KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

SIFIR ATIK PROJESİ KAPSAMINDA GERİ DÖNÜŞÜMLÜ ATIKLARIN TOPLANMASI: KIRIKKALE'DE HETEROJEN ÇOK ARAÇLI ARAÇ ROTALAMA UYGULAMASI

Şafak KIZILTAŞ

ARALIK 2019

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Şafak KIZILTAŞ tarafından hazırlanan "Sıfır Atık Projesi Kapsamında Geri Dönüşümlü Atıkların Toplanması: Kırıkkale'de Heterojen Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması" adlı Yüksek Lisans Tezinin Anabilim Dalı standartlarına uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Süleyman ERSÖZ
Anabilim Dalı Başkanı

Bu tezi okuduğumu ve tezin Yüksek Lisans Tezi olarak bütün gereklilikleri yerine getirdiğini onaylarım.

Ortak Danışman	Danışman
Prof. Dr. Tamer EREN	Dr. Öğr. Üyesi Hacı Mehmet ALAKAŞ

Jüri Üyeleri

Başkan	: Prof. Dr. Metin DAĞDEVİREN	_____
Üye (Danışman)	: Dr. Öğr. Üyesi Hacı Mehmet ALAKAŞ	_____
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN	_____

06/12/2019

Bu tez ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Recep ÇALIN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

SIFIR ATIK PROJESİ KAPSAMINDA GERİ DÖNÜŞÜMLÜ ATIKLARIN TOPLANMASI: KIRIKKALE'DE HETEROJEN ÇOK ARAÇLI ARAÇ ROTALAMA UYGULAMASI

KIZILTAŞ, Şafak
Kırıkkale Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hacı Mehmet ALAKAŞ
Ortak Danışman: Prof. Dr. Tamer EREN
Aralık 2019, 91 sayfa

Nüfusun, şehirleşmenin ve sanayi tesislerinin gün geçtikçe artmasına bağlı olarak oluşan atık miktarı da dolaylı olarak artırmaktadır. Bu nedenle insan ve çevre sağlığının korunabilmesi için atık yönetimi çalışmalarının yapılması zorunlu hale gelmektedir. Atık yönetimi işlemlerinden toplama ve taşıma işlemleri araç rotalama problemlerinin bir örneğidir. Araç rotalama problemleri, araçların dağıtım/toplama işlemlerini yaparken optimum rotalamalarının tasarlanmasıdır. Çalışmada T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından başlatılan "Sıfır Atık Projesi" doğrultusunda Kırıkkale ili ve 8 ilçesindeki tüm kamu kuruluşlarından, okullardan ve alışveriş merkezlerinden yapılacak atık toplama işlemleri ele alınmıştır.

Çalışmada kâğıt, cam, plastik ve metal gibi geri dönüştürülebilir atıkların toplanması problemi ele alınmaktadır. Bu atıkların toplanacağı adresler çevre il müdürlüğünden alınmış, düzenlenmiş ve haritada belirlenmiştir. Aralarındaki mesafeler belirlenerek, birbirlerine olan uzaklıklarına göre gruplandırılmıştır. Adreslerdeki kişi sayıları ve günlük kişi başı atık miktarı 1,17 kg kullanılarak her bir noktadaki oluşan atık miktarı bulunmuştur. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve Türkiye Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği (TÜDAM) tarafından açıklanan atık ve geri dönüştürülebilir atık miktarlarına göre geri dönüştürülebilir

atık oranı (%19) bulunmuştur. İkinci oran olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığının "Sıfır Atık" projesinde 2023 yılı için hedeflediği geri dönüşüm oranı (%35) belirlenmiştir. Ayrıca 2023 yılına gelene kadar oluşabilecek yıllık tahmini geri dönüştürülebilir atık oranları yaklaşık %5'lik artışlarla %25 ve %30 olarak belirlenmiştir. Daha sonra %19, %25 %30 ve %35 olan geri dönüştürülebilir atık oranları kullanılarak, her bir noktadaki geri dönüştürülebilir atık miktarları hesaplanmıştır. Sonraki adımda atık miktarları kullanılarak Pareto analizi yapılmış ve noktalar önem derecelerine göre gruplandırılmıştır. Pareto analizinden elde edilen verilerle haftalık yolculuk planı oluşturulmuştur. Probleme uygun olarak mesai saatlerini gözeten periyodik heterojen çok araçlı araç rotalama problemi (HÇAARP) modeli oluşturulmuştur. Ardından resmi kurumların ele alındığı Senaryo 1, resmi kurumlar ve okulların ele alındığı Senaryo 2 ve resmi kurumlar, okullar ve alışveriş merkezlerinin ele alındığı Senaryo 3'e göre problem IBM ILOG CPLEX 12.6.2.0 kullanılarak çözülmüş ve en az maliyetli atık toplama rotaları bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm, Sıfır Atık, Araç Rotalama Problemi, Heterojen Araçlar

ABSTRACT

COLLECTION OF RECYCLABLE WASTES WITHIN THE SCOPE OF ZERO WASTE PROJECT: HETEROGENEOUS MULTI-VEHICLE ROUTING CASE IN KIRIKKALE

KIZILTAŞ, Şafak
Kırıkkale University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis
Supervisor: Asst. Prof. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ
Co-Supervisor: Prof. Dr. Tamer EREN
December 2019, 91 pages

Increasing population, urbanization and industrial facilities in the world increases the amount of waste indirectly day by day. For this reason, it is obligatory to carry out waste management studies to protect human and environmental health. Collection and transportation in waste management operations is an example of vehicle routing problems. Vehicle routing problems are the design of the optimum routing of the vehicles in the distribution/collection processes. In this study, waste collection operations from all public institutions, schools and shopping malls in Kırıkkale and its 8 districts are discussed in line with "The Zero Waste Project" initiated by The Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization.

In this study, the problem of collecting recyclable wastes such as paper, glass, plastic, and metal is discussed. The addresses for the collection of wastes are taken from the provincial directorate of the environment, arranged and determined on the map. The distances between them are determined and grouped according to their distance to each other. The amount of waste generated at each point is found by using the number of people in the addresses and the amount of waste per person per day (1,17 kg). The rate of recyclable waste (%19) is determined according to the amount of waste and recyclable waste announced by The Turkish Statistical Institute

(TUIK) and The Turkish Association of Evaluable Waste Materials Industrialists (TUDAM). The recycling rate (35%) targeted by the Ministry of Environment and Urbanization for 2023 in the Zero Waste project is determined as the second rate. Also, the estimated annual recyclable waste rates that can occur until 2023 are determined as 25% and 30% in about 5% increments. Then, the amount of recyclable waste at each point is calculated by using recyclable waste rates of 19%, 25% 30% and 35%. At the next step, Pareto analysis is applied by using the amount of waste and the spots are grouped according to their importance. A weekly itinerary is created with the data obtained from Pareto analysis. In accordance with the problem, a periodic heterogeneous multi-vehicle VRP model is created considering the working hours. Then the problem is solved by using IBM ILOG CPLEX 12.6.2.0 and the least costly waste collection routes are found according to Scenario 1 which deals with the official institutions, Scenario 2 which deals with the official institutions and schools and Scenario 3 which deals with the official institutions, schools, and shopping malls.

Keywords: Waste Management, Recycling, Zero Waste, Vehicle Routing, Heterogeneous Vehicles

TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması esnasında hiçbir yardımını esirgemeyen ve çalışmam esnasında karşılaştığım problemler konusunda büyük destek olan, katkı ve eleştirileri ile çalışmalarıma yön veren, daima yardımlarını gördüğüm tez danışmanım, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hacı Mehmet ALAKAŞ'a ve ortak danışmanım Sayın Prof. Dr. Tamer EREN'e, hayat tecrübeleri ile beni hep motive eden Sayın Dr. Öğr. Üyesi Evrencan ÖZCAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bu tez çalışmasının hazırlanmasında yardımcı olan Kırıkkale Çevre ve Şehircilik İl Müdürü Sayın Uğur ATAR'a ve Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü çalışanlarına yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Hayatımın her anında yanımda olan ve beni destekleyen annem, babam ve kardeşlerime dünüm, bugünüm ve yarınım için teşekkür ediyorum. Ayrıca eğitim yolculuğumun başında verdiği katkılarla bugünümü kolaylaştıran ilkokul öğretmenim Sayın Sibel EKİNCİ'ye en içten minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ vi
ÇİZELGELER DİZİNİ viii
ŞEKİLLER DİZİNİ ix
KISALTMALAR DİZİNİ x
1. GİRİŞ 1
2. ATIK YÖNETİMİ ve SIFIR ATIK 5
3. HETEROJEN ÇOK ARAÇLI ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ 10
4. LİTERATÜR TARAMASI 15
4.1. Sıfır Atık İle İlgili Literatürdeki Çalışmalar 15
4.2. Atık Toplama ve ARP İle İlgili Yapılmış Çalışmalar 19
5. UYGULAMA 24
5.1. Problem Tanımı 26
5.2. Verilerin Toplanması ve Analizi 27
5.3. Varsayımlar 29
5.4. Matematiksel Model 30
5.5. Problemin Çözümü 33
5.5.1. Problemin Senaryo 1'e Göre Çözülmesi 33
5.5.2. Problemin Senaryo 2'ye Göre Çözülmesi 34
5.5.3. Problemin Senaryo 3'e Göre Çözülmesi 37
5.6. Çözüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi 40
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 43
KAYNAKLAR 45
EKLER 64
EK 1. Senaryo 1-Atık Toplanacak Adreslerin Gruplandırılmış Hali 64
EK 2. Senaryo 1-Pareto Analizi 66
EK 3. Senaryo 1-Geri Dönüşüm Oranlarına Göre Toplanacak Haftalık Atık Miktarları 68

EK 4. Senaryo 2-Atık Toplanacak Adreslerin Gruplandırılmış Hali 70
EK 5. Senaryo 2-Pareto Analizi 73
EK 6. Senaryo 2-Geri Dönüşüm Oranlarına Göre Haftalık Toplanacak Atık Miktarları 77
EK 7. Senaryo 3-Atık Toplanacak Adreslerin Gruplandırılmış Hali 81
EK 8. Senaryo 3-Pareto Analizi 84
EK 9. Senaryo 3-Geri Dönüşüm Oranlarına Göre Toplanacak Haftalık Atık Miktarları 88

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE

Sayfa

Çizelge 4.1. Sıfır Atık İle İlgili Yapılmış Çalışmalar....16
Çizelge 4.2. Atık Toplama ve ARP İle İlgili Yapılan Çalışmalar...20
Çizelge 5.1. Haftalık Yolculuk Planı 29
Çizelge 5.2. Senaryo 1 Pareto Analizi Sonuçları 34
Çizelge 5.3. Model Çözümü Sonucunda Oluşan Rotalamalar..... 34
Çizelge 5.4. Senaryo 2 Pareto Analizi Sonuçları 35
Çizelge 5.5. Model Çözümü Sonucunda Oluşan Rotalamalar..... 36
Çizelge 5.6. Senaryo 3 Pareto Analizi Sonuçları 38
Çizelge 5.7. Model Çözümü Sonucunda Oluşan Rotalamalar..... 39
Çizelge 5.8. Haftalık Toplam Atık Toplama Maliyetleri....41

ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL Sayfa

Şekil 2.1. Atık Yönetimi Hiyerarşisi 6

Şekil 3.1. Araç Rotalama Çeşitleri 12

Şekil 5.1. Problem Akış Diyagramı 25

Şekil 5.2. Problemin ARP İçerisindeki Konumu 26

Şekil 5.3. Belirlenen 104 noktanın haritadaki konumları 28

KISALTMALAR DİZİNİ

TÜDAM	Türkiye Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
MEGEP	Mesleki Eğitim ve Öğretim Sistemini Güçlendirme Projesi
ARP	Araç Rotalama Problemleri
KARP	Kapasite Kısıtlı ARP
MARP	Mesafe Kısıtlı ARP
GTARP	Geri Toplamalı ARP
ZPARP	Zaman Pencereli ARP
DTARP	Dağıt-Topla ARP
ADARP	Ayrık Dağıtımlı ARP
SARP	Stokastik ARP
PARP	Periyodik ARP
AUARP	Açık Uçlu ARP
ÇDARP	Çok Depolu ARP
HÇAARP	Heterojen Çok Araçlı ARP

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ve sanayileşmeye paralel olarak artan nüfus artışı ve kentleşme insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki baskısını artırmaktadır. Üretim faaliyetlerindeki artış, doğal kaynakların daha fazla kullanılmasını kaçınılmaz hale getirirken, sürekli artan ekonomik faaliyetler ve tüketim eğilimi nedeniyle oluşan atıklar da, hem miktar hem de zararlı içeriklerinden dolayı çevre ve insan sağlığını tehdit edecek boyutlara ulaşmıştır (Şengül, 2010). Bu sorunları en aza indirmek için, hammadde temininden başlayarak, üretimden tüketime kadar olan süreç içerisinde ortaya çıkabilecek her türlü atığın bertarafında çevreye en az zarar verecek uygulamalar tercih edilmelidir. Özellikle ekonomik değeri olan geri dönüştürülebilir atık materyallerin geri kazanılması ile hem ekonomik kazanç sağlanmakta hem de atık miktarının azalmasıyla nihai bertaraf maliyeti azaltılabilmektedir (Koçer ve Işık, 2005).

Atık, tüketicisi tarafından bir işe yaramaması nedeniyle kullanımı biterek istenmeyen, çevre için zarar oluşturan her türlü maddeye denir (Uzunoğlu, 2014). Üretim ve tüketime bağlı olarak sürekli oluşan atıklar çeşitli özellikleri bakımından kategorize edilmektedir. Atıklar; etkileri, yapıları ve kaynakları bakımından sınıflandırılabilmektedir. Buna göre etkileri bakımından zararlı-zararsız atıklar, yapıları bakımından katı, sıvı, gaz ve kaynakları bakımından evsel, endüstriyel, inşaat ve ambalaj atıkları gibi sınıflandırılabilir. (Özdemir, 2010). Atık yönetimi; atığın kaynağında azaltılması, özelliklerine göre ayrıştırılması, toplanması, geçici depolanması, ara depolanması, geri kazanılması, taşınması, bertarafı ve bertaraf işlemleri sonrası kontrolü vb. işlemleri içeren bir yönetim biçimidir. Bu yönetim biçimiyle öncelik olarak atığın oluşmasının önlenmesi, önlenemiyorsa atık miktarının minimizasyonu amaçlanır. Sonrasında yeniden kullanımı ve yeniden kullanımı da mümkün değilse önce geri dönüşüm ve sonra enerji geri kazanımı amaçlanır. Geri dönüşüm veya enerji geri kazanımı yapılamayan atıklara ise yapılması gereken son işlem bertaraf seçeneğidir (Çelik ve Demirarslan, 2013).

Atık yönetimi konusunda ülkemizde son yıllarda çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Son olarak 2017 yılında başlatılan Sıfır Atık Projesi bunlardan biridir. Bu projede,

temelde israfın önlenmesi ve kaynakların daha verimli kullanılması hedef alınmaktadır. Projenin öncelikle tüm kamu kurum/kuruluşlarında, eğitim kurumlarında, hastanelerde, alışveriş merkezlerinde, eğlen-dinlen tesislerinde ve büyük iş yerlerinde uygulanması ve 2023 yılında tüm Türkiye'de uygulamaya geçilmesi hedeflenmektedir (sifiratik.csb.gov.tr).

Atık yönetiminde karşılaşılan pek çok problem vardır. Bunlardan bazıları atıkların çöp kutularına atılmak yerine doğaya bırakılarak atık yönetimi sisteminden çıkarılması ve geri dönüşüm imkânı bırakmamasıdır. Bir diğeri atıkların kaynağında ayrı toplanmamasından dolayı, geri dönüşüm işlemlerinin zorlaşması ve maliyetlerinin artmasıdır. Bir başka problem ise atıkların toplandıktan sonra en az maliyet ile geri dönüşüm merkezlerine veya geçici depolama alanlarına götürülmesi işlemidir. Atıkların bu depolama alanları ve geri dönüşüm merkezlerine götürülmesi esnasında araçların etkin bir şekilde rotalanması problemi oluşmaktadır. Yapılan çalışmalar taşıma maliyetlerinin geri dönüşüm maliyetinin %95'ini temsil ettiğini göstermektedir (Reed vd., 2014). Bu nedenle taşıma faaliyetlerinin planlanması büyük önem arz etmektedir. Araç rotalama problemi (ARP), ana depodan başlayan ve alt kümesindeki müşterileri belirli bir sırayla ziyaret edip tekrar ana depoya dönen bir araç kümesinin rotalamasından oluşmaktadır. Araç kümesi her bir müşteriyi mutlaka ziyaret etmeli ve müşterilere yapılacak dağıtım miktarı araç kapasitelerini aşmamalıdır. Problemin ana amacı maliyeti minimize ederken, bütün kısıtları sağlayarak kullanılacak olan araç sayısını minimize etmek ve toplam mesafeyi veya toplam zamanı minimuma indirmektir (Düzakın ve Demircioğlu, 2009).

Bu çalışmada Kırıkkale ilinde uygulanacak olan Sıfır Atık Projesi kapsamında yerlerinde ayrıştırılan geri dönüştürülebilir atıkların ilgili araçlarla toplanması ve geri dönüşüm atıkların toplandığı ara depoya taşıma işlemleri ele alınmaktadır. Yapılan çalışmada Kırıkkale ilinde atıkların en uygun rota ile taşıması yapılacak 272 kurum binası ele alınmıştır. Atıkların toplanacağı bu noktalar birbirlerine yakınlıkları dikkate alınarak birleştirilmiş ve 104 noktaya düşürülerek problem boyutu düşürülmüştür. Bu 104 nokta için atık miktarı tahminleri yapılmış ve her bir noktadan toplanacak atık miktarları belirlenmiştir. Atık miktarları, mevcut kişi sayısı, 2016 yılı Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre belirlenen günlük

ortalama atık miktarı (1,17 kg) ve geri dönüştürülebilir atık miktarı oranları (%19, %25, %30, %35) kullanılarak hesaplanmıştır. İlk olarak Türkiye Değerlendirilebilir Atık Malzemeler Sanayicileri Derneği (TÜDAM) ve TÜİK'in 2016 yılındaki çalışmalarından elde edilen yıllık 6 milyon ton olan geri dönüştürülebilir atık miktarı ve yıllık 31,6 milyon ton toplam atık miktarının oranlanmasıyla oluşan geri dönüştürülebilir atık oranı (%19) hesaplanmıştır. Ayrıca Çevre ve Şehircilik Bakanlığının "Sıfır Atık" projesinde 2023 yılı için hedeflediği geri dönüşüm oranı (%35) ve 2023 yılına gelene kadar oluşabilecek yıllık tahmini geri dönüştürülebilir atık oranları yaklaşık %5'lik artışlarla oluşabilecek %25 ve %30 olarak değerlendirilmiştir. Ardından tüm noktalar için Pareto Analizi yapılmış, her bir noktada oluşan atık miktarlarına göre A, B ve C grubu noktalar belirlenmiştir. A grubu noktalar her gün gidilmesi gereken noktalar, B grubu noktalar iki günde bir ve C grubu noktalar haftada bir gidilmesi gereken noktalar olarak ele alınmıştır. Bu doğrultuda haftalık yolcu planı oluşturulmuştur. Sonraki aşamada matematiksel programlama kullanılarak problemin optimal çözümünü verecek model oluşturulmuş, IBM ILOG CPLEX program kullanılarak problem çözülmüştür.

Bu çalışma geri dönüştürülebilir atıkların toplanması konusunda HÇAARP ile problemin çözülmesi bakımından literatüre çeşitlilik katmaktadır. Özellikle atık yönetimi çalışmaları içerisinde bir yaklaşım olan sıfır atık yaklaşımına yönelik olarak ARP'nin kullanılması bakımından farklılık arz etmektedir. Ayrıca atık toplama işlemlerinde adreslerin atık miktarlarına göre Pareto analizi ile önceliklendirilmesi ve önceliklendirilen adreslerin matematiksel model kullanılarak rotalanması bakımından önemli bir çalışma olmuştur. Çalışmada Pareto analizi kullanılmasıyla atık miktarı daha fazla olan yerlerin daha sık ziyaret edilmesi, atık miktarı daha az olan yerlerin daha seyrek ziyaret edilmesi sağlanmıştır. Bu durum atıkların toplanmasında az atık çıkaran noktalara daha az gidilerek verimliliği artırmaktadır. Bu çalışmada mesai saatleri de göz önüne alınmış ve servis zamanlarının mesai saatleri içerisinde tamamlanması sağlanmıştır. Literatürde zaman kısıtları genel olarak bir başlangıç zamanı ve rotadaki ilerleme süresine bağlı olarak probleme dâhil edilmektedir. Ancak bu çalışmada mesai saati aracın ortalama hızı ve atık toplama hızına bağlı olarak probleme dâhil edilerek parametre sayısı azaltılmış ve daha sade bir yapı oluşturulmuştur.

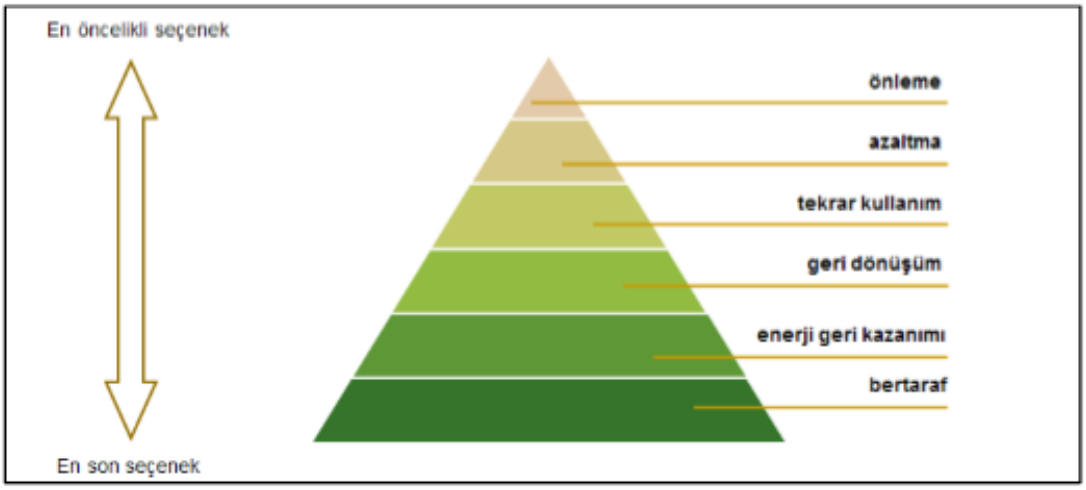
Çalışmanın ikinci bölümünde atık yönetimi ve sıfır atık kavramları anlatılmış, atıkların sınıflandırılması yapılarak Sıfır Atık Projesinden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde araç rotalama problemleri ve çalışmada kullanılan HÇAARP anlatılmıştır. Dördüncü bölümde konu ile ilgili literatür taraması yapılmış, literatür sıfır atık ve atık toplama ile ARP problemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalar olarak iki başlık altında incelenmiştir. Ayrıca çalışmanın literatüre katkısı verilmiştir. Beşinci bölümde çalışmanın uygulama aşaması işlenmiştir. Altıncı ve son bölümde ise çalışmanın sonuç bölümü verilmiştir.

2. ATIK YÖNETİMİ ve SIFIR ATIK

Nüfusun artması, buna bağlı olarak kullanılabilir kaynakların zaman geçtikçe azalması ve çevre kirliliğinin önlenemez boyutlara ulaşması çevre koruma çalışmalarının artırılması gerektiğini özellikle son yıllarda daha net göstermektedir. Son yüzyılda insanoğlu bilim, teknoloji ve yaşam standartlarında büyük aşama kaydetmiştir. Ancak doğal kaynakların sınırsızmışçasına bilinçsiz kullanımı sonucunda, küresel ısınma ve buna bağlı olarak sera etkisi, çölleşme ve toprak erozyonu gibi birçok sorun ve etkileri daha hissedilir hale gelmiştir. Bu nedenle "sürdürülebilirlik" kavramı bu sorunların azaltılmasında daha da önemli bir hale gelmiştir (Özdemir, 2010).

Sürdürülebilirliğin sağlanmasında en önemli öncelik bir planlamanın yapılmasıdır. Planlama aşaması ile atıkların oluşumundan bertaraf edilmesine kadar yapılacak tüm işlemler belirlenerek atık yönetimi sağlanacaktır. Atık yönetimi, toplum tarafından faydası kalmaması nedeniyle atılan maddelerin, topluma ve çevreye zarar vermeden, belli yöntemlerin bilinçli bir biçimde uygulanması ile toplama aşamasından bertaraf aşamasına kadarki süreci konu edinen uygulamalardır (Palabıyık, 1998; Mrayyan, 1995). Bir başka deyişle atıkların çevre ve insan sağlığına zarar vermelerini önlemek amacıyla toplanması, taşınması, yeniden kullanımı, geri dönüşümü, geri kazanımı ve bertarafı gibi değerlendirme işlemleri ile çevremizden uzaklaştırılması için kullanılan yöntemlerin tümü atık yönetimi olarak adlandırılmaktadır (Kuleyin, 2016).

Atık yönetiminin temel amacı yeni atık oluşumunu en aza indirgeyerek atıkların çevre ve insan sağlığına zararını azaltmaktır. Bu amaç doğrultusunda AB mevzuatları ile belirlenmiş Şekil 2.1'de verilen atık yönetimi hiyerarşisi takip edilerek atık sorunuyla mücadele edilir.



Şekil 2.1. Atık Yönetimi Hiyerarşisi (Sayar, 2012)

Atık yönetimi hiyerarşisinde ilk aşama atık oluşumunun önlenmesi aşamasıdır. Atık oluşumu önlenemiyorsa sonraki amaç atık oluşumunun mümkün olduğunca azaltılmasıdır. Azaltma stratejisi mümkün değilse atıkların benzer üretim süreçlerinde tekrar kullanılmasının sağlanmasıdır. Bu sayede yeni hammadde kullanımı azaltılabilecektir. Herhangi bir üretim sürecinde kullanımı da mümkün değilse atıkların geri dönüşümü sağlanmaya çalışılmalı, sonrasında enerji geri kazanımı sağlanmalıdır. Tüm bu aşamaların mümkün olmadığı durumlarda atıklar uygun yollarla bertaraf edilmelidir.

Atık yönetimi aşamaları genel itibariyle tüm atık türleri için geçerli olup, tüm üretim süreçlerinde atıkların çevre ve insan sağlığına olan zararları düşünülerek uygulanırsa zaman geçtikçe artan çevre felaketlerinin azaltılması sağlanacaktır.

Atıkların Sınıflandırılması

Atıklar literatürde üretim, tüketim, fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi çeşitli ölçütler göre sınıflandırılmaktadır (Gündüzalp ve Güven, 2016). Ancak yapılan sınıflandırmalara göre çeşitli farklılıklar mevcuttur. Bazı çalışmalarda tehlikeli atıklar ayrıca bir başlık altında değerlendirilirken bazılarında özel atıkların bir çeşidi olarak değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada atıklar etkileri, yapıları ve kaynakları bakımından sınıflandırılmıştır (Tenikler, 2007).

Bütün atıklar çevre ile olumlu veya olumsuz bir etkileşim içine girmektedir. Çevre ile olan etkileşimine göre atıklar zararlı ve zararsız atıklar olarak ikiye ayrılmaktadır. Bir atığın tehlikeli olup olmadığına karar vermede atığın bileşimi, atık içindeki bileşenlerin miktarları, atık içindeki bileşenlerin kimyasal reaktifleri, atığın fiziksel durumu, atığın çevredeki etkileri ve kalıcılığı gibi ölçütler esas alınmaktadır ve atıkları buna göre zararlı veya zararsız olarak değerlendirilmektedir (MEGEP, 2011). Atıklar yapısal özelliklerine göre sınıflandırılırken katı, sıvı ve gaz atık olarak ayrılmaktadır. Katı atıklar, evsel, ticari veya endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan, kullanışlılığı ve mali değerini yitirmiş üreticisi tarafından istenmeyen, insan ve çevre sağlığına olumsuz etkisinden dolayı düzenli bir şekilde bertaraf edilmesi gereken katı maddeleri ifade etmektedir (Gündüzalp ve Güven, 2016). Ev, sokak, park, okul ve hastane gibi yerlerden toplanan süprüntü ve çöpler ile ticari, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan, işe yaramayan katı haldeki maddeler örnek olarak verilebilir (Özdemir, 2010). Kanalizasyon suları, temizlik suları, hastane kaynaklı olan diyaliz makinesi suları gibi atıklar ise sıvı atıkları ifade etmektedir. Bir diğer atık türü olan gaz atıklar ise nükleer enerji santralleri, sanayi tesis bacaları, çeşitli yakma tesisleri, fosil yakıtlı elektrik santralleri, çöp depolama ve kompostlaştırma alanlarından çıkan gazlardan oluşur. Bu atıkların doğaya salınımının engellenmemesi durumunda sera etkisi ve küresel ısınmanın artışına neden olmakta, hava kirliliği ve çeşitli yangınlara sebep olabilmektedir (Karasu, 2013).

Literatürde atıkların oluştukları yere göre sınıflandırılması, bir başka deyişle kaynaklarına göre sınıflandırılması en genel sınıflandırma biçimidir. Yapılan sınıflandırmalarda çeşitli farklılıklar bulunsa da genel olarak evsel, endüstriyel, ticari ve kurumsal, tarımsal, ambalaj, inşaat-hafriyat atıkları ve özel atıklar olarak yediye ayrılmaktadır. Evsel atıklar genellikle belediyelerin çöp kamyonlarıyla taşınmaya müsait, çöp depolama sahalarında bertaraf edilebilen, ayırma yolu ile geri kazanılabilen, kompost yapılabilen veya yakılabilen atıklardır (Sayar, 2012). Genel olarak organik mutfak ve yemek artıklarından oluşmakla beraber kâğıt, cam, plastik

gibi dönüştürülebilir ürünler ile pil, boya gibi zararlı atıklar da bulunabilmektedir (Palabıyık, 2001). Endüstriyel atıklar ise belediyeler, özel temizlik şirketleri veya endüstriyel kuruluşların kendisi tarafından toplanan genel anlamda endüstriyel faaliyetler sonucunda oluşan atıklardır (Ağdağ ve Kırımhan, 1999). Bir diğer atık çeşidi olan ticari ve kurumsal atıklar ise ticari işletme ve kurumların faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan, evsel atıklardan farklı olarak daha yoğun inorganik madde içeren, resmi kurumlar, okul, mağaza, lokanta, dükkân, büfe, askeri yerleşimler, liman, ofis, stadyum gibi ortak kullanım alanlarından kaynaklanan atıklardan oluşmaktadır (Özdemir, 2010). Bitkisel ve hayvansal ürünlerin elde edilmesi sırasında veya işlenmesi sonucunda ortaya çıkan atık ve artıklar ise tarımsal atıklar olarak sınıflandırılmaktadır (Tenikler, 2007). Ürünlerin veya herhangi bir malzemenin tüketiciye ya da nihai kullanıcıya ulaştırılması aşamasında ürünün sunumu için kullanılan ve ürünün kullanılmasından sonra kullanım ömrü dolan tekrar kullanılabilir ambalajlar da dâhil çevreye atılan veya bırakılan bu tip atıklar ambalaj atığı olarak sınıflandırılmaktadır (Sayar, 2012). Genel olarak geri dönüştürülebilir olan kâğıt, cam, metal, plastik gibi atıklarından oluşmaktadır. Bir diğer atık çeşidi olan inşaat-hafriyat atıkları ise konut, köprü, yol vb. yapıların yapımı, tamiratı, yıkımı ve doğal afetler sonucu oluşan atıklar olarak değerlendirilmektedir (Ölmez ve Yıldız, 2008). Tehlikeli veya tehlikesiz ara kategori atıkları olan, yasal olarak, evsel katı atık sınıfı dışında kalan ancak evsel atıklara göre farklı yöntemlerle toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertaraf edilmesi gereken atıklar ise özel atıklar olarak sınıflandırılmaktadır (Sayar, 2012). Bunlar atık yağlar, atık pil ve aküler, elektronik atıklar, tehlikeli atıklar, kimyasal atıklar, tıbbi atıklar ve radyoaktif atıklardır.

Katı atık yönetimi konusunda son yıllarda ortaya çıkan yeni bir anlayış olan sıfır atık yaklaşımı gün geçtikçe daha fazla benimsenmektedir. Sıfır atık yaklaşımı ile enerji, hammadde ve insan kaynaklarının %100 etkin kullanımı ve ürünlerin yaşam döngüsü boyunca sıfır atık oluşumu hedeflenmektedir. Bu yaklaşımın özünde doğada var olan üretim ve geri dönüşüm döngüsü vardır. Bu döngüde tüm atıklar bir başka üretimin kaynağı konumunda olduğundan atığın olmamasıdır. (Yaman ve Olhan, 2010). Bir başka deyişle sıfır atık, herhangi bir atık kalıntısı oluşturmadan tekrar kullanılabilecek veya geri dönüştürülebilen atık malzemelerden tüm kaynakların ve malzemelerin geri kazanılması olarak tanımlanabilir (Sharma vd., 2017). Türkiye'de

bu konuda T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 2017 yılında başlattığı, "Sıfır Atık" projesi mevcuttur. Bu projede tanımlandığı üzere sıfır atık; israfın önlenmesini, kaynakların daha verimli kullanılmasını, atık oluşum sebeplerinin gözden geçirilerek atık oluşumunun engellenmesini veya minimize edilmesini, atığın oluşması durumunda ise kaynağında ayrı toplanması ve geri kazanımının sağlanması hedeflerini kapsayan bir atık yönetim felsefesidir (sifiratik.csb.gov.tr).

Sıfır Atık Projesi, Ankara'dan başlayarak aşamalı olarak tüm Türkiye'de hayata geçirilmesi hedeflenmektedir. Projenin kamu kurum/kuruluşlarında, eğitim kurumlarında, alışveriş merkezlerinde, hastanelerde, eğlen-dinlen tesislerinde ve büyük iş yerlerinde uygulanması ve 2023 yılında tüm Türkiye'de uygulamaya geçilmesi hedeflenmektedir. Bu projede geri dönüştürülebilir atıklar olan kâğıt, plastik, cam, metal, ahşap, kompozit, organik atıklar ile pil ve elektronik atıkların toplanarak değerlendirilmesi yapılacaktır.

3. HETEROJEN ÇOK ARAÇLI ARAÇ ROTALAMA PROBLEMİ

Dantzig ve Ramser tarafından 1959 yılında ortaya atılan ARP, bir depodan başlayıp aynı depoda sona eren, talepleri önceden bilinen müşterilere servis veren araçların rotalarının minimum maliyet ve mesafeyi sağlayacak şekilde belirlenmesi olarak tanımlanmaktadır.

ARP genel olarak bir ağ içerisindeki belirli noktalar arasında mal veya hizmet dağıtımı ile ilgilenmektedir. Bu konudaki çalışmalar gün geçtikçe artmaktadır. Bir veya daha fazla depodan çeşitli müşteri yerlerine ürün veya hizmet dağıtımı, hammadde, yarı mamul ve mamullerin fabrika içi veya arası taşınması, marketlere içecek dağıtımı, akaryakıt dağıtımı, süt dağıtımı, internet alışverişlerinde ürünlerin dağıtımı, posta hizmetleri veya çöp toplanması gibi problemler ARP için örneklendirilebilir (Düzakın ve Demircioğlu, 2009).

ARP'nin en temel haline Klasik ARP veya Genel ARP denir ve eklenen kısıtlara göre problem çeşitlenmektedir. Klasik ARP'nin genel ifadesi şu şekildedir (Alakaş vd., 2018):

Karar Değişkenleri ve Notasyonlar:

$$x_{ijv} = \begin{cases} 1, & v\ aracının\ i\ noktasından\ j\ noktasına\ gitme\ durumu \\ 0, & diğer\ durumlar \end{cases}$$

J: Malzeme taşınacak yerler

V: Araçlar

π_j: *Alt tur oluşmasını engelleyen değişken*

C_{ij}: *i ve j arası mesafe*

n: Toplama düğümleri sayısı

Amaç Fonksiyonu:

$$Min\ Z = \sum_{i \epsilon J} \sum_{j \epsilon J} \sum_{v \epsilon V} C_{ij} x_{ijv} \qquad (3.1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i\epsilon J}\sum_{v\epsilon V} x_{ijv} = 1, \qquad (j\epsilon J, i \neq j) \qquad (3.2)$$

$$\sum_{j\epsilon J} x_{0jv} = 1, \qquad (\forall v\epsilon V) \qquad (3.3)$$

$$\sum_{i\epsilon J} x_{i0v} = 1, \qquad (\forall v\epsilon V) \qquad (3.4)$$

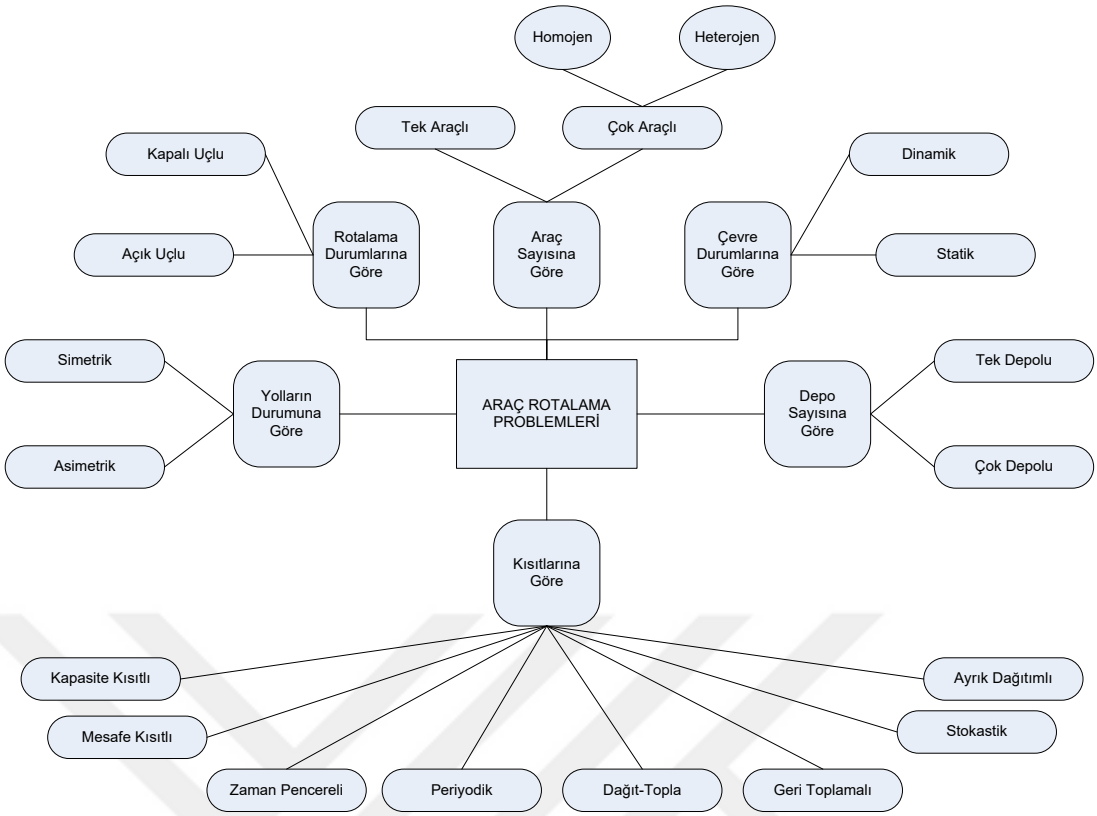
$$\pi_j \geq \pi_i + 1 - n\left(1 - \sum_{v\epsilon V} x_{ijv}\right), \qquad (i\epsilon J, j\epsilon J, j \neq i) \qquad (3.5)$$

$$\pi_j \geq 0, \qquad (j\epsilon J) \qquad (3.6)$$

$$x_{ijv}\epsilon\{0,1\}, \qquad (i \neq j, \forall i, j\epsilon J, v\epsilon V) \qquad (3.7)$$

Eşitlik 3.1, toplam mesafeyi minimize eden amaç fonksiyonunu göstermektedir. Eşitlik 3.2, bütün düğümlere bir kez gidilmesini, Eşitlik 3.3 ve 3.4 her düğüme bir giriş bir de çıkış olmasını sağlamaktadır. Eşitlik 3.5 ve 3.6 alt tur oluşumunu engelleyen kısıtlardır. Eşitlik 3.7 modele ait tam sayı kısıdır.

Temelde on çeşit ARP bulunmaktadır. Bunlar, Kapasite Kısıtlı ARP (KARP), Mesafe Kısıtlı ARP (MARP), Geri Toplamalı ARP (GTARP), Zaman Pencereli ARP (ZPARP), Dağıt-Topla ARP (DTARP), Ayrık Dağıtımlı ARP (ADARP), Stokastik ARP (SARP), Periyodik ARP (PARP), Açık Uçlu ARP (AUARP), Çok Depolu ARP (ÇDARP)'dir. Ancak ARP ile ilgili olarak yol durumu, rotalama durumu, çevre durumları, kısıtları, depo ve araç sayıları ölçütleri göz önüne alınarak Şekil 3.1'deki diyagram oluşturulmuştur.



Şekil 3.1. Araç Rotalama Çeşitleri (Koç, 2012'den değiştirilerek)

Klasik ARP'ne eklenen araç kapasitesi kısıdı ile problem KARP haline gelmektedir. KARP için şehir içi ulaşımda yoğunluğa göre hatlar için seçilen otobüslerin rotalanması örnek olarak verilebilir. Daha kalabalık hatlar için daha geniş, daha yoğunluk az hatlar için küçük otobüslerin kullanılması hatlara çıkan araç sayısını düşürerek maliyeti azaltacaktır. Klasik ARP'ne mesafe kısıdı eklenmesiyle ise MARP elde edilmektedir. Aracın maksimum gidiş mesafesi ya da süresinin olduğu problem tipleri örnek olarak verilebilir. Bunun için Türk Hava Yolları'nın uluslar arası kargo amaçlı uçuşlarında uçakların uçuş menzillerine göre değerlendirilerek rotalanması ya da taşınan ürün için bozulma riski olması durumunda taşıma süresine bağlı olarak rotalamanın yapıldığı durumlar örnek olarak verilebilir. Planlama sürecinde araçların önce tüm müşterilerine teslimatları yaptığı, sonrasında aynı rotayı takip ederek müşterilerden toplaması gerekenleri topladığı problem çeşidi ise GTARP olarak adlandırılmaktadır. Eski tip süt dağıtımlarında süt aracının öncelikle müşterilere tüm sütü dağıtması ve ardından ters güzergâhı takip ederek müşterilere verdiği süt kaplarını geri toplaması örnek olarak verilebilir. Her bir müşteri için bir zaman aralığı atanması halinde ise ZPARP oluşmaktadır. Bu problem tipine okul

araçlarının rotalanması, gazete teslimatları, posta taşımaları örnek olarak verilebilir. Dağıtım ve toplamanın aynı anda yapıldığı problem tiplerinde ise müşteriye gelen araç önce dağıtımını yapmakta ardından toplama işlemini gerçekleştirerek noktadan ayrılmaktadır. Bu problem tipi DTARP olarak adlandırılmaktadır. İçecek dağıtım araçlarının markete önce getirdiği içeceği teslim edip ardından boş şişeleri toplayarak ayrılması örnek olarak verilebilir. Klasik ARP'nde bulunan her müşterinin bir kez ziyaret edilmesi kısıdı kaldırılarak gerektiğinde bir müşteriye birden fazla kez gidilmesi sağlanabilir. Bu tip problemler literatürde ADARP olarak geçmektedir. Stok kapasitesi az ancak satış kapasitesi yüksek olan işlek caddeler üzerindeki büfelere malzeme taşıması örnek olarak verilebilir. Bu büfelere sürekli olarak sık sık ancak az miktarda ürün teslimatı yapılmaktadır. Klasik ARP'nde bulunan problem elemanlarından bir ya da birkaçının rastsal olduğu durumlarda ise SARP oluşmaktadır. Günümüzde mahalle aralarına gelen süt arabalarının talebi kesin olarak bilmeden süt deposuna doldurduğu sütün dağıtımını yapması stokastik talepli problemlere örnek olarak verilebilir. Periyodik bir zaman diliminde araç rotalamasının tek bir gün için değil tüm zaman dilimi için yapıldığı problem tipine PARP denir. Tam zamanında üretim yapan fabrikalarda malzemelerin periyodik olarak üretim bandındaki iş istasyonlarına geliş ve çıkışları ya da raf ömrü kısa olan ürünlerden ekmek dağıtımları örnek olarak verilebilir. Klasik ARP'nde bulunan aracın depodan çıkıp depoya dönmesini sağlayan kısıdının kaldırılması durumunda problem AUARP'ne dönmektedir. Depodan dağıtıma çıkan araç tüm dağıtımı bitirdikten sonra tekrar depoya dönmemektedir. 3. Parti Lojistik firmalarının anlaşmalı olduğu firmaya verdiği hizmetten sonra tekrar o firmaya dönmemesi örnek olarak verilebilir. Problem çözümünde tek depoya göre değil, birden fazla depo göz önüne alınarak rotalamanın yapıldığı problem tipi ÇDARP'dir. Bu problemde araçlar birden fazla depodan tüm müşterilere hizmet etmekte ve geri dönmektedir. Bayilik sistemine sahip bir firmanın şehir çapında ürün dağıtımını yapmak durumunda olduğu problem tipi örnek olarak verilebilir.

Bu ARP çeşitlerine yönelik problemlerde kullanılan araç filosundaki araçların özdeşliğine göre problem Homojen veya Heterojen Çok Araçlı ARP haline gelmektedir. Problem, tüm araçların özdeş olması durumunda homojen; farklı olması durumunda HÇAARP haline gelmektedir. Problemin homojen veya heterojen yapıda

olması hangi araç tipinin hangi rotaya atanacağının belirlenmesi gibi ilave bir karar gerektirir. Genellikle kapasiteye göre homojen-heterojen ayrımı yapılmakla beraber hız, yakıt tüketimi, taşınacak malzemeye uygunluk gibi özellikler de etkili olabilir (Eryavuz ve Gencer, 2001).

Bu çalışmada periyodik HÇAARP ele alınmış, problem üç farklı tipte araç çeşidine göre çözülmüştür. HÇAARP'nde farklı araç kapasitelerinde ya da özelliklerinde olan farklı tipte araçlar ele alınmaktadır. Her rotada yalnızca bir tip araç bulunmalı, her müşteri yalnızca bir tip araç tarafından ve yalnızca bir kez ziyaret edilmelidir. Her araç rotası bir depoda başlayıp bir depoda bitmelidir. Her turda dağıtılan ya da toplanan yük miktarı araç kapasitesini aşmamalıdır. HÇAARP atık toplama, kargo dağıtımı, kimyasal madde transferleri, hammadde transferleri ve her türlü tersine lojistik problemlerinde kullanılabilmektedir.

4. LİTERATÜR TARAMASI

Son yüzyılda ARP ve atık yönetimi ile ilgili çalışmalar çok ilgi görmeye başlamıştır. ARP'nde gerek matematiksel metotlar gerek sezgisel metotlar kullanılarak birçok çalışma yapılmakta, farklı tipteki problemler ve çözüm yöntemleri ele alınarak literatürdeki boşluklar doldurulmaktadır. Atık yönetiminde de gerek uygulamaya gerek incelemeye dayalı birçok çalışma yapılmaktadır. Atık yönetimi çalışmalarından olan atıkların toplanması işlemi ARP'nin örnek bir çalışma alanıdır.

4.1. Sıfır Atık İle İlgili Literatürdeki Çalışmalar

Sıfır atık konusu atık yönetiminin içinde olan yeni bir yaklaşımdır ve sıfır atık konusu ile ilgili son yıllarda çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmaların büyük bir bölümü katı atıklar ve çeşitleri ile ilgili yapılmıştır. Ayrıca sıvı atıklar ve protein, fosfor, kitin elde edilmesi üzerine çalışmalarda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar ile ilgili Çizelge 4.1'deki gibi bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmede literatürdeki çalışmalar çalışılan atık çeşitlerine göre ayrılmıştır. Atık çeşitleri haricinde sıfır atık kavramı üzerine yapılmış inceleme-değerlendirme çalışmaları da bulunmakta olup Çizelge 4.1'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Sıfır Atık İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

	Katı Atıklar	Metal	Plastik	Cam	Kâğıt	Tarımsal	Endüstriyel	Evsel	Atık Pil	Elektronik	F.P.K.	Sıvı Atıklar	İnceleme Değerlendirme
Mason vd. (2003)													X
Dileep (2007)		X	X	X	X								
Matete ve Trois (2008)								X					
Yaman ve Olhan (2010)													X
Zaman ve Lehmann (2011)													X
Zaman ve Lehmann (2013)													X
Usapein ve Chavalparit (2014)							X						
Cole vd. (2014)								X					
Rajamanikam ve Poyyamoli (2014)	X												
Song vd. (2015)	X												
Yoo ve Yi (2015)													X
Marinos ve Mishra (2015)									X				
Lin ve Chiu (2015)									X				
Jaiswal vd. (2015)										X			
Zaman (2016)													X
Laštůvka vd. (2016)	X												
Deepak vd. (2017)			X		X								
Ebrahimi ve North (2017)													X
Phuong vd. (2017)											X		
Yang vd. (2017)		X											
Sun vd. (2017)										X			
Marín vd. (2018)						X							
Smol (2018)											X		
Ayeleru vd. (2018)	X												
Sommerfeld vd. (2018)		X											
Alakaş vd. (2018)		X	X	X	X								
Bhattacharyya (2019)		X											
Zhao vd. (2019)		X											
Mishra vd. (2019)												X	
Rocha-Meneses vd. (2019)												X	
Duc vd. (2019)						X							
Amato vd. (2019)										X			
Yektiningsih vd. (2019)						X							
Atia vd. (2019)									X				
Romano vd. (2019)													X
Ma vd. (2019)												X	
Önal vd. (2019)													X
Copani vd. (2019)										X			

Katı atıklar ile ilgili olarak Rajamanikam ve Poyyamoli (2014), Song vd. (2015), Laštůvka vd. (2016), Ayeleru vd. (2018) çalışmışlardır. Bu çalışmalar genel olarak analiz temelli çalışmalar olup ele alınan bölgedeki katı atık karakterizasyonu ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır. Rajamanikam ve Poyyamoli (2014) çalışmalarında bir üniversite kampüsünde sürdürülebilir bir atık yönetim sistemini tasarlamayı amaçlarken, Song vd. (2015) ise katı atıklardan kaynaklı zorluklar, sıfır atık uygulamaları ve geleneksel atık yönetimini sıfır atık vizyonuna dönüştürmenin zorluklarını ve fırsatlarını analiz etmiş, sıfır atık stratejisini tartışmışlardır. Ayrıca bir diğer çalışmada Laštůvka vd. (2016) geri dönüşümü mümkün olmayan atık parçalarının kullanımının değerlendirilmesini amaçlamışlardır. Ayeleru vd. (2018) ise çalışmalarında, katı atık yönetiminde kullanılmak üzere belediye katı atıklarının üretimine bağlı olarak atık karakterizasyonu yapmışlardır.

Katı atıklar üzerine yapılan çalışmaların yanı sıra katı atıkların çeşitlerinden olan kâğıt, cam, plastik, metal, ahşap gibi geri dönüştürülebilir atıklar ile elektronik atıklar ve evsel atıklar üzerine yapılan çalışmalar da literatürde yer almaktadır. Matete ve Trois (2008) ve Cole vd. (2014) çalışmalarında evsel atık yönetim sistemine sahip bir yer için sıfır atık stratejisinin geliştirilmesi üzerine örnek bir çalışma ele almışlardır. Sharma vd. (2017) çalışmalarında kâğıt ve plastik atık özelliklerinin kalite ve geri dönüşüm oranları üzerindeki etkilerini ele almış, sıfır atıkların teknik fizibilitesi üzerine çalışmışlardır. Metal üzerine çalışmış olanlara bakıldığında Yang vd. (2017) çalışmalarında elektrik ark fırınlarında oluşan uçucu küllerin israfını engelleyerek tekrar çelik üretilmesi işlemi üzerine çalışmışlardır. Sommerfeld vd. (2018) ise çalışmalarında sıfır atık kapsamında manganez içerikli cürufun kullanımı ve değerli metal elde edilmesi incelemişlerdir. Bhattacharyya (2019) çalışmasında atık metallerin tekrar kullanılmasında RECYRON isimli yeni bir teknolojinin kullanılabilirliğini araştırırken, Zhao vd. (2019) doğrudan indirgeme ve manyetik ayırma yöntemleri ile nikel içerikli bileşenlerden nikel elde edilmesine yönelik bir sıfır atık geri dönüşüm yöntemi geliştirmişlerdir. Alakaş vd. (2018) ise çalışmalarında kâğıt, cam, plastik ve metal gibi geri dönüştürülebilir atıkların toplanması için talep tahmini yapmış, ardından en az maliyeti gözeten atık toplama rotalarını bulmaya çalışmışlardır. Jaiswal vd. (2015), Sun vd. (2017), Amato vd. (2019) ve Copani vd. (2019) gibi araştırmacılar ise elektronik atıklar üzerine

çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalarda, Amato vd. (2019) kullanım ömrü dolmuş LCD ekranların geri dönüşümü üzerine bir çalışma yaparken, Sun vd. (2017) ve Copani vd. (2019) kritik metallerin elektronik atıklardan geri dönüşümü üzerine farklı yöntemler geliştirmeye çalışmışlardır. Marinos ve Mishra (2015), Lin ve Chiu (2015) ve Atia vd. (2019) ise çalışmalarında atık piller üzerine çalışmışlar, atık pillerin sıfır atık bağlamında geri dönüşümüne yönelik olarak yeni yöntemler ortaya koymuşlar, analizler yapmışlardır. Ayrıca Marin vd. (2018), Duc vd. (2019) ve Yektiningsih vd. (2019) gibi sıfır atık bağlamında tarımsal atıklar üzerine yapılmış çalışmalar da vardır.

Katı atıklar üzerine yapılmış çalışmalar haricinde sıvı atıklar üzerine yapılmış Mishraa vd. (2019), Rocha-Meneses vd. (2019) ve Ma vd. (2019)'nin çalışmaları da mevcuttur. Mishraa vd. (2019) çalışmalarında sıvı atıklar ve katı tortuların geri dönüşümüne yönelik olarak mikroalgler ile biyoenerji hammadde üretimini araştırmışlardır. Ayrıca bir fizibilite çalışmasıyla sistemin tiracileştirilebilirliğini de değerlendirmişlerdir. Rocha-Meneses vd. (2019) ise çalışmalarında ulaşım sektöründe kullanılan biyoyakıtlardan biyoetanolün üretim atıklarından biyometanın üretim potansiyelini analiz etmişlerdir. Ma vd. (2019) ise atık yağlar üzerine odaklanmış, çelik üretimi esnasında kullanılan suyun kullanılarak su ve yağın geri kazanımı üzerine çalışmışlardır.

Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak protein ve kitin elde edilmesi üzerine çalışan Phuong vd. (2017) ve fosfor elde etme üzerine çalışan Smol (2018) gibi araştırmacıların çalışmaları da vardır. Sıfır atık üzerine yapılmış bu tip çalışmalar haricinde Mason vd. (2003), Yaman ve Olhan (2010), Zaman ve Lehmann (2011), Zaman ve Lehmann (2013), Yoo ve Yi (2015), Zaman (2016), Ebrahimi ve Leslie (2017), Romano vd. (2019) ve Önal vd. (2019)'nin yaptığı inceleme/değerlendirme odaklı çalışmalarda mevcuttur.

4.2. Atık Toplama ve ARP İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Atık toplama, ARP'nin bir örneğidir. ARP'nin kullanıldığı atık toplama problemlerinin büyük bir bölümü katı atıklar ve çeşitleri ile ilgili yapılmıştır. Ayrıca sıvı atıklar ile ilgili çalışmalarda bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar ile ilgili Çizelge 4.2'deki gibi bir değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmede literatürdeki çalışmalar kullanılan çözüm yöntemi, araç filosunun durumu ve taşınan madde çeşidi gibi başlıklarla ayrılmıştır. Bu başlıklar haricinde inceleme-değerlendirme çalışmaları da bulunmakta olup, bu çalışmalar ile ilgili örnekler de Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Atık Toplama ve ARP İle İlgili Yapılan Çalışmalar

	Çözüm Yöntemi		Araç Filosu		Taşınan Madde
	S.M.	M.M.	Homojen	Heterojen	
Shih ve Lin (1999)		X	X		Tıbbi Atık
Tung ve Pinnoi (2000)	X		X		Evsel Atık
Shih ve Chang (2001)		X	X		Tıbbi Atık
Demir vd. (2001)		X		X	Evsel Atık
Apaydın (2004)		X	X		Katı Atık
Kim vd. (2006)	X		X		Ticari Atık
Bianchessi ve Righini (2007)	X		X		Katı Atık
Kaçtıoğlu ve Şengül (2010)		X	X		Kâğıt, Plastik, Cam, Metal, Geri Dönüştürülemez Atıklar
Mar-Ortiz vd. (2011)	X			X	Elektronik Atık
Faccio vd. (2011)	X		X	X	Evsel Atık
Demirel vd. (2011)	X	X	X		Katı Atık
Geetha vd. (2012)	X			X	Katı Atık
Güvez vd. (2012)		X	X		Tıbbi Atık
Wy vd. (2013)	X			X	Katı Atık
Mar-Ortiz vd. (2013)	X			X	Elektronik Atık
Ramos vd. (2013)		X	X		Atık Yağ
Benjamin ve Beasley (2013)	X		X		Ticari Atık
Wy ve Kim (2013)	X		X		Katı Atık
Hemmelmayr vd. (2013)	X	X	X		Cam, plastik, kâğıt, metal
Alaykıran ve Güner (2013)		X		X	Katı Atık
Bing vd. (2014)	X			X	Plastik
Ramos vd. (2014a)		X	X		Cam, plastik, metal
Reed vd. (2014)	X			X	Cam, plastik, metal
Hemmelmayr vd. (2014)	X	X	X		Katı Atık
Ramos vd. (2014b)		X		X	Cam, plastik, metal
Le Hoang (2014)	X			X	Katı Atık
Bogh vd. (2014)	X		-	-	Kâğıt, cam
McLeod vd. (2014)	X			X	Kıyafet
Doğan ve Kırda (2014)	X			X	Tıbbi Atık
Huang ve Lin (2015)	X	X	X		Katı Atık
Henke vd. (2015)	X		X		Cam
Miranda vd. (2015)		X	X		Katı Atık
Anagnostopoulos vd. (2015)	X		X		Tehlikeli Atık
Köse vd. (2015)		X		X	Kâğıt, Plastik, PET, Metal, Alüminyum, Cam
Lu vd. (2015)	X			X	Katı Atık
Delgado-Antequera vd. (2016)	X		X		Katı Atık
Iwańkowicz ve Sekulski (2016)	X		X		Katı Atık
Markov vd. (2016)	X	X		X	Katı Atık
Chari vd. (2016)	X	X		X	Cam, plastik, kâğıt, metal

Çizelge 4.2. (devam)

	Çözüm Yöntemi		Araç Filosu		Taşınan Madde
	S.M.	M.M.	Homojen	Heterojen	
Cattaruzza vd. (2016)			X		-
Laureri vd. (2016)	X		X		Sıvı Atık
Nowakowski vd. (2017)	X			X	Elektronik Atık
Gilardino vd. (2017)		X	X		Katı Atık
Sackmann vd. (2017)	X		X		Katı Atık
Arias ve Jiménez (2017)	X			X	Atık Yağ
Akhtar vd. (2017)	X		X		Katı Atık
Nowakowski (2017)	X			X	Elektronik Atık
Gruler vd. (2017)	X		X		Katı Atık
Baran (2017)		X	-	-	Tıbbi Atık
Tu vd. (2017)	X		X		-
Rabbani vd. (2018)		X		X	Tehlikeli Atık
Nowakowski vd. (2018)	X			X	Elektronik Atık
Vu vd. (2018)		X	X		Katı Atık
Armington ve Chen (2018)		X	X		Evsel Atık
Hannan vd. (2018)	X		X		Katı Atık
Li vd. (2018)	X		X		Katı Atık
Shah vd. (2018)		X		X	Plastik
Lopez-Sanchez vd. (2018)	X		X		Katı Atık
Cingöz vd. (2018)		X	X		Katı Atık
Azadeh ve Farrokhi-Asl (2019)	X			X	Katı Atık
Molina vd. (2019)	X			X	Katı Atık
Louati ve Chabchoub (2019)	X			X	Katı Atık
Wei vd. (2019)	X		X		Katı Atık
TOPLAM	43	25	36	26	

Yapılan çalışmaların büyük bölümü katı atıklar ve çeşitleri üzerine olmakla beraber problemler çok araçlı ARP olarak ele alınmıştır. Ancak Bogh vd. (2014) ve Baran (2017) çalışmaları çok araçlı olmamasından dolayı (-) ile işaretlenmiştir. Ayrıca Cattaruzza vd. (2016) ve Tu vd. (2017) çalışmalarında da taşınan madde üzerine bir bilgi verilmemiştir. Literatür incelendiğinde araştırmacılar problem çözümünde matematiksel metotlara (M.M.) nazaran sezgisel metotları (S.M.) daha çok tercih

ettikleri görülmektedir. Ayrıca problemler ağırlıkla homojen araç filosu ile çözülmekte olup, hem sezgisel hem matematiksel çözüm yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda bulunmaktadır. Sezgisel yöntemlerle çözülen çalışmalara bakıldığında homojen araç filosu ve heterojen araç filosu kullanılma sayıları yaklaşık olarak aynıdır. Ancak matematiksel yöntemlerle çözülen problemlerde çalışmaların yaklaşık olarak %70'inde homojen ARP tercih edilmektedir.

ARP ile ilgili literatürde atık toplama haricinde birçok alanda çalışma yapılmıştır. Genelde üretilen ürünlerin dağıtılması üzerinde çalışmalar bulunmaktadır (Emel ve Taşkın, 2005; Güngör ve Ergülen, 2006; Atmaca vd., 2015; Şen vd., 2015; Filiz ve Eroğlu, 2017; Ünlü ve Akkuş, 2017; Küçük ve Çavdur, 2019). Bu konuda gıda sektöründe Güler vd. (2004), Ergülen ve Kazan (2005), Demiral (2013), Özkök ve Kurul (2014), İnanlı vd. (2015), Akar ve Şenkayas (2018) ve Cömert vd. (2018)'nin çalışmaları vardır. Yine bir gıda ürünü olan ekmek dağıtımı üzerine (Başkaya ve Öztürk, 2005; Önder, 2011; Ulutaş vd., 2017) çalışmalar da vardır. Ayrıca tehlikeli madde sevkiyatı (Bula vd., 2019) ve yakıt dağıtımı üzerine araştırmalar da vardır (Fidanboy vd., 2005; Onut vd., 2014; Simeonova vd., 2018). Ürün dağıtımı yerine ürün toplama (McLeod vd., 2013; Kang ve Lee, 2018) ve fabrika içi malzeme taşıma (Tansel vd., 2009; Çay vd., 2010; Demirpolat vd., 2016) üzerine yapılan bazı çalışmalar da mevcuttur.

Ürün dağıtım ve toplaması haricinde personel dağıtımı üzerine yapılan ARP çalışmalarına da sıklıkla rastlanılmaktadır (Eryavuz ve Gencer, 2001; Atan ve Şimşek, 2017; Yakıcı, 2018; Pala ve Aksaraylı, 2018). Bir personel taşıma problemi olan okul servisi taşımacılığı ile ilgili de yapılan çalışmalar (Uzumer ve Eren, 2012; Ünsal ve Yiğit, 2018) literatürde görülmektedir. Ayrıca turistlerin taşınması (Karagül ve Güngör, 2013; Karagül ve Güngör, 2014; Aksaraylı vd., 2017), toplu taşıma araçları (Sert vd., 2011; Yücel, 2019) ve sağlık hizmetleri ile ilgili birkaç çalışma da (Etöz ve Tulga, 2015; Taş vd., 2018; Taş vd., 2019) vardır.

Yapılan araştırmalar neticesinde bu çalışmaya en yakın çalışma olan Ramos vd. (2014a)'nin yaptığı çalışmada geri dönüştürülebilir atıkların toplanması için çok amaçlı, çok depolu periyodik araç rotalama problemi ele alınmıştır. Pareto analizi

yöntemiyle problem dâhilindeki ekonomik, çevresel ve sosyal hedefler göz önüne alınarak, ters lojistik sistemlerinin taktik ve operasyonel planlama kararlarını desteklemek amaçlanmaktadır. Ekonomik hedef olarak toplam maliyetin en azlanması, çevresel hedef olarak karbondioksit salınımının en azlanması, sosyal hedef olarak ise sürücüler için maksimum çalışma saatinin en azlanması hedeflenmiştir. Göz önüne alınan hedefler Pareto yöntemiyle sıralanmış ve matematiksel model ile problem çözülmüştür. Ramos vd. (2014a)'nin çalışmasından farklı olarak çalışmamızda Pareto analizi atık çıkaran noktaların birbirine göre önem derecelerini bulmaktadır. Böylelikle atık toplama esnasında öncelikli yerlerin sürekli ziyaret edilmesi sağlanarak atık toplanmasında verimlilik artırılmaktadır.

Bu tez çalışmasının literatüre katkısı şu şekildedir:

- Geri dönüştürülebilir atıkların toplanması konusunda heterojen araç rotalama ile problemin çözülmesi bakımından katkı sağlamaktadır.

- Sıfır atık yaklaşımına yönelik olarak ARP'nin kullanılması bakımından farklılık arz etmektedir.

- Atık toplama işlemlerinde adreslerin Pareto analiziyle önceliklendirilmesi bakımından farklılık arz etmektedir.

- Literatürdeki çalışmalarda zaman kısıtı genel olarak bir başlangıç zamanı ve rotadaki ilerleme süresine bağlı olarak probleme dâhil edilmektedir. Bu çalışmada mesai saati aracın ortalama hızı ve atık toplama hızına bağlı olarak probleme dâhil edilmektedir.

5. UYGULAMA

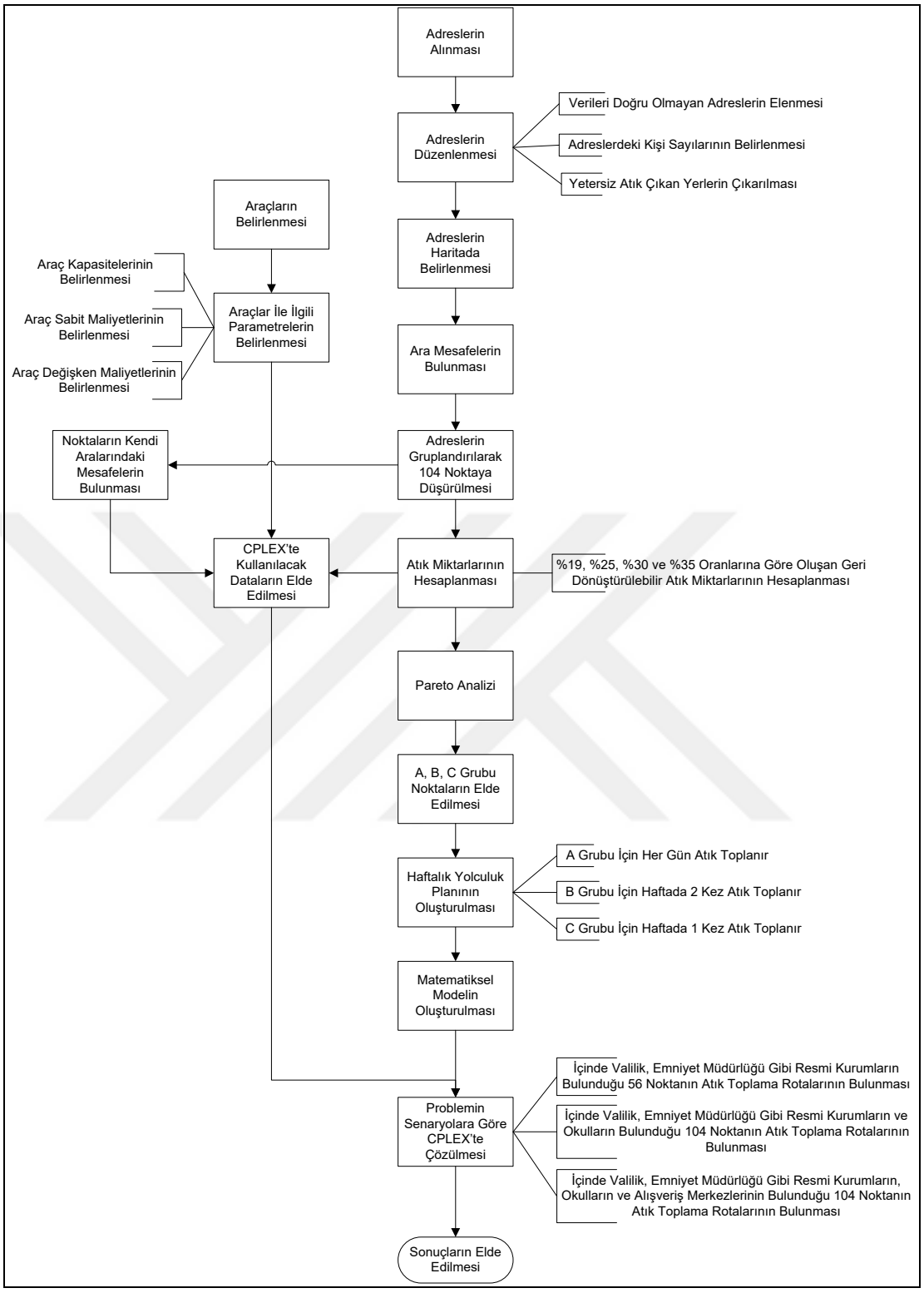
Bu tezde Sıfır Atık Projesi kapsamında geri dönüştürülebilir atıkların toplanmasına yönelik olarak Kırıkkale ili ve 8 ilçesindeki tüm kamu kurum, kuruluş, okul, alışveriş merkezleri, hastaneler gibi insanların yoğun atık çıkardığı yerlerden toplanacak geri dönüştürülebilir atıklar olan kâğıt, metal, cam, plastik gibi atıkların en az maliyetle toplanmasını sağlayacak bir araç rotalama problemi ele alınmaktadır. Problem haftalık periyotlar için çözülmüş heterojen çok araçlı yapıda olup, kapasite ve mesai saati kısıtları altında çözülmektedir. Probleme ait akış diyagramı Şekil 5.1'de verilmiştir.

Tez çalışmasında problem 3 senaryoya göre uygulanmıştır. Bunlar:

Senaryo 1: İçerisinde valilik, belediyeler, emniyet ve nüfus müdürlükleri gibi kamu kurum kuruluşlarının bulunduğu 56 noktanın HÇAARP ile atık toplama rotalarının bulunması

Senaryo 2: İçerisinde valilik, belediyeler, emniyet ve nüfus müdürlükleri gibi kamu kurum kuruluşları ile MEB'e bağlı tüm okulların bulunduğu 104 noktanın HÇAARP ile atık toplama rotalarının bulunması

Senaryo 3: İçerisinde valilik, belediyeler, emniyet ve nüfus müdürlükleri gibi kamu kurum kuruluşları, MEB'e bağlı tüm okulların ve Kırıkkale'deki 4 büyük alışveriş merkezinin bulunduğu 104 noktanın HÇAARP ile atık toplama rotalarının bulunması

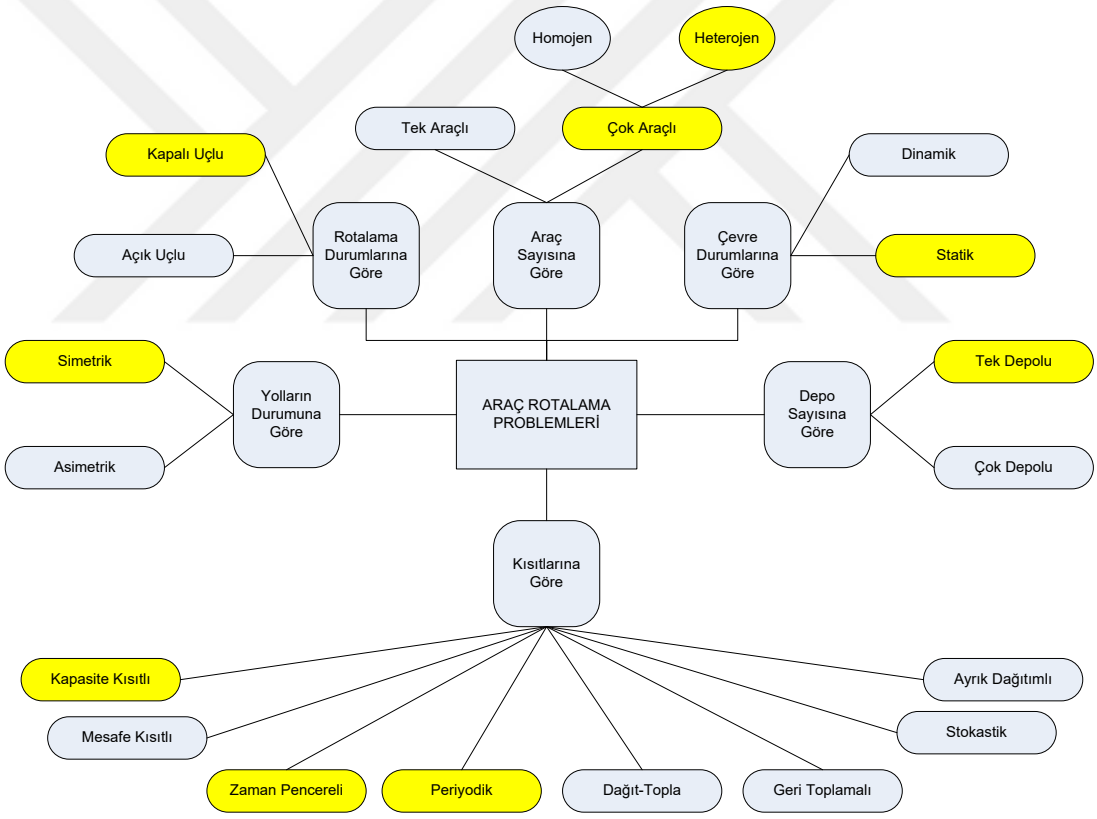


Şekil 5.1. Problem Akış Diyagramı

5.1. Problem Tanımı

Çalışmada Kırıkkale ili ve sekiz ilçesinde içerisinde valilik, kaymakamlık, nüfus müdürlükleri, polis ve jandarma yerleşkeleri, ilk ve ortaokullar ile lise ve üniversite gibi devlet veya özel eğitim kurumları, hastane ve alışveriş merkezlerinin yer aldığı 272 noktadan toplanacak geri dönüştürülebilir atıkların matematiksel modelleme ile mesai saati kısıtlı en az maliyeti sağlayacak atık toplama rotalarının bulunması problemi ele alınmaktadır.

Problemin araç rotalama problemleri içerisindeki konumu Şekil 5.2'deki gibi işaretlenerek gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Problemin ARP İçerisindeki Konumu

5.2. Verilerin Toplanması ve Analizi

Çevre il müdürlüğünden geri dönüştürülebilir atıklarının toplanacağı 291 kamu kurum ve kuruluş adresi alınmıştır. 291 nokta arasından 2 adres resmi gizlilikten kaynaklı olarak, 8 adres verilerin yanlışlığından dolayı, 4 adres çıkan atık miktarının yetersizliğinden dolayı, 5 adres haritada yer almamasından dolayı elenmiştir. 4 adres ise uzak mesafe köy okulları olması, atık miktarının yetersizliği veya rotalamada mesafeyi gereksiz artıracak konumda olmalarından dolayı elenmiştir. Çevre il müdürlüğünden alınan veriler arasında olmayan il içerisindeki 4 alışveriş merkezi atıkların toplanacağı adresler arasına eklenmiştir.

Bu doğrultuda elde edilen 272 adresin, haritadaki yerleri belirlenerek aralarındaki mesafelere göre gruplandırılması yapılmış ve 104 noktaya düşürülerek problem boyutu azaltılmıştır. Aralarındaki mesafelere göre gruplandırılması yapılırken şehir merkezinde; yaklaşık 200 m mesafe içerisinde bulunan adresler gruplandırılırken, uzak ilçelerde yaklaşık 1000 m mesafe içerisinde bulunan adreslerin gruplandırılması yapılmıştır. Rotalaması yapılacak 104 nokta Şekil 5.3'teki gibi haritada işaretlenmiş ve aralarındaki mesafeler belirlenmiştir. Sonrasında TÜİK tarafından verilen günlük kişi başı atık miktarı (1,17 kg) kullanılarak bu noktalarda oluşan günlük atık miktarı hesaplanmıştır. Ardından günlük oluşan atık miktarı içerisindeki geri dönüştürülebilir atık miktarının hesaplaması yapılmıştır. Günlük geri dönüştürülebilir atık miktarı hesaplamasında %19, %25, %30 ve %35 oranları kullanılmıştır. 2016 TÜDAM Teşvik Raporunda belirtilen yıllık geri dönüştürülebilir atık miktarı olan yaklaşık 6 milyon ton atık ile TÜİK 2016 verilerine göre belediyelerde toplanan yıllık yaklaşık 31,6 milyon ton atık miktarı oranlanmış ve 2016 verilerine göre Türkiye'de oluşan geri dönüştürülebilir atık oranı %19 olarak bulunmuştur. Bu oran haricinde yaklaşık %5'lik artışlarla %25 ve %30'luk geri dönüştürülebilir atık oranları ve bakanlık tarafından belirlenen geri dönüşüm oranı hedefi (%35) referans alınarak noktalardaki atık miktarlarının tahmini yapılmıştır. Atık miktarlarının tahmini yapıldıktan sonra atık toplanacak noktaların en uygun şekilde tasnif edilmesi ve noktaların önem düzeylerine göre ayrılması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple noktaların tasnif edilmesi için Pareto analizi kullanılmıştır.



Şekil 5.3. Belirlenen 104 noktanın haritadaki konumları

19. Yüzyılda yaşamış İtalyan bilim insanı Vilfredo Pareto tarafından ekonomik içerikli olarak ortaya atılmıştır. Daha sonra kendi adıyla anılan bu yöntemde, işletmelerde yapılan çeşitli incelemelere göre normal dağılımda sebeplerin en önemli %20'sinin sonuçların %80'ini, sebeplerin sonraki en önemli %30'unun sonuçların %15'ini, sebeplerin kalan %50'lik kısmının ise sonuçların %5'ini oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu oranlar nedeniyle Pareto prensibine literatürde "80-20", "90-10", "70-30" kuralı veya ABC analizi de denir. Dünyadaki servetin %80'lik kısmının nüfusun %20'sinin elinde olduğu durumlar bu analize örnek olarak verilebilir (Özcan, 2001).

Pareto analizi değişik sayıdaki önemli sebeplerin daha az önemli sebeplerden ayrılması için kullanılan bir tekniktir. Bu teknik ile karşılaşılan problemin veya konunun en önemli sebepleri üzerinde yoğunlaşılır ve öncelikli olanlar belirlenir (Özcan, 2001). Bu çalışmada atık toplama rotaları bulunacak olan 104 noktada bulunan atık miktarları, bazı noktalarda fazla bazı noktalarda az miktardadır. Tüm noktaların tek bir modelde ele alınması durumunda hem problem boyutu büyüyecek hem de az miktarda atık çıkan noktalara daha sık gidildiği için gereksiz maliyet oluşacaktır. Bu nedenle noktaların atık miktarlarına göre değerlendirilerek daha sık gidilmesi gereken, çıkardığı atık miktarı nedeniyle daha önemli noktaların Pareto

analizi ile değerlendirilmesi gerekliliği doğmuştur. Atık toplanacak 104 noktadaki atık miktarları kullanılarak 80-15-5 kuralına göre Pareto analizi yapılmış ve A, B ve C grubu noktalar belirlenmiştir.

Belirlenen noktalardan yapılacak taşıma işlemleri için Çizelge 5.1'deki gibi haftalık yolculuk planı oluşturulmuş ve çözüm bu plana göre yapılmıştır. Buna göre A grubu noktalar hafta içi her gün, B grubu noktalar haftada 2 gün ve C grubu noktalar haftada 1 gün ziyaret edilmektedir.

Çizelge 5.1. Haftalık Yolculuk Planı

	A GRUBU	B GRUBU	C GRUBU
PAZARTESİ	X		
SALI	X	X	
ÇARŞAMBA	X		
PERŞEMBE	X	X	
CUMA	X		X

Problem alışveriş merkezlerine gelen kişiler hariç 91.471 kişinin çıkardığı geri dönüştürülebilir atıkları toplayacak araçların rotalamasını yapmaktadır.

5.3. Varsayımlar

Problemin varsayımları şu şekildedir:

1. Adreslerden toplanacak atık miktarları belirli, biliyor ve bölünemezdir.
2. Depo ile atık toplanacak adreslerin birbiri arasındaki mesafeler sabit, biliniyor ve gidiş-geliş mesafeleri eşittir.
3. Atık toplama tek depodan yapılmaktadır.
4. Araçlar sınırsız sayıda, kapasiteli, kapasiteleri bilinmektedir.
5. Araç kapasiteleri heterojen yapıda olup; 2500 kg (Tip 1), 5500 kg (Tip 2) ve 10.000 kilogramlık (Tip 3) 3 farklı tipte araç bulunmaktadır ve her bir araç tipi için araçlar kendi aralarında özdeştir.

6. Araçlara dakikada 20 kg atık yükleniyor ve araçlar saatte 60 km hızda seyir etmektedir.
7. Günlük mesai saati 480 dakikadır.
8. Noktalarda bulunan kişiler günlerinin yarısını bu noktalarda geçirmektedir. Dolayısıyla bu noktalarda oluşturdukları atık miktarları günlük oluşturdukları atık miktarının %50'sidir.

5.4. Matematiksel Model

Çalışmada oluşturulan HÇAARP modeli için Keçeci (2014)'nin çalışmasından yararlanılmıştır.

Parametreler ve Tanım Kümeleri:

J: Malzeme taşınacak yer kümesi (0,…,J)

V: Araç kümesi

C_{ij}:i ve j arası mesafe ($\forall i, j \in J$)

p_i: i noktasından toplanacak malzeme miktarı (($\forall i \in J$)

f_v: v tipi aracın sabit maliyeti ($v \in V$)

T_v: v tipi araçtan kullanılabilir araç sayısı ($v \in V$)

Q_v: v tipi aracın kapasitesi ($v \in V$)

R_v: v tipi aracın değişken maliyeti (metre başı) ($v \in V$)

Karar değişkenleri:

$$x_{ijv} = \begin{cases} 1, & v\ aracının\ i\ noktasından\ j\ noktasına\ gitmesi\ durumu \\ 0, & diğer\ durumlar \end{cases}, (\forall i, j\ \in J)$$

$$y_v = filoda\ v\ tipi\ araç \tan seçilecek\ araç\ sayısı, \qquad (v \in V)$$

m: Tur sayısı;

Yardımcı Karar Değişkenleri:

$t_{ij} = araçların\ j\ düğümüne\ gelene\ kadar\ topladığı\ yük\ miktarı, \quad (\forall i,j\ \in J)$

π_j: Alt tur oluşmasını engelleyen değişken ($\forall j \in J$)

Model:

$$Min \sum_{i\in J} \sum_{j\in J} \sum_{v\in V} R_v C_{ij}\, x_{ijv} + \sum_{v\in V} f_v y_v \qquad (5.1)$$

$$\sum_{j\in J, j\neq 0} \sum_{v\in V} x_{0jv} \leq m \qquad (5.2)$$

$$\sum_{i\in J, i\neq 0} \sum_{v\in V} x_{i0v} \leq m \qquad (5.3)$$

$$\sum_{i\in J, i\neq j} \sum_{v\in V} x_{ijv} = 1, \qquad (j \in J, j \neq 0) \qquad (5.4)$$

$$\sum_{j\in J, i\neq j} x_{ijv} = \sum_{j\in J, i\neq j} x_{jiv}, \qquad (i \in J, i \neq 0, v \in V) \qquad (5.5)$$

$$t_{ij} \leq \sum_{v\in V} Q_v x_{ijv}, \qquad (i,j \in J, i \neq j) \qquad (5.6)$$

$$\sum_{j\in J, i\neq j} t_{ij} - \sum_{j\in J, i\neq j} t_{ji} = p_i, \qquad (i \in J, i \neq 0) \qquad (5.7)$$

$$\sum_{v\in V} p_i x_{ijv} \leq t_{ij} \leq \sum_{v\in V} (Q_v - p_j) x_{ijv}, \qquad (i,j \in J, i \neq j) \qquad (5.8)$$

$$t_{0j} = 0, \qquad (j \in J, j \neq 0) \qquad (5.9)$$

$$\sum_{v\in V} y_v \leq m \qquad (5.10)$$

$$y_v \leq T_v, \qquad (v \in V) \qquad (5.11)$$

$$\sum_{j\in J, j\neq 0} x_{0jv} = y_v, \qquad (v \in V) \qquad (5.12)$$

$$\sum_{i,j\in J, i\neq j, j\neq 0} 0{,}05 p_i x_{ijv} + \sum_{i,j\in J, i\neq j} 0{,}001 C_{ij} x_{ijv} \leq 480, \qquad (v \in V) \qquad (5.13)$$

$$\pi_j \geq \pi_i + 1 - J\left(1 - \sum_{v \in V} x_{ijv}\right) \qquad (i, j \in J, j \neq i, i, j \neq 0) \qquad (5.14)$$

$$\pi_j \geq 0 \qquad (j \in J) \qquad (5.15)$$

$$x_{ijv} \in \{0,1\} \qquad (i \neq j, \forall i, j \in J, v \in V) \qquad (5.16)$$

$$y_v \geq 0 \; ve \; tamsayı, \qquad (v \in V) \qquad (5.17)$$

$$t_{ij} \geq 0, \qquad (i, j \in J) \qquad (5.18)$$

$$m \geq 0 \qquad (5.19)$$

Modelde, Eşitlik 5.1 amaç fonksiyonunu ifade etmekte olup araçların seçilmesinden kaynaklanan sabit maliyetleri ve aldıkları mesafeye göre değişen değişken maliyetlerinin toplam minimizasyonunu sağlamaktadır. Eşitlik 5.2 ve 5.3 depodan en fazla m aracın ayrılmasını ve depoya m aracın dönmesini sağlamaktadır. Eşitlik 5.4 herhangi bir düğüme yalnızca bir düğümden gelinmesini sağlarken, Eşitlik 5.5 herhangi bir düğüme uğrayan ve ayrılan araçların aynı tip araçlar olmasını sağlamaktadır. Eşitlik 5.6 araç kapasitesinin aşılmamasını sağlamaktadır. Eşitlik 5.7 aracın topladığı yükün araç turda ilerlerken artan şekilde olmasını sağlarken, Eşitlik 5.8 aracın topladığı yük için alt ve üst sınır değerlerini belirlemektedir. Eşitlik 5.9 aracın topladığı yükü tur başında sıfıra eşitlemektedir. Eşitlik 5.10 problem çözümünde en fazla m tane aracın seçilmesini sağlarken, Eşitlik 5.11 her araç tipinden en fazla mevcut miktar kadar seçilebilmesini sağlamaktadır. Eşitlik 5.12 depodan çıkacak k tipi araç sayısının, araç kümesinden seçilecek k tipi araç sayısına eşit olmasını sağlamaktadır. Eşitlik 5.13 her bir araç için günlük mesai saatinin aşılmamasını sağlamaktadır. Eşitlik 5.14 alt tur eleme kısıdır. Eşitlik 5.15, 5.16, 5.17, 5.18 ve 5.19 ise işaret kısıtlarıdır.

5.5. Problemin Çözümü

Matematiksel modeller Intel(R) Core(TM) i5-4200U CPU @ 1,60GHz (2,30 GHz) 6 GB RAM kapasiteli bir bilgisayarda çözülmüştür. Çözücü olarak IBM ILOG CPLEX 12.6.2.0 yazılımı kullanılmıştır. Modeller çözülürken 10800 sn süre sınırı getirilmiş, belirlenen süre içerisinde elde edilen en iyi sonuçlar alınmıştır.

Kullanılan araç tipleri tüm senaryolarda ortak olup üç çeşit araç tipi kullanılmaktadır. 1. tip araçlar 2500 kg, 2. tip araçlar 5500 kg ve 3. tip araçlar 10.000 kg taşıma kapasitesine sahiptir. Her bir araç tipi için değişken ve sabit maliyetler hesaplanmış ve tüm senaryolarda ortak olarak kullanılmıştır.

5.5.1. Problemin Senaryo 1'e Göre Çözülmesi

Bu senaryoda Kırıkkale ili ve 8 ilçesindeki valilik, kaymakamlıklar, nüfus müdürlükleri, emniyet müdürlükleri vb. tüm kamu kurum kuruluşlarından yapılacak atık toplama işlemleri ele alınmıştır. Buna göre adreslerinden atıkların toplanacağı 97 kurum binası ele alınmıştır. Bu adresler birbirlerine olan yakınlıklarına göre gidiş işlemi birleştirilerek EK 1'deki gibi 56 noktaya düşürülmüştür. Bu 56 noktanın ve atıkların toplanacağı depo harita üzerinde belirlenerek aralarındaki mesafeler belirlenmiştir. Atık miktarlarının tahmini yapılmış ve buna göre Pareto analizi yapılarak EK 2'deki gibi A, B ve C grupları oluşturulmuştur. Sonrasında EK 3'deki gibi %19, %25, %30 ve %35 oranlarına göre her bir noktadan toplanacak geri dönüştürülebilir atık miktarları hesaplanmıştır. Ardından problemi çözecek matematiksel model oluşturulup çözülerek problem sonuçları elde edilmiştir.

Senaryo 1 doğrultusunda ele alınan 56 noktanın Pareto analizi sonucunda gruplandırması Çizelge 5.2'deki gibidir. Oluşan bu gruplar için Çizelge 5.1'de verilen haftalık yolculuk planına göre matematiksel model uygulanmış, rotalamalar Çizelge 5.3'teki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.2. Senaryo 1 Pareto Analizi Sonuçları

Gruplar	Noktalar
A	16-21-22-38-39-40-41-42-43-44-54
B	3-5-8-11-14-20-24-28-29-30-32-33-35-36-45-46-55-56
C	1-2-4-6-7-9-10-12-13-15-17-18-19-23-25-26-27-31-34-37-47-48-49-50-51-52-53

Çizelge 5.3. Model Çözümü Sonucunda Oluşan Rotalamalar

Gruplar	Atık Oranı	Araç Tipi	Amaç Fonksiyonu	Rotalamalar
A	19%	1	465,147	0-38-22-21-43-39-16-44-42-40-41-54-0
	25%	1	465,147	0-38-22-21-43-39-16-44-42-40-41-54-0
	30%	1	465,147	0-38-22-21-43-39-16-44-42-40-41-54-0
	35%	1	465,147	0-38-22-21-43-39-16-44-42-40-41-54-0
A+B	19%	1	540,245	0-38-35-24-32-46-33-22-36-21-28-43-45-30-29-8-5-11-16-20-14-44-42-40-3-39-41-56-55-54-0
	25%	1	540,245	0-38-35-24-32-46-33-22-36-21-28-43-45-30-29-8-5-11-16-20-14-44-42-40-3-39-41-56-55-54-0
	30%	1	540,245	0-38-35-24-32-46-33-22-36-21-28-43-45-30-29-8-5-11-16-20-14-44-42-40-3-39-41-56-55-54-0
	35%	1	955,689	0-54-0
	35%	1		0-55-56-41-39-3-40-42-44-14-20-16-11-5-8-29-30-45-43-28-21-36-22-33-46-32-24-35-38-0
A+C	19%	1	586,87	0-54-53-51-52-38-25-41-39-40-42-16-15-18-17-19-9-13-44-2-1-31-43-21-23-22-37-27-34-50-26-4-7-6-12-10-48-47-49-0
	25%	1	586,87	0-54-53-51-52-38-25-41-39-40-42-16-15-18-17-19-9-13-44-2-1-31-43-21-23-22-37-27-34-50-26-4-7-6-12-10-48-47-49-0
	30%	1	586,87	0-54-53-51-52-38-25-41-39-40-42-16-15-18-17-19-9-13-44-2-1-31-43-21-23-22-37-27-34-50-26-4-7-6-12-10-48-47-49-0
	35%	1	586,87	0-54-53-51-52-38-25-41-39-40-42-16-15-18-17-19-9-13-44-2-1-31-43-21-23-22-37-27-34-50-26-4-7-6-12-10-48-47-49-0

5.5.2. Problemin Senaryo 2'ye Göre Çözülmesi

Bu senaryoda Kırıkkale ili ve 8 ilçesindeki valilik, kaymakamlıklar, nüfus müdürlükleri, emniyet müdürlükleri vb. tüm kamu kurum kuruluşlarından ve okullardan yapılacak atık toplama işlemleri ele alınmıştır. Buna göre adreslerinden atıkların toplanacağı 268 kurum binası ele alınmıştır. Bu adresler birbirlerine olan yakınlıklarına göre gidiş işlemi birleştirilerek EK 4'teki gibi 104 noktaya

düşürülmüştür. Bu 104 noktanın ve atıkların toplanacağı depo harita üzerinde belirlenerek aralarındaki mesafeler belirlenmiştir. Atık miktarlarının tahmini yapılmış ve buna göre Pareto analizi yapılarak EK 5'teki gibi A, B ve C grupları oluşturulmuştur. Sonrasında EK 6'daki gibi %19, %25, %30 ve %35 oranlarına göre her bir noktadan toplanacak geri dönüştürülebilir atık miktarları hesaplanmıştır. Ardından problemi çözecek matematiksel model oluşturulup çözülerek problem sonuçları elde edilmiştir.

Senaryo 2 doğrultusunda ele alınan 104 noktanın Pareto analizi sonucunda gruplandırması Çizelge 5.4'teki gibidir. Oluşan bu gruplar için Çizelge 5.1'de verilen haftalık yolculuk planına göre matematiksel model uygulanmış, rotalamalar Çizelge 5.5'teki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.4. Senaryo 2 Pareto Analizi Sonuçları

Gruplar	Noktalar
A	9-13-14-18-19-20-23-28-30-33-35-36-37-42-45-48-50-52-53-54-55-56-57-58-59-60-62-63-65-67-69-70-75-79-80-85-86-87-88-92
B	1-4-12-15-16-26-31-32-34-43-44-47-51-61-66-68-78-81-83-84-89-91-93-94-95
C	2-3-5-6-7-8-10-11-17-21-22-24-25-27-29-38-39-40-41-46-49-64-71-72-73-74-76-77-82-90

Çizelge 5.5. Model Çözümü Sonucunda Oluşan Rotalamalar

Gruplar	Atık Oranı	Araç Tipi	Amaç Fonksiyonu	Rotalamalar
A	19%	2	1011,2	0-42-0
		2		0-23-9-11-12-36-101-54-48-20-13-14-60-28-35-62-75-45-86-30-58-87-59-19-52-18-53-88-56-55-85-50-0
	25%	1	1221,72	0-18-53-50-62-54-101-36-11-12-9-85-55-56-88-52-0
		3		0-23-20-35-48-13-75-45-28-14-60-87-19-58-86-59-30-42-0
	30%	2	1325,9	0-19-60-14-48-35-23-20-54-101-12-11-9-36-50-18-52-88-56-55-59-86-87-13-0
		3		0-42-30-58-45-62-53-85-28-75-0
	35%	1	1670,72	0-101-36-11-9-12-53-50-54-0
		2		0-87-58-19-56-88-55-85-52-18-62-35-13-14-59-60-20-23-0
		3		0-48-28-45-75-86-30-42-0
A+B	19%	1	1399,36	0-94-38-98-85-55-88-56-65-79-50-36-96-10-11-9-12-83-1-101-0
		3		0-58-67-45-75-28-20-54-14-15-86-87-60-26-70-69-63-59-66-61-19-78-80-52-35-30-51-31-33-23-13-48-57-91-44-92-89-21-18-81-53-62-37-74-84-32-34-42-0
	25%	1	2186,69	0-74-84-32-34-9-12-10-96-11-83-36-1-31-33-101-0
		1		0-94-98-38-19-56-21-80-66-52-50-37-23-51-20-54-0
		2		0-44-92-89-42-0
		3		0-67-58-30-48-13-62-79-18-65-81-53-78-85-88-55-61-69-70-63-87-60-26-59-45-28-35-14-86-15-75-57-91-0
	30%	1	2244,55	0-85-81-36-83-96-10-11-9-12-98-38-94-44-0
		2		0-54-20-13-48-51-23-31-33-101-1-84-32-34-74-37-50-0
		2		0-63-69-19-61-66-78-80-52-55-88-56-53-65-79-18-21-62-35-26-60-14-28-15-75-0
		3		0-42-92-30-67-58-86-70-59-87-45-57-89-91-0
	35%	1	2591,27	0-96-11-10-12-9-55-61-67-94-98-38-0
		2		0-30-21-85-63-66-69-44-32-34-83-36-101-91-31-74-81-79-18-88-56-53-65-37-50-0
		3		0-57-58-19-86-59-70-89-92-42-0
		3		0-84-1-33-23-51-20-48-13-28-14-15-45-75-87-78-26-60-80-52-62-54-35-0
A+C	19%	1	2090,89	0-6-5-103-36-7-71-100-99-4-77-48-0
		2		0-95-43-11-8-102-9-12-72-42-45-75-16-90-0
		3		0-41-40-50-17-49-76-97-24-60-25-30-46-27-47-54-35-68-20-13-28-14-29-86-59-58-19-87-104-62-22-82-39-52-64-53-88-56-85-55-18-73-93-3-101-2-23-0

Çizelge 5.5. (devam)

Gruplar	Atık Oranı	Araç Tipi	Amaç Fonksiyonu	Rotalamalar
A+C	25%	1	2009,05	0-100-99-4-6-9-8-5-103-7-11-12-102-64-77-53-50-18-0
		2		0-42-72-36-2-3-0
		3		0-17-14-104-60-24-59-58-47-46-27-30-90-95-76-49-22-71-73-85-55-88-56-82-40-93-43-41-39-19-45-28-20-35-101-54-62-97-25-52-87-86-29-75-16-48-68-13-23-0
	30%	1	2897,62	0-43-90-8-102-12-72-95-93-0
		1		0-73-71-6-100-99-4-77-85-59-18-53-62-30-0
		2		0-17-50-52-82-22-64-60-56-55-88-28-45-75-16-46-27-104-87-86-29-14-35-20-13-68-23-0
		2		0-41-0
		3		0-24-97-25-19-47-58-39-54-36-7-103-5-9-11-101-49-2-3-76-48-40-42-0
	35%	1	2765,84	0-7-103-5-6-4-77-73-71-99-47-95-0
		2		0-101-36-11-102-8-9-12-72-100-56-55-88-97-62-85-53-64-18-50-17-76-0
		3		0-41-43-93-40-42-0
		3		0-54-28-45-75-46-16-48-13-20-35-68-14-23-49-2-3-19-59-25-82-52-22-39-24-60-29-104-87-86-58-27-30-90-0

5.5.3. Problemin Senaryo 3'e Göre Çözülmesi

Bu senaryoda Kırıkkale ili ve 8 ilçesindeki valilik, kaymakamlıklar, nüfus müdürlükleri, emniyet müdürlükleri vb. tüm kamu kurum kuruluşları, okullar ve büyük alışveriş merkezlerinden yapılacak atık toplama işlemleri ele alınmıştır. Buna göre çözümü yapılacak 272 kurum binası ele alınmıştır. Birbirine yakınlığına göre gidiş işlemi birleştirilerek EK 7'deki gibi 104 noktaya düşürülmüştür. Bu 104 noktanın ve atıkların toplanacağı depo harita üzerinde belirlenerek aralarındaki mesafeler belirlenmiştir. Atık miktarlarının tahmini yapılmış ve buna göre Pareto analizi yapılarak EK 8'deki gibi A, B ve C grupları oluşturulmuştur. Sonrasında EK 9'daki gibi %19, %25, %30 ve %35 oranlarına göre her bir noktadan toplanacak geri dönüştürülebilir atık miktarları hesaplanmıştır. Ardından problemi çözecek matematiksel model oluşturulup çözülerek problem sonuçları elde edilmiştir. Senaryo 3 doğrultusunda ele alınan 104 noktanın Pareto analizi sonucunda gruplandırması Çizelge 5.6'daki gibidir. Oluşan bu gruplar için Çizelge 5.1'de

verilen haftalık yolculuk planına göre matematiksel model uygulanmış, rotalamalar Çizelge 5.7'deki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 5.6. Senaryo 3 Pareto Analizi Sonuçları

Gruplar	Noktalar
A	9-11-13-14-17-18-19-20-23-28-30-35-36-42-45-48-50-52-53-54-56-58-59-60-62-75-85-86-87-88-101
B	1-10-12-15-21-26-29-31-32-33-34-37-38-44-51-55-57-61-63-65-66-67-69-70-74-78-79-80-81-83-89-91-92-94-98
C	2-3-4-5-6-7-8-16-22-24-25-27-39-40-41-43-46-47-49-64-68-71-72-73-76-77-82-84-90-93-95-96-97-99-100-102-103-104

Çizelge 5.7. Model Çözümü Sonucunda Oluşan Rotalamalar

Gruplar	Atık Oranı	Araç Tipi	Amaç Fonksiyonu	Rotalamalar
A	19%	3	897,564	0-17-86-58-19-59-85-88-56-52-18-53-62-50-35-54-48-13-20-23-9-11-36-101-28-60-14-45-75-87-30-42-0
	25%	1	1218,828	0-101-36-11-9-85-56-88-52-53-18-50-62-35-23-0
		3		0-17-75-45-28-48-13-54-20-60-14-87-19-59-86-58-30-42-0
	30%	2	1308,795	0-23-20-13-54-87-59-60-35-101-9-11-36-88-56-85-62-53-50-18-52-19-58-17-0
		3		0-42-30-45-14-28-86-75-48-0
	35%	1	1712,256	0-85-9-11-54-101-35-50-62-52-88-56-0
		2		0-30-19-28-14-36-20-23-13-48-0
		3		0-17-75-45-86-58-87-53-18-60-59-42-0
A+B	19%	1	1962,601	0-1-101-34-80-32-52-33-31-29-55-65-78-74-87-54-53-83-20-37-0
		2		0-81-60-59-92-98-36-88-30-67-70-86-57-51-79-45-35-62-75-17-69-94-9-38-89-0
		3		0-91-28-61-66-63-50-14-85-18-42-15-26-58-44-13-19-10-11-12-21-48-23-56-0
	25%	1	2282,15	0-36-9-12-10-11-74-98-38-62-52-1-33-51-23-0
		1		0-42-94-0
		2		0-83-32-34-101-31-80-78-29-67-19-30-0
		3		0-91-57-75-87-86-14-60-20-35-37-50-79-18-53-81-21-85-55-56-88-65-54-26-63-66-61-69-58-70-59-45-28-15-13-48-92-44-89-17-0
	30%	1	2556,465	0-11-9-12-10-83-36-34-94-98-38-91-0
		2		0-65-79-50-66-61-58-56-88-55-85-78-52-62-21-53-81-37-74-32-1-101-0
		3		0-18-31-23-51-20-13-35-80-63-69-19-70-54-15-48-28-45-87-29-14-60-26-59-86-75-57-17-33-0
		3		0-44-92-30-67-89-42-0
	35%	1	3058,335	0-80-94-38-98-37-66-85-55-88-53-0
		1		0-91-62-50-52-17-36-83-9-31-0
		2		0-34-65-81-79-18-32-48-51-69-23-12-11-10-74-67-30-92-0
		3		0-44-89-86-70-59-78-63-19-60-20-33-42-0
		3		0-45-75-15-13-54-35-26-61-56-21-1-29-87-28-58-14-57-101-0
A+C	19%	1	1997,296	0-90-49-36-5-103-7-84-54-100-99-6-71-22-52-23-39-19-87-16-17-41-95-0
		2		0-72-8-102-9-96-11-77-73-4-88-60-45-2-3-0
		3		0-101-76-27-30-46-47-58-59-24-64-85-56-53-82-18-50-62-97-25-14-86-104-13-48-75-68-35-28-20-42-43-40-93-0
	25%	1	1942,772	0-11-103-5-7-36-72-84-100-99-4-6-71-77-88-18-97-13-90-95-0
		2		0-16-58-86-87-104-60-25-35-20-54-23-68-48-59-62-50-64-73-85-56-82-52-102-8-9-96-53-22-47-19-24-39-76-49-2-3-101-0
		3		0-75-45-28-14-41-43-42-93-40-30-27-46-17-0

Çizelge 5.7. (devam)

Gruplar	Atık Oranı	Araç Tipi	Amaç Fonksiyonu	Rotalamalar
A+C	30%	1	2485,048	0-40-101-3-72-23-20-25-60-24-64-18-53-22-52-104-75-0
		1		0-56-50-71-77-99-100-73-47-14-19-58-90-93-0
		2		0-43-49-2-36-7-5-103-11-96-8-102-9-46-28-30-16-45-84-76-27-41-0
		3		0-95-6-4-88-82-85-62-97-39-59-87-86-68-17-54-35-13-48-42-0
	35%	1	2704,045	0-85-77-73-71-6-4-99-100-19-56-88-62-49-76-54-0
		2		0-84-101-3-36-2-18-53-22-52-82-64-50-97-72-8-102-96-9-11-103-5-7-0
		3		0-86-87-104-60-75-28-14-35-20-68-48-13-47-27-30-16-45-59-58-24-39-25-23-0
		3		0-90-93-17-46-40-41-43-95-42-0

5.6. Çözüm Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çalışmada ilk olarak atıkların toplanacağı adresler tespit edilmiş, bu noktalarda oluşan atık miktarları ve birbirleriyle aralarındaki mesafeler belirlenmiştir. Sorunlu verilere sahip adresler elenmiş, kalan adresler birbirlerine yakınlıklarına göre gruplandırılarak problem boyutu küçültülmüştür. Problem boyutunun küçültülmesiyle NP-hard yapıdaki araç rotalama probleminin çözüm süresi kısaltılmış ve uygun zamanda çözüm elde edilmesi imkânı sağlanmıştır. Gruplandırılmış noktalar belirlendikten sonra bu noktaların birbirleri arasındaki mesafeler bulunmuştur. Sonrasında bu noktalarda %19, %25, %30, %35 olan geri dönüştürülebilir atık oranlarına göre toplam geri dönüştürülebilir atık miktarları hesaplanmıştır.

Bu problemdeki gibi çok düğümlü problemlerde düğümlerin belirli özelliklerine göre tasnif edilmesi problemin çözümü hususunda büyük yarar sağlamaktadır. Bu çalışmada gruplandırılmış noktalarda oluşan geri dönüştürülebilir atık miktarları dikkate alınarak Pareto analizi uygulanmıştır. Bu sayede atıkları toplayacak araçlar için bir öncelik gruplaması yapılmış, daha fazla atık çıkan düğümler ile daha az atık çıkan düğümler için bir zaman periyodu oluşturulabilmiştir. Pareto analizi ile oluşan A, B ve C gruplarına göre haftalık bir yolculuk planı oluşturulmuştur. Oluşturulan yolculuk planına göre A grubu düğümlere haftanın her günü, B grubu düğümlere

haftada 2 gün, C grubu düğümlere haftada 1 gün uğranılması sağlanmıştır. Bu şekilde az miktarda atık çıkaran düğümlerde atıkların birikmesi ve tek seferde toplanması sağlanmakta, oluşacak toplama maliyeti daha da azaltılmaktadır.

Problem yapısına uygun olan HÇAARP'ne yönelik bir model oluşturulmuş, ayrıca araç sürücüleri ve gidilecek noktalardaki kişilere yönelik olarak mesai saati kısıdı da eklenerek atık toplama işleminin mesai saatleri içerisinde yapılması sağlanmıştır. Bu şekilde problem geniş zaman sınırlarına sahip bir zaman pencereli araç rotalama problemi haline gelmiştir. Ardından problemde kullanılan araçlar ve araçlarla ilgili parametreler belirlenmiştir. Bu aşamada araçların kapasiteleri belirlenmiş, araç sabit maliyetleri ve araç değişken maliyetleri hesaplanmıştır. Araç değerleri, araçların her türlü vergi, sigorta, bakım giderleri ve araçlarda görev alacak çalışanların maaş ve sigortaları da dâhil olmak üzere tüm sabit maliyetler araç sabit maliyetleri olarak probleme dâhil edilmiştir. Ayrıca araçların kilometre başı yakıt maliyetleri hesaplanmış ve araç değişken maliyetleri olarak alınmıştır. Araç kapasiteleri, araç sabit maliyetleri, araç değişken maliyetleri, gruplanmış noktaların birbirleri arasındaki mesafeler ve bu noktalardaki atık miktarları modele dâhil edilerek CPLEX ILOG programında 3 saat zaman sınırlı olarak çözülmüş ve sonuçlar elde edilmiştir. Bulunan sonuçlara göre rotalamanın uygulanacağı her bir hafta için haftalık atık toplama toplam maliyeti hesaplanmış ve Çizelge 5.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.8. Haftalık Toplam Atık Toplama Maliyetleri

	Atık Oranı	Haftalık Maliyet (TL)
Senaryo 1	19%	2597,654
	25%	2597,654
	30%	2597,654
	35%	3428,542
Senaryo 2	19%	6912,011
	25%	8825,88
	30%	10038,53
	35%	11289,835
Senaryo 3	19%	7717,626
	25%	8944,728
	30%	10215,568
	35%	12245,227

Çözüm sonuçlarına göre geri dönüştürülebilir atık oranları arttıkça problemin maliyeti genel olarak artmaktadır. AVM'lerin dâhil edilmediği Senaryo 2 ile AVM'lerin dâhil edildiği Senaryo 3 sonuçları karşılaştırıldığında atık miktarının çok olduğu noktaların dâhil edilmesinin en öncelikli noktalar olan A ve B grubu noktalardan atık toplanırken uğranılacak nokta sayısını azalttığı görülmektedir. Buna bağlı olarak A ve C grubu noktaların sayısının artmasından dolayı mesafe artışına bağlı olarak maliyetlerin de arttığı gözlenmiştir. Senaryo 1'de ise okullar haricindeki resmi kurumların olmasından dolayı oluşan atık miktarı az olmaktadır. Bu sebeple geri dönüştürülebilir atık miktarları artsa da araç kapasitelerinin altında kaldığı için genel olarak aynı rotalamalar oluşmaktadır. Senaryoların çözümü sonucunda 2500 kg, 5500 kg ve 10.000 kg kapasiteli Tip 1, Tip 2, Tip 3 araçlarından ikişer tane alınması durumunda Kırıkkale'deki tüm kamu kurumları, okullar ve alışveriş merkezlerinden atık toplama işlemi gerçekleştirilebilecektir. Çevre İl Müdürlüğünden sağlanan verilere göre çalışmada ele alınan toplu atık çıkan noktalardan atıkların toplanmasıyla nüfusun yaklaşık olarak 1/3'ünün çıkardığı geri dönüştürülebilir atık toplanacaktır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Dünyada nüfus ve ihtiyaçların çok hızlı bir şekilde arttığı günümüzde insan faaliyetleri sonucunda açığa çıkan atıklardan dolayı çevre ve insan sağlığının olumsuz etkilenişi de artmaktadır. Bu nedenle dünyada atık yönetimi çalışmaları gittikçe daha önemli hale gelmektedir. Dünyada genel olarak atık yönetimi atıkların yakılarak veya gömülerek bertaraf edilmesi şeklinde yapılmaktadır. Ancak yeni ürünlere olan sürekli talep artışı daha fazla hammadde kullanımına ve dolayısıyla daha fazla atık çıkmasına neden olmaktadır. Kıt kaynaklara sahip olduğumuz dünyamızda atık miktarının ve hammaddeye olan ihtiyacın sürekli artması atıkların yakılması veya gömülmesi seçeneklerinin sürdürülebilir olmadığını göstermektedir. Bu nedenle son yıllarda atık yönetimi çalışmaları içerisinde oluşan yeni bir anlayış olan sıfır atık yönetimi ortaya çıkmıştır. Bu anlayış ile, oluşan atıkların mümkün olduğunca yeni ürün üretiminde kullanılmasıyla hem atık miktarının azaltılması hem de yeni hammadde kullanımının azaltılması hedeflenmektedir. Bu anlayışın dünyada yaygınlaşması ile sürdürülebilir bir atık yönetimi gerçekleştirilmekle beraber, ülkeler yeni hammadde kullanımının azalmasıyla büyük ekonomik kazançlar elde edecektir.

Bu çalışmada sıfır atık çalışmalarına katkı sağlayacak, atıkların toplanması ve taşınması işlemlerine odaklanılmıştır. Çalışmada Kırıkkale ilindeki valilik, kaymakamlıklar, nüfus, emniyet vb. müdürlükler ile okullar, lojmanlar, alışveriş merkezleri için heterojen araç filosuyla kâğıt, cam, plastik, metal gibi geri dönüştürülebilir atıkların toplanması problemi ele alınmıştır. Ayrıca mesai saatleri göz önüne alınarak taşıma işlemlerinin günlük mesai saatleri içerisinde tamamlanması sağlanmıştır. Çalışmada ele alınan adreslerde farklı geri dönüştürülebilir atık oranları kullanılarak oluşan geri dönüştürülebilir atık miktarları hesaplanmıştır. Adresler oluşan geri dönüştürülebilir atık miktarlarına göre Pareto analizi ile tasnif edilmiş, rotalamaların yapılacağı adres kümeleri oluşturulmuştur. Ardından, kullanılan kamyon ve çalışanlara ait sabit maliyetler ile araçların kilometre başı yakıt maliyetleri toplamını minimize eden bir amaç fonksiyonuna sahip matematiksel model oluşturularak, haftalık olarak her bir gün için araç rotaları belirlenmiştir.

Bu çalışma sıfır atık konusunda mesai saati kısıtının mesafe ve toplanacak atık miktarına bağlı olarak modele dâhil edilmesi ve problemin periyodik HÇAARP olarak ele alınması bakımından örnek teşkil etmektedir. Özellikle Pareto analizinin kullanım şekli itibariyle atıkların toplanacağı noktaların önem derecelerine göre sınıflandırılması ve bu sınıflandırmalara göre modelin çözülmesi bakımından problem literatürden farklıdır. Böylelikle oluşan atık miktarı daha fazla olan yerlerin öncelikli hale getirilip sürekli ziyaret edilmesi, atık miktarı daha az olan yerlerin ise ziyaret sıklığının azaltılmasıyla atık toplanmasında verimlilik artırılmaktadır.

Gelecek yıllarda yapılacak bilinçlendirme çalışmaları ile halkın sıfır atık yaklaşımını daha fazla benimsenmesi sağlanmalıdır. Yapılan bilinçlendirme çalışmalarına paralel olarak bu çalışmaya site ve lojman gibi yerleşimleri de ekleyerek çalışma genişletilebilir. Bu çalışma örnek alınarak Türkiye'de diğer illerde benzer çalışmalar yapılarak atıkların en az maliyetle toplanması ve sıfır atık prensiplerine göre değerlendirilmesi sağlanabilir. Ayrıca geri dönüştürülebilir atıklar haricinde kalan atıklarında toplanması üzerine bu tip çalışmalar yapılıp birbirine entegre edilerek tam bir atık yönetimi yapılabilir.

KAYNAKLAR

A. Karasu, Çevresel Atıklar, Nedenleri, Çevresel Atıkların Geri Dönüştürülmesi ve Yenilenebilir Enerji Olanaklarının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Bilecik, 2013.

A.H. Özdemir, Atık Yönetiminde Dış Kaynak Kullanımı ve Bir Uygulama. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul, 2010.

Ağdağ, O.N., Kırımhan, S., Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde Endüstriyel Katı Atık Durumu ve Geri Kazanımı. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 1 (2): 47-58, 1999.

Akar, G.S., Şenkayas, H., Bozulabilir Gıda Tedarik Zincirlerinde Üretim Riskleri Gözetilerek Üretim-Dağıtım Planlaması: Bir Süt İşleme Tesisinde Uygulama. Verimlilik Dergisi. 3, 61-88, 2018.

Akhtar, M., Hannan, M.A., Begum, R.A., Basri, H., Scavino, E., Backtracking search algorithm in CVRP models for efficient solid waste collection and route optimization. Waste Management. 61, 117-128, 2017.

Alakaş, H.M., Kızıltaş, Ş., Eren, T., Özcan, E., Sıfır Atık Projesi Kapsamında Atıkların Toplanması: Kırıkkale İlinde Homojen Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması. Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi. 3 (3): 190-196, 2018.

Alaykıran, K., Güner, E., Çok Ürünlü Geri Dönüşüm Ağ Tasarımı İçin Bir Matematiksel Model. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 28 (1): 151-159, 2013.

Amato, A., Becci, A., Mariani, P., Carducci, F., Ruello, M.L., Monosi, S., Giosuè, C. Beolchini, F., End-of-Life Liquid Crystal Display Recovery: Toward a Zero-Waste Approach. Applied Sciences. 9 (15): 2985, 2019.

Anagnostopoulos, T., Kolomvatsos, K., Anagnostopoulos, C., Zaslavsky, A., Hadjiefthymiades, S., Assessing dynamic models for high priority waste

collection in smart cities. Journal of Systems and Software. 110, 178-192, 2015.

Apaydın, Ö., Trabzon Şehri Katı Atık Toplama İşleminin Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) Destekli Optimizasyonu İçin Bir Uygulama. Ekoloji. 14 (54): 1-6, 2005.

Arias, J.A.C., Jiménez, J.C., Diseño de una Red de logística Inversa para recolectar Aceite Vehicular Usado en la ciudad de Pereira implementando CVRP. Scientia et technica. 22 (2): 150-160, 2017.

Armington, W.R., Chen, R.B., Household food waste collection: Building service networks through neighborhood expansion. Waste management. 77, 304-311, 2018.

Atan, M., Şimşek, P., Doğrusal Programlama İle Araç Atama Probleminin Çözümlenmesi. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 4 (11): 339-358, 2017.

Atık Yönetimi Genel Esasları Yönetmeliği, RG.05.07.2008 tarih ve 26927 Sayı.

Atia, T.A., Elia, G., Hahn, R., Altimari, P., Pagnanelli, F., Closed-loop hydrometallurgical treatment of end-of-life lithium ion batteries: Towards zero-waste process and metal recycling in advanced batteries. Journal of Energy Chemistry. 35, 220-227, 2019.

Atmaca, H.E., Vardar, S., Akbabaöz, S., Vural, A., Uruş, G., Ankara İlinde Ürün Dağıtımı Yapan Bir Beyaz Eşya Yetkili Servisinin Araç Rotalama Problemine Çözüm Yaklaşımı. Politeknik Dergisi. 18 (2): 99-105, 2015.

Ayeleru, O.O., Okonta, F.N., Ntuli, F., Municipal solid waste generation and characterization in the City of Johannesburg: A pathway for the implementation of zero waste. Waste management. 79, 87-97, 2018.

Azadeh, A., Farrokhi-Asl, H., The close–open mixed multi depot vehicle routing problem considering internal and external fleet of vehicles. Transportation Letters. 11 (2): 78-92, 2019.

B. Keçeci, Heterojen Eş-Zamanlı Topla-Dağıt Araç Rotalama Problemi İçin Matematiksel Modeller ve Sezgisel Yaklaşımlar. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara, 2014.

Baran, E., Optimizing Medical Waste Collection in Eskişehir by Using Multi-Objective Mathematical Model. Gazi University Journal of Science Part A: Engineering and Innovation. 4 (4): 93-100, 2017.

Başkaya, Z., Öztürk, B.A., Tamsayılı programlamada dal kesme yöntemi ve bir ekmek fabrikasında oluşturulan araç rotalama problemine uygulanması. Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 24 (1): 101-114, 2005.

Benjamin, A.M., Beasley, J.E., Metaheuristics with disposal facility positioning for the waste collection VRP with time windows. Optimization Letters. 7 (7): 1433-1449, 2013.

Bhattacharyya, A., RECYRON®: Idea to Innovation to Technology in Zero-Waste Ironmaking. BHM Berg-und Hüttenmännische Monatshefte. 164, 484–486, 2019.

Bianchessi, N., Righini, G., Heuristic algorithms for the vehicle routing problem with simultaneous pick-up and delivery. Computers & Operations Research. 34 (2): 578-594, 2007.

Bing, X., de Keizer, M., Bloemhof-Ruwaard, J.M., van der Vorst, J.G., Vehicle routing for the eco-efficient collection of household plastic waste. Waste management. 34 (4): 719-729, 2014.

Bogh, M.B., Mikkelsen, H., Wøhlk, S., Collection of recyclables from cubes–A case study. Socio-Economic Planning Sciences. 48 (2): 127-134, 2014.

Bula, G.A., Afsar, H.M., González, F.A., Prodhon, C., Velasco, N., Bi-objective vehicle routing problem for hazardous materials transportation. Journal of cleaner production. 206, 976-986, 2019.

C. Afşin, Endüstriyel Atık Yönetimi ve Tüdemsaş Örneği. Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 2014.

Cattaruzza, D., Absi, N., Feillet, D., Vehicle routing problems with multiple trips. 4OR. 14 (3): 223-259, 2016.

Chari, N., Venkatadri, U., Diallo, C., Design of a reverse logistics network for recyclable collection in Nova Scotia using compaction trailers. INFOR: Information Systems and Operational Research. 54 (1): 1-18, 2016.

Cingöz, K., Gürgen, E., Beyhan, B., Coğrafi Bilgi Sistemleriyle Atık Toplama Araçlarının Rotalarının Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 36 (1): 39-62, 2018.

Cole, C., Osmani, M., Quddus, M., Wheatley, A., Kay, K., Towards a zero waste strategy for an English local authority. Resources, Conservation and Recycling. 89, 64-75, 2014.

Copani, G., Colledani, M., Brusaferri, A., Pievatolo, A., Amendola, E., Avella, M., Fabrizio, M., Integrated technological solutions for zero waste recycling of Printed Circuit Boards (PCBs). Factories of the Future. 149-169, 2019.

Cömert, S.E., Yazgan, H.R., Sertvuran, İ., Şengül, H., Sıkı Zaman Pencereli Araç Rotalama Probleminin Çözümü İçin Yeni Bir Yöntem Önerisi ve Bir Süpermarket Zincirinde Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 22 (2): 685-694, 2018.

Ç. Koç, Zaman Bağımlı Araç Rotalama Problemi. Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi, Konya, 2012.

Çay, S.B., Bilgin, E., Çakır, C., Arslan, Y., Cabıoğlu, M.F., Tansel, B., Çamaşır Makinesi Fabrikası İç Lojistik Aktivitelerinin Optimize Edilmesi. Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers). 21 (3): 25-38, 2010.

Çelik, B.Y., Demirarslan, K.O., Endüstriyel katı atık yönetimine genel bir bakış. Akademik Platform. 156-162, 2013.

Delgado-Antequera, L., Pérez, F., Hernández-Díaz, A.G., López-Sánchez, A.D., An interactive biobjective method for solving a waste collection problem. Mathematical Problems in Engineering. 2016.

Demir, E., Gültekin, D., Sandıkçıoğlu, S., Sayhan, A., Yeşildağ, M., Kırca, Ö., Süral, H., Yenimahalle Belediyesi Katı Atık Toplama ve Taşıma Sistemi Tasarımı. Endüstri Mühendisliği Dergisi. 12 (3-4): 52-64, 2001.

Demiral, M.F., Süt Endüstrisinde Optimizasyon İmkanları ve Bir Model Önerisi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 5 (8): 36-57, 2013.

Demirel, N., Gökçen, H., Akçayol, M.A. ve Demirel, E., Çok Aşamalı Bütünleşik Lojistik Ağı Optimizasyonu Probleminin Melez Genetik Algoritma İle Çözümü. Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi. 26 (4): 929-936, 2011.

Demirpolat, E.N., Öztürk, Z.Ş., Uzgören, N., Vergili, C., Yılmaz, C., Tekin, S., Lider Bir Dondurma Fabrikasında Wcm Metodolojisiyle Üretim Alanlarında Lojistik Optimizasyonu. Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers). 27 (4): 3-14, 2016.

Dileep, M.R., Tourism and waste management: A review of implementation of “zero waste” at Kovalam. Asia Pacific journal of tourism research. 12 (4): 377-392, 2007.

Doğan, Ö.İ., Kırda, K., Evsel İlaç Atıklarının Toplanmasında Tersine Lojistik Ağı Üzerine Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi Denizcilik Fakültesi Dergisi. 6 (1): 1-22, 2014.

Duc, P.A., Dharanipriya, P., Velmurugan, B.K., Shanmugavadivu, M., Groundnut shell-a beneficial bio-waste. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology. 20: 101206, 2019.

Düzakin, E., Demircioğlu, M., Araç Rotalama Problemleri ve Çözüm Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 13 (1): 68-87, 2009.

Ebrahimi, K., North, L., Yan, J., GIS applications in developing zero-waste strategies at a mid-size American university. 2017 25th International Conference on Geoinformatics, IEEE, August 2017, Buffalo, NY, USA, pp. 1-6, 2017.

Ebrahimi, K., North, L.A., Effective strategies for enhancing waste management at university campuses. International Journal of Sustainability in Higher Education. 18 (7): 1123-1141, 2017.

Emel, G.G., Taşkın, Ç., Araç Rotalama Problemlerinin İki Aşamalı Çözümünde Genetik Algoritma Kullanımı. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 7 (1): 1-17, 2005.

Ergülen, A., Kazan, H., Tamsayılı Doğrusal Programlama Yöntemiyle Maliyetin Optimize Edilmesi: Gıda Sektöründe Örnek Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 10 (1): 101-116, 2005.

Eryavuz, M., Gencer, C., Araç Rotalama Problemine Ait Bir Uygulama. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 6 (1): 139-155, 2001.

Etöz, M., Tulga, İ., İş Sağlığı Ve Güvenliği Hizmetleri İçin Yeni Bir Model: Araç ve Hizmet Rotalama Problemi (Ahrp) ve Ampirik Uygulaması. Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 15 (32): 53-65, 2015.

Faccio, M., Persona, A., Zanin, G., Waste collection multi objective model with real time traceability data. Waste management. 31 (12): 2391-2405, 2011.

Fidanboy, S., Güneş, P., Hafızoğlu, B., Orak, G., Say, Y., Meral, S., Doğrusöz, H., Bir Akaryakıt Dağıtım Şirketi İçin Bütünleşik Sipariş ve Dağıtım Yönetim Sistemi Tasarımı. Endüstri Mühendisliği Dergisi. 16 (3): 15-26, 2005.

Filiz, S.Ç., Eroğlu, E., Araç Rotalama Probleminde Bulanık Hedef Programlama Yaklaşımı. Journal of Transportation and Logistics. 2 (2): 49-64, 2017.

G. Tenikler, Türkiye'de Tehlikeli Atık Yönetimi ve Avrupa Birliği Ülkeleri İle Karşılaştırmalı Bir Analiz. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2007.

Geetha, S., Vanathi, P.T., Poonthalir, G., Metaheuristic approach for the multi-depot vehicle routing problem. Applied Artificial Intelligence. 26 (9): 878-901, 2012.

Gilardino, A., Rojas, J., Mattos, H., Larrea-Gallegos, G., Vázquez-Rowe, I., Combining operational research and Life Cycle Assessment to optimize municipal solid waste collection in a district in Lima (Peru). Journal of Cleaner Production. 156, 589-603, 2017.

Gruler, A., Fikar, C., Juan, A.A., Hirsch, P., Contreras-Bolton, C., Supporting multi-depot and stochastic waste collection management in clustered urban areas via simulation–optimization. Journal of simulation. 11 (1): 11-19, 2017.

Güler, Ç., Chousein, A., Sitti, K., Solmaz, E., Başak, O., Meral, S., Lacksonen, T., Gıda Sektöründe Bir Firma İçin Tedarik Zinciri Ağı Tasarımı ve Araç Rotalama. Endüstri Mühendisliği Dergisi. 15 (4): 19-31, 2004.

Gündüzalp, A.A., Güven, S., Atık, çeşitleri, atık yönetimi, geri dönüşüm ve tüketici: Çankaya belediyesi ve semt tüketicileri örneği. Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi. 1-19, 2016.

Güngör, İ., Ergülen, A., Bulanık Araç Rotalama Problemlerine Bir Model Önerisi ve Bir Uygulama. Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi. 13 (1): 53-60, 2006.

Güvez, H., Dege, M., Eren, T., Kırıkkale'de araç rotalama problemi ile tıbbi atıkların toplanması. International Journal of Engineering Research and Development. 4 (1): 41-45, 2012.

H. Palabıyık, Belediyelerde Kentsel Katı Atık Yönetimi: İzmir Büyükşehir Belediyesi Örneği. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 2001.

Hannan, M.A., Akhtar, M., Begum, R.A., Basri, H., Hussain, A., Scavino, E., Capacitated vehicle-routing problem model for scheduled solid waste

collection and route optimization using PSO algorithm. Waste management. 71, 31-41, 2018.

Hemmelmayr, V., Doerner, K.F., Hartl, R.F., Rath, S., A heuristic solution method for node routing based solid waste collection problems. Journal of Heuristics. 19 (2): 129-156, 2013.

Hemmelmayr, V.C., Doerner, K.F., Hartl, R.F., Vigo, D., Models and algorithms for the integrated planning of bin allocation and vehicle routing in solid waste management. Transportation Science. 48 (1): 103-120, 2013.

Henke, T., Speranza, M.G., Wäscher, G., The multi-compartment vehicle routing problem with flexible compartment sizes. European Journal of Operational Research. 246 (3): 730-743, 2015.

Huang, S.H., Lin, P.C., Vehicle routing–scheduling for municipal waste collection system under the "Keep Trash off the Ground" policy. Omega. 55, 24-37, 2015.

Iwańkowicz, R.R., Sekulski, Z., Solving the problem of vehicle routing by evolutionary algorithm. Advances in Science and Technology Research Journal. 10 (29): 97-108, 2016.

İnanlı, A., Ünsal, B., Eliiyi, D.T., Route optimization for the distribution network of a confectionary chain. Promet-Traffic&Transportation. 27 (6): 497-503, 2015.

Jaiswal, A., Samuel, C., Patel, B.S., Kumar, M., Go green with WEEE: Eco-friendly approach for handling e-waste. Procedia Computer Science. 46, 1317-1324, 2015.

Kaçtıoğlu, S., Şengül, Ü., Erzurum kenti ambalaj atiklarinin geri dönüşümü için tersine lojistik ağı tasarimi ve bir karma tamsayili programlama modeli. Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 24 (1): 89-112, 2010.

Kang, H.Y., Lee, A., An Enhanced Approach for the Multiple Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Vehicles and a Soft Time Window. Symmetry. 10 (11): 650, 2018.

Karagul, K., Gungor, I., A case study of heterogeneous fleet vehicle routing problem: Touristic distribution application in Alanya. An International Journal of Optimization and Control: Theories & Applications (IJOCTA). 4 (2): 67-76, 2014.

Karagül, K., Güngör, İ., Havalimanından Otellere Tek Tip Araçlarla Turist Dağıtımı Problemine Çözüm Önerisi ve Alanya Uygulaması. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 189-196, 2014.

Kim, B.I., Kim, S., Sahoo, S., Waste collection vehicle routing problem with time windows. Computers & Operations Research. 33 (12): 3624-3642, 2006.

Koçer, N., Işık, H., Öğrenci Yurdu Katı Atıklarının Geri Kazanımının Ekonomik Açıdan Araştırılması. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi. 11 (3): 373-380, 2005.

Köse, N., Sun, D., Tulum, M., Türegün, A.Y., Yamaner, C., Kırca, Ö., Süral, H., Geri Dönüştürülebilir Ambalaj Atıkları Yönetim Sistemi Tasarımı. Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers). 26 (2): 35-51, 2015.

Kuleyin, A., Atakum İlçesi Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm Uygulamaları. Atakum'a Akademik Bir Bakış Yeni Atakum. 45-53, 2016.

Küçük, M.K., Çavdur, F., Zaman Pencereli Bölünmüş-Dağıtımlı Araç Rotalama İle Afet Sonrası Yardım Malzemesi Dağıtımı Planlaması. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering. 24 (2): 127-146, 2019.

Küçükgül, E.Y., İzmir'de Tehlikeli Atıkların Yönetimi, Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu, İzmir, s. 379-390, 2009.

Laštůvka, I., Vítěz, T., Chovanec, J., Mareček, J., Zero Waste; Energy Recovery From Non-recyclable Mixed Municipal Waste. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 64 (1): 99-108, 2016.

Laureri, F., Minciardi, R., Robba, M., An algorithm for the optimal collection of wet waste. Waste management. 48, 56-63, 2016.

Le Hoang, S., Optimizing municipal solid waste collection using chaotic particle swarm optimization in GIS based environments: a case study at Danang city, Vietnam. Expert systems with applications. 41 (18): 8062-8074, 2014.

Li, H., Jian, X., Chang, X., Lu, Y., The generalized rollon-rolloff vehicle routing problem and savings-based algorithm. Transportation Research Part B: Methodological. 113, 1-23, 2018.

Lin, S.S., Chiu, K.H., An evaluation of recycling schemes for waste dry batteries–a simulation approach. Journal of Cleaner Production. 93, 330-338, 2015.

López-Sánchez, A.D., Hernández-Díaz, A.G., Gortázar, F., Hinojosa, M.A., A multiobjective GRASP–VND algorithm to solve the waste collection problem. International Transactions in Operational Research. 25 (2): 545-567, 2018.

Louati, A., Chabchoub, H., Smart routing for municipal solid waste collection: a heuristic approach. Journal of ambient intelligence and humanized computing. 10 (5): 1865-1884, 2019.

Lu, J.W., Chang, N.B., Liao, L., Liao, M.Y., Smart and green urban solid waste collection systems: advances, challenges, and perspectives. IEEE Systems Journal. 11 (4): 2804-2817, 2015.

Ma, N., McDowell, B.J., Houser, J.B., Andrade, M.W., Heinz, D.E., Separation of Mill Scale from Flume Wastewater Using a Dynamic Separator Toward Zero Wastes in the Steel Hot-Rolling Process. Journal of Sustainable Metallurgy. 5 (1): 97-106, 2019.

Marín, M., Artola, A., Sánchez, A., Optimization of down-stream for cellulases produced under solid-state fermentation of coffee husk. Waste and Biomass Valorization. 10 (10): 2761-2772, 2019.

Marinos, D., Mishra, B., An Approach to processing of lithium-ion batteries for the zero-waste recovery of materials. Journal of Sustainable Metallurgy. 1 (4): 263-274, 2015.

Markov, I., Varone, S., Bierlaire, M., Integrating a heterogeneous fixed fleet and a flexible assignment of destination depots in the waste collection VRP with intermediate facilities. Transportation research part B: methodological. 84, 256-273, 2016.

Mar-Ortiz, J., Adenso-Diaz, B., González-Velarde, J.L., Design of a recovery network for WEEE collection: the case of Galicia, Spain. Journal of the Operational Research Society. 62 (8): 1471-1484, 2011.

Mar-Ortiz, J., González-Velarde, J.L., Adenso-Díaz, B., Designing routes for WEEE collection: the vehicle routing problem with split loads and date windows. Journal of Heuristics. 19 (2): 103-127, 2013.

Mason, I. G., Brooking, A.K., Oberender, A., Harford, J.M., Horsley, P.G., Implementation of a zero waste program at a university campus. Resources, Conservation and Recycling. 38 (4): 257-269, 2003.

Matete, N., Trois, C., Towards zero waste in emerging countries–a South African experience. Waste Management. 28 (8): 1480-1492, 2008.

McLeod, F., Erdogan, G., Cherrett, T., Bektas, T., Davies, N., Shingleton, D., Norgate, S., Improving collection efficiency through remote monitoring of charity assets. Waste management. 34 (2): 273-280, 2014.

McLeod, F., Erdogan, G., Cherrett, T., Bektas, T., Davies, N., Speed, C., Norgate, S., Dynamic collection scheduling using remote asset monitoring: Case study in the UK charity sector. Transportation Research Record. 2378 (1): 65-72, 2013.

MEGEP., Çevre Sağlığı, Tehlikeli Atıklar 850ck0042, Ankara, 2011.

Miranda, P.A., Blazquez, C.A., Vergara, R., Weitzler, S., A novel methodology for designing a household waste collection system for insular zones. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 77, 227-247, 2015.

Mishra, S., Mohanty, K., Comprehensive characterization of microalgal isolates and lipid-extracted biomass as zero-waste bioenergy feedstock: An integrated

bioremediation and biorefinery approach. Bioresource technology. 273, 177-184, 2019.

Mishra, S., Roy, M., Mohanty, K., Microalgal bioenergy production under zero-waste biorefinery approach: Recent advances and future perspectives. Bioresource technology. 122008, 2019.

Molina, J.C., Eguia, I., Racero, J., Reducing pollutant emissions in a waste collection vehicle routing problem using a variable neighborhood tabu search algorithm: a case study. TOP. 27 (2): 253-287, 2019.

Nowakowski, P., A proposal to improve e-waste collection efficiency in urban mining: Container loading and vehicle routing problems–A case study of Poland. Waste management. 60, 494-504, 2017.

Nowakowski, P., Król, A., Mrówczyńska, B., Supporting mobile WEEE collection on demand: A method for multi-criteria vehicle routing, loading and cost optimisation. Waste management. 69, 377-392, 2017.

Nowakowski, P., Szwarc, K., Boryczka, U., Vehicle route planning in e-waste mobile collection on demand supported by artificial intelligence algorithms. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 63, 1-22, 2018.

O. Çolakoğlu, Askeri Eğitim Tesislerinde Atık Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 2007.

Onut, S., Kamber, M.R., Altay, G., A heterogeneous fleet vehicle routing model for solving the LPG distribution problem: A case study. Journal of Physics: Conference Series. 490 (1), 2014.

Ölmez, E., Yıldız, Ş., İnşaat ve Yıkıntı Atıklarının Yönetimi ve Planlanan İstanbul Modeli. Kent Yönetimi, İnsan ve Çevre Sorunları Sempozyumu, Kasım 2008.

Önal, H., Kaya, N., Çalışkan, T., Çevre Eğitiminde Sıfır Atık Politikası ve Mevcut Ders Kitaplarındaki Görünümü (Hayat Bilgisi 2. Sınıf Ders Kitabı). Milli Eğitim Dergisi. 48 (221): 123-140, 2019.

Önder, E., İstanbul Halk Ekmek A.Ş. (İHE)'ye Ait Çok Depolu Araç Rotalama Probleminin Meta-Sezgisel Yöntemler İle Optimizasyonu. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme İktisadı Enstitüsü Yönetim Dergisi. 22 (70): 74-92, 2011.

Özcan, S., İstatistiksel proses kontrol tekniklerinden pareto analizi ve çimento sanayiinde bir uygulama. CÜ İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 2 (2): 151-174, 2001.

Özkök, B.A., Kurul, F.C., Araç rotalama problemine tam sayılı lineer programlama modeli ve gıda sektöründe bir uygulama. İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi. 43 (2): 251-260, 2014.

Pala, O., Aksaraylı, M., An Ant Colony Optimization Algorithm Approach for Solving Multi-objective Capacitated Vehicle Routing Problem. Alphanumeric Journal. 6 (1): 37-48, 2018.

Pala, O., Aksaraylı, M., Cenger, A., Özlü, Y., Aksoy, M.A., Turizm Sektöründe Araç Rotalama Problemi ve Karar Destek Sistemi Uygulaması. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi. 4 (4): 203-213, 2017.

Palabıyık, H., Çevre Sorunu Olarak Kentsel Katı Atıklar (Çöpler) ve Entegre Katı Atık Yönetimi. Türk İdare Dergisi. 420, 45-64, 1998.

Phuong, P.T.D., Minh, N.C., Cuong, H.N., Van Minh, N., Van Hoa, N., Yen, H.T.H., Trung, T.S., Recovery of protein hydrolysate and chitosan from black tiger shrimp (Penaeus monodon) heads: approaching a zero waste process. Journal of food science and technology. 54 (7): 1850-1856, 2017.

Rabbani, M., Heidari, R., Farrokhi-Asl, H., Rahimi, N., Using metaheuristic algorithms to solve a multi-objective industrial hazardous waste location-routing problem considering incompatible waste types. Journal of Cleaner Production. 170, 227-241, 2018.

Rajanikam, R., Poyyamoli, G. (2014). Towards Zero-Waste Campus: Compositional Analysis of Solid Waste at The Staff Quarters To Frame Inclusive Sustainable Campus Waste Management System. IJIRSET. 3 (4): 11255-11264, 2014.

Ramos, T.R.P., Gomes, M.I., Barbosa-Póvoa, A.P., Economic and environmental concerns in planning recyclable waste collection systems. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review. 62, 34-54, 2014.

Ramos, T.R.P., Gomes, M.I., Barbosa-Póvoa, A.P., Planning a sustainable reverse logistics system: Balancing costs with environmental and social concerns. Omega. 48, 60-74, 2014.

Ramos, T.R.P., Gomes, M.I., Barbosa-Póvoa, A.P., Planning waste cooking oil collection systems. Waste Management. 33 (8): 1691-1703, 2013.

Reed, M., Yiannakou, A., Evering, R., An ant colony algorithm for the multi-compartment vehicle routing problem. Applied Soft Computing. 15, 169-176, 2014.

Rocha-Meneses, L., Raud, M., Orupõld, K., Kikas, T., Potential of bioethanol production waste for methane recovery. Energy. 173, 133-139, 2019.

Romano, G., Rapposelli, A., Marrucci, L., Improving waste production and recycling through zero-waste strategy and privatization: An empirical investigation. Resources, Conservation and Recycling. 146, 256-263, 2019.

Sackmann, D., Hinze, R., Michael, B., Krieger, C., Halifeoglu, E., A heuristic for the solution of vehicle routing problems with time windows and multiple dumping sites in waste collection. Investigación Operacional. 38 (3): 206-215, 2018.

Sen, T., Yazgan, H., Ercan, S., Kapasite kısıtlı araç rotalama probleminin çözümü için yeni bir algoritma geliştirilmesi: bir süpermarket zincirinde uygulanması. Sakarya University Journal of Science. 19 (1): 83-88, 2015.

Sert, E., Osmanlı, N., Eruç, R., Mekansal ve Ağ Analiz Yöntemleri İle Optimum Toplu Ulaşım (Minibüs, Otobüs) Politikalarına Dayalı Güzergah Belirlenmesi;

Konya Örneği. Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi. 3, 53-58, 2011.

Shah, P.J., Anagnostopoulos, T., Zaslavsky, A., Behdad, S., A stochastic optimization framework for planning of waste collection and value recovery operations in smart and sustainable cities. Waste management. 78, 104-114, 2018.

Sharma, D.K., Bapat, S., Brandes, W.F., Rice, E., Castaldi, M.J., Technical feasibility of zero waste for paper and plastic wastes. Waste and Biomass Valorization. 10 (5): 1355-1363, 2019.

Shih, L.H., Chang, H.C., A routing and scheduling system for infectious waste collection. Environmental Modeling & Assessment. 6 (4): 261-269, 2001.

Shih, L.H., Lin, Y.T., Optimal routing for infectious waste collection. Journal of Environmental Engineering. 125 (5): 479-484, 1999.

Simeonova, L., Wassan, N., Salhi, S., Nagy, G., The heterogeneous fleet vehicle routing problem with light loads and overtime: Formulation and population variable neighbourhood search with adaptive memory. Expert Systems with Applications. 114, 183-195, 2018.

Smol, M., The importance of sustainable phosphorus management in the circular economy (CE) model: the Polish case study. Journal of Material Cycles and Waste Management. 21 (2): 227-238, 2019.

Sommerfeld, M., Friedmann, D., Kuhn, T., Friedrich, B., “Zero-Waste”: A Sustainable Approach on Pyrometallurgical Processing of Manganese Nodule Slags. Minerals. 8 (12): 544, 2018.

Song, Q., Li, J., Zeng, X., Minimizing the increasing solid waste through zero waste strategy. Journal of Cleaner Production. 104, 199-210, 2015.

Sun, Z., Cao, H., Xiao, Y., Sietsma, J., Jin, W., Agterhuis, H., Yang, Y., Toward sustainability for recovery of critical metals from electronic waste: the

hydrochemistry processes. ACS Sustainable Chemistry & Engineering. 5 (1): 21-40, 2016.

Ş. Sayar, Sakarya İli Entegre Atık Yönetimi ve Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü. Yüksek Lisans Tezi. Sakarya Üniversitesi, Sakarya, 2012.

Şengül, Ü., Atıkların Geri Dönüşümü ve Tersine Lojistik. Paradoks Ekonomi, Sosyoloji ve Politika Dergisi. 6 (1): 73-86, 2010.

T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Sıfır Atık, https://sifiratik.csb.gov.tr/neden-sifir-atik-i-7090 (Son Erişim: 03.10.2018)

Tansel, B., Daşyürek, F., Eren, S., Kaya, O., Sezgin, G., Şahinoğlu, E., Arçelik Yurt İçi Tedarik Zinciri İçin Araç Sevkiyat ve Rotalama Sistemi. Endüstri Mühendisliği Dergisi. 20 (3): 22-38, 2009.

Taş, C., Bedir, N., Eren, T., Alakaş, H.M., Çetin, S., Evde Sağlık Hizmetlerinde Araç Rotalama İle Güzergahların Belirlenmesi: Devlet Hastanesinde Bir Uygulama. Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi. 4 (3): 264-283, 2018.

Taş, C., Bedir, N., Yurdakul, K., Alakaş, H.M., Eren, T., Çetin, S.Ö., Yaşlılara Bakım Hizmetinde En Uygun Rotanın Belirlenmesi. Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 9 (2): 391-402, 2019.

Tıbbi Atıkların Kontrolü Yönetmeliği, RG.22.07.2005 tarih ve 27555 Sayı (Son Erişim Tarihi: 21.06.2019).

Tu, W., Li, Q., Li, Q., Zhu, J., Zhou, B., Chen, B., A spatial parallel heuristic approach for solving very large-scale vehicle routing problems. Transactions in GIS. 21 (6): 1130-1147, 2017.

Tung, D.V., Pinnoi, A., Vehicle routing–scheduling for waste collection in Hanoi. European Journal of Operational Research. 125 (3): 449-468, 2000.

TÜDAM, Geri Dönüşüm Sektörü Teşvik Raporu. Ankara, 2016. URL: http://tudam.org.tr/geri-donusum-sektoru-tesvik-raporu.pdf (Son Erişim: 17.10.2018)

TÜİK Haber Bülteni, http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30567 (Son Erişim: 03.10.2018)

Ulutaş, A., Bayrakçıl, A.O., Kutlu, B., Araç Rotalama Probleminin Tasarruf Algoritması İle Çözümü: Sivas'ta Bir Ekmek Fırını İçin Uygulama. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi. 18 (1): 185-197, 2017.

Usapein, P., Chavalparit, O., Options for sustainable industrial waste management toward zero landfill waste in a high-density polyethylene (HDPE) factory in Thailand. Journal of material cycles and waste management. 16 (2): 373-383, 2014.

Uzumer, E., Eren, T., Okul Servisi Rotalama Problemi: Bir Uygulama. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi. 4 (2): 26-29, 2012.

Uzunoğlu, H., Çevremizi Kirleten Atıklar ve Atık Yönetiminin Önemi, Ar&Ge Bülten 2014 Haziran-Sektörel, s. 25-31, 2014.

Ünlü, N., Uçar, E., Akkuş, G.B., Şen, B., Kargo İşlemede Zaman Pencereli Çok Araçlı Dinamik Rotalama. Yönetim Bilişim Sistemleri Dergisi. 3 (2): 105-113, 2017.

Ünsal, Ö., Yiğit, T., Yapay Zeka Ve Kümeleme Teknikleri Kullanılarak Geliştirilen Yöntem İle Okul Servisi Rotalama Probleminin Optimizasyonu. Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi. 6 (1): 7-20, 2018.

Vu, H.L., Ng, K.T.W., Bolingbroke, D., Parameter interrelationships in a dual phase GIS-based municipal solid waste collection model. Waste management. 78, 258-270, 2018.

Wei, Q., Guo, Z., Lau, H.C., He, Z., An artificial bee colony-based hybrid approach for waste collection problem with midway disposal pattern. Applied Soft Computing. 76, 629-637, 2019.

Wy, J., Kim, B.I., A hybrid metaheuristic approach for the rollon–rolloff vehicle routing problem. Computers & Operations Research. 40 (8): 1947-1952, 2013.

Wy, J., Kim, B.I., Kim, S., The rollon–rolloff waste collection vehicle routing problem with time windows. European Journal of Operational Research. 224 (3): 466-476, 2013.

Yakıcı, E., Harekâta Hazır Amfibi Gruplar İçin Personel ve Kargo Aktarmalı Hava Vasıtası Rotalama Problemi. Verimlilik Dergisi. 4, 219-235, 2018.

Yaman, K., Olhan, E., Atık Yönetiminde Sıfır Atık Yaklaşımı ve Bu Anlayışa Küresel Bir Bakış. Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi. 3 (1): 53-57, 2010.

Yang, G.C., Chuang, T.N., Huang, C.W., Achieving zero waste of municipal incinerator fly ash by melting in electric arc furnaces while steelmaking. Waste management. 62, 160-168, 2017.

Yektiningsih, E., Suryaminarsih, P., Hidayat, R., Adoption of agricultural innovations in the context of zero waste: The case of dairy cattle biogas waste. EurAsian Journal of BioSciences. 13 (2): 861-864, 2019.

Yoo, K.Y., Yi, S., Evaluation and development of solid waste management plan: a case of Seoul for past and future 10 years. Journal of Material Cycles and Waste Management. 17 (4): 673-689, 2015.

Yücel, E., Şehir İçi Deniz Yolu Toplu Taşımacılığında Vapur Atama ve Rotalama Optimizasyonu: İstanbul Şehir Hatları Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 21 (62): 357-368, 2018.

Zaman, A.U., A comprehensive study of the environmental and economic benefits of resource recovery from global waste management systems. Journal of cleaner production. 124, 41-50, 2016.

Zaman, A.U., Lehmann, S., The zero waste index: a performance measurement tool for waste management systems in a ‘zero waste city’. Journal of Cleaner Production. 50, 123-132, 2013.

Zaman, A.U., Lehmann, S., Urban growth and waste management optimization towards ‘zero waste city’. City, Culture and Society. 2 (4): 177-187, 2011.

Zhao, Q., Xue, J., Chen, W., Zero-Waste Recycling Method for Nickel Leaching Residue by Direct Reduction–Magnetic Separation Process and Ceramsite Preparation. Transactions of the Indian Institute of Metals. 72 (4): 1075-1085, 2019.

EKLER

EK 1. Senaryo 1-Atık Toplanacak Adreslerin Gruplandırılmış Hali

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü	Bahşili	12
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	Bahşili	5
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	Bahşili	59
4	Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü	Balışeyh	5
5	Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare	Balışeyh	63
6	Balışeyh İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Balışeyh	23
7	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi	Balışeyh	43
8	Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim	Balışeyh	78
9	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	Çelebi	40
10	Delice İlçe Emniyet Müdürlüğü	Delice	8
11	Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık	Delice	62
12	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü	Delice	7
13	Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet	Karakeçili	38
14	Karakeçili İlçe Devlet Hastanesi	Karakeçili	65
15	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Keskin Spor Salonu	Keskin	6
16	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.	Keskin	525
17	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	Keskin	34
18	Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi	Keskin	32
19	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı	Keskin	38
20	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik	Keskin	175
21	Valilik-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	Merkez	731
22	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK	Merkez	549
23	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Çocuk Şube Müdürlüğü yaylacık çocuk şubesi	Merkez	7
24	Polisevi-Çevik Kuvvet	Merkez	64
25	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü	Merkez	17
26	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Hürriyet Polis Merkezi	Merkez	18
27	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü İstiklal Polis Merkezi	Merkez	10
28	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü	Merkez	54
29	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)	Merkez	110
30	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	Merkez	106
31	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Yeni Mahalle Spor Salonu	Merkez	10
32	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	Merkez	78
33	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu-Toprak Mahsulleri	Merkez	100

EK 1. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
34	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü	Merkez	10
35	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	Merkez	100
36	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD	Merkez	85
37	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı	Merkez	15
38	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi	Merkez	2657
39	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	397
40	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	268
41	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	541
42	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	270
43	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	1032
44	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı	Merkez	272
45	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi	Merkez	139
46	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü Enerjisa Başkent Elektrik	Merkez	115
47	Sulakyurt İlçe Emniyet Müdürlüğü	Sulakyurt	5
48	Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Belediye	Sulakyurt	51
49	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü	Sulakyurt	5
50	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	Yahşihan	11
51	Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü	Yahşihan	18
52	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	Yahşihan	13
53	Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü	Yahşihan	47
54	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi	Yahşihan	1185
55	112 Çağrı Merkezi	Yahşihan	80
56	Yahşihan Belediye Başkanlığı	Yahşihan	59

EK 2. Senaryo 1-Pareto Analizi

Adres No	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
38	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi	2657	0,2519	0,798995	A
54	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi	1185	0,1124		
43	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	1032	0,0978		
21	Valilik-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	731	0,0693		
22	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK	549	0,0521		
41	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	541	0,0513		
16	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.	525	0,0498		
39	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	397	0,0376		
44	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı	272	0,0258		
42	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	270	0,0256		
40	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	268	0,0254		
20	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik	175	0,0166	0,150943	B
45	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi	139	0,0132		
46	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü Enerjisa Başkent Elektrik	115	0,0109		
29	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)	110	0,0104		
30	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	106	0,0101		
33	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu-Toprak Mahsulleri	100	0,0095		
35	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	100	0,0095		
36	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD	85	0,0081		
55	112 Çağrı Merkezi	80	0,0076		
8	Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim	78	0,0074		
32	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	78	0,0074		
14	Karakeçili İlçe Devlet Hastanesi	65	0,0062		
24	Polisevi-Çevik Kuvvet	64	0,0061		
5	Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare	63	0,0060		
11	Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık	62	0,0059		
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	59	0,0056		
56	Yahşihan Belediye Başkanlığı	59	0,0056		
28	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü	54	0,0051		

EK 2. (devam)

Adres No	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
48	Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Belediye	51	0,0048	0,050062	C
53	Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü	47	0,0045		
7	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi	43	0,0041		
9	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	40	0,0038		
13	Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet	38	0,0036		
19	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı	38	0,0036		
17	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	34	0,0032		
18	Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi	32	0,0030		
6	Balışeyh İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	23	0,0022		
26	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Hürriyet Polis Merkezi	18	0,0017		
51	Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü	18	0,0017		
25	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü	17	0,0016		
37	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı	15	0,0014		
52	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	13	0,0012		
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü	12	0,0011		
50	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	11	0,0010		
27	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü İstiklal Polis Merkezi	10	0,0009		
31	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Yeni Mahalle Spor Salonu Vali Behiç Çelik	10	0,0009		
34	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü	10	0,0009		
10	Delice İlçe Emniyet Müdürlüğü	8	0,0008		
12	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü Delice Hizmet Binası	7	0,0007		
23	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Çocuk Şube Müdürlüğü yaylacık çocuk şubesi	7	0,0007		
15	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Keskin Spor Salonu kapalı spor salonu	6	0,0006		
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	5	0,0005		
4	Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü	5	0,0005		
47	Sulakyurt İlçe Emniyet Müdürlüğü	5	0,0005		
49	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü (Sulakyurt İşletme Hizmet Binası)	5	0,0005		
TOPLAM KİŞİ SAYISI		10547			

EK 3. Senaryo 1-Geri Dönüşüm Oranlarına Göre Toplanacak Haftalık Atık Miktarları

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	HAFTALIK ATIK MİKTARI			
		19%	25%	30%	35%
38	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi	590,34	777,17	932,61	1088,04
54	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi	263,29	346,61	415,94	485,26
43	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	229,29	301,86	362,23	422,60
21	Valilik-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	162,42	213,82	256,58	299,34
22	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK	121,98	160,58	192,70	224,82
41	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	120,20	158,24	189,89	221,54
16	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.	116,65	153,56	184,28	214,99
39	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	88,21	116,12	139,35	162,57
44	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı	60,43	79,56	95,47	111,38
42	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	59,99	78,98	94,77	110,57
40	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	59,55	78,39	94,07	109,75
20	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik	97,21	127,97	153,56	179,16
45	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi	77,21	101,64	121,97	142,30
46	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü Enerjisa Başkent Elektrik	63,88	84,09	100,91	117,73
29	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)	61,10	80,44	96,53	112,61
30	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	58,88	77,51	93,02	108,52
33	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu-Toprak Mahsulleri	55,55	73,13	87,75	102,38
35	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	55,55	73,13	87,75	102,38
36	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD	47,21	62,16	74,59	87,02
55	112 Çağrı Merkezi	44,44	58,50	70,20	81,90
8	Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim	43,33	57,04	68,45	79,85
32	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	43,33	57,04	68,45	79,85
14	Karakeçili İlçe Devlet Hastanesi	36,10	47,53	57,04	66,54
24	Polisevi-Çevik Kuvvet	35,55	46,80	56,16	65,52
5	Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare	34,99	46,07	55,28	64,50
11	Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık	34,44	45,34	54,41	63,47
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	32,77	43,14	51,77	60,40
56	Yahşihan Belediye Başkanlığı	32,77	43,14	51,77	60,40
28	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü	29,99	39,49	47,39	55,28
48	Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Belediye	56,66	74,59	89,51	104,42
53	Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü	52,21	68,74	82,49	96,23
7	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi	47,77	62,89	75,47	88,04
9	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	44,44	58,50	70,20	81,90

EK 3. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	HAFTALIK ATIK MİKTARI			
		19%	25%	30%	35%
13	Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet	42,21	55,58	66,69	77,81
19	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı	42,21	55,58	66,69	77,81
17	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	37,77	49,73	59,67	69,62
18	Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi	35,55	46,80	56,16	65,52
6	Balışeyh İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü	25,55	33,64	40,37	47,09
26	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Hürriyet Polis Merkezi	20,00	26,33	31,59	36,86
51	Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü	20,00	26,33	31,59	36,86
25	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü	18,89	24,86	29,84	34,81
37	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı	16,66	21,94	26,33	30,71
52	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	14,44	19,01	22,82	26,62
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü	13,33	17,55	21,06	24,57
50	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	12,22	16,09	19,31	22,52
27	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü İstiklal Polis Merkezi	11,11	14,63	17,55	20,48
31	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Yeni Mahalle Spor Salonu Vali Behiç Çelik	11,11	14,63	17,55	20,48
34	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü	11,11	14,63	17,55	20,48
10	Delice İlçe Emniyet Müdürlüğü	8,89	11,70	14,04	16,38
12	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü Delice Hizmet Binası	7,78	10,24	12,29	14,33
23	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Çocuk Şube Müdürlüğü yaylacık çocuk şubesi	7,78	10,24	12,29	14,33
15	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Keskin Spor Salonu kapalı spor salonu	6,67	8,78	10,53	12,29
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	5,55	7,31	8,78	10,24
4	Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü	5,55	7,31	8,78	10,24
47	Sulakyurt İlçe Emniyet Müdürlüğü	5,55	7,31	8,78	10,24
49	Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş Müdürlüğü (Sulakyurt İşletme Hizmet Binası)	5,55	7,31	8,78	10,24

EK 4. Senaryo 2-Atık Toplanacak Adreslerin Gruplandırılmış Hali

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü-Geleceğe DEK Koleji	Bahşili	349
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	Bahşili	5
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	Bahşili	59
4	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi-Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare-Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim-Derviş Şen A.L.	Balışeyh	226
5	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	Çelebi	40
6	Delice Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık-Delice İlçe Emniyet-Başkent Elektrik	Delice	77
7	Karakeçili Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet-İlçe Devlet Hastanesi	Karakeçili	103
8	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü-Gazi İlkokulu	Keskin	102
9	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md. -Atatürk İlkokulu-İmam hatip Lisesi-Cumhuriyet İlköğretim	Keskin	1453
10	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Maden MTAL-Doğan Gürbüz AL-Bilge Kaan İlkokulu	Keskin	491
11	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı-Kırıkkale Üni. Keskin MYO	Keskin	2119
12	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik-Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi-İbni Sina MTAL	Keskin	608
13	Valilik(yaylacık)-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	Merkez	681
14	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK-Kırıkkale Lisesi -Atatürk Ortaokulu-Rasyonel Temel Lisesi -İl Milli Eğitim Ek bina	Merkez	2846
15	K.E.M. yaylacık çocuk şubesi-Mehmet Uzeli iöo	Merkez	408
16	Polisevi-Çevik Kuvvet-Dede Korkut Orta Okulu	Merkez	222
17	K.E.M. Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü-Hüseyin Kahya Yatılı Bölge Ortaokulu	Merkez	99
18	K.E.M. Hürriyet Polis Merkezi-Şehit Nebi Gündoğan A.L.	Merkez	623
19	K.E.M. İstiklal Polis Merkezi-Alişan İğde MTAL-Geraldina Saran io-Yıldırım Beyazıt Orta Okulu	Merkez	1099
20	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü-15 Temmuz Şehitleri Kız AİHL-Mustafa Necati İlk Okulu	Merkez	1091
21	A.ve S.P. İl M. (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)-Keskin MTAL	Merkez	488
22	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	Merkez	106
23	G.H. ve S. İl M. Vali Behiç Çelik Spor Salonu-Süleyman Demirel A.L. -Mustafa Kemal ilk-Orta Okulu	Merkez	1168
24	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	Merkez	78
25	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu	Merkez	45
26	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü-Akşemsettin Orta Okulu	Merkez	350
27	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	Merkez	100
28	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD-Şeyh Edibali İmam H.OrOk-Kırıkkale MTAL	Merkez	1772
29	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı-Sınav Temel Lisesi	Merkez	94

EK 4. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
30	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi-Ertuğrul Gazi MTAL	Merkez	2818
31	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	397
32	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	268
33	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	541
34	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	270
35	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	1032
36	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı-Seher Vuslat Aytemiz İlk-ortaokulu-Hüseyin Aytemiz MYO-KKU Hacılar Yerleşkesi	Merkez	2137
37	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi-İsmail Üstüner İlk Okulu	Merkez	508
38	Sulakyurt Başkent Elektrik-MTAL	Sulakyurt	266
39	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	Yahşihan	11
40	G.H. ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	Yahşihan	13
41	Yahşihan Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü-Şehit Ahmet Sandalcı A.L.	Yahşihan	125
42	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi-Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüs	Yahşihan	34779
43	112 Çağrı Merkezi-Şehit Osman Yıldırım İlk Okulu	Yahşihan	205
44	Yahşihan Belediye Başkanlığı-Namık Kemal İlk Okulu-Irmak Atatürk İlk Okulu-Orta Okulu	Yahşihan	347
45	Kırıkkale Şehit Aydın Çopur İmam Hatip Orta Okulu-100.Yıl iöo	Merkez	690
46	Şehit Alparslan Yazıcı Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	Merkez	165
47	Nuran Altaş İ.H.Orta Okulu-Nuran Refik Altaş Or.Ok.	Merkez	246
48	Sümbül MTAL-Öğretmen Muhittin Ardahan OrOk.	Merkez	1405
49	Yeşil Vadi Şehit Musa Saydam MTAL	Merkez	111
50	Cumhuriyet MTAL-Fatih Orta Okulu	Merkez	642
51	Malazgirt MTAL	Merkez	323
52	17 Ağustos MTAL-Kırıkkale Final Temel Lisesi-Gündoğdu Manas İlkokulu	Merkez	664
53	Gazi MTAL -Zübeyde Hanım MTAL-Ahmet Taner Kışlalı Orta Okulu	Merkez	956
54	Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Merkez	688
55	Kırıkkale Atatürk Anadolu Lisesi	Merkez	621
56	Yıldırım Beyazıt A.L.-Kır.FenL.-Osman Gazi FenL.-Güleç ABC İlk Okulu -Beşir Atalay AİHL	Merkez	2036
57	Gülbeyaz Sümer Anadolu Lisesi-Ahmet Sümer ilk-ortaokulu	Merkez	470
58	Mehmet Varlı İlk-Ortaokulu-Mehmet Akif Ersoy A.L.	Merkez	1204
59	İstiklal İlk Okulu-Naci Pehlivanlı Saran A.L.-Çullu İlk-orta Okulu	Merkez	1082
60	Gürler Şehit Mustafa Sağlam İlk Okulu-Enerjisa Başkent Elektrik	Merkez	723
61	Kırıkkale Güzel Sanatlar Lisesi-Hasan Ali Yücel İlk Okulu	Merkez	297
62	Milli Eğitim Vakfı Orta Okulu-Mevlüt Hiçyılmaz İşitme Engelliler İlkokulu-Ortaokulu	Merkez	700
63	Uygulama Merkezi I. - II. Kademe -75. Yıl Orta Okulu	Merkez	459
64	Cumhuriyet İlk Okulu	Merkez	113
65	Evliya Çelebi İlk Okulu	Merkez	518
66	Zübeyde Hanım İlk Okulu	Merkez	320
67	Tüpraş Orta Okulu-Yavuz Selim İlk Okulu	Merkez	545

EK 4. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
68	Türk Metal Mustafa Özbek İlk Okulu	Merkez	247
69	Yunus Emre İlk Okulu	Merkez	500
70	Kale Şehit Ferhat Bozkurt İlk Okulu	Merkez	553
71	Yukarı Mahmutlar İlk Okulu-ortaokulu	Merkez	51
72	Hasandede Orhan Demirhan İlk-ortaOkulu	Merkez	49
73	Aşağı mahmutlar ortaokulu-Şehit Cezayir Çalışkan İlkOkulu	Merkez	169
74	Ahılı İlk-ortaokulu-Yonca MTAL	Merkez	423
75	Şehitler İlk-orta Okulu-Namık Kemal Orta Okulu	Merkez	2815
76	Leyla İsa ilk-Orta Okulu	Merkez	117
77	Hoca Ahmet Yesevi İlk-Orta Okulu	Merkez	128
78	Özbek Saran İlk-Orta Okulu	Merkez	323
79	Mehmet Akif Ersoy ilk-Orta Okulu	Merkez	441
80	İsmet Aydınlı İlk-Orta Okulu	Merkez	567
81	Mehmet Ali Eren İlk Okulu	Merkez	275
82	Hüseyin Özenen Orta Okulu	Merkez	165
83	Gazi Anadolu İlk ve Orta Okulu	Merkez	335
84	Gözdesen Anadolu Lisesi-ilkokulu	Merkez	253
85	Asrın İlk ve OrtaOkulu-Güleç ABC Anadolu-Fen-MTAL	Merkez	782
86	Kırıkkale Üçgen Temel Lisesi-Tınaz İlk Okulu	Merkez	1224
87	Hanımeller Orta Okulu	Merkez	838
88	Gazi İlk-Orta Okulu-Final İlk Okulu	Merkez	703
89	Dünya MTAL	Merkez	257
90	Mesleki Eğitim Merkezi	Yahşihan	100
91	TOKİ Şehit Piyade Onbaşı Murat Sıtkı İlk Okulu-ortaokulu	Yahşihan	383
92	TOKİ Jandarma Er Osman Öden İlk Okulu-ortaokulu-Şehit Hakan Yorulmaz Spor Lisesi	Yahşihan	492
93	Yeni Şehir İlk Okulu-Şehit Bekir Ferhat Kaya OrtaOkulu	Yahşihan	240
94	Organize Sanayi Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi	Yahşihan	398
95	Cumhuriyet Orta Okulu -Toprak Mahsulleri Ofisi	Yahşihan	185
96	Vakıfbank Ali Gaffar Oktan Orta Okulu-Sevgi çiçekleri anaokulu	Keskin	251
97	Şehit Volkan Canöz İmam Hatip Orta Okulu	Devlet	234
98	Sulakyurt Kaymakamlık-İlçe Emniyet-İlçe Nüfus-Belediye-Çok Programlı A.L.-Sulakyurt Cumhuriyet ilk-ortaokulu-Sulakyurt İ.H.L.	Devlet	466
99	Güzelyurt İlk Okulu-ortaokulu	Devlet	64
100	Kazmaca ilkokulu -Deredüzü İlkokulu-İmamoğlu Çeşmesi İlk-ortaokulu	Devlet	84
101	Kırıkkale Üniversitesi Fatma Şenses Bahşili yerleşkesi	Devlet	1307
102	Mehmet Arifoğlu İlkokulu	Devlet	183
103	Konur İlk ve Orta Okulu- Köprü İlk ve Orta Okulu-Konur Hacıobası İlkokulu-Konur Danacıobası İlkokulu	Devlet	200
104	Halk - Ziraat - Vakıf Bank	Devlet	72

EK 5. Senaryo 2-Pareto Analizi

Adres No	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
42	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi-Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüs	34779	0,38022	0,8014	A
14	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK-Kırıkkale Lisesi-Atatürk Ortaokulu-Rasyonel Temel Lisesi-İl Milli Eğitim Ek bina	2846	0,03111		
30	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi-Ertuğrul Gazi MTAL	2818	0,03081		
75	Şehitler İlk-orta Okulu-Namık Kemal Orta Okulu	2815	0,03077		
36	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı-Seher Vuslat Aytemiz İlk-ortaokulu-Hüseyin Aytemiz MYO-KKU Hacılar Yerleşkesi	2137	0,02336		
11	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı-Kırıkkale Üni. Keskin MYO	2119	0,02317		
56	Yıldırım Beyazıt A.L.-Kır.FenL.-Osman Gazi FenL.-Güleç ABC İlk Okulu -Beşir Atalay AİHL	2036	0,02226		
28	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD-Şeyh Edibali İmam H.OrOk-Kırıkkale MTAL-	1772	0,01937		
9	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.-Atatürk İlkokulu-İmam hatip Lisesi-Cumhuriyet İlköğretim	1453	0,01588		
48	Yaylacık Şehit Oğuz Sümbül MTAL-Öğretmen Muhittin Ardahan OrOk.	1405	0,01536		
101	Kırıkkale Üniversitesi Fatma Şenses Bahşili yerleşkesi	1307	0,01429		
86	Kırıkkale Üçgen Temel Lisesi-Tınaz İlk Okulu	1224	0,01338		
58	Mehmet Varlı İlk-Ortaokulu-Mehmet Akif Ersoy A.L.	1204	0,01316		
23	G.H. ve S. İl M. Vali Behiç Çelik Spor Salonu-Süleyman Demirel A.L. -Mustafa Kemal ilk-Orta Okulu	1168	0,01277		
19	K.E.M. İstiklal Polis Merkezi-Alişan İğde MTAL-Geraldina Saran io-Yıldırım Beyazıt Orta Okulu	1099	0,01201		
20	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü-15 Temmuz Şehitleri Kız AİHL-Mustafa Necati İlk Okulu	1091	0,01193		
59	İstiklal İlk Okulu-Naci Pehlivanlı Saran A.L. -Çullu İlk-orta Okulu	1082	0,01183		
35	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	1032	0,01128		
53	Gazi MTAL-Zübeyde Hanım MTAL-Ahmet Taner Kışlalı Orta Okulu	956	0,01045		
87	Hanımeller Orta Okulu	838	0,00916		
85	Asrın İlk ve OrtaOkulu-Güleç ABC Anadolu-Fen-MTAL	782	0,00855		

EK 5. (devam)

Adres No	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
60	Gürler Şehit Mustafa Sağlam İlk Okulu-Enerjisa Başkent Elektrik	723	0,00790	0,8014	A
88	Gazi İlk-Orta Okulu-Final İlk Okulu	703	0,00769		
62	Milli Eğitim Vakfı Orta Okulu-Mevlüt Hiçyılmaz İşitme Engelliler İlkokulu-Ortaokulu	700	0,00765		
45	Kırıkkale Şehit Aydın Çopur İmam Hatip-100.Yıl iöo	690	0,00754		
54	Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	688	0,00752		
13	Valilik(yaylacık)-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	681	0,00744		
52	17 Ağustos MTAL-Kırıkkale Final Temel Lisesi-Gündoğdu Manas İlkokulu	664	0,00726		
50	Cumhuriyet MTAL-Fatih Orta Okulu	642	0,00702		
18	K.E.M. Hürriyet Polis Merkezi-Şehit Nebi Gündoğan A.L.	623	0,00681		
55	Kırıkkale Atatürk Anadolu Lisesi	621	0,00679		
12	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik-Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi-İbni Sina MTAL	608	0,00665		
80	İsmet Aydınlı İlk-Orta Okulu	567	0,00620	0,1479	B
70	Kale Şehit Ferhat Bozkurt İlk Okulu	553	0,00605		
67	Tüpraş Orta Okulu-Yavuz Selim İlk Okulu	545	0,00596		
33	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	541	0,00591		
65	Evliya Çelebi İlk Okulu	518	0,00566		
37	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi-İsmail Üstüner İlk Okulu	508	0,00555		
69	Yunus Emre İlk Okulu	500	0,00547		
92	TOKİ Jandarma Er Osman Öden İlk Okulu-ortaokulu-Şehit Hakan Yorulmaz Spor Lisesi	492	0,00538		
10	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Maden MTAL-Doğan gürbüz AL-Bilge Kaan İlkokulu	491	0,00537		
21	A.ve S.P. İl M. (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)-Keskin MTAL	488	0,00534		
57	Gülbeyaz Sümer Anadolu Lisesi-Ahmet Sümer ilk-ortaokulu	470	0,00514		
98	Sulakyurt Kaymakamlık-İlçe Emniyet-İlçe Nüfus-Belediye-Çok Programlı A.L.-Sulakyurt Cumhuriyet ilk-ortaokulu-Sulakyurt İ.H.L.	466	0,00509		
63	Uygulama Merkezi I. - II. Kademe -75. Yıl Orta Okulu	459	0,00502		
79	Mehmet Akif Ersoy ilk-Orta Okulu	441	0,00482		
74	Ahılı İlk-ortaokulu-Yonca MTAL	423	0,00462		
15	K.E.M. yaylacık çocuk şubesi-Mehmet Uzeli iöo	408	0,00446		

EK 5. (devam)

Adres No	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
94	Organize Sanayi Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi	398	0,00435	0,1479	B
31	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	397	0,00434		
91	TOKİ Şehit Piyade Onbaşı Murat Sıtkı İlk Okulu-ortaokulu	383	0,00419		
26	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü-Akşemsettin Orta Okulu	350	0,00383		
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü-Geleceğe DEK Koleji	349	0,00382		
44	Yahşihan Belediye Başkanlığı-Namık Kemal İlk Okulu-Irmak Atatürk İlk Okulu-Orta Okulu	347	0,00379		
83	Gazi Anadolu İlk ve Orta Okulu	335	0,00366		
78	Özbek Saran İlk-Orta Okulu	323	0,00353		
51	Malazgirt MTAL	323	0,00353		
66	Zübeyde Hanım İlk Okulu	320	0,00350		
61	Kırıkkale Güzel Sanatlar Lisesi -Hasan Ali Yücel İlk Okulu	297	0,00325		
81	Mehmet Ali Eren İlk Okulu	275	0,00301		
34	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	270	0,00295		
32	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	268	0,00293		
38	Sulakyurt Başkent Elektrik-MTAL	266	0,00291		
89	Dünya MTAL	257	0,00281		
84	Gözdesen Anadolu Lisesi-ilkokulu	253	0,00277		
96	Vakıfbank Ali Gaffar Oktan Orta Okulu-Sevgi çiçekleri anaokulu	251	0,00274		
68	Türk Metal Mustafa Özbek İlk Okulu	247	0,00270	0,0507	C
47	Nuran Altaş İ.H.Orta Okulu-Nuran Refik Altaş Or.Ok.	246	0,00269		
93	Yeni Şehir İlk Okulu-Şehit Bekir Ferhat Kaya OrtaOkulu	240	0,00262		
97	Şehit Volkan Canöz İmam Hatip Orta Okulu	234	0,00256		
4	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi -Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare-Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim-Derviş Şen A.L.	226	0,00247		
16	Polisevi-Çevik Kuvvet-Dede Korkut Orta Okulu	222	0,00243		
43	112 Çağrı Merkezi-Şehit Osman Yıldırım İlk Okulu	205	0,00224		
103	Konur İlk ve Orta Okulu- Köprü İlk ve Orta Okulu-Konur Hacıobası İlkokulu-Konur Danacıobası İlkokulu	200	0,00219		
95	Cumhuriyet Orta Okulu- Toprak Mahsulleri Ofisi	185	0,00202		

EK 5. (devam)

Adres No	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
102	Mehmet Arifoğlu İlkokulu	183	0,00200	0,0507	C
73	Aşağı mahmutlar ortaokulu-Şehit Cezayir Çalışkan İlkOkulu	169	0,00185		
82	Hüseyin Özenen Orta Okulu	165	0,00180		
46	Şehit Alparslan Yazıcı Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	165	0,00180		
77	Hoca Ahmet Yesevi İlk-Orta Okulu	128	0,00140		
41	Yahşihan Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü-Şehit Ahmet Sandalcı A.L.	125	0,00137		
76	Leyla İsa ilk-Orta Okulu	117	0,00128		
64	Cumhuriyet İlk Okulu	113	0,00124		
49	Yeşil Vadi Şehit Musa Saydam MTAL	111	0,00121		
22	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	106	0,00116		
7	Karakeçili Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet-İlçe Devlet Hastanesi	103	0,00113		
8	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü-Gazi İlkokulu	102	0,00112		
90	Mesleki Eğitim Merkezi	100	0,00109		
27	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	100	0,00109		
17	K.E.M. Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü-Hüseyin Kahya Yatılı Bölge Ortaokulu-	99	0,00108		
29	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı-Sınav Temel Lisesi	94	0,00103		
100	Kazmaca ilkokulu-Deredüzü İlkokulu-İmamoğlu Çeşmesi İlk-orta okulu	84	0,00092		
24	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	78	0,00085		
6	Delice Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık-Delice İlçe Emniyet-Başkent Elektrik	77	0,00084		
104	Halk - Ziraat - Vakıf Bank	72	0,00079		
99	Güzelyurt İlk Okulu-ortaokulu	64	0,00070		
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	59	0,00065		
71	Yukarı Mahmutlar İlk Okulu-ortaokulu	51	0,00056		
72	Hasandede Orhan Demirhan İlk-ortaOkulu	49	0,00054		
25	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu	45	0,00049		
5	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	40	0,00044		
40	G.H. ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	13	0,00014		
39	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	11	0,00012		
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	5	0,00005		
TOPLAM KİŞİ SAYISI		91471			

EK 6. Senaryo 2-Geri Dönüşüm Oranlarına Göre Haftalık Toplanacak Atık Miktarları

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
42	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi-Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüs	7727,30	10172,86	12207,43	14242,00
14	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK-Kırıkkale Lisesi-Atatürk Ortaokulu-Rasyonel Temel Lisesi-İl Milli Eğitim Ek bina	632,33	832,46	998,95	1165,44
30	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi-Ertuğrul Gazi MTAL	626,11	824,27	989,12	1153,97
75	Şehitler İlk-orta Okulu-Namık Kemal Orta Okulu	625,45	823,39	988,07	1152,74
36	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı-Seher Vuslat Aytemiz İlk-ortaokulu-Hüseyin Aytemiz MYO-KKU Hacılar Yerleşkesi	474,81	625,07	750,09	875,10
11	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı-Kırıkkale Üni. Keskin MYO	470,81	619,81	743,77	867,73
56	Yıldırım Beyazıt A.L.--Kır.FenL.-Osman Gazi FenL.-Güleç ABC İlk Okulu -Beşir Atalay AİHL	452,36	595,53	714,64	833,74
28	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD-Şeyh Edibali İmam H.OrOk-Kırıkkale MTAL	393,71	518,31	621,97	725,63
9	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.--Atatürk İlkokulu-İmamhatip Lisesi-Cumhuriyet İlköğretim	322,83	425,00	510,00	595,00
48	Yaylacık Şehit Oğuz Sümbül MTAL-Öğretmen Muhittin Ardahan OrOk.	312,17	410,96	493,16	575,35
101	Kırıkkale Üniversitesi Fatma Şenses Bahşili yerleşkesi	290,39	382,30	458,76	535,22
86	Kırıkkale Üçgen Temel Lisesi-Tınaz İlk Okulu	271,95	358,02	429,62	501,23
58	Mehmet Varlı İlk-Ortaokulu-Mehmet Akif Ersoy A.L.	267,51	352,17	422,60	493,04
23	G.H. ve S. İl M. Vali Behiç Çelik Spor Salonu-Süleyman Demirel A.L.-Mustafa Kemal ilk-Orta Okulu	259,51	341,64	409,97	478,30
19	K.E.M. İstiklal Polis Merkezi-Alişan İğde MTAL-Geraldina Saran io-Yıldırım Beyazıt Orta Okulu	244,18	321,46	385,75	450,04
20	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü-15 Temmuz Şehitleri Kız AİHL-Mustafa Necati İlk Okulu	242,40	319,12	382,94	446,76
59	İstiklal İlk Okulu-Naci Pehlivanlı Saran A.L. -Çullu İlk-orta Okulu	240,40	316,49	379,78	443,08
35	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	229,29	301,86	362,23	422,60
53	Gazi MTAL-Zübeyde Hanım MTAL-Ahmet Taner Kışlalı Orta Okulu	212,41	279,63	335,56	391,48
87	Hanımeller Orta Okulu	186,19	245,12	294,14	343,16
85	Asrın İlk ve OrtaOkulu-Güleç ABC Anadolu-Fen-MTAL	173,75	228,74	274,48	320,23
60	Gürler Şehit Mustafa Sağlam İlk Okulu-Enerjisa Başkent Elektrik	160,64	211,48	253,77	296,07
88	Gazi İlk-Orta Okulu-Final İlk Okulu	156,19	205,63	246,75	287,88
62	Milli Eğitim Vakfı Orta Okulu-Mevlüt Hiçyılmaz İşitme Engelliler İlkokulu-Ortaokulu	155,53	204,75	245,70	286,65

EK 6. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
45	Kırıkkale Şehit Aydın Çopur İmam Hatip-100.Yıl iöo	153,31	201,83	242,19	282,56
54	Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	152,86	201,24	241,49	281,74
13	Valilik(yaylacık)-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	151,31	199,19	239,03	278,87
52	17 Ağustos MTAL-Kırıkkale Final Temel Lisesi-Gündoğdu Manas İlkokulu	147,53	194,22	233,06	271,91
50	Cumhuriyet MTAL -Fatih Orta Okulu	142,64	187,79	225,34	262,90
18	K.E.M. Hürriyet Polis Merkezi-Şehit Nebi Gündoğan A.L.	138,42	182,23	218,67	255,12
55	Kırıkkale Atatürk Anadolu Lisesi	137,98	181,64	217,97	254,30
12	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik-Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi-İbni Sina MTAL	135,09	177,84	213,41	248,98
80	İsmet Aydınlı İlk-Orta Okulu	314,94	414,62	497,54	580,47
70	Kale Şehit Ferhat Bozkurt İlk Okulu	307,17	404,38	485,26	566,13
67	Tüpraş Orta Okulu-Yavuz Selim İlk Okulu	302,72	398,53	478,24	557,94
33	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	300,50	395,61	474,73	553,85
65	Evliya Çelebi İlk Okulu	287,73	378,79	454,55	530,30
37	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi-İsmail Üstüner İlk Okulu	282,17	371,48	445,77	520,07
69	Yunus Emre İlk Okulu	277,73	365,63	438,75	511,88
92	TOKİ Jandarma Er Osman Öden İlk Okulu-ortaokulu-Şehit Hakan Yorulmaz Spor Lisesi	273,29	359,78	431,73	503,69
10	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Maden MTAL-Doğan gürb AL-Bilge Kaan İlkokulu	272,73	359,04	430,85	502,66
21	A.ve S.P. İl M. (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)-Keskin MTAL	271,06	356,85	428,22	499,59
57	Gülbeyaz Sümer Anadolu Lisesi-Ahmet Sümer ilk-ortaokulu	261,07	343,69	412,43	481,16
98	Sulakyurt Kaymakamlık-İlçe Emniyet-İlçe Nüfus-Belediye-Çok Programlı A.L.-Sulakyurt Cumhuriyet ilk-ortaokulu-Sulakyurt İ.H.L.	258,84	340,76	408,92	477,07
63	Uygulama Merkezi I. - II. Kademe - Yıl Orta Okulu	254,95	335,64	402,77	469,90
79	Mehmet Akif Ersoy ilk-Orta Okulu	244,96	322,48	386,98	451,47
74	Ahılı İlk-ortaokulu-onca MTAL	234,96	309,32	371,18	433,05
15	K.E.M. yaylacık çocuk şubesi-Mehmet Uzeli iöo	226,63	298,35	358,02	417,69
94	Organize Sanayi Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi	221,07	291,04	349,25	407,45
31	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	220,52	290,31	348,37	406,43
91	TOKİ Şehit Piyade Onbaşı Murat Sıtkı İlk Okulu-ortaokulu	212,74	280,07	336,08	392,10
26	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü-Akşemsettin Orta Okulu	194,41	255,94	307,13	358,31
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü-Geleceğe DEK Koleji	193,85	255,21	306,25	357,29
44	Yahşihan Belediye Başkanlığı-Namık Kemal İlk Okulu-Irmak Atatürk İlk Okulu-Orta Okulu	192,74	253,74	304,49	355,24
83	Gazi Anadolu İlk ve Orta Okulu	186,08	244,97	293,96	342,96

EK 6. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
78	Özbek Saran İlk-Orta Okulu	179,41	236,19	283,43	330,67
51	Malazgirt MTAL	179,41	236,19	283,43	330,67
66	Zübeyde Hanım İlk Okulu	177,75	234,00	280,80	327,60
61	Kırıkkale Güzel Sanatlar Lisesi-Hasan Ali Yücel İlk Okulu	164,97	217,18	260,62	304,05
81	Mehmet Ali Eren İlk Okulu	152,75	201,09	241,31	281,53
34	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	149,97	197,44	236,93	276,41
32	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	148,86	195,98	235,17	274,37
38	Sulakyurt Başkent Elektrik-Hakim Mehmet Çakıroğlu ilkokulu	147,75	194,51	233,42	272,32
89	Dünya MTAL	142,75	187,93	225,52	263,10
84	Gözdesen Anadolu Lisesi-ilkokulu	140,53	185,01	222,01	259,01
96	Vakıfbank Ali Gaffar Oktan Orta Okulu-Sevgi çiçekleri anaokulu	139,42	183,54	220,25	256,96
68	Türk Metal Mustafa Özbek İlk Okulu	274,40	361,24	433,49	505,73
47	Nuran Altaş İ.H.Orta Okulu-Nuran Refik Altaş Or.Ok.	273,29	359,78	431,73	503,69
93	Yeni Şehir İlk Okulu-Şehit Bekir Ferhat Kaya OrtaOkulu	266,62	351,00	421,20	491,40
97	Şehit Volkan Canöz İmam Hatip Orta Okulu	259,95	342,23	410,67	479,12
4	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi - Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare-Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim-Derviş Şen A.L.	251,07	330,53	396,63	462,74
16	Polisevi-Çevik Kuvvet-Dede Korkut Orta Okulu	246,62	324,68	389,61	454,55
43	112 Çağrı Merkezi-Şehit Osman Yıldırım İlk Okulu	227,74	299,81	359,78	419,74
103	Konur İlk ve Orta Okulu- Köprü İlk ve Orta Okulu-Konur Hacıobası İlkokulu-Konur Danacıobası İlkokulu	222,18	292,50	351,00	409,50
95	Cumhuriyet Orta Okulu -Toprak Mahsulleri Ofisi	205,52	270,56	324,68	378,79
102	Mehmet Arifoğlu İlkokulu	203,30	267,64	321,17	374,69
73	Aşağı mahmutlar ortaokulu-Şehit Cezayir Çalışkan İlkOkulu	187,74	247,16	296,60	346,03
82	Hüseyin Özenen Orta Okulu	183,30	241,31	289,58	337,84
46	Şehit Alparslan Yazıcı Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	183,30	241,31	289,58	337,84
77	Hoca Ahmet Yesevi İlk-Orta Okulu	142,20	187,20	224,64	262,08
41	Yahşihan Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü-Şehit Ahmet Sandalcı A.L.	138,86	182,81	219,38	255,94
76	Leyla İsa ilk-Orta Okulu	129,98	171,11	205,34	239,56
64	Cumhuriyet İlk Okulu	125,53	165,26	198,32	231,37
49	Yeşil Vadi Şehit Musa Saydam MTAL	123,31	162,34	194,81	227,27
22	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	117,76	155,03	186,03	217,04
7	Karakeçili Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet-İlçe Devlet Hastanesi	114,42	150,64	180,77	210,89

EK 6. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
8	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü (Keskin Spor Salonu kapalı spor salonu)-Gazi İlkokulu	113,31	149,18	179,01	208,85
90	Mesleki Eğitim Merkezi	111,09	146,25	175,50	204,75
27	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	111,09	146,25	175,50	204,75
17	K.E.M. Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü-Hüseyin Kahya Yatılı Bölge Ortaokulu	109,98	144,79	173,75	202,70
29	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı-Sınav Temel Lisesi	104,43	137,48	164,97	192,47
100	Kazmaca ilkokulu -Deredüzü İlkokulu-İmamoğlu Çeşmesi İlk-ortaokulu	93,32	122,85	147,42	171,99
24	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	86,65	114,08	136,89	159,71
6	Delice Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık-Delice İlçe Emniyet-Başkent Elektrik	85,54	112,61	135,14	157,66
104	Halk - Ziraat - Vakıf Bank	79,99	105,30	126,36	147,42
99	Güzelyurt İlk Okulu-ortaokulu	71,10	93,60	112,32	131,04
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	65,54	86,29	103,55	120,80
71	Yukarı Mahmutlar İlk Okulu-ortaokulu	56,66	74,59	89,51	104,42
72	Hasandede Orhan Demirhan İlk-ortaOkulu	54,43	71,66	86,00	100,33
25	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu	49,99	65,81	78,98	92,14
5	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	44,44	58,50	70,20	81,90
40	G.H. ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	14,44	19,01	22,82	26,62
39	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	12,22	16,09	19,31	22,52
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	5,55	7,31	8,78	10,24

EK 7. Senaryo 3-Atık Toplanacak Adreslerin Gruplandırılmış Hali

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü-Geleceğe DEK Koleji	Bahşili	349
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	Bahşili	5
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	Bahşili	59
4	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi-Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare-Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim-Derviş Şen A.L.	Balışeyh	226
5	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	Çelebi	40
6	Delice Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık-Delice İlçe Emniyet-Başkent Elektrik	Delice	77
7	Karakeçili Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet-İlçe Devlet Hastanesi	Karakeçili	103
8	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü-Gazi İlkokulu	Keskin	102
9	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.-Atatürk İlkokulu-İmamhatip Lisesi-Cumhuriyet İlköğretim	Keskin	1453
10	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Maden MTAL - Doğan gürb AL-Bilge Kaan İlkokulu	Keskin	491
11	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı-Kırıkkale Üni. Keskin MYO	Keskin	2119
12	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik-Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi-İbni Sina MTAL	Keskin	608
13	Valilik(yaylacık)-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	Merkez	681
14	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK-Kırıkkale Lisesi-Atatürk Ortaokulu-Rasyonel Temel Lisesi -İl Milli Eğitim Ek bina	Merkez	2846
15	K.E.M. yaylacık çocuk şubesi-Mehmet Uzeli iöo	Merkez	408
16	Polisevi-Çevik Kuvvet-Dede Korkut Orta Okulu	Merkez	222
17	K.E.M. Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü-Hüseyin Kahya Yatılı Bölge Ortaokulu-PODIUM	Merkez	99
18	K.E.M. Hürriyet Polis Merkezi-Şehit Nebi Gündoğan A.L.	Merkez	623
19	K.E.M. İstiklal Polis Merkezi-Alişan İğde MTAL-Geraldina Saran io-Yıldırım Beyazıt Orta Okulu	Merkez	1099
20	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü-15 Temmuz Şehitleri Kız AİHL-Mustafa Necati İlk Okulu	Merkez	1091
21	A.ve S.P. İl M. (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)-Keskin MTAL	Merkez	488
22	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	Merkez	106
23	G.H. ve S. İl M. Vali Behiç Çelik Spor Salonu-Süleyman Demirel A.L. -Mustafa Kemal ilk-Orta Okulu	Merkez	1168
24	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	Merkez	78
25	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu	Merkez	45
26	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü-Akşemsettin Orta Okulu	Merkez	350
27	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	Merkez	100
28	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD-Şeyh Edibali İmam H.OrOk-Kırıkkale MTAL-ALTUNBİLEKLER	Merkez	1772

EK 7. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
29	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı-Sınav Temel Lisesi-KIZILKANAT	Merkez	94
30	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi-Ertuğrul Gazi MTAL	Merkez	2818
31	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	397
32	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	268
33	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	541
34	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	270
35	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	Merkez	1032
36	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı-Seher Vuslat Aytemiz İlk-ortaokulu-Hüseyin Aytemiz MYO-KKU Hacılar Yerleşkesi	Merkez	2137
37	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi-İsmail Üstüner İlk Okulu	Merkez	508
38	Sulakyurt Başkent Elektrik-Hakim Mehmet Çakıroğlu ilkokulu	Sulakyurt	266
39	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	Yahşihan	11
40	G.H. ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	Yahşihan	13
41	Yahşihan Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü-Şehit Ahmet Sandalcı A.L.	Yahşihan	125
42	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi-Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüs	Yahşihan	34779
43	112 Çağrı Merkezi-Şehit Osman Yıldırım İlk Okulu	Yahşihan	205
44	Yahşihan Belediye Başkanlığı-Namık Kemal İlk Okulu-Irmak Atatürk İlk Okulu-Orta Okulu	Yahşihan	347
45	Kırıkkale Şehit Aydın Çopur İ.Hatip-100.Yıl iöo	Merkez	690
46	Şehit Alparslan Yazıcı Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	Merkez	165
47	Nuran Altaş İ.H.Orta Okulu-Nuran Refik Altaş Or.Ok.	Merkez	246
48	Yaylacık Şehit Oğuz Sümbül MTAL-Öğretmen Muhittin Ardahan OrOk.	Merkez	1405
49	Yeşil Vadi Şehit Musa Saydam MTAL	Merkez	111
50	Cumhuriyet MTAL -Fatih Orta Okulu	Merkez	642
51	Malazgirt MTAL	Merkez	323
52	17 Ağustos MTAL -Kırıkkale Final Temel Lisesi-Gündoğdu Manas İlkokulu	Merkez	664
53	Gazi MTAL -Zübeyde Hanım MTAL -Ahmet Taner Kışlalı Orta Okulu	Merkez	956
54	Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	Merkez	688
55	Kırıkkale Atatürk Anadolu Lisesi	Merkez	621
56	Yıldırım Beyazıt A.L.-Kır.FenL.-Osman Gazi FenL.-Güleç ABC İlk Okulu -Beşir Atalay AİHL	Merkez	2036
57	Gülbeyaz Sümer Anadolu Lisesi-Ahmet Sümer ilk-ortaokulu	Merkez	470
58	Mehmet Varlı İlk-Ortaokulu-Mehmet Akif Ersoy A.L.	Merkez	1204
59	İstiklal İlk Okulu-Naci Pehlivanlı Saran A.L.-Çullu İlk-orta Okulu	Merkez	1082
60	Gürler Şehit Mustafa Sağlam İlk Okulu-Enerjisa Başkent Elektrik	Merkez	723
61	Kırıkkale Güzel Sanatlar Lisesi -Hasan Ali Yücel İlk Okulu	Merkez	297
62	Milli Eğitim Vakfı Orta Okulu-Mevlüt Hiçyılmaz İşitme Engelliler İlkokulu-Ortaokulu	Merkez	700
63	Uygulama Merkezi I. - II. Kademe -75. Yıl Orta Okulu	Merkez	459
64	Cumhuriyet İlk Okulu	Merkez	113
65	Evliya Çelebi İlk Okulu	Merkez	518

EK 7. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	İlçesi	Kişi Sayısı
66	Zübeyde Hanım İlk Okulu	Merkez	320
67	Tüpraş Orta Okulu-Yavuz Selim İlk Okulu	Merkez	545
68	Türk Metal Mustafa Özbek İlk Okulu	Merkez	247
69	Yunus Emre İlk Okulu	Merkez	500
70	Kale Şehit Ferhat Bozkurt İlk Okulu	Merkez	553
71	Yukarı Mahmutlar İlk Okulu-ortaokulu	Merkez	51
72	Hasandede Orhan Demirhan İlk-ortaOkulu	Merkez	49
73	Aşağı mahmutlar ortaokulu-Şehit Cezayir Çalışkan İlkOkulu	Merkez	169
74	Ahılı İlk-ortaokulu-Yonca MTAL	Merkez	423
75	Şehitler İlk-orta Okulu-Namık Kemal Orta Okulu	Merkez	2815
76	Leyla İsa ilk-Orta Okulu	Merkez	117
77	Hoca Ahmet Yesevi İlk-Orta Okulu	Merkez	128
78	Özbek Saran İlk-Orta Okulu	Merkez	323
79	Mehmet Akif Ersoy ilk-Orta Okulu	Merkez	441
80	İsmet Aydınlı İlk-Orta Okulu	Merkez	567
81	Mehmet Ali Eren İlk Okulu	Merkez	275
82	Hüseyin Özenen Orta Okulu	Merkez	165
83	Gazi Anadolu İlk ve Orta Okulu	Merkez	335
84	Gözdesen Anadolu Lisesi-ilkokulu	Merkez	253
85	Asrın İlk ve OrtaOkulu-Güleç ABC Anadolu-Fen-MTAL	Merkez	782
86	Kırıkkale Üçgen Temel Lisesi-Tınaz İlk Okulu-MAKRO	Merkez	1224
87	Hanımeller Orta Okulu	Merkez	838
88	Gazi İlk-Orta Okulu-Final İlk Okulu	Merkez	703
89	Dünya MTAL	Merkez	257
90	Mesleki Eğitim Merkezi	Yahşihan	100
91	TOKİ Şehit Piyade Onbaşı Murat Sıtkı İlk Okulu-ortaokulu	Yahşihan	383
92	TOKİ Jandarma Er Osman Öden İlk Okulu-ortaokulu-Şehit Hakan Yorulmaz Spor Lisesi	Yahşihan	492
93	Yeni Şehir İlk Okulu-Şehit Bekir Ferhat Kaya OrtaOkulu	Yahşihan	240
94	Organize Sanayi Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi	Yahşihan	398
95	Cumhuriyet Orta Okulu -Toprak Mahsulleri Ofisi	Yahşihan	185
96	Vakıfbank Ali Gaffar Oktan Orta Okulu -Sevgi çiçekleri anaokulu	Keskin	251
97	Şehit Volkan Canöz İmam Hatip Orta Okulu	Devlet	234
98	Sulakyurt Kaymakamlık-İlçe Emniyet-İlçe Nüfus-Belediye-Çok Programlı A.L.-Sulakyurt Cumhuriyet ilk-ortaokulu-Sulakyurt İ.H.L.	Devlet	466
99	Güzelyurt İlk Okulu-ortaokulu	Devlet	64
100	Kazmaca ilkokulu -Deredüzü İlkokulu-İmamoğlu Çeşmesi İlk-ortaokulu	Devlet	84
101	Kırıkkale Üniversitesi Fatma Şenses Bahşili yerleşkesi	Devlet	1307
102	Mehmet Arifoğlu İlkokulu	Devlet	183
103	Konur İlk ve Orta Okulu- Köprü İlk ve Orta Okulu-Konur Hacıobası İlkokulu-Konur Danacıobası İlkokulu	Devlet	200
104	Halk - Ziraat - Vakıf Bank	Devlet	72

EK 8. Senaryo 3-Pareto Analizi

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
42	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi-Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüs	34779	0,251542	0,561723	A
28	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD-Şeyh Edibali İmam H.OrOk-Kırıkkale MTAL-ALTUNBİLEKLER	1772	0,025837		
14	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK-Kırıkkale Lisesi Atatürk Ortaokulu-Rasyonel Temel Lisesi - İl Milli Eğitim Ek bina	2846	0,020584		
30	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi-Ertuğrul Gazi MTAL	2818	0,020381		
75	Şehitler İlk-orta Okulu-Namık Kemal Orta Okulu	2815	0,02036		
17	K.E.M. Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü-Hüseyin Kahya Yatılı Bölge Ortaokulu-PODIUM	99	0,019261		
86	Kırıkkale Üçgen Temel Lisesi-Tınaz İlk Okulu-MAKRO	1224	0,016991		
36	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı-Seher Vuslat Aytemiz İlk-ortaokulu-Hüseyin Aytemiz MYO-KKU Hacılar Yerleşkesi	2137	0,015456		
11	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı-Kırıkkale Üni. Keskin MYO	2119	0,015326		
56	Yıldırım Beyazıt A.L.-Kır.FenL.-Osman Gazi FenL.-Güleç ABC İlk Okulu -Beşir Atalay AİHL	2036	0,014726		
9	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.-Atatürk İlkokulu-İmamhatip Lisesi-Cumhuriyet İlköğretim	1453	0,010509		
48	Yaylacık Şehit Oğuz Sümbül MTAL-Öğretmen Muhittin Ardahan OrOk.	1405	0,010162		
101	Kırıkkale Üniversitesi Fatma Şenses Bahşili yerleşkesi	1307	0,009453		
58	Mehmet Varlı İlk-Ortaokulu-Mehmet Akif Ersoy A.L.	1204	0,008708		
23	G.H. ve S. İl M. Vali Behiç Çelik Spor Salonu-Süleyman Demirel A.L.-Mustafa Kemal ilk-Orta Okulu	1168	0,008448		
19	K.E.M. İstiklal Polis Merkezi-Alişan İğde MTAL-Geraldina Saran io-Yıldırım Beyazıt Orta Okulu	1099	0,007949		
20	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü-15 Temmuz Şehitleri Kız AİHL-Mustafa Necati İlk Okulu	1091	0,007891		
59	İstiklal İlk Okulu-Naci Pehlivanlı Saran A.L.-Çullu İlk-orta Okulu	1082	0,007826		
35	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	1032	0,007464		
53	Gazi MTAL-Zübeyde Hanım MTAL-Ahmet Taner Kışlalı Orta Okulu	956	0,006914		
87	Hanımeller Orta Okulu	838	0,006061		
85	Asrın İlk ve OrtaOkulu-Güleç ABC Anadolu-Fen-MTAL	782	0,005656		
60	Gürler Şehit Mustafa Sağlam İlk Okulu-Enerjisa Başkent Elektrik	723	0,005229		
88	Gazi İlk-Orta Okulu-Final İlk Okulu	703	0,005085		

EK 8. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
62	Milli Eğitim Vakfı Orta Okulu-Mevlüt Hiçyılmaz İşitme Engelliler İlkokulu-Ortaokulu	700	0,005063	0,561723	A
45	Kırıkkale Şehit Aydın Çopur İ.Hatip-100.Yıl iöo	690	0,00499		
54	Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	688	0,004976		
13	Valilik(yaylacık)-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	681	0,004925		
52	17 Ağustos MTAL-Kırıkkale Final Temel Lisesi-Gündoğdu Manas İlkokulu	664	0,004802		
50	Cumhuriyet MTAL-Fatih Orta Okulu	642	0,004643		
18	K.E.M. Hürriyet Polis Merkezi-Şehit Nebi Gündoğan A.L.	623	0,004506		
55	Kırıkkale Atatürk Anadolu Lisesi	621	0,011229	0,2595	B
12	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik-Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi-İbni Sina MTAL	608	0,010994		
80	İsmet Aydınlı İlk-Orta Okulu	567	0,010252		
70	Kale Şehit Ferhat Bozkurt İlk Okulu	553	0,009999		
67	Tüpraş Orta Okulu-Yavuz Selim İlk Okulu	545	0,009854		
33	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	541	0,009782		
29	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı-Sınav Temel Lisesi -KIZILKANAT	94	0,0017		
65	Evliya Çelebi İlk Okulu	518	0,009366		
37	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi-İsmail Üstüner İlk Okulu	508	0,009185		
69	Yunus Emre İlk Okulu	500	0,009041		
92	TOKİ Jandarma Er Osman Öden İlk Okulu-ortaokulu-Şehit Hakan Yorulmaz Spor Lisesi	492	0,008896		
10	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Maden MTAL-Doğan gürb AL-Bilge Kaan İlkokulu	491	0,008878		
21	A.ve S.P. İl M. (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)-Keskin MTAL	488	0,008824		
57	Gülbeyaz Sümer Anadolu Lisesi-Ahmet Sümer ilk-ortaokulu	470	0,008498		
98	Sulakyurt Kaymakamlık-İlçe Emniyet-İlçe Nüfus-Belediye-Çok Programlı A.L.-Sulakyurt Cumhuriyet ilk-ortaokulu-Sulakyurt İ.H.L.	466	0,008426		
63	Uygulama Merkezi I. - II. Kademe-75. Yıl Orta Okulu	459	0,008299		
79	Mehmet Akif Ersoy ilk-Orta Okulu	441	0,007974		
74	Ahılı İlk-ortaokulu-Yonca MTAL	423	0,007648		
15	K.E.M. yaylacık çocuk şubesi-Mehmet Uzeli iöo	408	0,007377		
94	Organize Sanayi Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi	398	0,007196		
31	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	397	0,007178		
91	TOKİ Şehit Piyade Onbaşı Murat Sıtkı İlk Okulu-ortaokulu	383	0,006925		
26	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü-Akşemsettin Orta Okulu	350	0,006329		
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü-Geleceğe DEK Koleji	349	0,00631		

EK 8. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
44	Yahşihan Belediye Başkanlığı-Namık Kemal İlk Okulu-Irmak Atatürk İlk Okulu-Orta Okulu	347	0,006274	0,2595	B
83	Gazi Anadolu İlk ve Orta Okulu	335	0,006057		
78	Özbek Saran İlk-Orta Okulu	323	0,00584		
51	Malazgirt MTAL	323	0,00584		
66	Zübeyde Hanım İlk Okulu	320	0,005786		
61	Kırıkkale Güzel Sanatlar Lisesi -Hasan Ali Yücel İlk Okulu	297	0,00537		
81	Mehmet Ali Eren İlk Okulu	275	0,004972		
34	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	270	0,004882		
32	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	268	0,004846		
38	Sulakyurt Başkent Elektrik-Hakim Mehmet Çakıroğlu ilkokulu	266	0,00481		
89	Dünya MTAL	257	0,004647		
84	Gözdesen Anadolu Lisesi-ilkokulu	253	0,009149	0,17879	C
96	Vakıfbank Ali Gaffar Oktan Orta Okulu-Sevgi çiçekleri anaokulu	251	0,009077		
68	Türk Metal Mustafa Özbek İlk Okulu	247	0,008932		
47	Nuran Altaş İ.H.Orta Okulu-Nuran Refik Altaş Or.Ok.	246	0,008896		
93	Yeni Şehir İlk Okulu-Şehit Bekir Ferhat Kaya OrtaOkulu	240	0,008679		
97	Şehit Volkan Canöz İmam Hatip Orta Okulu	234	0,008462		
4	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi - Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare-Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim-Derviş Şen A.L.	226	0,008173		
16	Polisevi-Çevik Kuvvet-Dede Korkut Orta Okulu	222	0,008028		
43	112 Çağrı Merkezi-Şehit Osman Yıldırım İlk Okulu	205	0,007413		
103	Konur İlk ve Orta Okulu- Köprü İlk ve Orta Okulu-Konur Hacıobası İlkokulu-Konur Danacıobası İlkokulu	200	0,007233		
95	Cumhuriyet Orta Okulu-Toprak Mahsulleri Ofisi	185	0,00669		
102	Mehmet Arifoğlu İlkokulu	183	0,006618		
73	Aşağı mahmutlar ortaokulu-Şehit Cezayir Çalışkan İlkOkulu	169	0,006112		
82	Hüseyin Özenen Orta Okulu	165	0,005967		
46	Şehit Alparslan Yazıcı Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	165	0,005967		
77	Hoca Ahmet Yesevi İlk-Orta Okulu	128	0,004629		
41	Yahşihan Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü-Şehit Ahmet Sandalcı A.L.	125	0,00452		
76	Leyla İsa ilk-Orta Okulu	117	0,004231		
64	Cumhuriyet İlk Okulu	113	0,004086		
49	Yeşil Vadi Şehit Musa Saydam MTAL	111	0,004014		

EK 8. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Kişi Sayısı	Ağırlık	Pareto Kuralı	Grup
22	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	106	0,003833	0,17879	C
7	Karakeçili Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet-İlçe Devlet Hastanesi	103	0,003725		
8	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü-Gazi İlkokulu	102	0,003689		
90	Mesleki Eğitim Merkezi	100	0,003616		
27	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	100	0,003616		
100	Kazmaca ilkokulu-Deredüzü İlkokulu-İmamoğlu Çeşmesi İlk-orta okulu	84	0,003038		
24	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	78	0,002821		
6	Delice Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık-Delice İlçe Emniyet-Başkent Elektrik	77	0,002785		
104	Halk - Ziraat - Vakıf Bank	72	0,002604		
99	Güzelyurt İlk Okulu-ortaokulu	64	0,002314		
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	59	0,002134		
71	Yukarı Mahmutlar İlk Okulu-ortaokulu	51	0,001844		
72	Hasandede Orhan Demirhan İlk-ortaOkulu	49	0,001772		
25	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu	45	0,001627		
5	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	40	0,001447		
40	G.H. ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	13	0,00047		
39	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	11	0,000398		
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	5	0,000181		

EK 9. Senaryo 3-Geri Dönüşüm Oranlarına Göre Toplanacak Haftalık Atık Miktarları

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
42	Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi-Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kampüs	7727,30	10172,86	12207,43	14242,00
28	Kırıkkale İl Müftülük-AFAD-Şeyh Edibali İmam H.OrOk-Kırıkkale MTAL-ALTUNBİLEKLER	793,71	918,31	1021,97	1125,63
14	İl Emniyet-Cumhuriyet Polis Merkezi-Defterdarlık 2-Kültür Turizm-SGK-Kırıkkale Lisesi -Atatürk Ortaokulu-Rasyonel Temel Lisesi -İl Milli Eğitim Ek bina	632,33	832,46	998,95	1165,44
30	Kırıkkale Yüksek İhtisas Hastanesi-Ertuğrul Gazi MTAL	626,11	824,27	989,12	1153,97
75	Şehitler İlk-orta Okulu-Namık Kemal Orta Okulu	625,45	823,39	988,07	1152,74
17	K.E.M. Trafik Tescil Denetleme Şube Müdürlüğü-Hüseyin Kahya Yatılı Bölge Ortaokulu-PODIUM	591,70	778,96	934,75	1090,54
86	Kırıkkale Üçgen Temel Lisesi-Tınaz İlk Okulu-MAKRO	521,95	608,02	679,62	751,23
36	Hacılar Belediye Başkanlığı-Sağlık Ocağı-Seher Vuslat Aytemiz İlk-ortaokulu-Hüseyin Aytemiz MYO-KKU Hacılar Yerleşkesi	474,81	625,07	750,09	875,10
11	Keskin İlçe Jandarma Komutanlığı-Kırıkkale Üni. Keskin MYO	470,81	619,81	743,77	867,73
56	Yıldırım Beyazıt A.L.-Kır.FenL.-Osman Gazi FenL.-Güleç ABC İlk Okulu -Beşir Atalay AİHL	452,36	595,53	714,64	833,74
9	Keskin Kaymakamlık-Sosyal Güvenlik-Nüfus-İlçe Emniyet-PTT Merkez-Yurt Md.-Atatürk İlkokulu-İmamhatip Lisesi-Cumhuriyet İlköğretim	322,83	425,00	510,00	595,00
48	Yaylacık Şehit Oğuz Sümbül MTAL-Öğretmen Muhittin Ardahan OrOk.	312,17	410,96	493,16	575,35
101	Kırıkkale Üniversitesi Fatma Şenses Bahşili yerleşkesi	290,39	382,30	458,76	535,22
58	Mehmet Varlı İlk-Ortaokulu-Mehmet Akif Ersoy A.L.	267,51	352,17	422,60	493,04
23	G.H. ve S. İl M. Vali Behiç Çelik Spor Salonu-Süleyman Demirel A.L.-Mustafa Kemal ilk-Orta Okulu	259,51	341,64	409,97	478,30
19	K.E.M. İstiklal Polis Merkezi-Alişan İğde MTAL-Geraldina Saran io-Yıldırım Beyazıt Orta Okulu	244,18	321,46	385,75	450,04
20	Aile ve Sosyal Politikalar İl Müdürlüğü-15 Temmuz Şehitleri Kız AİHL-Mustafa Necati İlk Okulu	242,40	319,12	382,94	446,76
59	İstiklal İlk Okulu-Naci Pehlivanlı Saran A.L.-Çullu İlk-orta Okulu	240,40	316,49	379,78	443,08
35	MKE Kırıkkale Mühimmat Fabrikası Müdürlüğü	229,29	301,86	362,23	422,60
53	Gazi MTAL -Zübeyde Hanım MTAL -Ahmet Taner Kışlalı Orta Okulu	212,41	279,63	335,56	391,48

EK 9. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
87	Hanımeller Orta Okulu	186,19	245,12	294,14	343,16
85	Asrın İlk ve OrtaOkulu-Güleç ABC Anadolu-Fen-MTAL	173,75	228,74	274,48	320,23
60	Gürler Şehit Mustafa Sağlam İlk Okulu-Enerjisa Başkent Elektrik	160,64	211,48	253,77	296,07
88	Gazi İlk-Orta Okulu-Final İlk Okulu	156,19	205,63	246,75	287,88
62	Milli Eğitim Vakfı Orta Okulu-Mevlüt Hiçyılmaz İşitme Engelliler İlkokulu-Ortaokulu	155,53	204,75	245,70	286,65
45	Kırıkkale Şehit Aydın Çopur İ.Hatip-100.Yıl iöo	153,31	201,83	242,19	282,56
54	Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi	152,86	201,24	241,49	281,74
13	Valilik(yaylacık)-Çevre Şehircilik-Ticaret-Tapu-Nüfus-Milli Eğitim/ Defterdarlık 1	151,31	199,19	239,03	278,87
52	17 Ağustos MTAL-Kırıkkale Final Temel Lisesi-Gündoğdu Manas İlkokulu	147,53	194,22	233,06	271,91
50	Cumhuriyet MTAL-Fatih Orta Okulu	142,64	187,79	225,34	262,90
18	K.E.M. Hürriyet Polis Merkezi-Şehit Nebi Gündoğan A.L.	138,42	182,23	218,67	255,12
55	Kırıkkale Atatürk Anadolu Lisesi	344,94	454,11	544,93	635,75
12	Keskin Belediye-Devlet Hastanesi-Milli Eğitim-Başkent Elektrik-Keskin Toplum Sağlığı Merkezi-Aile Sağlığı Merkezi-İbni Sina MTAL	337,72	444,60	533,52	622,44
80	İsmet Aydınlı İlk-Orta Okulu	314,94	414,62	497,54	580,47
70	Kale Şehit Ferhat Bozkurt İlk Okulu	307,17	404,38	485,26	566,13
67	Tüpraş Orta Okulu-Yavuz Selim İlk Okulu	302,72	398,53	478,24	557,94
33	MKE Kırıkkale Silah Fabrikası Müdürlüğü	300,50	395,61	474,73	553,85
29	Kırıkkale Sosyal Yardımlaşma ve Dayanışma Vakfı-Sınav Temel Lisesi-KIZILKANAT	52,21	68,74	82,49	96,23
65	Evliya Çelebi İlk Okulu	287,73	378,79	454,55	530,30
37	Kırıkkale İl Özel İdaresi Bilim Sanat Merkezi-İsmail Üstüner İlk Okulu	282,17	371,48	445,77	520,07
69	Yunus Emre İlk Okulu	277,73	365,63	438,75	511,88
92	TOKİ Jandarma Er Osman Öden İlk Okulu-ortaokulu-Şehit Hakan Yorulmaz Spor Lisesi	273,29	359,78	431,73	503,69
10	Keskin İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Maden MTAL-Doğan gürb AL-Bilge Kaan İlkokulu	272,73	359,04	430,85	502,66
21	A.ve S.P. İl M. (Engelsiz Yaşam Bakım Rehabilitasyon Merkezi)-Keskin MTAL	271,06	356,85	428,22	499,59
57	Gülbeyaz Sümer Anadolu Lisesi-Ahmet Sümer ilk-ortaokulu	261,07	343,69	412,43	481,16
98	Sulakyurt Kaymakamlık-İlçe Emniyet-İlçe Nüfus-Belediye-Çok Programlı A.L.-Sulakyurt Cumhuriyet ilk-ortaokulu-Sulakyurt İ.H.L.	258,84	340,76	408,92	477,07
63	Uygulama Merkezi I. - II. Kademe-75. Yıl Orta Okulu	254,95	335,64	402,77	469,90
79	Mehmet Akif Ersoy ilk-Orta Okulu	244,96	322,48	386,98	451,47

EK 9. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
74	Ahılı İlk-ortaokulu-Yonca MTAL	234,96	309,32	371,18	433,05
15	K.E.M. yaylacık çocuk şubesi-Mehmet Uzeli iöo	226,63	298,35	358,02	417,69
94	Organize Sanayi Meslek ve Teknik Anadolu Lisesi	221,07	291,04	349,25	407,45
31	MKE Ağır Silah ve Çelik Fabrikası Müdürlüğü	220,52	290,31	348,37	406,43
91	TOKİ Şehit Piyade Onbaşı Murat Sıtkı İlk Okulu-ortaokulu	212,74	280,07	336,08	392,10
26	Kırıkkale Meteoroloji Müdürlüğü-Akşemsettin Orta Okulu	194,41	255,94	307,13	358,31
1	Bahşili İlçe Emniyet Müdürlüğü-Geleceğe DEK Koleji	193,85	255,21	306,25	357,29
44	Yahşihan Belediye Başkanlığı-Namık Kemal İlk Okulu-Irmak Atatürk İlk Okulu-Orta Okulu	192,74	253,74	304,49	355,24
83	Gazi Anadolu İlk ve Orta Okulu	186,08	244,97	293,96	342,96
78	Özbek Saran İlk-Orta Okulu	179,41	236,19	283,43	330,67
51	Malazgirt MTAL	179,41	236,19	283,43	330,67
66	Zübeyde Hanım İlk Okulu	177,75	234,00	280,80	327,60
61	Kırıkkale Güzel Sanatlar Lisesi -Hasan Ali Yücel İlk Okulu	164,97	217,18	260,62	304,05
81	Mehmet Ali Eren İlk Okulu	152,75	201,09	241,31	281,53
34	MKE Kırıkkale Barut Fabrikası Müdürlüğü	149,97	197,44	236,93	276,41
32	MKE Kırıkkale Hurda İşletme Fabrikası Müdürlüğü	148,86	195,98	235,17	274,37
38	Sulakyurt Başkent Elektrik-Hakim Mehmet Çakıroğlu ilkokulu	147,75	194,51	233,42	272,32
89	Dünya MTAL	142,75	187,93	225,52	263,10
84	Gözdesen Anadolu Lisesi-ilkokulu	281,06	370,01	444,02	518,02
96	Vakıfbank Ali Gaffar Oktan Orta Okulu-Sevgi çiçekleri anaokulu	278,84	367,09	440,51	513,92
68	Türk Metal Mustafa Özbek İlk Okulu	274,40	361,24	433,49	505,73
47	Nuran Altaş İ.H.Orta Okulu-Nuran Refik Altaş Or.Ok.	273,29	359,78	431,73	503,69
93	Yeni Şehir İlk Okulu-Şehit Bekir Ferhat Kaya OrtaOkulu	266,62	351,00	421,20	491,40
97	Şehit Volkan Canöz İmam Hatip Orta Okulu	259,95	342,23	410,67	479,12
4	Balışeyh Sağlık Hizmetleri Devlet Hastanesi - Balışeyh Kaymakamlık-Malmüdürlüğü-Sosyal Yardımlaşma Vakfı-Tapu-Müftülük-Özel İdare-Balışeyh İlçe Emniyet Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü-Balışeyh Belediye-Nüfus-Milli Eğitim-Derviş Şen A.L.	251,07	330,53	396,63	462,74
16	Polisevi-Çevik Kuvvet-Dede Korkut Orta Okulu	246,62	324,68	389,61	454,55
43	112 Çağrı Merkezi-Şehit Osman Yıldırım İlk Okulu	227,74	299,81	359,78	419,74
103	Konur İlk ve Orta Okulu- Köprü İlk ve Orta Okulu-Konur Hacıobası İlkokulu-Konur Danacıobası İlkokulu	222,18	292,50	351,00	409,50
95	Cumhuriyet Orta Okulu-Toprak Mahsulleri Ofisi	205,52	270,56	324,68	378,79

EK 9. (devam)

	Kurum, kuruluş, AVM, hastane, okul, üniversite, büyük işyerleri ve belediye hizmet binasının Adı	Atık Miktarı			
		19%	25%	30%	35%
102	Mehmet Arifoğlu İlkokulu	203,30	267,64	321,17	374,69
73	Aşağı mahmutlar ortaokulu-Şehit Cezayir Çalışkan İlkOkulu	187,74	247,16	296,60	346,03
82	Hüseyin Özenen Orta Okulu	183,30	241,31	289,58	337,84
46	Şehit Alparslan Yazıcı Kız Anadolu İmam Hatip Lisesi	183,30	241,31	289,58	337,84
77	Hoca Ahmet Yesevi İlk-Orta Okulu	142,20	187,20	224,64	262,08
41	Yahşihan Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-Yahşihan İlçe Emniyet Müdürlüğü-Şehit Ahmet Sandalcı A.L.	138,86	182,81	219,38	255,94
76	Leyla İsa ilk-Orta Okulu	129,98	171,11	205,34	239,56
64	Cumhuriyet İlk Okulu	125,53	165,26	198,32	231,37
49	Yeşil Vadi Şehit Musa Saydam MTAL	123,31	162,34	194,81	227,27
22	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü	117,76	155,03	186,03	217,04
7	Karakeçili Kaymakamlık-İlçe Nüfus-Toplum Sağlığı-Aile Sağlığı-İlçe Emniyet-İlçe Devlet Hastanesi	114,42	150,64	180,77	210,89
8	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü-Gazi İlkokulu	113,31	149,18	179,01	208,85
90	Mesleki Eğitim Merkezi	111,09	146,25	175,50	204,75
27	Karayolları 4. Bölge Müdürlüğü Kırıkkale 44. Şube Şefliği	111,09	146,25	175,50	204,75
100	Kazmaca ilkokulu -Deredüzü İlkokulu-İmamoğlu Çeşmesi İlk-orta okulu	93,32	122,85	147,42	171,99
24	DSİ 5.Bölge Müdürlüğü 56. Şube Müdürlüğü	86,65	114,08	136,89	159,71
6	Delice Kaymakamlık-İlçe Nüfus Müdürlüğü-İlçe Gıda Tarım Hayvancılık-Delice İlçe Emniyet-Başkent Elektrik	85,54	112,61	135,14	157,66
104	Halk - Ziraat - Vakıf Bank	79,99	105,30	126,36	147,42
99	Güzelyurt İlk Okulu-ortaokulu	71,10	93,60	112,32	131,04
3	Bahşili İlçe Nüfus Müdürlüğü-Kaymakamlık	65,54	86,29	103,55	120,80
71	Yukarı Mahmutlar İlk Okulu-ortaokulu	56,66	74,59	89,51	104,42
72	Hasandede Orhan Demirhan İlk-ortaOkulu	54,43	71,66	86,00	100,33
25	Kırıkkale Çalışma ve İş Kurumu	49,99	65,81	78,98	92,14
5	Çelebi İlçe Emniyet-Kaymakamlık-İlçe Nüfus	44,44	58,50	70,20	81,90
40	G.H. ve Spor İl Müdürlüğü Yahşihan Spor Kompleksi	14,44	19,01	22,82	26,62
39	Kırıkkale Emniyet Müdürlüğü Bölge Trafik Şube Müdürlüğü	12,22	16,09	19,31	22,52
2	Gençlik Hizmetleri ve Spor İl Müdürlüğü Bahşili Sentetik Futbol Sahası	5,55	7,31	8,78	10,24