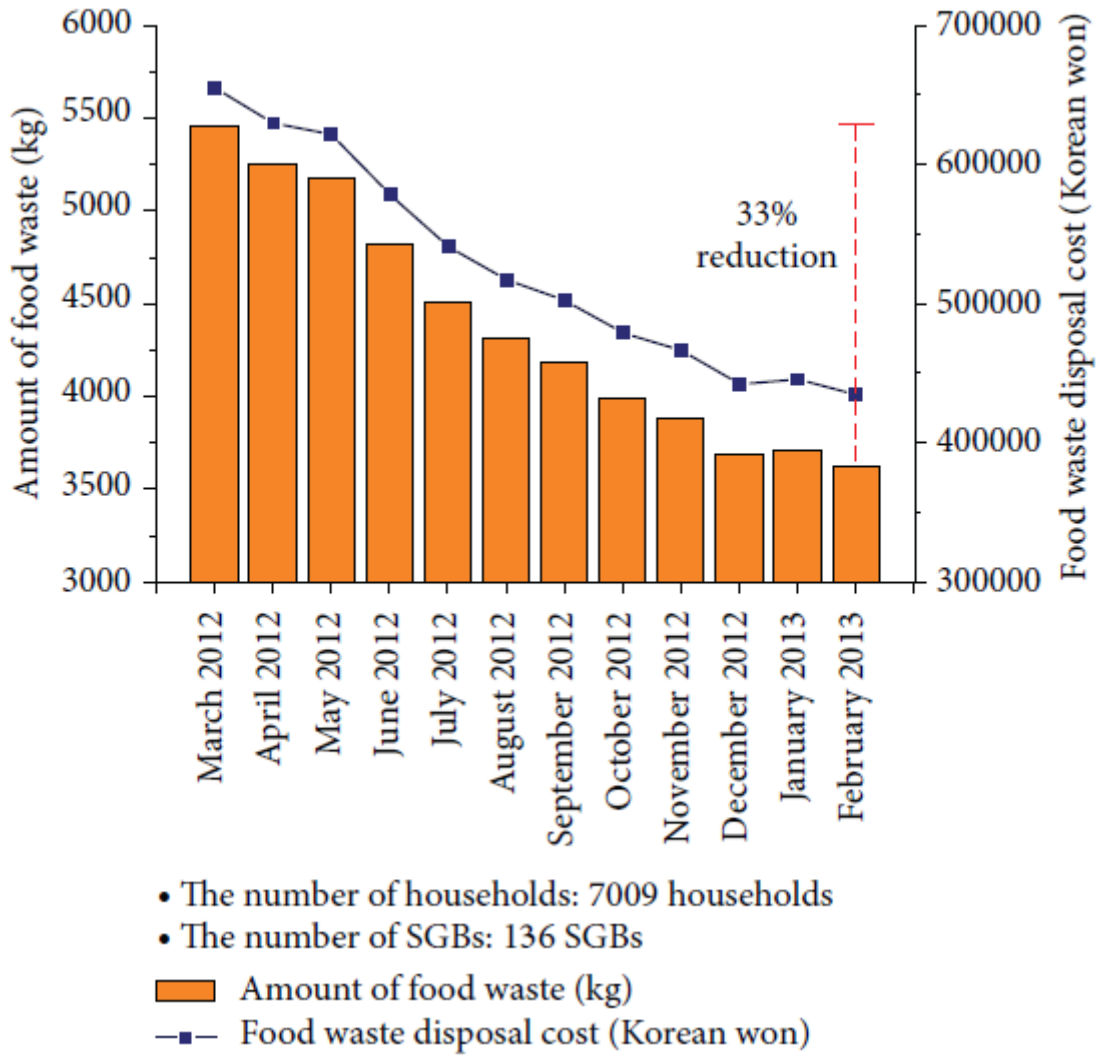
Sonuçlara göre, aynı sayıda hizmet provizyonu ve aynı kalite varsayıldığında, enerji verimli bir operasyon uygulayan SGB grubu için enerji verimliliği %16 arttı. Kapağın açılması ve LCD ekran kullanımı dahil edildiğinde cihazın çalışmasının enerji verimliliği üzerinde çok

az etkisi olmasına rağmen, sunucu veya yönlendirici ile iletişim miktarını kontrol ederek ve enerji verimli bir çalışma uygulayarak enerji verimliliği iyileştirmesi sağlandı. .

(ii) *Gıda Atıklarının Azaltılması* . Önerilen SGS'nin performansını değerlendirmek için Gangnam bölgesi sakinleri tarafından boşaltılan gıda atığı miktarı analiz edildi. Önerilen SGS, Web tabanlı bir hizmet sağladığı için, Web tabanlı hizmet tarafından toplanan istatistiksel veriler aracılığıyla gıda atığı miktarı kolayca analiz edilebilir.

Daha önce de belirtildiği gibi, altı alt bölgeden oluşan Gangnam bölgesinde 136 SGB konuşlandırıldı. Çöp kutuları, beş mahallede bir apartman alanına ve diğer ilçede müstakil konut alanlarına uygulandı. Uyarlanabilir kullanıcı odaklı ücret politikası SGS'ye de uygulandı.

Şekil13 , Gangnam ilçesi sakinleri tarafından boşaltılan gıda atığı miktarını ve bir yıllık süre için gıda atığı miktarına göre bertaraf maliyetini göstermektedir. İlk üç ay için kayda değer bir sonuç yoktu, ancak uyarlanabilir kullanıcı odaklı ücretlendirme politikasının etkisinin ortaya çıktığı Haziran 2012'den itibaren önemli azalma sonuçları meydana geldi. Geçen ay, ayda üretilen gıda atığı miktarı yaklaşık %33 oranında azaldı.



Şekil13 Gangnam ilçesi sakinleri tarafından tahliye edilen gıda atığı miktarı ve bir yıllık süre için gıda atığı miktarına göre bertaraf maliyeti.

Elbette, geleneksel bir toplama sisteminin güvenilirliği nedeniyle azalan miktarın SGS'nin performansını doğru bir şekilde gösterdiğini düşünmek biraz zordur. Ek olarak, gıda israfındaki azalma, yeni sisteme karşı isteksizlikten kaynaklanan geçici bir olgu olabilir. Düşüşün sürekli olması durumunda, RFID'ye dayalı Attığın Kadar Öde (PAYT) sisteminin neden olduğu düşüş nedeniyle beklenti etkinliğinin artması beklenir.

yapısı, her bölmede toplanan bilgilerin sunucuya aktarıldığı merkezi bir yapıdır; Ayrıca her bir SGB'nin pil verimliliğini artırmak için bir HSGB tasarladık.

Sakinleri gıda atıklarını azaltmaya motive etmek için uyarlanabilir kullanıcı odaklı bir ücretlendirme politikası uygulanmakta ve bertaraf ve toplama süreçlerinde daha fazla verim elde etmek için Web tabanlı hizmetler sunulmaktadır. Ayrıca, SGB'leri kullanan önerilen sisteme dayanarak, önerilen sistemi Gangnam ilçesinde bir yıllık bir süre için pilot

6. Sonuçlar ve Gelecek alıřmalar

Bu yazıda, mevcut RFID tabanlı çöp toplama sistemlerini değiştirmek için IoT tabanlı bir SGS önerdik. Pasif toplama bidonlarından ve diğer RFID tabanlı gıda çöp toplama sistemlerinden farklılaşma sağlamak için ayrıca dış ve kamusal ortamlarda gerekli bileşenleri önerdik ve SGS'yi bu bileşenlere göre tasarladık. Bir SGB'nin temel sistem proje olarak uyguladık ve sonuçları doğruladık. Önerilen SGB'lerin enerji verimliliği, %16 enerji tasarrufu sonucunu göstermektedir; bu, SGB'lerin yalnızca gıda israfının azaltılmasına değil, aynı zamanda enerji tasarrufuna da katkıda bulunabileceğini göstermektedir. Önerilen sistem ve uyarlanabilir kullanıcı odaklı ücretlendirme politikası, gıda israfında yaklaşık %33'lük bir azalma ile sonuçlanmıştır ve önerilen sistemin bu şekilde gıda atık yönetiminin verimliliğini artırması beklenmektedir.

Bununla birlikte, önerilen SGS, mevcut sistemden daha fazla bakım maliyeti gerektirir ve önerilen sistemin pil tabanlı güç yapısı nedeniyle bir ödünleşim vardır. En önemli konu, bir SGB'nin pil ömrünün nasıl iyileştirileceğidir. Bu sorunu çözmek için fotovoltaik güç üretimi düşünölüyor. Ayrıca, dış etkilere karşı dayanıklılık ve nemden kaynaklanan korozyon için yüksek yoğunluklu plastik malzemeler de dikkate alınmaktadır.

7.Projenin Uygulanabilir Alanları

Bu sistem ; sanayi alanları, diğer belediyeler ile işbirliği, hatta üniversitelerde kendi içerisinde bu sistemi uygulayabilecek basit ve uygun çözümler sunan barındıran bir teknolojik sistemdir. Bazı uygulama alanları ;

- Özel Temizlik kurumları,
- Diğer Belediye kurumları,
- Sanayi alanları,
- Ticaret alanları
- Üniversiteler vb...



Şekil 14 Organize Sanayi Bölgelerinde Kullanılabilir



Şekil 15 Üniversite Bölgelerinde Kullanılabilir



Şekil 16 Büyük Sitelerde Kullanılabilir

8.Projenin Kamuya Olan Bazı Faydaları



Şekil 17 Temiz Çevre

Temiz Çevre

Daha temiz bir dünya için karbon salınımını azaltmaktadır. Çöplerin doluluk oranları uzaktan takip edilebildiği için, çöplerde taşma gibi durumlar yaşanmadan çöplerin toplanması sağlanarak, halk sağlığını tehdit edecek durumların önüne geçilmektedir.



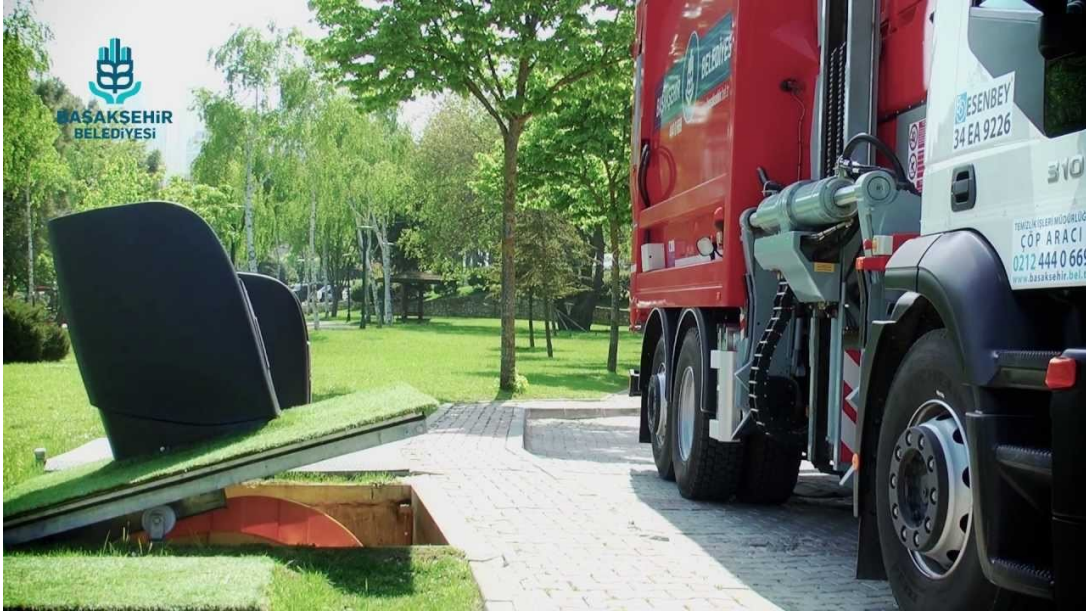
Şekil 18 Yüzdelik Oranı

Operasyon maliyetlerinde Yüzde 50'ye varan tasarruf

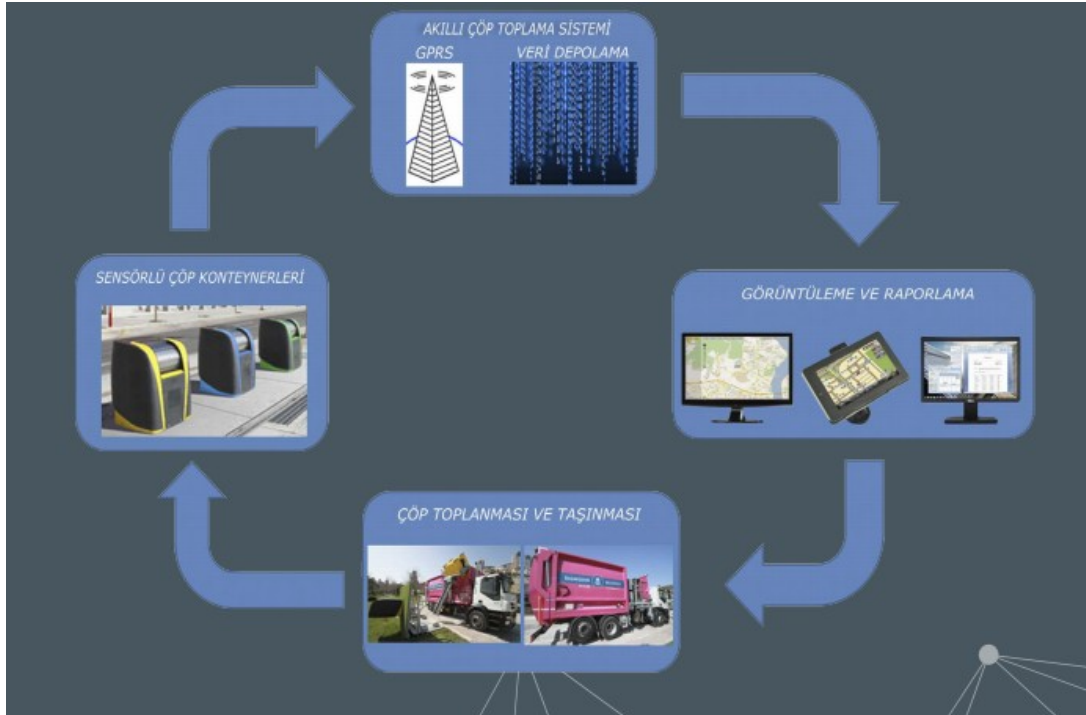
Atık toplama araçları yalnızca kendilerine iş emri verilen ve belirli bir doluluk oranına ulaşmış konteynerlerin olduğu rotada atık toplama yapacakları için yüksek düzeyde yakıt tasarrufu sağlanmaktadır.

Optimize edilmiş rotalar sayesinde daha az atık toplama aracı ile daha az yol kat edilerek daha çok iş yapılmış olur. Böylelikle araç bakım maliyetlerinde de tasarruf edilmektedir.

9.Proje Örnekleri - Türkiye



Şekil 19 Park Alanında SGS ve SGB sistemi – Başakşehir Belediyesi



Şekil 20 Akıllı Çöp Toplama Sistemi İşleyiş Şekli – Başakşehir Belediyesi



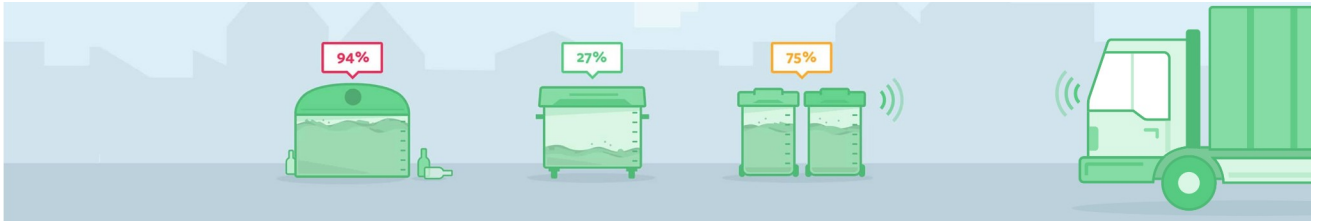
Şekil 21 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Bilgisayar Takip Sistemi



Şekil 22 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Konteyner Araçları – Başakşehir Belediyesi



Şekil 23 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Konteyner Aracı İç Bilgisayar Sistemi – Başakşehir Belediyesi



Şekil 24 Akıllı Çöp Toplama Sistemi Doluluk Oranı Takip görseli – Başakşehir Belediyesi

10.Projenin Kamuoyuna Yansıtılması



Şekil 25 Akıllı Çöp Toplama Sistemi - Haber

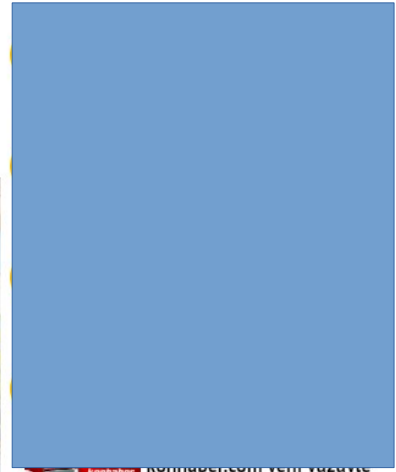
Meram'da çöp konteynerleri 'akıllanıyor!'

Eklenme Tarihi: 15.03.2021 - 12:35 ,Son Güncellenme: 15.03.2021- 13:46



Meram Belediyesi, zamandan ve mali açıdan büyük yararlar sağlayacak 'Akıllı Atık Toplama' sistemini hayata geçiriyor. MEVKA'nın destekleriyle hayata geçecek projenin protokol imza töreninde konuşan Meram Belediye Başkanı Mustafa Kavuş, "Göreve başladığımız günden bu yana kaynakları doğru ve verimli kullanmak en önemli şiarımız oldu. Bu proje de bunun en güzel örneklerinden biridir" diye konuştu.

En Çok Okunan Haberler



Şekil 26 Akıllı Çöp Toplama Sistemi - Haber

11.Sonuç - Özet

-- Neden Akıllı Çöp Toplama Sistemi ?

- Akıllı Çöp toplama sistemi çözümleri ile yakıt ve operasyon maliyetlerinde tasarruf sağlayabilir,
- Daha yaşanabilir bir çevre için karbon salınımını azaltabilir,
- Halk sağlığını tehdit edebilecek durumlar oluşturan çöp taşmalarının önüne geçilebilir.

----- Akıllı şehirler ile, atık takibi ve yönetimi, temiz bir çevre için çok önemlidir. Artan nüfus ile birlikte atık oranı artmaktadır. Atık depoları ve mevcut atık toplama yöntemleri artan atık oranları karşısında yetersiz kalmakta ve çevremiz her geçen gün daha fazla kirlenmektedir. Bundan dolayı günümüz teknolojileri ile bu problemleri minimuma indirmememiz elzem olmuştur.

Artan bu kirlilik ve çöp oranları Corona virüsü gibi yeni tür bulaşıcı hastalıklara sebep olabilir.



12.Kaynakça

<https://www.roltek.com.tr/hizmetlerimiz/akilli-sehir-atik-takip-ve-yonetim-cozumleri/>

<https://basaksehir-livinglab.com/BLL/wp-content/uploads/2018/11/ak%C4%B1l%C4%B1-konteyner-sistemi-sunumm.pdf>

http://www.mneproje.com/public/website/news/akilsiz-cop-toplamadan-akilli-cop-toplamaya-gecis_20200923081132.pdf

<https://www.anamurekspres.com/haber/akilli-cop-konteyneri-her-yere-lazim-3349.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=LuBhsp0pHZ8&t=10s>

<https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/646953/>

<https://www.ergunmimarlik.com.tr/proje-detay/BurgazKonutveTicaretKompleksi>

https://www.konhaber.com/haber-meram_da_cop_konteynerleri_akillaniyor-1567980.html