

AKILLI ŞEHİRLERDE SIFIR ATIK YÖNETİMİ, ATIK TOPLAMA OTOMASYONU

Mevlüt SEVİNÇ, Prof. Dr. İsmail Rakıp KARAŐ, Dr. Öğretim Üyesi Yasin ORTAKÇI

Özet

Günümüzde kırsal kesimde yaşayan ailelerin Őehirlere göçü devam etmektedir. Göç alan Şehirlerde ekonomik koőullar, sağlık kuruluşlarının yaygınlığı ve ulaşımının kolay olması, eğitim olanaklarının yeterliliğı insanları büyük Őehirlere çekmektedir. Bununla beraber birçok sorunun da ortaya çıkması kaçınılmazdır. Şehir planlamasının bozulması, trafik sıklığının artması, hava kirliliğı, atıkların toplanması ve bertaraf edilmesi bunlarından bazılarıdır. Bu çalışmada akıllı Şehirlerde sıfır atık konseptinin yaygınlaşması ve en az maliyetle atıkların toplanması üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şehirler, sıfır atık, atık yönetimi, araç rotalama.

1 Giriő

Dünya genelinde Şehir nüfusunun giderek arttığı ve büyük bir hızla daha da artacağı tahmin edilmektedir. Birleşmiş Milletlerin yaptığı araőtırmaya göre; geliőmekte olan ülkelerdeki Şehirlerde dünya nüfusunun yüzde 70'inden fazlasının, geliőmekte olan ülkelerde ise yüzde 85'inden fazlasının Şehirlerde yaşayacağı hesaplanmaktadır (Bouskela M., 2016).

Yaşayan her canlının dünya üzerinde bir izi olduğunu düşünürsek, milyonlarca insanın yaşadığı mega kentlerde oldukça fazla sorunun ortaya çıkacağı açıktır. Devlet politikalarının, yerel yönetimlerin bu Şehirlerde yaşayan insanlara göre şekilleneceğinden, yapılacak olan hizmetlerin iyi planlanması gerekmektedir. Küresel çapta yaşanan ekonomik krizler, özellikle de son yıllardaki pandemi (covid-19) sürecinin büyük etkisiyle belediyelerin bütçelerinde kesintiye gitmelerine ve Şehirlerin önceliklerini belirlemeye/deėiőtirmeye zorlamaktadır (Rodríguez Bolívar, 2015). Kalabalık insan yığıının oluşturduğu kaotik ortamın optimum maliyetle düzenli bir şekilde yönetilmesi her yönü ile teknolojinin de içinde bulunduğu bir yönetim anlayışı ile mümkündür. Yerel yönetimlerin bilişim teknolojilerini kullanmaları akıllı Şehirler fikrini ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmada akıllı Şehir nedir, atık yönetimi, sıfır atık projesi konularına değinilecektir. Belediyelerin belirlediğı sıfır atık noktalarındaki akıllı atık kutularını daha az maliyetle nasıl boşaltabileceğiniz inceleyeceğiz.

1.1 Akıllı Şehir Kavramı

1990'lı yıllardan itibaren kent nüfusunun doğa üzerindeki etkilerini azaltmak önem kazanmış, bunun için eko kent, yeşil kent, sürdürülebilir kent ve öğrenen kent gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. (Kaygısız & Aydın, 2017). 2000'li yıllardan sonra iletişim teknolojilerindeki gelişmelerin hızla artması, bilgiye erişim süresinin oldukça kısalmasıyla beraber akıllı şehir kavramı önemini artırmaya başlamıştır.

Akıllı şehirler, yaşam kalitesini üst seviyelere çıkarmayı, şehrin bütün kaynaklarını etkin ve verimli bir şekilde kullanmak için teknolojik imkanlardan en ileri seviyede yararlanmayı, tüm paydaşların şehir yönetimi ile birlikte hareket ettiği sürdürülebilir bir şehri ifade eder. (Şahin, 2017).



Şekil 1 Akıllı Şehirlerin Temel Özellikleri

Şekil 1'de akıllı şehirlerdeki temel özelliklerden bazıları gösterilmiştir. Tüm bu özelliklerin uyum içinde yönetilmesinde bulut bilişim sistemlerinden, veri madenciliğinden, nesnelerin internetinden (IoT) faydalanılmaktadır. Ayrıca akıllı şehirler, sadece bilişim teknolojilerden faydalan değil, aynı zamanda içinde yaşayan insanları geliştirmek, eğitim ve kültür seviyelerini yükseltmek, yaşam kalitelerini artırmak, sosyal adaleti de sağlamayı hedef almaktadırlar. Birçok yerel yönetim akıllı şehirler kapsamında e-belediyeçilik hizmetine geçmeye başlamıştır. İnsanların artık kamu kurumlarına gitmeden sorgulama ve başvuru yapabildikleri, istedikleri evraklarını alabildikleri, faturalarını ödeyebildikleri elektronik ortama geçmeleri yerel

yönetimlerde zorunlu hale gelmiştir. Kullandığımız sistemlerin akıllı hale gelmesi yaşadığımız çevreyi de akıllı şehir konseptine hazır duruma getirmiştir.

1.2 Atık ve Sıfır Atık Kavramları

Atık; 1983 yılında Resmi Gazetede yayınlanan 2872 Sayılı Çevre Kanununda “herhangi bir faaliyet sonucunda çevreye atılan ya da bırakılan zararlı maddeler” olarak tanımlanmıştır. (T.C. Resmi Gazete, 1983).

Türk Dil Kurumu atık kelimesinin sözlük anlamını “üretimden tüketime kadar olan tüm aşamalarda ortaya çıkan ve kullanıcının artık işine yaramayan maddelerin tamamı” olarak tanımlamıştır. (TDK, 2020)

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğünün tanımına göre Sıfır Atık; “israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, oluşan atığın miktarının azaltılmasını, etkin toplama sisteminin kurulmasını, atıkların geri dönüştürülmesini kapsayan atık önleme yaklaşımı olarak tanımlanan bir hedef” şeklinde ifade edilmektedir. (T.C. ÇŞB,



2017)

Şekil 2 Sıfır Atık Projesinin Hedefleri (T.C. ÇŞB, 2017)

Şekil 2’de Sıfır Atık Projesinin çevreye ve doğaya, ülkelerin ekonomisine, en önemlisi de gelecek nesillere aktarılacak bir dünyaya katkılarından, ne kadar önemli olduğundan bahsedilmektedir.

2 Akıllı Şehirlerde Sıfır Atık Toplama Yönetimi

2030 yılına gelindiğinde, yaşanan göçlerin sonucunda dünya üzerindeki insanların yaklaşık üçte biri kentlerde yaşıyor olacak. Bu gerçek, kent yaşamı için sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesini gerektirmektedir (Sivasankari, Shri, & Jinila, 2017) . Çevreye bakıldığında atıkların gelişigüzel depolandığı, herhangi bir atık gruplaması yapılmadığı görülmektedir. Bu atıkların geri dönüşüme kazandırılmaması durumunda doğaya karışması uzun zaman almakta, temiz suyu ve toprağı kirlettiğı bilinmektedir. Çevre kirliliğinden dolayı insanlar ve diğer canlılar ciddi sorunlar yaşamaktadır.

Gelişigüzel istiflenen bu atıkların toplanması ve depolanması hem zaman kaybına hem de maliyetin yüksek tutmasına sebep olmaktadır. Her çöp yığınına uğramak ayrıca yüklü miktarda insan gücüne ihtiyaç doğurmaktadır. Bu anlamda akıllı sistemlerin kullanılması, yerel yönetimlerin zamandan ve iş gücünden kazanç sağlamasına olanak sağlar.



Şekil 3 Sıfır Atık Toplama Yönetimi

Şekil 3'te Sıfır Atık Toplama Yönetimi atık kumbaraları, bulut bilişim, sunucu ve son cihazdan oluşmaktadır. Atık kumbaralarında yer alan sensörler vasıtasıyla doluluk oranları kontrol edilmektedir.

Sensörler; kumbaranın belirli bir ağırlığa ya da içindeki atıkların belirli bir yüksekliğe erişmesi halinde bulut bilişim sistemine bilgiler aktarmaktadır. Bu bilgiler sunucu sistemine aktarılarak, işlenir ve saklanır. Sisteme bağlı tüm atık kumbaralara anlık olarak takip edilebilir. Öngörüleme

algoritması ile kumbaraların ne zaman dolacağı tahmin edilebilir. Böylece bir gün önceden atık toplama rotasyonu hesaplanabilir. Öngörüleme sayesinde belirlenen sıfır atık kumbaraları, sunucu sistem tarafından oluşturulan optimize rotalar ile en kısa zamanda ve az maliyetle toplanır. Sistem tarafından oluşturulan rota, araçlarda yer alan akıllı ekranlara aktarılır ve sürücüler bu rotayı takip eder. Sistem yöneticileri atık kumbaralarını mobil cihazlarla da takip ederek 7/24 ölçümlene yapabilirler (Evreka, 2015).

2.1 Los Angeles County’de Akıllı Katı Atık Yönetimi Örneği

Los Angeles, ABD’nin Kaliforniya Eyaletine bağlı bir yerleşim merkezidir. Yüz ölçümü 12,310 km² olup, nüfusu 2019 yılı itibariyle yaklaşık 10 milyon kişidir (Angeles, 2019).



Şekil 4 Bigbelly Atık Kutusu (Herbst, 2015).

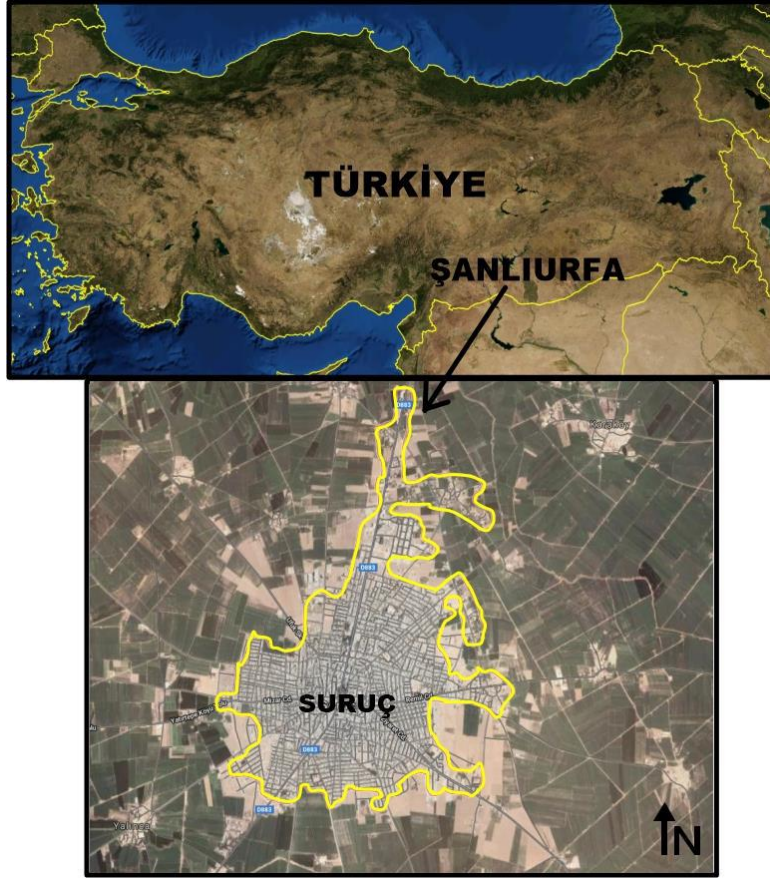
Los Angeles’de yaklaşık 350 noktaya Şekil 4’te de gösterilen ve Bigbelly olarak adlandırılan akıllı çöp kutuları yerleştirilmiştir. Şekil 4’teki görselde yer alan 1. Güneş paneli, 2. 6x17 inçlik ağız, 3. Sensörlerin yer aldığı konsol, 4. Atık alanı, 5. Atık torbası, 6. Sıkıştırıcı, 7. Dış cephe kısımlarını ifade etmektedir. Güneş enerjisi ile dolan üzerindeki 12 voltluk aküden güç alan bu atık kutuları Wi-fi özelliğine sahiptir. İçinde bulunan sensörler kutunun doluluk oranı hakkında bilgi verir. Bigbelly’nin dış yüzeyi zorlu hava koşullarına dayanıklı tasarlanmıştır. İçerisinde

ise yine geri dönüşüm ile yapılmış astar torbalar kullanılmakta olup, iç yüzey bu torbalar sayesinde korunmaktadır. Atıkları toplamak için ön kapı bir anahtar ile açılmakta olup, biriken malzeme boşaltılmaktadır (Herbest, 2015).

2.2 Katı Atık Yönetimi Suruç (Şanlıurfa) Örneği

Şekil 5'te Şanlıurfa ilinin Suruç ilçesi gösterilmektedir. Çalışma alanı olarak; Aligör Mahallesi, Aydın Mahallesi, Barış Mahallesi, Sarayaltı Mahallesi, Yıldırım Mahallesi, Hürriyet Mahallesi, Dikili Mahallesi, Cumhuriyet Mahallesi, Demokrasi Mahallesi ve Yenişehir Mahallesi seçilmiştir. Seçilen yerler dışındaki yerleşim birimlerinin katı atıkları Suruç Belediyesi tarafından düzenli olarak her gün toplanmaktadır. Seçilen mahallelerde ise katı atıkların toplanması, hareketli konteyner sistemi kullanılarak yapılmaktadır (Çakır, Demir Yetiş, & Yeşilnacar, 2019).

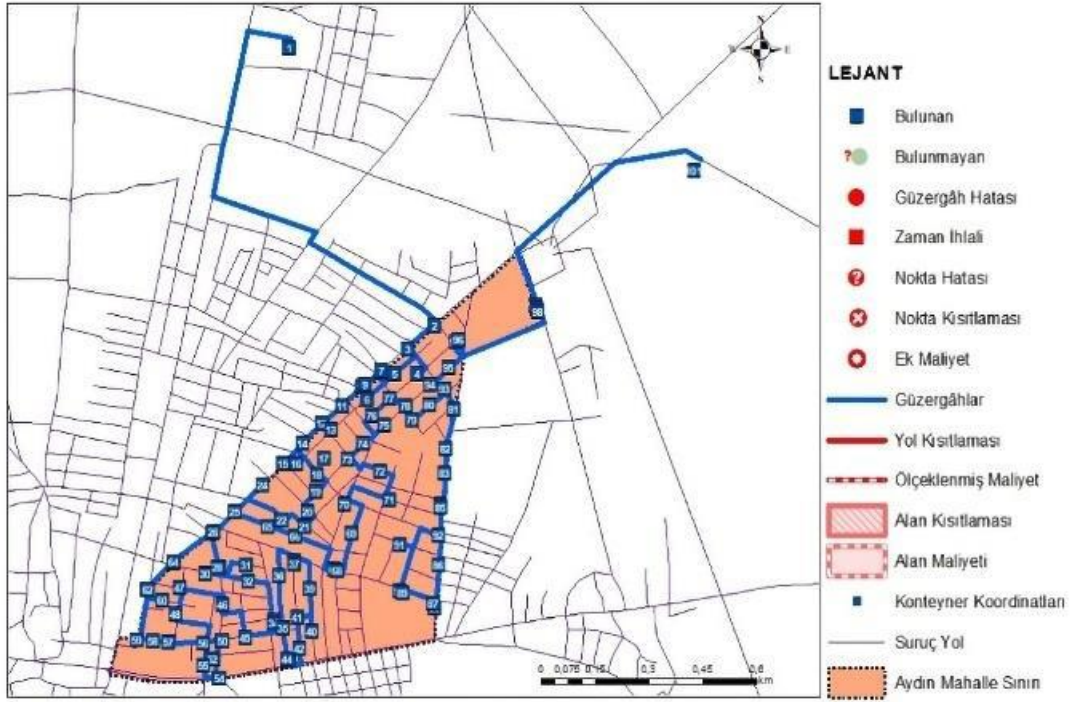
Suruç ilçesinde seçilen mahallelerin güzergâh belirleme ve atıkların dağılım haritalarının oluşturulmasında ArcGIS 10.5 yazılımı, konteynerlere ait konum bilgilerinin tespiti için Magellan Explorist 500 el tipi GPS cihazları, haritaların oluşturulmasında Google Earth Pro yazılımı kullanılmıştır. Haritalar yer alan mahallelerin sınırlarının bulunmasında ve güzergah verilerinin, CBS'nin (Coğrafi Bilgi Sistemleri) kullanabileceği dosya biçimi için Global Mapper 17 yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada Dijkstra Algoritmasından en düşük maliyetli yolun bulunması amacıyla faydalanılmıştır. Alansal katı atık dağılım haritalandırılmasında ArcMap yazılımının IDW aracı kullanılmıştır. IDW aracı; bilinen değerler yardımıyla bilinmeyen noktalara ait değerlerin belirlenmesi için kullanılmaktadır (Taylan & Damçayırı, 2016). Haritalardaki atık miktarının m³ birimindeki renklendirmeleri, Z parametresine göre oluşturulmuş, belirlenen alandaki konteynerlerin konum bilgilerine ait X ve Y parametrelerinin bir fonksiyonu olarak IDW aracı kullanılmıştır.



Şekil 5 Çalışma Alanı Haritası

Atık Toplama Sistemi için Coğrafi Bilgi Sistemi kullanılmış, optimum güzergah (taşıma optimizasyonu) ve katı atık dağılım haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen verilerin nasıl kullanılacağı ve nasıl analiz edileceği belirlenmiştir. Belirlenen Suruç ilçesinin atık toplama ve optimum güzergah tespiti için ArcMap yazılımının network analiz modülü kullanılmıştır. Haritalarda yer alan durak noktalarını çöp konteynerleri oluşturmaktadır. Suruç ilçesinden seçilen 10 merkez mahallenin toplam güzergâh uzunluğu 112.56 km, çöp konteyneri sayısı 853 olarak belirlenmiştir.

ŞANLIURFA SURUÇ İLÇESİ AYDIN MAHALLESİ OPTİMUM ÇÖP TOPLAMA GÜZERGAHI



Şekil 6 Aydın Mahallesi optimum katı atık toplama güzergâhı (Çakır, Demir Yetiş, & Yeşilnacar, 2019)

Şekil 6’da Suruç ilçesinden belirlenen mahalleler arasında Aydın Mahallesi için optimum katı atık toplama güzergâhı yer almaktadır.

Atık toplama işi araç şoförlerinin inisiyatifine bırakıldığında toplam 52.177,5 km yol kat edilmektedir. Çalışma yapıp yol optimize edildiğinde ise toplam 41.084,6 km yol kat edilmiştir. Bu iki ölçüm arasında yaklaşık olarak %27’lik kat edilen yol mesafesinden kazanç sağlanmıştır. Optimizasyon sonucunda günlük olarak elde edilen yol kazancı 10 merkez mahalle için ortalama 30.39 km’dir. Katı atık dağılım haritaları ile mahalleler arasındaki kirlilik oranları arasındaki fark görülebilir. Aynı zamanda mahalle içindeki kirlilik yükü de gösterilmektedir. Böylece kirli bölgeye ekipler zamanında müdahale edebilmektedirler (Çakır, Demir Yetiş, & Yeşilnacar, 2019).

3 Sonuç ve Tartışma

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanımının artması ile beraber yakın gelecekte her şehir akıllı statüsüne kavuşacaktır. Gittikçe kalabalıklaşan şehirlerde ortaya çıkan trafik, kirlilik, enerji gibi sorunlar akıllı sistemler dahilinde çözülmeye çalışılacaktır. Nüfusun giderek artması, dünyanın kaynaklarının giderek azalması birçok tasarrufun da gerçekleştirilmesini zorunlu hale getirecektir. Bu noktada ortaya çıkan Sıfır Atık konusuna eğilimler artacaktır. Gelecek nesillere

tükenmiş bir dünya değil, yaşanılabilir, yenilenebilir bir çevre bırakmak önem arz etmektedir. Alınacak önlemler, geliştirilecek teknolojiler şu an yapılan Sıfır Atık Yönetimini daha da ileri götürecektir. Atık kumbaralarının sayısının artırılması, elektrik ile çalışan çöp toplama araçlarının yaygınlaştırılması gibi gelişmeler en yüksek getiriye elde etmede faydalı olabilir.

İncelenen çalışma örneklerinde rota hesaplama yöntemleri en kısa yol algoritmalarına göre yapılmıştır. Dijkstra algoritması veya Bellman-Ford algoritmaları ile optimum sonuca ulaşılmaya çalışılmıştır. Kullanılan yazılımlar ile rota hesaplanmadan oluşturulan rotalara göre %40 oranında tasarruf elde edilmiştir.

Ülkemizde de Sıfır Atık konusunda bütün illerimiz gelişme göstermeye başlamıştır. Los Angeles örneğinde olduğu gibi İstanbul, Ankara, İzmir gibi büyük şehirlerimiz de örnek teşkil ederlerse ülkemiz için ve bizden sonraki nesiller için daha güzel bir gelecek bırakabilir.

4 Kaynakça

- Angeles, C. o. (2019). <https://www.lacounty.gov/government/>. <https://lacounty.gov/>:
<https://lacounty.gov/government/geography-statistics/statistics/> adresinden alındı
- Bouskela M., C. M. (2016). *The Road Toward Smart Cities: Migrating*. Inter-American Development Bank (IDB).
- Çakır, M. E., Demir Yetiş, A., & Yeşilnacar, M. İ. (2019). Katı Atıklar için Optimum Güzergâh Tespiti ve Alansal Dağılım Haritalarının CBS Ortamında Oluşturulması: Suruç (Şanlıurfa) Örneği. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 595-603.
- Evreka. (2015). <https://www.evreka.co/our-blog/>. <https://www.evreka.co/>:
<https://www.evreka.co/our-blog/how-to-make-waste-collection-efficient-with-smart-waste-management> adresinden alındı
- Herbest, J. (2015, Kasım 18). <https://www.lamag.com/c-tyth-nkblog/>. <https://www.lamag.com/>:
<https://www.lamag.com/c-tyth-nkblog/how-l-a-works-smart-trash-cans/> adresinden alındı
- Kaygısız, Ü., & Aydın, S. Z. (2017). Yönetişimde Yenibir Ufuk Olarak Akıllı Kentler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 56-81.
- Rodríguez Bolívar, M. (2015). Smart Cities: Big Cities, Complex Governance? M. Rodríguez Bolívar içinde, *Transforming City Governments for Successful Smart Cities* (s. 1-7). Springer.
doi:https://doi.org/10.1007/978-3-319-03167-5_1
- Sivasankari, Shri, B., & Jinila, Y. (2017, Haziran 21). Smart Waste Management Using WSN and IoT. https://www.researchgate.net/publication/317718894_Smart_Waste_Management adresinden alındı
- Şahin, A. (2017). Yol Açın! Akıllı Şehirler Geliyor. *Fortune Dergisi*.
- T.C. ÇŞB. (2017). Sıfır Atık El Kitapçığı. Ankara.
- T.C. Resmi Gazete. (1983). Çevre Kanunu. 2872 Sayılı.

Taylan, E., & Damçayırı, D. (2016). Isparta Bölgesi Yağış Değerlerinin IDW ve Kriging Enterpolasyon Yöntemleri ile Tahmini. *İMO Teknik Dergisi*, 7551-7559.

TDK. (2020, 12 16). *Türk Dil Kurumu*. <http://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı