

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



AVRUPA BİRLİĞİNE ÜYE BAZI ÜLKELERİN, SEÇİLMİŞ E-ATIK İLE
İLGİLİ GÖSTERGELER DİKKATE ALINARAK K-ORTALAMALAR
YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berkant IŞIK

İşletme Anabilim Dalı
İşletme Yönetimi Programı

Şubat, 2020

T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



AVRUPA BİRLİĞİNE ÜYE BAZI ÜLKELERİN, SEÇİLMİŞ E-ATIK İLE
İLGİLİ GÖSTERGELER DİKKATE ALINARAK K-ORTALAMALAR
YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Berkant IŞIK
(Y1612.044002)

İşletme Anabilim Dalı
İşletme Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖZARI

Şubat, 2020

ONAY FORMU



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Avrupa Birliğine Üye Bazı Ülkelerin, Seçilmiş E-Atık İle İlgili Göstergeler Dikkate Alınarak K-Ortalamalar Yöntemi İle Değerlendirilmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (.../.../20..)

Berkant IŞIK

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sürecinde ilgisini esirgemeyen, her konuda fazlasıyla yardım eden, bilgi ve tecrübesiyle çalışmamı şekillendiren sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ÖZARI'ya tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Benimle her an ilgilenen, her konuda yanımda olan, emeklerini ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen çok değerli arkadaşlarım Sema SANYAR ve Sercan YILMAZ'a her zaman benimle oldukları için teşekkür ederim.

Doğduğum günden bu yana hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen en büyük dayanağım canım ailem ve tez sürecinde kaybettiğim babam Davut IŞIK'a minnetlerimi, teşekkürlerimi sunuyorum ve bu tezi onlara ithaf ediyorum.

Şubat, 2020

Berkant IŞIK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ..... | iv |
| KISALTMALAR | vi |
| ÇİZELGE LİSTESİ..... | vii |
| ŞEKİL LİSTESİ..... | viii |
| ÖZET..... | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. ATIK VE ATIK TÜRLERİ..... | 4 |
| 3. E-ATIK..... | 9 |
| 3.1 E-atık Yönetimi ve Çevre Ekonomisi İlişkisi | 15 |
| 3.2 E-Atıkların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri..... | 21 |
| 4. ÇALIŞMANIN YÖNTEMLERİ..... | 25 |
| 4.1 Korelasyon Analizi | 25 |
| 4.2 Regresyon Analizi | 26 |
| 4.3 K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi | 28 |
| 4.4 Silhouette İndeksi | 31 |
| 5. UYGULAMA | 34 |
| 5.1 Analizin Amacı | 34 |
| 5.2 Analizde Kullanılan Değişkenler | 35 |
| 5.3 K-Ortalamlar Kümeleme Analizinden Elde edilen Bulgular | 41 |
| 6. SONUÇ VE TARTIŞMA..... | 69 |
| KAYNAKLAR..... | 72 |
| EKLER..... | 77 |
| ÖZGEÇMİŞ | 84 |

KISALTMALAR

| | |
|---------------|---|
| AEEE | : Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyalar |
| E-Atık | : Elektronik Atıklar |
| AB | : Avrupa Birliği |
| ABD | : Amerika Birleşik Devletleri |
| EEE | : Elektrikli ve Elektronik Eşya |
| UNEP | : Birleşmiş Milletler Çevre Programı |
| GSMH | : Gayri Safi Milli Hâsıla |
| Hg | : Cıva |
| BFR | : Bromlu Alev Geciktiriciler |
| P | : Fosfor |
| Pb | : Kurşun |
| Ba | : Baryum |
| CR+6 | : Krom 6 |
| Be | : Berilyum |
| Cd | : Kadmiyum |

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

| | |
|---|----|
| Çizelge 3.1: EEE Kategorileri ve Ayrıntılı Listede Yer Alan Ürünlerden Bazıları... 11 | 11 |
| Çizelge 3.2: ABD’de E-Atıklara ve Dönüşüm Oranlarına İlişkin Veriler..... 13 | 13 |
| Çizelge 3.3: Dünyada Üretilen E-Atık Miktarı (Milyon Ton)..... 14 | 14 |
| Çizelge 3.4: Dünyada Üretilen E-Atık Miktarı..... 15 | 15 |
| Çizelge 3.5: Birincil Kaynaklara Kıyasla Geri Kazanımın Sağladığı Enerji Tasarrufu 16 | 16 |
| Çizelge 3.6: E-Atıkların Geri Kazanımında Kullanılabilecek Metotların Karşılaştırılması 17 | 17 |
| Çizelge 4.1: Pearson Korelasyon Katsayısının Yorumu 25 | 25 |
| Çizelge 5.1: 2010 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2..... 42 | 42 |
| Çizelge 5.2: 2010 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3..... 43 | 43 |
| Çizelge 5.3: 2010 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4..... 44 | 44 |
| Çizelge 5.4: 2011 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2..... 46 | 46 |
| Çizelge 5.5: 2011 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3..... 47 | 47 |
| Çizelge 5.6: 2011 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4..... 48 | 48 |
| Çizelge 5.7: 2012 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2..... 49 | 49 |
| Çizelge 5.8: 2012 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3..... 50 | 50 |
| Çizelge 5.9: 2012 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4..... 51 | 51 |
| Çizelge 5.10: 2013 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2..... 53 | 53 |
| Çizelge 5.11: 2013 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3..... 54 | 54 |
| Çizelge 5.12: 2013 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4..... 55 | 55 |
| Çizelge 5.13: 2014 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2..... 57 | 57 |
| Çizelge 5.14: 2014 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3..... 59 | 59 |
| Çizelge 5.15: 2014 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4..... 60 | 60 |
| Çizelge 5.16: 2015 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2..... 61 | 61 |
| Çizelge 5.17: 2015 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3..... 62 | 62 |
| Çizelge 5.18: 2015 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4..... 63 | 63 |
| Çizelge 5.19: 2016 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2..... 65 | 65 |
| Çizelge 5.20: 2016 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3..... 66 | 66 |
| Çizelge 5.21: 2016 Yılı K-Ortalamlar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4..... 67 | 67 |

ŞEKİL LİSTESİ

| | <u>Sayfa</u> |
|---|---------------------|
| Şekil 5.1: Yaşam Beklentisi:2010-2016 | 35 |
| Şekil 5.2: Sera Gazı Emisyonu Oranı: 2010-2016 | 36 |
| Şekil 5.3: Enerji Verimliliği: 2010-2016 | 37 |
| Şekil 5.4: E-Atıkların Dönüşüm Oranı: 2010-2016 | 38 |
| Şekil 5.5: Yenilenebilir Kaynaklardan Enerjinin Payı: 2010-2016..... | 39 |
| Şekil 5.6: Eğitim Seviyelerine Göre Nüfus Oranı: 2010-2016..... | 39 |
| Şekil 5.7: Cinsiyete ve Seçilen Yaş Grubuna Göre Gelirin Beşli Hisse Oranı: 2010-2016..... | 40 |
| Şekil 5.8: Yoksulluk Eşiği, Yaş ve Cinsiyete Göre Yoksulluk Riski Oranı: 2010-2016..... | 41 |

AVRUPA BİRLİĞİNE ÜYE BAZI ÜLKELERİN, SEÇİLMİŞ E-ATIK İLE İLGİLİ GÖSTERGELER DİKKATE ALINARAK K-ORTALAMALAR YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmanın ana amacı E-atık dönüşümü yapan ve aynı zamanda Avrupa Birliği üyesi olan altı ülkeyi; E-atık ile ilgili göstergeler dikkate alarak, birbirine benzer olan ülkeleri dolayısıyla birbirine benzemeyen ülkeleri belirlemektir. Çalışmada ele alınan ülkeler Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık olarak belirlenmiştir. Çalışmanın amacına yönelik seçilen göstergeler ise “yaşam beklentisi”, “sera gazı emisyon oranı”, “enerji verimliliği”, “yenilenebilir kaynaklardan enerjinin payı”, “eğitim seviyelerine göre nüfus oranı”, “cinsiyete ve seçilen yaş grubuna göre gelirin beşli hisse oranı”, “yoksulluk eşiği, yaş ve cinsiyete göre yoksulluk riski oranı”dır. Bir başka ifade ile çalışmada altı ülke; E-atık ve ilgili toplam sekiz gösterge dikkate alınarak, 2010-2016 dönem aralığına yer alan her yıl için, hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden K-ortalamlar kümeleme yöntemi yardımıyla gruplara (kümelere) ayrıştırılmıştır.

Ayrıca yöntemin sorunsallarından biri olan k parametresinin belirlenmesi için de literatürde sıkça kullanılan Silhouette indeks değerinden yararlanılmıştır. Bu değer yardımıyla ülkelerin kaç kümeye ayrılmasının daha uygun ve/veya daha geçerli olduğuna karar verilmektedir. Yöntemin bir diğer sorunsalı olan başlangıç küme merkez seçim sorunsalı ise analiz olası tüm başlangıç merkez verileri bir başka ifade ile veri seti içinden olası tüm başlangıç merkezlerle, ayrıca basit bir yöntemle veri seti dışından elde edilen olası tüm başlangıç merkezlerle ve bu iki veri çeşidinden elde edilen başlangıç merkez verileri uygulanarak minimize edilmiştir.

Dönem aralığında yer alan her yıl için ülkeler olası tüm başlangıç merkez verileri (veri seti içinden, dışından ve karma (veri seti içinden ve dışından)) yardımıyla 2, 3 ve 4 kümeye ayrılarak elde edilen küme grupları Silhouette indeks değeri yardımıyla karşılaştırılmıştır. 2010 yılı için gerçekleştirilen analizlerden elde edilen bulgularda; Silhouette indeks değerine göre en geçerli ayrılması gereken küme sayısı 4 olarak belirlenmiştir ve oluşan küme grubunda Belçika, Fransa ve Birleşik Krallık aynı kümede yer alırken, Bulgaristan, Almanya ve Finlandiya ülkeleri tek başına ayrı küme oluşturduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *E-atık, K-Ortalamlar Kümeleme Yöntemi, Silhouette Katsayısı.*

EVALUATION OF SOME EUROPEAN UNION MEMBER COUNTRIES BY THE K-MEANS METHOD CONSIDERING THE SELECTED INDICATORS RELATED TO E-WASTE

ABSTRACT

The main purpose of this study is to evaluate six European Union member countries that are engaged in E-waste recycling to identify the countries that are similar to each other and the countries that are not alike taking into account the indicators related to E-waste. The countries covered in this study are Belgium, Bulgaria, Germany, Finland, France and the United Kingdom. The indicators selected for the purpose of the study include “life expectancy”, “greenhouse gas emission rate”, “energy efficiency”, “share of energy from renewable sources”, “population ratio by education level”, “quintile share ratio by sex and selected age group” “poverty rate by poverty threshold, age and sex”. In other words, the study divided six countries into groups (clusters) taking into account e-waste and totally eight indicators regarding e-waste for each year in the 2010-2016 period by means of the K-means clustering method from the non-hierarchical clustering methods.

Furthermore, the Silhouette index value, which is frequently used in the literature, was used to determine the k parameter, which is one of the problematic of the method. This value helps to decide what number of clusters the countries should be divided into as more appropriate and/or more valid. The initial cluster center selection problem, which is another problematic of the method, was minimized by applying the analysis to all possible initial center data from within the data set, from outside the data set and mixed data set. For each year in the range of the period, the countries were divided into 2, 3 and 4 clusters with the help of all possible initial central data and the cluster groups were compared by means of the Silhouette index value. In the findings obtained from the analyzes carried out for 2010; the most valid number of clusters for dividing is determined as 4 according to the Silhouette index value, and Belgium, France and the United Kingdom were in the same cluster, while Bulgaria, Germany and Finland individually formed separate clusters.

Keywords: *E-waste, K-Means Clustering Method, Silhouette Coefficient.*

1. GİRİŞ

Sanayileşme ve teknolojinin gelişmesi ile birlikte artan nüfus ve kentleşme hem dünyada hem de ülkemizde insanların çevre deformasyonunu hızla arttırmaktadır. İnsanların tüketim eğilimlerinin hızla ve sürekli artması, onların bu eğilimine neden olacak şekilde pazarlama yapılması ve bu pazarlama sonucu ortaya çıkan ihtiyacı karşılamak için üretimin de arttırılması gerekmektedir. Bu üretimin arttırılması için gerekli olan hammaddeyi sağlamak adına doğal kaynakların kullanımı arttırılması gerekmektedir. Bu nedenle hem doğal kaynakların çıkarılıp, işleyerek kullanımı arttırılmış hem de artan bu üretim ve tüketim nedeniyle oluşan atıkların miktarı ve zararlı içerikleri insan sağlığına ve çevre sağlığına sıkıntı verecek seviyelere ulaşmıştır (Kaçtıoğlu ve Şengül, 2010). Teknolojik gelişmeler, sanayileşmenin artması, ekonominin hızla büyümesi ve nüfusun artışı gibi faktörlerle atık miktarında da artış yaşanmıştır. Buna bağlı olarak üretim ve tüketimde atıksız veya olabildiğince az atığı hedefleyen atık yönetimi önem kazanmaktadır. Atık yönetimi kapsamında belirlenen atık türlerinin örneğin, evlerde bulunan atıkların, hastane vb. sağlık hizmeti veren yerlerdeki atıkların ve zararlı ve zararsız atıkların azaltılması, her atığın kendi kategorisine göre toplanması, atıkların nihai yerlere gitmeden önce ara depolanması, taşınması, düzeltilebilecek ve tekrar kullanılabilir olanların ayrıştırılarak geri kazanımı, geri dönüşümü ve bertarafı bulunmaktadır (Marangoz ve diğ., 2015). Durmuşoğlu (2016) çalışmasında çevre dostu elektronik konusunda geçmiş araştırmaların ön değerlendirmesini gerçekleştirerek literatüre önemli bir katkı sağlamıştır. Ayrıca literatür incelendiğinde akıllı şehir uygulamalarında çok önemli bir yeri olduğu vurgulanan atık yönetimi içinde birçok araştırmanın gerçekleştiği görülmüştür. Örneğin; Vu ve Kaddoum (2017) çalışmalarında bir bölge ve çevresini düşük maliyetle temizleyen yeni bir akıllı atık yönetimi sunmakta ve önerilen sensör modeli ile atık verilerin internet üzerinden iletimini ve ölçümlenmesini önermektedir. Yaşanan teknolojik gelişmeler ve tüketim alışkanlıklarının da

değişmesi atık tiplerinin değişmesine neden olmuştur. Örneğin, yakın zamanda kullanımımıza sunulan tablet bilgisayarlar, son yıllarda cep telefonlarının artan özellikleri ile tablet bilgisayarların özelliklerini de yerine getirecek seviyeye gelmesi sonucunda daha az tercih edilir olmuşlar ve bazıları kullanım dışı kalmışlardır. Bu gibi gelişim ve değişimler yeni atık çeşitleri oluşmasına neden olmuştur. Bu atık çeşitlerinden bir tanesi de Elektronik atık (E-Atık) olarak adlandırılmaktadır. E-atık, elektrikli ve elektronik ekipmanların kullanıcıları tarafından yeniden kullanım niyeti olmadan kullanımın bırakılması sonucu oluşmaktadır (Baldé ve diğ., 2017). E-atık kimyasal ve fiziksel olarak endüstriyel veya evsel atıklardan farklıdır. Bu atık cinsinin içerdiği materyaller hem ekonomik açıdan değerli olabilmekle birlikte hem de tüm canlılar için tehlike arz edebilmektedir. Bu tehlikeler göz önüne alınarak E-atıklar özel bir şekilde toplanmalı ve geri dönüştürülmelidir (Robinson, 2009).

Tezin temel amacı, E-atık dönüşümü yapan ve aynı zamanda Avrupa Birliği üyesi olan Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık ülkelerini; “E-atık dönüşüm oranı”, “yaşam beklentisi”, “sera gazı emisyon oranı”, “enerji verimliliği”, “yenilenebilir kaynaklardan enerjinin payı”, “eğitim seviyelerine göre nüfus oranı”, “cinsiyete ve seçilen yaş grubuna göre gelirin beşli hisse oranı”, “yoksulluk eşiği, yaş ve cinsiyete göre yoksulluk riski oranı” göstergelerini dikkate alarak, birbirine benzer olan ülkeleri dolayısıyla birbirine benzemeyen ülkeleri belirlemektir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, atık ve atık türleri ele alınarak detaylı bir şekilde tanımlanmıştır.

Üçüncü aşamada ise E-atık kavramı detaylı bir şekilde açıklanmıştır. E-atıkların mevzuattaki yerine, Dünyada üretilen E-atık miktarına, E-atıkların dönüşüm oranlarına, E-atık yönetimi ve çevre ekonomisi ile ilişkisine, E-atıkların insan sağlığı üzerindeki ilişkisine değinilmiş ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

Dördüncü aşamada, örnek olarak aldığımız ülkelerin belirlediğimiz göstergelerini analiz etmek için kullandığımız K-ortalama kümeleme yöntemi, Silhouette yöntemi gibi yöntemlerden bahsedilmiş ve literatürden örnekler verilmiştir.

Beşinci aşamada, ülkelerin ve göstergeleri analiz edilmiş, öncelikle her gösterge için ülkelerin verileri elde edilebildiği yıllar bazında gösterilmiştir. Bölümün devamında 2010-2016 yılları arasında K-ortalamlar kümeleme yöntemi ile kümelendi. Yöntemin başlangıç küme merkez seçim sorunsalı ise analiz olası tüm başlangıç merkez verileri uygulanarak minimize edilmiştir. Tüm başlangıç verileri ile anlatılmak istenen veri seti içinden, veri seti dışından ve bunların birleştirilmesi ile elde edilen karma başlangıç verileridir. Olası tüm bu farklı başlangıç merkez verileri analiz gerçekleştirilmiştir. Dönem aralığında yer alan her yıl için ülkeler olası tüm başlangıç merkez verileri yardımıyla 2, 3 ve 4 kümeye ayrılarak elde edilen küme grupları Silhouette indeks değeri yardımıyla karşılaştırılmıştır. Silhouette indeks değeri kullanılarak ülkelerin kaç kümeye ayrılmasının daha uygun ve/veya daha geçerli olduğuna karar verilmiş ve kümeler açıklanarak belirtilmiştir.

Sonuç ve tartışma bölümünde ise bütün analizlerin ortaya çıkardığı durum değerlendirilmiştir. Göstergelere göre kümelenen ülkeler kümelenecek şekilleri açısından yorumlanmış ve başka ülkelerin bu alan için gerçekleştirmek istediği hedefler adına önerilerde bulunulmuştur.

2. ATIK VE ATIK TÜRLERİ

Gelişen teknoloji, artan sanayileşme ile pazarlamanın, tüketim ve üretimin artması sonucunda insanların tüketimi, yaşam şekli değişmektedir. Bu değişim sonucunda ise tüketen ve üreten insanın bu faaliyetleri yaparken kullandığı materyallerden ortaya çıkan kullanılmış ürünler bertaraf edilmediği veya dönüştürülmediğinde atık olarak kalmaktadır. Akduman ve Güleç (2005) çalışmasında atık; “çeşitli üretim ve tüketim nedenleriyle elde edilen, elde edildikleri yerde ekonomik olarak bir değeri bulunmayan, tedbirsizce doğaya veya yaşam alanlarına bırakıldığında ise bu ürünlerin kimyasal, biyolojik ve fiziksel yapıları nedeniyle bırakıldıkları alanların yapısının değişmesine neden olarak doğrudan veya dolaylı olarak bertarafı gereken katı, sıvı ve gaz halinde bulunan maddeler” olarak adlandırılmıştır.

Ülkemizde 1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu’nda atık, “Herhangi bir faaliyet sonucunda çevreye atılan veya bırakılan zararlı maddeler” olarak belirtilmiştir (Çevre Kanunu, 1983).

UNEP’e göre ise katı atık, “Sahibinin kullanmadığı, istemediği, ihtiyacının olmadığını, uzaklaştırılması ve arıtılması gereken maddeler” olarak tanımlanmıştır (Öztürk, 2010).

Katı atıklar çevre ve insanlar için sorunlar oluşturmaktadırlar. Üretildiklerinden uzaklaştırıldıkları ana kadar insan ve çevreyle doğrudan veya dolaylı olarak etkileşim halindedirler. Katı atıklar, içeriklerindeki hasta edici ya da bulaşıcı maddelerle doğrudan; fare, sinek gibi canlıların beslenip ürediği bir kaynak olduğu için dolaylı yoldan insanların ve çevrenin sağlığını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1996). Çevreye etkileri bakımından katı atıklar; kimyasal, fiziksel ve biyolojik nitelikte olabilmektedirler.

Hayvanlarla ve ya doğrudan bulaşabilen veba, tüberküloz, kolera, kuduz, cüzam, sıtma, dizanteri gibi hastalıklar biyolojik zararlardır. Çöp depolanan alanlardaki gazlar ve sızıntı suları, kimyasal ve biyolojik zararlara sebep

olmaktadır. Çevreye sorumsuz ve dikkatsizce bırakılan atıklar ise insanlarda fiziksel zararlar oluşturabilmektedir (Palabıyık, 2001).

Tüm bunlar göz önüne alınca katı atıkların toplanması, ayrıştırılması ve bertarafına daha fazla önem verilmelidir. Katı atıkların geri dönüştürülmesi veya işlenmesiyle ekonomik olarak ciddi derecede geri kazanımlar sağlanabilecektir. Örneğin İsveç'in Linköping kentinin Çevre ve Enerjiden Sorumlu Belediye Başkanı Muharrem Demirok İsveç'te evlerden çıkan çöplerin %99'unun elektrik üretimi için, kalan %1'lik kısmın ise tarımsal gübre amaçlı değerlendirildiğini, yemek artıklarından ürettikleri biyogazın ise Linköping şehrinde belediye otobüslerinin %100'ü, ticari taksilerin de %70'i kullandığını belirtmiştir.

Katı atıklar, elde edildikleri yerlere göre yedi alt bölümde sınıflandırılmış ve aşağıda belirtilmiştir.

Evsel Katı Atıklar: Hanelerden, park, bahçe ve piknik alanlarından gelen tehlikeli ve zararlı atık sınıfına girmeyen çöp olarak da adlandırılan atıklardır. Standart olarak belediyelerin evlerin, iş yerlerinin önlerinden ya da belirli alanlardan topladığı mutfak, ofis ve ambalaj çöpleri gibi atıkların evsel çöp alanlarında yakılarak bertaraf edilen, ayrıştırılarak geri kazandırılabilen veya kompost yapılabilen evsel ve endüstriden çıkan atıklardır (Sayar, 2012). Bu atıkların toplanarak depolandığı alanlar, hastalık yapan ve taşıyıcı olan organizmaların üremesi için çok makul ve elverişli ortamlardır. Kentleşmenin olduğu alanlarda nüfusun daha fazla olması nedeniyle evsel atıklarda fazla bulunur. Bu nedenle atıklarla insanların küçük bir alanda iç içe olmaları hastalık riskini daha da arttırmaktadır (Özbay, 2007).

Endüstriyel Atıklar: Ticari faaliyetlerin üretim bölümünde, üretim yapılırken ve/veya üretim sonucunda meydana gelen atıklardır (Sayar, 2012).

İnşaat Artığı ve Moloz Atıklar: Bina veya bir yapının oluşturulması aşamasında ya da yapının yıkılması sonucunda oluşan atıklardır (Sayar, 2012).

Tarımsal ve Bahçe Atıkları: Bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, bunların kalite ve verimlerinin yükseltilmesi faaliyetlerinin yapıldığı sırada çıkan atıklardır. Ortaya çıkan atıkların miktarı üretim yapılan toplumun geleneklerine, beslenme şekillerine, ekonomik durumlarına vb. özelliklerine göre

farklılaşabilir (Palabıyık ve Altunbaş, 2004). Bozulmuş yiyecekler, zirai atıklar gibi atıklardır.

Özel Atıklar: Bertaraf edilmesi ve ulaşılabilir alanlardan uzaklaştırılması diğer atıklara göre daha dikkat ve özen isteyen atıklardır. Boya, inşaat atıkları, sağlık kuruluşlarının atıkları, lastik tekerle vb. bu atıklardandır (Palabıyık ve Altunbaş, 2004).

Tehlikeli Atıklar: İnsan ve çevre için tehlike arz edebilecek yanıcı, parlayıcı, yakıcı, tahriş edici zararlı atıklardır. Kullanım süresi geçmiş sanayi ürünleri, patlayıcı maddeler, açığa çıkması sonucunda hava ile temas ederek yanıcı, zehirli gazları serbest bırakan maddeler vb.

Tıbbi Atıklar: Hastane, klinik ve sağlık ocakları gibi sağlık kuruluşlarındaki sağlık faaliyetlerinden kaynaklanan atıklardır. Bu atıkların toplanması bulaşıcı hastalığa neden olabilen, sağlıklı bireylerle temas etmemesi gereken sağlık maddeleri ve ilaçları bulundurmasından dolayı özel önem gerektirir ve diğer atıklardan ayrı toplanmaktadır.

Geri Dönüştürülebilir Atıklar: Kullanılmış, ihtiyaç duyulmayan, çöp olarak adlandırılan atıkların büyük çoğunluğu geri dönüştürülebilir malzemelerden oluşmaktadır. Atıkların geri dönüştürülmesi çevrenin ve doğanın dengesinin korunmasını sağlar. Doğaya verilen zararın en aza indirilmesi ve daha az hammadde oluşturma ihtiyacının sağlanması için geri dönüşüm son derece önemlidir. Geri dönüştürülebilir atıklar cam, kâğıt, plastik, demir, beton, alüminyum, pil ve birçok değerli metal ve maddenin de içinde bulunduğu elektronik atıklar (E-atık) gibi kullanım ömrünü tamamlamış atıklardır.

Cam Atıklar: Doğadaki birçok elementi hammadde olarak kullanarak üretilen cam, doğal kaynakların tükenmesine yol açmaktadır. Ayrıca üretim esnasında kullanılan su ve enerjiyi oluşturulan kirlilik de çevreye zarar vermekte.

Cam, kalitesini kaybetmeden tümüyle dönüştürülebilir tek ambalaj malzemesidir. (anadolucam.com.tr/camvecevre/tr-TR/.php, 03.12.2010). Cam; yüksek sıcaklıkta eritilen kum, soda, kireç, feldspat gibi bazı hammaddelerden üretilmektedir. Bu gibi hammaddelerin çıkarılıp kullanılması, doğal kaynakların tükenmesine yol açmakla beraber üretim esnasında kullanılan su, enerji ve oluşan kirlilik çevreye zarar vermektedir. Bu nedenle cam geri dönüşümü

önemlidir. Camların dönüşüm amacıyla toplanıp geri kazanılması, depolama sahalarının ömrünü uzatırken daha da önemlisi doğal kaynakları korunmasını sağlamakta ve atıkların bertaraf maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bununla beraber camda geri dönüşümün tercih edilmesi, eski camdan üretim yapmanın daha ekonomik olmasıdır. Cam endüstrisindeki tahminlere göre, yapılan her 1 ton cam geri dönüşümü 9 galon fueloile eş değerdir. Buda demek oluyor ki geri dönüştürülen her %1'lik camla, cam eritme ocağında yanan 2400 feet gazın korunması sağlanıyor (bcm.org.tr/pdf/Cam%20geri%20kazan.pdf, 01.12.2010).

Plastik Atıklar: Plastik madde kullanımı atık durumuna geldiği zaman çok büyük çevre sorunlarına neden olmaktadır. Plastiklerin uygun ve ucuz maliyeti de plastik ürünlerin atık haline gelmesini özendirilmekte, bu ucuz ulaşılabilirlik ürünlerin tekrar kullanılmaları bakımından da engelleyici bir etken olmaktadır (Sevencan ve Vaizoğlu, 2007).

Maliyetinin az olması, kısmen sağlıklı olması, hafif ve kullanımının rahat olması nedeniyle gıda sektöründe olmak üzere birçok alanda paketlemede en fazla kullanılan materyaldir. Bu kadar yaygın kullanılması ve doğada çok geç çözülmesi nedeniyle geri dönüşümüne dikkat edilmesi gereken atıklardandır.

Kâğıt Atıklar: Kâğıdın hammaddesini selüloz oluşturmaktadır. Selüloz maddesinin kaynağı ise özel olarak yetiştirilen bitki türlerinden ve ormanlardan elde edilmektedir. Bu yüzdendir ki en kıymetli atık türü karton ve kâğıttır (cevko.org.tr/cevko/Ic-Sayfa/Tuketeciler/Geri-DonusebilenAmbalajlar, 23.11.2010).

Geri kazanılabilir katı atıklara baktığımızda kâğıt ve karton çok önemli bir yer tutmaktadır. Kâğıt türleri arasındaki en önemli bölümü ise gazete kâğıtları oluşturmaktadır. Kâğıt ve karton üreten firmalar üretim için gerek duydukları hammadde ihtiyacını atık kâğıtlardan sağlamaktadır. Hammadde ihtiyacında atık kâğıtların kullanılmasının en önemli nedeni üretim için gereken selülozun daha ucuza mal ediliyor olmasıdır. Kâğıt atıklarında geri kazanım %34,5 olmakla beraber bu atıkların hammadde olarak kullanım oranı %56'dır (geridonusum.org/cam/index.php, 26.11.2010).

Metal Atıklar: Metaller, yeryüzünde bulunan çeşitli minerallerin işlenip saflaştırılması sonucunda üretilmektedir. Evlerde içecek ve gıda ambalajında kullanılmak üzere iki tür metal ambalaj bulunmaktadır. Bunlar alüminyum ve tenekedir. Tenekeler (Çelik) mıknatıs ile çekebilme özelliğine sahiptir. Günlük hayatta sık olarak kullandığımız konserve kutuları, içecek kutuları ve yağ tenekeleri metal ambalajlara örnektir (cevko.org.tr/cevko/Ic-Sayfa/Tuketiciler/Geri-Donusebilen-Ambalajlar.aspx, 23.11.2010).

Kullanılan çelik malzeme geri dönüştürülerek yeni üretilecek çelik için hammadde olarak kullanıldığında hammadde korunmuş olur. Kullanılmış olan 1000 kg. çelik, hammadde olarak kullanılmak için dönüştürülerek çelik üretmek için kullanıldığında 454 kg. kok kömürü, 55 kg. kireç taşı ve 1050 kg. demir cevherinden tasarruf edilmiş olur. Yine geri dönüştürülmüş çelikten üretim yapıldığında oluşan hava ve su kirliliği oranı 1/4 azalır. Gözlemler sonucunda hammaddede %90, enerjide %74 korunum sağlandığı, atık su kirlenmesinin %76, su tüketiminin %40, maden atıklarının da %97 ve hava kirlenmesinin %86 azaldığı belirlenmiştir. Geri kazanılan alüminyumla; Hava kirliliğinde %90, enerji tüketiminde %95, baca gazı emisyonunda %99 ve su kirliliğinde %97 azalma olmuştur. 1 kg. alüminyum kutu geri kazanılınca; 4 kg kimyasal madde, 8 kg boksit madeni 14 kW/sa elektrik harcaması engellenmiş olmaktadır (geridonusum.org/metal/index.php, 26.11.2010).

3. E-ATIK

Durmuşoğlu (2016) alışmasında evre dostu elektronik konusunda geçmiş araştırmaların n değerlendirmesini gerçekleştirerek literatüre önemli bir katkı sağlamıştır. Ayrıca literatür incelendiğinde akıllı Şehir uygulamalarında çok önemli bir yeri olduğu vurgulanan atık yönetimi içinde birçok araştırmanın gerçekleştiği görülmüştür. Örneğin; Vu ve Kaddoum (2017) alışmalarında; bir bölge ve çevresini düşük maliyetle temizleyen yeni bir akıllı atık yönetimi sunmakta ve önerilen sensör modeli ile atık verilerin internet üzerinden iletimini ve ölçümlenmesini önermektedir. Doğal kaynakların tükenmesini engellemek ve üretim sonucu oluşan atıkların insan ve evre sağlığını tehdidini engelleyerek ekonomik olarak katkıya çevirmeyi hedefleyen atık yönetim yöntemleri, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı için temel niteliğindedir (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü, 2014).

Çevrenin ve canlı sağlığının bozulmasına sebep olan atık türleri günümüz koşulları ile farklılaşmaktadır. Gelişen teknolojiyle beraber değişen tkretim alışkanlıkları hızla değişmekte dolayısıyla bu durum atık tiplerini de değiştirmektedir. Bu çerçevede ortaya yeni bir atık türü çıkmıştır. Bu atık türlerinden birisi de E-atık olarak adlandırılmaktadır. Günümüz tüketicilerinin eğilimleri ve pazarlama amaçları neticesinde kullanım oranı yükselen elektronik cihazlar, çeşitli amaçlar için kullanılmakla birlikte, ortalama olarak 1 ile 6 senelik bir süreçte işlevselliğini kaybetmekte ya da tamir ettirmesini satın almaktan daha pahalı bir duruma gelmektedir. Bun nedenle yüksek maliyetlerle satın alınan elektronik aygıtlar çok fazla miktarda değer yitirerek pe gitmekte veya hurdacılara satılmaktadır. E-atıkların ortaya çıkışı bu Şekilde olmaktadır (iftlik ve diğ., 2009).

E-atık, elektrikli ve elektronik ekipmanların kullanıcıları tarafından yeniden kullanım niyeti olmadan kullanımın bırakılması sonucu oluşmaktadır (Bald ve diğ., 2017). E-atık kimyasal ve fiziksel olarak endüstriyel veya evsel atıklardan farklıdır. Bu atık cinsinin içerdiği materyaller hem ekonomik açıdan değerli

olabilmekle birlikte hem de tüm canlılar için tehlike arz edebilmektedir. Bu tehlikeler göz önüne alınarak E-atıklar özel bir şekilde toplanmalı ve geri dönüştürülmelidir (Robinson, 2009). Dünya genelinde E-atık geri dönüşüm süreçleri birbirine benzemektedir. Ürünler öncelikle sökülür, sonra parçaları ayrılır, sınıflandırılır, boyutları küçültülür ve ortaya çıkan materyaller yeniden ayrılıp, sınıflandırılır (Öztürk, 2015).

Tüm dünyada ve Türkiye’de E-atıkların toplanıp geri dönüşüm yapılması yahut bertaraf edilmesi hakkında çeşitli mevzuatlar bulunmaktadır. 1991 yılında Türkiye’de yayımlanan Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği’ne 2002 yılında yapılan eklemeyele E-atık kavramı yasal mevzuatta yer edinmiştir. Türkiye’de 2002/96/EC ve 2002/95/EC sayılı yönergelerin mevzuata uyumlaştırma çalışması Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafınca hazırlanıp “Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlandırılmasına Dair Yönetmelik” olarak 30 Mayıs 2008 tarihinde, 26891 sayılı resmî gazetedeki yayımlanmıştır. Sonradan yapılan düzenlemeler sonrasında “Atık Elektrikli ve Elektronik Eşyaların Kontrolü” Yönetmeliği (AEEE) adıyla 22 Mayıs 2012 tarihinde Resmî Gazete’de yayımlanarak Mayıs 2013 tarihinde ise yürürlüğe sokulmuştur (Kuru ve Akın, 2011).

AEEE’de amaç elektrik-elektronik ürünlerin üretiminden bertarafına kadar olan süreçte, çevrenin ve insan sağlığının himaye altına alınması için EEEE’lerde bazı zarar verici bileşenlerin kullanımına sınırlama getirilmesi, bu sınırlandırmalar dışında tutulacak uygulamaların seçilmesi, elektrikli ve elektronik eşya ithalatı kontrol altında tutulup, atıkların ve E-atıkların oluşumuna, bertaraf yapılacak atık miktarının azaltılması amacıyla geri dönüşüm, geri kazanım, tekrar kullanım hedeflerine ve yöntemine ilişkin teknik ve hukuki esaslar hazırlanmaktadır (Yaren ve diğ., 2014). Oluşturulan yönetmelik çerçevesinde ithal yahut imal edilerek piyasaya giren EEEE’lerde kurşun, cıva, kadmiyumun, polibromürlü bifeniller, +6 değerlikli krom ve polibromürlü difenil eterler içermesi istisnai şeyler dışında yasaklanmıştır. Ayrıca 2013 yılında tüm ülkede AEEE’lerin toplanması için nüfusu 400.000’den fazla olan belediyelerden başlayarak, 2018 senesinde ise tüm belediyelerde E-atık geliştirme merkezleri oluşturmak planlanmıştır (T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi

Genel Müdürlüğü, Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı 2014-2017).

Elektrikli ve elektronik eşya (EEE); 1000 Volt alternatif veya 1500 Volt doğru akımı aşmayacak düzeyde düzenlenmiş olup, elektrik akımına yahut elektromanyetik alana ihtiyaç duyup bu akım ve alanlarda transferi, üretimi ve ölçümünü sağlayan eşyalara denir (Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği, 2012).

EEE kategorisinde çok fazla miktarda ürün ve eşya bulunmaktadır. Bu çerçevede WEEE yönergesi atık yönetimi gibi süreçlerin faydalı bir şekilde işlenip uygun altyapı ve teknolojilerin sağlanması için gerekli elektrikli ve elektronik ekipmanları Çizelge 3.1'deki gibi sınıflandırılır.

Çizelge 3.1: EEE Kategorileri ve Ayrıntılı Listede Yer Alan Ürünlerden Bazıları

| | |
|---|---|
| Büyük ev aletleri | Buzdolapları, çamaşır makineleri, bulaşık makineleri, elektrikli ısıtıcılar, iklimlendirme cihazları vb. |
| Küçük ev aletleri | Elektrikli süpürgeler, ütü makineleri, dikiş makineleri, tost makineleri, tartılar vb. |
| Bilişim ve telekomünikasyon ekipmanları | Ana bilgisayarlar, kişisel bilgisayarlar, yazıcılar, kopyalama ekipmanı, cep telefonları, faks makineleri vb. |
| Tüketici ekipmanları | Radyo alıcıları, televizyon alıcıları, video kameraları, müzik enstrümanları vb. |
| Aydınlatma ekipmanları | Evsel kullanım hariç floresan ampuller, düz floresan lambalar, düşük basınçlı sodyum lambalar vb. |
| Elektrik ve elektronik aletler | Matkaplar, testereler, dikiş makineleri, kaynak makineleri vb. |
| Oyuncaklar, eğlence ve spor ekipmanları | Elektrikli tren ve yarış arabası takımları, video oyunları, elektrikli veya elektronik spor aletleri, jetonlu makineler vb. |
| Tıbbi cihazlar (tüm nakledilmiş ve enjekte edilmiş ürünler hariç) | Radyoterapi ekipmanı, diyaliz, sun'i teneffüs tertibatı, nükleer tıp ekipmanı, analiz ekipmanı vb. |
| İzleme ve kontrol enstrümanları | Duman detektörü, ısı ayarlayıcıları, termostatlar vb. |
| Otomatik dağıtıcılar | Sıcak içecek otomatları, katı ürünler için otomatlar, para otomatları vb. |

Kaynak: T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Tehlikeli Atıkların Sınıflandırılması Kılavuzu, Cilt 1, 2012

Kendisini daha ekonomik, çok daha verimli, çok daha şık, çok daha hızlı olarak pazarlayan ve günümüz eğilimleri sayesinde daha fazla kullanılan EEE'lerin

ömürleri kısalmakta, ömrünü dolduran cihazların oluşturduğu E-atık miktarı da her geçen gün artmaktadır (Çiftlik, 2009).

EEE'lerin kullanım ömürleri işletmelerin bizzat kendileri tarafından kısaltılarak tüketimlerinin tetiklenmesi sonucunda örneğin 1992 yılından 2005 yılına gelindiğinde masaüstü bilgisayarların ömrü 4,5 yıldan 2 ila 3 yıla gerilemiştir. Cep telefonlarının kullanım süresi ise 2 yıldan daha az bir süreye gerilemiştir (Yazıcı, 2011). Özellikle gelişmiş ülkelerde elektrikli eşyaların, elektronik cihazların kullanımı günden güne çok hızlı bir şekilde artmaktadır. Ortaya çıkan E-atıkların ise nasıl değerlendirileceği önemli bir sorundur (TÜBİSAD Faaliyet Raporu, 2016).

E-atıkların yönetimi, EEE'lerin içerisinde bulunan plastik, metal, cam gibi malzemeler ile bileşenlerinde var olan kadmiyum, krom, kurşun, cıva gibi maddeler çevre ve insan sağlığına zarar verebilecek çok sayıda zehri bulundurmaktadırlar. Bu nedenle E-atıkları gelişmiş ülkelere atmak, geri dönüştürmemek uzun vadede çevre ve insan sağlığına ciddi zararlar verebilir. Ekonomik olarak ise enerji kaybı ve hammadde kaybı dikkate alınırsa ciddi sorun yaratmaktadır (Nur ve Varınca, 2014). Özellikle E-atık bileşenlerinde bulunan altın, gümüş, bakır ve demir gibi materyaller 1 ton e-atığın getirisini 9193,46 Dolar'a kadar yükseltebilmektedir. Bu metallerin geri dönüşümü ile sağlanacak enerji tasarrufu da önemlidir. Örneğin, cevherden çıkarılarak üretilecek 1 ton alüminyum için kullanılan enerjinin %4'ü kullanılarak geri kazanılmış metalden 1 ton alüminyum üretilebilmektedir (Ergülen ve Büyükkelik, 2008).

Enerji ve hammadde fiyatlarının aşırı artışı ile enerji konusunda yaklaşık %70 dışarıya bağımlı olan ülkemizde, her aşamada enerji tasarrufunu göz önünde bulundurmak gerekmektedir. UNEP verilerince, Dünya genelinde E-atıkların 40-50 milyon ton olduğu ve diğer atık türlerine oranla E-atıkların üç kat daha hızlı arttığı belirtilmiştir. Ortalama bir AB vatandaşı ömrü boyunca yaklaşık 3 ton E-atık oluşturmaktadır (<http://www.recyclingindustrydergisi.com/dergi.php>).

AB ve Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) E-atıkların geri dönüştürülmesi ve bertaraf edilmesi hakkında çalışmalar yapılmaktadır. ABD'de E-atık

dönüşümüne ilişkin EPA'nın (United States Environmental Protection Agency) hazırladığı 2010 verileri Çizelge 3.2'de yer almaktadır.

Çizelge 3.2: ABD'de E-Atıklara ve Dönüşüm Oranlarına İlişkin Veriler

| Ürünler | Toplam hazır E-atık (birim) | Bertaraf olan (birim) | Geri dönüştürülen (birim) | Geri dönüştürülme Oranı (yüzde) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Bilgisayarlar | 51.900.000 | 31.300.000 | 20.600.000 | %40 |
| Monitörler | 35.800.000 | 24.100.000 | 11.700.000 | %33 |
| Yazıcı ve tarayıcılar | 33.600.000 | 22.400.000 | 11.200.000 | %33 |
| Klavye ve Mouse | 82.200.000 | 74.400.000 | 7.830.000 | %10 |
| Televizyonlar | 28.500.000 | 23.600.000 | 4.940.000 | %17 |
| Mobil cihazlar | 152.000.000 | 135.000.000 | 17.400.000 | %11 |
| Toplam (birim) | 384.000.000 | 310.000.000 | 73.700.000 | %19 |

Kaynak: Electronic Waste Management in the United States Through 2009, U.S. EPA May, 2011

Çizelge 3.2'de Toplam hazır E-atıklardan, geri dönüştürülme oranı incelendiğinde E-atıkların ciddi derecede az bir oranda geri dönüştürüldüğü gözlemlenmektedir. Ürünler incelendiğinde bilgisayarlar başlığı masaüstü, kişisel ve taşınabilir bilgisayarları kapsamaktadır. Yazıcı ve tarayıcılar başlığında ise faks makinelerini, dijital fotokopi makinelerini ve çok işlevli cihazları içermektedir. Mobil cihazlar başlığında ise elektronik ajandalar, çağrı cihazları, cep telefonları ve akıllı telefonlar yer almaktadır. Toplam hazır E-atık, kullanıcısı için işlevini tamamlamış geri dönüşüme ve çöpe atılan ürünleri kapsamaktadır. Toplam sayı ise kullanılmayan ancak kişilerin işyerinde evinde vs. duran ürünleri kapsamaktadır.

Çizelge 3.2’de de görüldüğü üzere E-atıkların geri dönüştürülme oranları bertaraf edilme oranlarından çok düşüktür. ABD gibi EEE kullanımının fazla olduğu bir ülkede geri dönüşümle sağlanabilecek ekonomik kazançların sadece %19’u elde edilebilmektedir. Geri dönüşüm oranı en yüksek olan ürünler bilgisayarlar, en düşük olarak gözüken mobil cihazlardan çok az bir miktarda fazladır. ABD’de 2011 verilerine göre 152.000.000 olan mobil cihazlar gelişen teknoloji ve ürünlerin daha az kullanılıp değiştirilmesi için sunulan pazarlama yöntemleri sayesinde tüketimin artarak devam ettiği düşünüldüğünde günümüzde çok daha fazla e-atığa neden olmuş olabilir. Bu bağlamda evde ve iş yerlerinde duran ancak kullanılmayan E-atıklarla bertaraf edilerek tam anlamıyla faydalanamadan yok edilmiş E-atıkların ekonomiye tekrar döndürülmesiyle ciddi gelir elde edilebilir.

2016 yılında E-atık miktarı dünyada ağırlıklı olarak elektrikli ev aletleri, kamera ve elektrikli oyuncaklar gibi küçük aletler oluşturmaktadır. Kurutma makineleri, çamaşır makineleri ve büyük yazıcılar gibi ürünler toplam 9,1 milyon ton atığa sebep olmuştur. Bunlar gibi büyük aletler toplam E-atıkların %21’ini oluşturmaktadır. Notebook, televizyon ve dizüstü bilgisayar gibi aletlerin bulunduğu monitör sınıfı ise 6,6 milyon ton olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.3: Dünyada Üretilen E-Atık Miktarı (Milyon Ton)

| | Küçük Aletler | Büyük Aletler | Isı değiştirciler | Monitör | Küçük IT | Işıklandırma |
|------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------|-----------------|---------------------|
| 2016 | 16,8 | 9,1 | 7,6 | 6,6 | 3,9 | 0,7 |

Kaynak: Birleşmiş Milletler Üniversitesi, Global E-Atık İzleme Raporu 2016

Küresel E-atık izleme verilerine göre yalnızca 2016 yılında dünyada 44,7 milyon ton E-atık elde edilmiştir. Türkiye 623 kilotonla 17. Sırada yer almıştır. Ülke ekonomimizin kaybı ise 767 milyon € olmuştur. Yılda elde edilen 44.7 milyon metrik tonluk E-atık 4.500 adet Eiffel Kulesi’ne eşittir.

Çizelge 3.4: Dünyada Üretilen E-Atık Miktarı

| Yıllar | Ortaya çıkan E-Atık Miktarı | Ortaya çıkan E-Atık Miktarı (kg/kişi) |
|--------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 2014 | 41,8 | 5,8 |
| 2015 | 43,8 | 6,0 |
| 2016 | 44,7 | 6,1 |
| 2017 | 47,8 | 6,2 |
| 2018 | 48,7 | 6,4 |
| 2019 | 49,8 | 6,5 |
| 2020 | 51,8 | 6,7 |
| 2021 | 52,2 | 6,8 |

Kaynak: Birleşmiş Milletler Üniversitesi, Global E-Atık İzleme Raporu 2016 *2017 ve sonrası veriler tahminidir.

3.1 E-atık Yönetimi ve Çevre Ekonomisi İlişkisi

Çevre problemleri çeşitli yönlerden ekonomiyle direkt ilişkiye sahiptir. Çevrenin ve atıkların yönetimi ülke ekonomisini ve işletmelerin ekonomisini etkilemektedir. Çevreyi bu durumlardan bağımsız tutmak olası değildir (Keleş ve Hamamcı, 2005). Bu konuyla ilgili, E-atıkların geri kazanımında genelde birincil kaynaklarda tüketim hızını azaltmaya ek olarak katı atık miktarının düşmesi, metal dışında arta kalan malzemelerin, demir, demir dışı ve değerli diğer madenlerin kazanılması kapsamında faydalı olmaktadır. Bununla beraber E-atık tekrar kazanımı ikincil kaynak ortaya çıkarma olarak da adlandırılabilir. E-atıktan metal elde edilirken kullanılan enerji, doğal kaynaklardan elde edilirken harcanan enerjiden çok daha düşüktür. Bu nedenle E-atık geri kazanımı ciddi bir enerji tasarrufu sağlamaktadır. Bu bağlamda metal elde etmek için E-atıkların işlenmesi geri dönüşümü ve geri kazanımı tercih edilirse hem çok daha az enerji kullanılıp hem ulusal kaynaklarda etkin kullanımına yardımcı bulunulur (Yazıcı ve Deveci, 2009). Ek olarak çeşitli yöntemlerin uygulanması amacı ile ileri tekniklerle bezenmiş yüksek teknolojik alt yapıya sahip olan tesisler, nitelikli işgücüne özgü yaratılmış mühim bir istihdam kaynağı sağlayacaktır. Bu bağlamda bu tür tesislerin artırılması hem kaynak verimliliği, hem enerji tasarrufu hem de istihdam yaratma özellikleri ile ekonomide geliştirici ve genişletici bir etki oluşturacaktır. Çizelge 3.5’de birincil kaynaklara mukayeseyle geri kazanımın oluşturduğu enerji tasarruf oranları verilmektedir.

Çizelge 3.5: Birincil Kaynaklara Kıyasla Geri Kazanımın Sağladığı Enerji

| Metal/Malzeme | Enerji Tasarrufu (%) |
|-----------------------|-----------------------------|
| Alüminyum | 95 |
| Bakır | 85 |
| Demir ve Çelik | 74 |
| Kurşun | 65 |
| Çinko | 60 |
| Kâğıt | 64 |
| Plastik | >80 |

Tasarrufu

Kaynak: Ersin Yener Yazıcı, Hacı Deveci, “E-Atıklardan Metallerin Geri Kazanımı”, Madencilik, Cilt.48, Sayı: 3, 2009, s.5.

Çizelge 3.5’den de görüldüğü üzere özellikle alüminyum, bakır ve plastik atıkların yeniden üretilmesine oranla en olumsuz geri dönüşüm çalışması dahi en verimli madencilik faaliyetine kıyasla daha iyi sonuçlar vermekte. Yeni bir ürün üretmek için gerekli hammaddeyi kaynağından çıkarmak yerine, geri dönüşüm ile elde edilecek maddelerle üreterek, hem ürünün üretiminde maliyeti düşürmüştür hem de satışından elde edeceğimiz karda artış yapmadan karımızı arttırabiliriz.

Ağır metaller bakımından basılmış devre kartları (PCB) takribi %70 metal olmayan ve %30 metal olan madde içerir. PCB’lerde var olan metallerin %0,005’i paladyum, %0,2’si altın, %0,2’si gümüş, %2’si nikel, %2’si kurşun, %4’ü teneke, %8’i demir ve %20’si bakırdır (Guo ve diğ., 2008). Atık durumdaki PCB’lerde olan metallerin saflığı var olduğu minerallerden 10 kat fazladır (Bleivas ve Kelly, 2001).

Geri kazanma, geri dönüşümü ve tekrar kullanmayı da kapsayan; E-atıkların içeriklerinden faydalanarak içindeki maddeleri kimyasal, biyokimyasal veya fiziksel yöntemlerle enerjiye veya farklı ürünlere çevrilmesidir (Aydın, 2011). E-atıklardan geri kazanım ile elde edilecek ikincil hammadde başka ürünler için ihtiyaç olan birinci hammadde ihtiyacını da azaltacaktır. Bu sayede birincil hammaddeye çok daha az gerek duyulması, hem hammadde ararken harcanacak enerjiyi ve maliyeti azaltır hem de hammadde arama ve çıkarma esnasında

çevrede oluşacak zararın azalmasına etken olacaktır. 1 ton saf kurşun elde edilmesi için takriben 30 ton kurşun cevheri, saf platin veya 1 ton saf altın elde edilmesi için 330000 ton platin yahut altın cevherinin işlenmesine gerek vardır. Geri dönüşüm ile sağlanacak 1 ton saf metal, bu ölçüdeki cevherin işlenmesi için ihtiyaç duyulan maliyeti ve bunun yanında çevreye verilecek zarar düzeyini de düşürecektir (Kaya ve Sözeri, 2009).

E-Atıkların geri kazanılmasında birçok yöntem kullanılıyor olup bunlar; Pirometalurjik yöntemler, Hidrometalurjik yöntemler, fiziksel yöntemler ve Biyometalurjik yöntemler olarak adlandırılmaktadır. E-Atıkların geri kazanılmasında uygulanacak metodu seçerken yapısal bağlamda karmaşık elektrikli ve elektronik cihazların kimyasal ve fiziksel yapısını da analiz etmesi işlem verimliliği çerçevesinde önemli bir koşuldur. Çizelge 3.6'da bu işlemde kullanılan metot ve avantaj ve dezavantajları verilmektedir (Yazıcı ve Deveci, 2009).

Çizelge 3.6: E-Atıkların Geri Kazanımında Kullanılabilecek Metotların Karşılaştırılması

| Yöntemler | Avantajlar | Dezavantajlar |
|----------------------------------|---|--|
| Fiziksel Yöntemler | Tüm E-atıklarda kullanılabilecek basit prosedürler mevcut. | Değerli metal kaybı yüksek. |
| Hidrometalurjik Yöntemler | Metal kazanma verimi yüksek, esnek, küçük ölçekte uygulanabilir ve zararlı gaz çıkışı yoktur. | Ön hazırlık işlemi gerektiriyor. Atık çözeltinin arıtılması gerekiyor. |
| Biyometalurjik Yöntemler | Çevresel etkisi düşük. Küçük ölçekli firmaların uygulayabileceği niteliktedir. | Liç süresi uzun. |
| Pirometalurjik Yöntemler | Çoğu E-atık türü için uygundur. | Pahalı ve enerji yoğun bir işlem. |

Kaynak: Ersin Yener Yazıcı, Hacı Deveci, "E-Atıklardan Metallerin Geri Kazanımı", Madencilik, Cilt.48, Sayı: 3, 2009, s.5.

E-atık geri dönüşüm metotlarında; sınıflandırma, transfer, parçalama, yakma işlemi, geri kazanım süreci ve arazi giderlerinden oluşan masrafların değerlendirildiği maliyet kalemleridir. Ancak pek çok bilim insanı açısından

geri dönüşüm sürecinde en olumsuz faaliyet dahi en verimli madencilik çalışmasına kıyasla daha iyi sonuç vermektedir. Dünya üzerinde alüminyum, altın, plastik, bakır, ve çelik gibi maddelere duyulan talep her geçen gün artmakta ve ihtiyacı sadece madencilikten karşılamak hem finansal hem de çevresel açıdan olası görünmemektedir (Çiftlik ve diğ., 2009).

E-atıklar hem fiziksel hem de kimyasal açıdan belediye yahut sanayi atık türlerinden farklı özelliklere sahiptirler. Türlü değerli madenlere kıyasla insan sağlığı için tehdit edici bileşenleri içeren E-atıkların geri dönüştürülme sürecinde daha ileri düzey ayrıştırma yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir (Robinson, 2009).

Atık yönetimi sürecinde izlenecek adımlar haricinde E-atıkların yönetiminde seyredilebilecek farklı yöntemler de bulunmaktadır. Son zamanlarda bu konuda öncelikle Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu (Extended Producer Responsibility-EPR) bulunmakla beraber E-atıklarda yönetim süresinde aşağıdaki yöntemler uygulanmaktadır (Mansfield, 2013):

Atık yığını/Çöpe atma: Uygulanan bu yöntemde E-atıklar, tehlikeli/özel atık konumlarında bertaraf edilmektedir. Fakat oluşacak durumun gerçekleşmesine dair bazı engeller bulunmaktadır:

- Tehlikeli/özel atık alanları olması gerektiği kadar yaygın bir şekilde kullanılmamaktadır.
- Maliyeti fazla olduğu için tehlikeli atık arazileri için yeterli konum ve alan bulunamamaktadır.
- Bu çerçevede E-atıklar çoğunlukla oluşturulan atık alanlarında yakılarak bertaraf edilmektedir.

Bu tarz engellerin aşılıp EEE'lerin tehlikeli atık arazilerinde bertaraf edilmesi oldukça önem arz etmektedir.

Geri Dönüştürme: Yakın dönemlerde bertaraf edilen E-atık miktarındaki yükseliş ile AB Komisyonunun yönergeleri çizgisinde geri dönüşüm maksadıyla elektronik ürünleri parçalara ayırmak için kullanılması amaçlanan yeni teknoloji türleri ortaya çıkmaktadır. Bu oluşum geri dönüşüm sürecinde çalışan işçileri, E-atıklarda var olan zehirli maddelerin zarar verici tepkimesinden korumak

açısından oldukça önemlidir. Geri dönüşümde zarfında rastlanan problemlerden bir diğeri de “arka bahçe geri dönüşümü” (backyard recycling) olarak isimlendirilen süreçtir. Bu bağlamda bazı şirketler ya da bireyler sağlıksız ve düzensiz şartlarda E-atıkları parçalamakta ve bu sebeple meydana gelen zehrin kullanım yerleri denetlenememektedir.

Yenileme/Yeniden Üretim: Yenileme, bir elektronik ürünün tamamen yeniden üretmek yerine ciddi oranda parçasını baştan yapmak demektir. Yenilenen cihazlar, sıfır cihazların daha düşük kalitede şekillenmişleri olduğu söylenebilir. Yeniden üretilen cihazlar ise sıfır bir cihaz kadar hatta ondan daha kaliteli de olabilir. Yeniden üretilen cihazlar da sıfır cihazlara verildiği kadar garanti süresi verilebilmektedir; bu sebeple yeniden üretilen cihazların sıfır cihazlar kadar kaliteli olduğu sonucuna ulaşılabilir.

Onarım: Bu yöntem sadece üretilen cihaz üzerinde gerçekleştirilip, geri dönüşüm sürecinde ekstra bir üretim süreci gerektirmediği için E-atıklarla baş edebilmek için ideal bir kullanım olarak gözükmektedir. Bir cihaz şayet sonsuza kadar kullanılabilir durumda olursa bu cihazın hiçbir zaman bir atık olarak nitelendirilmeyeceği anlamına gelir. Fakat bu durumla ilgili bazı sorunlar bulunmaktadır. Kullanılan cihaz tamamen bozulmasa ve kullanılmaya devam edilse bile süreç içerisinde kullanıcı için ürün maliyeti artacaktır. Bir diğer sorun ise tamir işlemlerinin maliyetinin de zaman içinde artmasıdır. Bu sebeple tüketiciler için ürünü tamir ettirmektense yeni bir ürün almak daha ekonomik ve mantıklı olmaktadır.

Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu: Bu uygulamada işletmeler yaşam döngüsü boyunca kendi ürettikleri ürünlerinden sorumludurlar. Bu çerçevede işletme, cihazların bertaraf edilmesini dışsal bir süreç şeklinde değil, işletme için gerekli yasal bir maliyet açısından değerlendirmelidir. Bu durum üreticilerin, cihazların kullanım süresi dışındaki hayat evresinde oluşan her aşamada cihazlardan sorumlu olmasına imkân sağlar. Genişletilmiş işletme sorumluluğu, üreticileri kolay geri dönüşüm yapma ve parçalara ayırma süreçleri için teknolojik gelişme ve yenilikler tasarlamaya teşvik eder. Aynı zamanda bu uygulama, üreticilerin yeniden üretim ve geri dönüşüme uygun cihazlar üretmelerini neden olurken, planlı eskitme uygulamaları açısından da bir caydırıcı olmaktadır (Marangoz ve diğ., 2015).

İktisadi olarak karın maksimize edilmesi bakımından atıkların dönüştürülmesi oldukça önemlidir. Geri dönüşüm ve sürdürülebilir ekonomik kalkınma arasında akıcı, sistematik bir ilişki bulunmaktadır. Var olan ilişkinin sürekliliği için öncelikle gereksizce oluşan atıkların önüne geçilmeli ve üretimde optimal atık çıkarma oranları içinde çıktı alınması gerekmektedir. Daha sonraki aşamalarda ise geri dönüşüm yatırımı ile oluşturulan tesislerde oluşan atıkların geri dönüştürülerek ekonomik bir popülasyon halinde girdi oluşturması gerekmektedir (Hobikoğlu, 2013).

Çevre sorunları ele alındığında ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, konuyu ele alışı ve uygulamalarda büyük oranda bir ayrım olarak değerlendirilmektedir. Gelişmiş ülkelerin hükümetleri, çevrenin korunmasıyla ilgili yaptırımlar koymada ve bu yaptırımları uygulamakta daha özenli davranmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerde ise hükümetler arıtma tesisleri kurulumunun büyük bir yatırım gerektirdiğini ve bunun da ekonominin büyümesini yavaşlatacağını savunmaktadırlar. Buna karşın, aksi yönde olan görüşler yaygınlaşmaktadır. Örneğin, Birleşmiş Milletler Çevre Programı eski İcra direktörü olan Mustafa Tolba, çevreyi korumanın lüks değil gereksinim olduğunun altını çizmiş ve hatta çevrenin karlı bir yatırım olduğunu da vurgulamıştır. Bu görüşe dayanarak çevre yatırımı yapmak maliyetinden daha karlıdır. Bu yaklaşım doğrultusunda ülkelerin gelişmişlik seviyeleri Gayri Safi Milli Hasıla (GSMH) değerinin uygun olan bir kısmının çevre politikaları için ayırmanın büyümeyi durdurmayaacağı belirtilmektedir (Keleş ve diğ., 2009).

E-atıkları etkili yeniden kullanım, müşterilerden toplamak, bertaraf etme ve düşük maliyetlerle geri kazanma, EEE'lerin içeriğinde bulunan bileşenlerin ekonomik değerleri dikkate alındığında oldukça önemlidir. Çevre ekonomisi çerçevesinde düşünüldüğünde ise etkin ve doğru yönetilemediği takdirde E-atıklar, doğal kaynaklar ve çevre unsurları için potansiyel bir tehdit iken; E-atıkların uygun süreçlerle ve etkili bir şekilde değerlendirilmesi ile meydana gelecek ekonomik değer yeni pazar alanları oluşturabilecek kapasitededir. Bu çerçevede gelişmiş ülkeler tarafınca oluşturulan AB EEE'lerin atıkları ile ilgili yönetmelikte (WEEE Directive) EEE'lerin üreticilerinin tasarım ve üretim yaparken, yeniden kullanımı, tamiri, monte edilebilir olmayı ve geri dönüştürülebilir olma sürecini dikkate alıp; tüketicileri de EEE'lerin atıklarının

toplanması sürecine katkıda bulunmaya zorlamaktadır. Aynı yönergeyle işletmeler için, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve geri kazanım miktarları için alt sınır belirlenmiş ve bu sayede çevre kirliliğinin ve kaynakların tükenmesinin azalması yoluna gidilmiştir (Ergülen ve Büyükkeklik, 2008). Bu çerçevede Mansfield (2013)'e göre E-atıkların bertaraf edilmesi hem ekonomik anlamda fırsat oluşturduğu hem de bazı bileşenleri değerli olması sebebiyle E-atık toplayıcılarınca satın alınmaktadır.

EEE'lerin dünya genelinde sahip oldukları pazar paylarının, tüketim ve üretim miktarlarının artmasının yanı sıra oluşan E-atıkların miktarında da artış yaşanmıştır. Ülkeler E-atık yönetimi konusunda gelişmek için çabalıyorsa da henüz yeterli düzeye ulaşmamışlardır (Ergülen ve Büyükkeklik, 2008).

Bu konuyla alakalı dünyadaki ilgili kuruluşların görüşleri değişmektedir. Çevre ekonomisi çerçevesinde mühim bir konu olarak kabul edilen atık yönetimiyle ilgili Türkiye Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 2014 senesinde yayımladığı Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planında, oluşan atıkların çevreye, doğaya zarar vermeden önce bertaraf edilmesi gerekliliğinin önemi vurgulanmış ve geri dönüşümün gelecek için de verim sağlayacak bir ekonomik yatırım olduğu öngörülmüştür. Raporda "Doğal kaynakların hızlı tüketilmesine bağlı olarak üretim esnasında kullanılan hammadde düzeyinin azalması ve yine buna bağlı olarak da maliyetin artması sebebiyle ekonomik sorunlar ortaya çıkmaktadır. Sektörlerin hammadde ihtiyacının bir kısmı ekonomik değeri bulunan ve geri dönüştürülebilir atıklardan karşılanıp sürdürülebilirliğin sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Etkili bir geri dönüşüm sistemi, ara mal ithalatı ve hammadde bağımlılığı yüksek sektörlerde; bağımlılığı azaltıcı etkisiyle de sürdürülebilir ekonomik gelişmeye katkı sağlayacaktır." (Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü, 2014).

3.2 E-Atıkların İnsan Sağlığı Üzerindeki Etkileri

Bilişim ve teknolojinin yükselen gelişmesiyle elektronik atıkların geri dönüşümleri, tekrar kullanımları ve atık yönetimi başlıkları gündeme gelmektedir. E-atıkların ülkelerin ekonomisi üzerinde yadsınamayacak etkileri bulunmaktadır. E-atıkların çevreye üzerindeki etkilerini araştırırken üretim

aşaması, geri dönüşüm ve bertaraf aşamalarında ortaya çıkan maddeleri de değerlendirmek gerekmektedir. E-atıklar çoğu zehirli olan 1000'den fazla çeşitli madde içermektedir. Bu durum da imha yahut depolama alanlarında ciddi düzeyde çevre kirliliği oluşturmaktadır (Yaren ve diğ., 2014).

E-atıklar sonucunda meydana çıkan maddelerin bazılarının zararları şöyledir:

Kurşun (Pb): Kurşunun olumsuz etkileri iyi belirlenmiş ve kabul edilmiştir. İlk olarak 1970'lerde benzinde yasaklanmıştır. Kurşun, insanlarda merkezi ve periferik sinirlere, kan sistemine, böbrek sistemine ve üreme sistemine zarar verir. Endokrin sistemi üzerindeki etkileri ve çocuğun beyin gelişimi üzerindeki ciddi olumsuz etkileri gözlemlenmiş ve belgelenmiştir. Kurşun, çevre ve bitkiler üzerinde birikmesi sonucu hayvanlara ve mikroorganizmalara yüksek akut ve kronik etkileri vardır. Kurşun bilgisayarlarda, lehim basılmış devre kartları ve diğer bileşenlerde kullanılmaktadır (Kaya ve Sözeri, 2007).

Cıva (Hg): Dünya üzerinde Hg tüketiminin %22'si elektrik-elektronik cihazlar oluşturmaktadır. Elektronik atıklardan çıkan düğmeler, seviye algılayıcıları, relaylar, tıbbi cihazlarda, deşarj/floresan lambalarında, mobil telefonlarda, veri iletiminde telekomünikasyonda, baskılı devrelerde, anahtarlarda, pillerde kullanılmaktadır (Akın ve Kuru, 2011). Düşük dozlarda zehirli olsalar dahi beyne ve böbreklere zarar vermektedirler. Kısa sürelerde yüksek dozlara maruz kalınma sonucunda cıvanın solunum yollarında hasar oluşturduğu tespit edilmiştir. Bununla beraber cıva konsantrasyonunun vücutta artması, myokard enfarktüsü, deride kızarıklık ve yaralara, hipertansiyona, gözlerde zarara sebep olabilir (Güven ve diğ., 2004).

Bromlu Alev Geciktiriciler (BFR): Ürünlerin kendiliğinden alev almamalarını sağlamak için kullanılmaktadır. Kablo, bilgisayar parçalarında, süngerler gibi ürünlerde kullanılmaktadır. İnsanlarda bulunan büyüme hormonunu oldukça etkilemektedir. Düşük sıcaklıkta yanması sonucunda zehirli atık oluşumuna neden olur (Akın ve Kuru, 2011).

Fosfor (P): Bilgisayar ekranları gibi ekranlarda çözünürlük oluşturmak için kullanılan inorganik türde bir kimyasaldır. Bir tüpte bulunup kırılması sonucunda oluşan tozun solunması yahut saçılan cam parçalarına dokunulması oldukça risklidir (Akın ve Kuru, 2011).

Baryum(Ba) : Bilgisayarlarda CRT'nin radyasyonundan kullanıcıyı korumak için baryum kullanılmaktadır. Çalışmalar baryuma kısa süreli maruz kalmanın beyin şişmesine, kas güçsüzlüğüne, kalbe, karaciğere ve dalağa zarar verdiğini göstermiştir. Bu güne kadar kronik baryum maruziyetinin insanlara etkileri tam olarak tespit edilememiş, bu konuda veri eksikliği vardır. Bununla birlikte, uzun bir süre boyunca baryuma maruz kalan hayvanlar üzerinde yapılan çalışmalar, kan basıncını ve kalpteki değişiklikleri arttırdığını ortaya koymaktadır (Kaya ve Sözeri, 2007).

Krom 6 (Cr+6): Sertleştirilmiş çelik ve korozyon korumasında kullanılır. Doğada doğal olarak da bulunur ancak endüstriyel faaliyetlerde yüksek oranda kullanılır. Deri tabaklamakta, trenlerin boyalarında, boyayı güçlendirip paslanmayı engellemek için kullanılır. İnsanlarda akciğer, deri ve sindirim sistemiyle temas ettiğinde tahriş edici ve korozif özellik gösterir, astım, bronşit ve DNA hasarı sebep olmaktadır (Kahvecioğlu ve diğ., 2003).

Berilyum (Be): Bağlantı parçalarında ve ana kartlarda bulunur. Berilyum ve berilyum kimyasalları temel olarak canlı vücuduna deri teması, ağızdan ve solunum yolu olmak üzere üç farklı yolla girmektedir. Kanserojen olarak sınıflandırılmakta olan berilyum İmmun sistem disfonksiyonu da oluşturmaktadır (Yekeen ve diğ., 2016).

Kadmiyum (Cd): Kadmiyum elementi ekosistemde bulunan en tehlikeli ve en ağır metal kirleticilerinden biri olarak canlılar için toksiktir. İnfra-red detektörler, bilgisayar çipleri, piller ve plastikler kadmiyum içermektedirler. Toprak ve bitki sisteminde yüksek mobilite olması sebebiyle kolayca besin zincirine dâhil olabilmekte bu sebeple insan, hayvan, bitki sağlığı yönünden tehlikeler oluşturmaktadır. Çok az miktarda kadmiyum içere havanın 14 günden fazla solunması sonucunda böbrek yetmezliği ve kronik akciğer rahatsızlıkları ortaya çıkarmaktadır. Genellikle karaciğerde ve böbreklerde biriken kadmiyum ve bileşikler ileriki yaşlarla hipertansiyona sebep olabilmektedir. Kısa süreli olarak alınımı mide hastalıklarına sebep olurken, uzun süreli doz alımı kemiklerde böbrekte önemli problemlere sebep olmaktadır (Duffus, 1981). Kadmiyumdan kaynaklı akut zehirlenmede ise 24 saat içinde halsizlik, ateş, terleme, baş ağrısı, kaslarda gerilme ve ağrıya beraber kusma ortaya çıkmaktadır (Çıtak ve diğ., 2007).

E-atıkların geri dönüştürülmesi ile çevre ve insan sağlığına etkileri hakkında literatür incelendiğinde yapılan çalışmaların daha çok gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerde daha yoğun olduğu belirlenmiştir. Geri dönüşüm yapılan tesislerinin bulunduğu alanlarda gerçekleştirilen çalışmalarda E-atıkların çevre ve insan üzerine olumsuz etkileri anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.

Huanga ve diğerleri (2016) çalışmalarında; Güney Çin'de ağır metallerin dönüşümü yapılırken solunması sebebiyle buna maruz kalan insanların sağlık risk düzeyini incelemek amacıyla 2012 yılı incelenerek yapılmış araştırmada ömür boyu, kanser olma riski anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.

Awasthi, Zeng ve Li (2016) çalışmalarında; Çin'de 2012-2013 seneleri için yaptıkları başka bir araştırma çalışmasında, ise bölgede bulunan E-atık geri dönüşümüyle ilgili riski değerlendirmek için; bir yıl boyunca Mn, Pb, Cd, ve Cr analizleri yapılmış; Cd ve Pb verileri anlamlı düzeyde referans aralığından daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Awasthi, Zeng ve Li (2016) çalışmalarında; Hindistan'da ağır metaller, atık bertarafı ve işleme yapan işçiler ve bu tesislerin yakınında yaşam süren insanlar üzerinde kan, idrar, serum, saç ve anne sütü tahlilleri alınarak gerçekleştirilen araştırmada elde edilen veriler sonucunda; teknolojiyi geliştirmeleri gerektiği, işçiler ve civardaki sakinleri düzenli olarak bilinçlendirmek için programlar düzenleyip çevre uygulamalarının yenilenmesi, geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Huang ve diğerleri (2015) çalışmalarında; Çin'de E-atık geri dönüşümü yapılan referans bölgelerden seçilmiş 167 çocuk incelenerek gerçekleştirilen polisiklik aromatik hidrokarbon kan düzeyi yüksekliği ile, kilo, boy, göğüs ve baş çevresi ölçümleri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Süt tüketimi, yaş, cinsiyet gibi karıştırıcı faktörleri dışladıktan sonra göğüs çevresi ve boy ölçümlerinin anlamlı düzeyde düşük bulunduğu belirtilmektedir.

4. ÇALIŞMANIN YÖNTEMLERİ

Çalışmanın bu kısmında Avrupa Birliği üyesi olan 6 ülke hakkında, çalışmanın amacına yönelik seçilen “yaşam beklentisi”, “sera gazı emisyon oranı”, “enerji verimliliği”, “yenilenebilir kaynaklardan enerjinin payı”, “eğitim seviyelerine göre nüfus oranı”, “cinsiyete ve seçilen yaş grubuna göre gelirin beşli hisse oranı”, “yoksulluk eşiği, yaş ve cinsiyete göre yoksulluk riski oranı” göstergelerinin verilerini incelemek için kullanılan ve ileriki çalışmalarda kullanılabilir yöntemlere değinilmiştir.

4.1 Korelasyon Analizi

Değişkenler arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığı korelasyon katsayısı ile belirlenir. Bu katsayı her zaman -1 ile 1 arasında değer alır (Demir, 2017). Bir değişkenin iki veya daha fazla değişken ile olan ilişkisi de kısmi korelasyon teknikleriyle hesaplanır. Hangi korelasyon katsayısının kullanılacağı; değişkenlerin hangi ölçek düzeyinde ölçüldüğüne, değişkenlerin sürekli veya süreksiz olmalarına ve değişkenlerin doğrusal olup olmamasına göre değişir. Örneğin Pearson Korelasyon katsayısı minimum 2 eşit aralıklı ölçek oranında ölçülüp, 2 sürekli değişkenin doğrusal ilişkisinin derecesini saptamada kullanılır. Bu katsayının yorumlanması Çizelge 4.1’deki gibidir (Köklü ve diğ., 2006).

Çizelge 4.1: Pearson Korelasyon Katsayısının Yorumu

| Korelasyon Katsayısı | Analiz Yorumu |
|----------------------|-----------------------|
| 0,00 | İlişki yok |
| 0,01-0,29 | Düşük düzeyde ilişki |
| 0,30-0,70 | Orta düzeyde ilişki |
| 0,71-0,99 | Yüksek düzeyde ilişki |
| 1,00 | Mükemmel ilişki |

Kaynak: Köklü ve diğ., 2006.

Sıralı puanlar kullanılarak ölçülen iki değişken arasındaki doğrusal ilişki ise Spearman Korelasyon katsayısı ile açıklanır. Eşit aralıklı ya da eşit oran düzeyindeki ölçümler sıralı ölçeğe çevrilerek analiz edildiğinde de ilgili ölçümler sıralı ölçeğe dönüştürülebilir. İlave olarak Pearson korelasyonundaki değişkenlerin, normal dağılım varsayımını sağlamadığı durumda da Pearson korelasyon yerine kullanılır. Dağılım ve doğrusal bir ilişki varsayımı aranmaksızın veriler aralıklı ya da sıralama ölçeği ile ölçülmüş ise Kendall Tau korelasyon analizi kullanılır.

4.2 Regresyon Analizi

Bağımsız değişken veya değişkenler yardımıyla matematiksel modelle ifade edilmesine regresyon analizi denir. Modelde yer alan bağımsız değişken sayısına göre regresyon modelleri “Basit Doğrusal Regresyon” veya “Çoklu Doğrusal Regresyon” olarak ifade edilir. Eğer model bir bağımsız değişkenden oluşuyorsa basit doğrusal regresyon, iki veya daha fazla bağımsız değişkenden oluşuyorsa çoklu doğrusal regresyon denir (Demir, 2017).

Regresyon analizinde tahmincilerin istenilen özelliklere sahip olması için hata terimleri ve bağımsız değişkenlerin bazı varsayımları sağlaması gerekir. Basit doğrusal regresyon ve çoklu doğrusal regresyon modellerine ait varsayımlar aşağıdaki şekildeki gibi verilebilir (Demir, 2017):

- Sıfır ortalama varsayımı: hata terimlerinin beklenen değeri, bir başka ifadeyle ortalamaları sıfır olmalıdır.
- Sabit varyans varsayımı: hata terimlerinin varyansı eşit olmalıdır. Aksi halde değişen varyans söz konusudur.
- Normallik varsayımı: hata terimlerinin dağılımları normal dağılıma uyumludur.
- Otokorelasyon: hata terimleri birbirinden etkilenmemeli yani bağımsız olmalıdır. Hata terimlerinin ilişkili olması durumunda otokorelasyondan söz edilir.

Çoklu doğrusal ilişki: bağımsız değişkenlerin ilişkili olması durumudur regresyon analizinde ise bağımsız değişkenler arasında kuvvetli doğrusal ilişki

olması istenmez bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal ilişki olup olmadığı tespit etmek için bağımsız değişkenleri ait VIF (variance inflation factors) değerlerinin karekökleri incelenir.

Basit regresyon modeli: $Y = \alpha + \beta x + \varepsilon$ şeklinde bir bağımlı değişken ve bir de bağımsız değişken içerir.

Bu modelde;

Y; bağımlı (sonuç) değişken olup belli bir hataya sahip olduğu varsayılır.

X; bağımsız (sebeup) değişkeni olup hatasız ölçüldüğü varsayılır.

α ; sabit olup X=0 olduğunda Y'nin aldığı değerdir.

β ; regresyon katsayısı olup, X'in kendi birimi cinsinden 1 birim değişmesine karşılık Y'de kendi birimi cinsinden meydana gelecek değişme miktarını ifade eder.

ε ; tesadüfi hata terimi olup ortalaması sıfır varyansı σ^2 olan normal dağılışı gösterdiği varsayılır. Bu varsayım katsayıların önem kontrolleri için gereklidir.

Regresyon modeli oluşturulacağı zaman genel itibariyle en küçük kareler ve en büyük olabilirlik teknikleri şeklinde bilinen iki metottan biri kullanılmaktadır. Hata teriminin normal dağılım göstermesi durumunda en büyük olabilirlik tekniği metoduyla parametreler tahmin edilir. Eğer hata teriminin dağılımı ile ilgili varsayım yoksa da en küçük kareler tekniği metoduyla tahmin edilir (Demir, 2017).

En küçük kareler metodu Carl Friedrich Gauss'a ait olup cazip istatistikî özelliğinden dolayı en gözde yöntemlerden biri olarak kabul edilir.

Regresyon modelini hesaplayabilmek için ilgili problemi baz alarak gözlem değerlerini kullanmamız gerekir. Bu sebeple de kurulan modelde tahmini değerler olacaktır.

Tahmin edilen katsayıların ve değişkenlerin hesaplanması için geliştirilen ve gerçek katsayılarla en yakın sonuçları elde edebilmek için EKK yöntemiyle gerçek Y değerleri ile tahmin edilen Y değerleri arasındaki farkın kareleri toplamını minimum yapılır. Amaç $Y = \alpha + \beta x + \varepsilon$ denklemindeki ε (hata teriminin) en küçük değeri almasını sağlamaktır.

Çoklu doğrusal regresyon bir adet bağımlı değişken ve bununla ilişkili bir dizi bağımsız değişkenin birbirleri arasında olan ilişkiyi ortaya koymak için yapılan bir metottur. İki ya da daha çok bağımsız değişken ile bir bağımlı değişken arasındaki doğrusal bağıntıyı analiz eder. Çoklu regresyonda bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında bir bağıntı bulunmaktadır. Bağımsız değişkenleri X, bağımlı değişkenleri Y ile gösterelim.

- Y: bağımlı değişken
- X: bağımsız değişkenler
- β : katsayılar
- E: rastgele hata

Verilere çoklu regresyon uygulanabilmesi için, bağımsız değişkenler arasında çoklu bağımlılık olmaması gerekir.

4.3 K-Ortalamalar Kümeleme Yöntemi

Mac Quenn (1967) tarafından 1967 yılında bulunan bu algoritma en uygun çözüme ulaşana kadar sürekli olarak kümelerin yenilendiği döngüsel bir algoritma olarak tasarlanmıştır. k sayıda küme oluşmakta, k sayıda oluşan her kümenin içerisindeki verilerin ağırlıklı ortalamaları sonucunda bir değer oluşmaktadır. Küme merkezi ise küme içinde oluşan bu değere en yakın olan değere denir (Berkhin, 2002).

K-ortalamalar kümeleme algoritması öncelikle rastgele k sayıda nokta seçer. Seçilen bu noktalar ilk küme merkezini temsil eder. Daha sonra seçilen her nokta en yakın olduğu merkez noktanın bulunduğu kümeye eklenir. Dahil olduğu kümenin elemanlarının ağırlıklı ortalamaları hesaplanarak yeni küme merkezi değeri bulunur. Bulunan bu değer daha sonraki kümeleme işlemlerinde bulunduğu kümeyi temsil eder.

K-ortalama yönteminin işlem adımları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Steinbach ve diğ., 2000):

Adım 1: k değeri belirlenir.

Adım 2: Başlangıç küme merkezleri olarak k veri seçilir.

Adım 3: Veri, hangi kümenin ortalamasına en yakınsa o kümeye dahil edilir.

Adım 4: Küme ortalamasını tekrar hesaplayarak yeni küme merkezi belirlenir.

Adım 5: Küme üyeliklerinde değişiklikler bitmediyse Adım 3 ve Adım 4 değişiklikler bitene kadar tekrar edilir. Değişiklikler bittiyse durulur.

K- Ortalamalar Kümeleme yöntemi birçok farklı alanda kullanılmaktadır.

Çakmak (1999) ise çalışmasında; K-ortalamlar yöntemi ile elde edilen kümeleme sonuçlarının test edilmesi sonucunda illerin eğitim yapısı bakımından iki kümeye bölüdüğü durumda %100, altı kümeye bölüdüğü durumda %98,7 ve üç kümeye bölüdüğü durumda ise %97,4 doğru sınıflandırma elde etmiştir. Bu nedenle K-ortalamlar yöntemi ile elde edilen kümeleme sonuçlarının tutarlı olduğunu çalışmasında vurgulamıştır.

Yaraş (2005) pazarlama alanında gerçekleştirdiği çalışmasında; markaların pazarlama faaliyetlerinin olumlu ya da olumsuz olarak değerlendirilmesinin, marka değerinin yüksek olarak algılanması arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Pazarlama faaliyetlerinin olumlu algılanması, marka değerinin de yüksek algılanacağı sonucuna varılmıştır.

Ersöz (2009) sağlık alanında yaptığı çalışmasında; küme sayısına aşamalı olmayan kümeleme yöntemlerinden dendogramı inceleyerek karar verilmiştir. Analizde küme sayısının 3 olduğuna karar verilmiştir. K-ortalamlar kümeleme yöntemi sonucu aşamalı kümelemeden farklı olarak 3'üncü kümede oluşturmuştur. Sağlık harcamalarının GSYH'deki oranı ve kişi başına düşen sağlık harcamalarına en fazla paya sahip olan ülkelerin; 2'nci kümede, doğumda yaşam beklentisinde en fazla paya sahip olan ülkelerin; 1'inci küme olduğu, her 1000 doğumdaki bebek ölüm sayısında en fazla paya sahip olan kümenin ise 3'üncü küme olduğu görülmüştür. Kümeleme analizinde sağlık göstergelerinin kümeler itibariyle farklılığın öğrenilmesi amacıyla ANOVA hesaplanılmıştır. Değişkenlerin kümelere göre farklı çıkması doğaldır. Çünkü kümeleme analizi ile kümeler arası fark en üst düzeyde belirlenmiştir. ANOVA verileri burada tanımlayıcı amaç için kullanılmıştır. Analiz sonucuna göre n= 30 ülkenin kümeleneğinde seçilmiş 4 sağlık göstergesinin de önemli düzeyde etkin olduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar ayırma analizi ile incelendiğinde Kaufmann ve Rousseeuw SC değerlendirme kriterleri yardımı ile 30 birimin

kümeleme çözümü $-1 < 0,5 < 1$ arasında yer aldığından ($SC=0,51$) “Birimler arasında uygun/makul kümeleme yapısı var” sonucu çıkarılmıştır.

Cabria ve Gondra (2014) geri dönüşüm ağında yük dengeleme ve maliyet azaltma yöntemleri üzerinde yaptığı araştırmanın belirli adımlarında K-ortalamlar kümeleme yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışma temelde de E-atık tesis yeri belirleme üzerine optimal toplama ve dağıtım merkezlerinin belirlenmesi üzerine kurgulanmıştır.

Üstünel (2018) perakendecilik sektöründe yaptığı tez çalışmasında; K-ortalamlar algoritmasıyla birlikte farklı metotlar kullanılarak veriler doğru, etkin ve hızlı bir şekilde kümelenebilir ve analiz edilmiştir. Kümeleme analizi için K-ortalamlar algoritmasına dayalı yeni bir sistem geliştirilmiştir. Veri analizi için kullanılacak veri dosyasının hazırlık işlemleri MS-SQL veri tabanında yapılarak, tüm analiz sonuçları geliştirilen sistem üzerinden sağlanmıştır. Kümeleme analizinde, küme sayısının seçimi için Elbow metodu; başlangıç merkezlerin seçimi için Maximin, Katsavounidis, PCA-Part, Var-Part ve K-ortalamlar metotları; kümelemelerin değerlendirilmesi için ise Silhouette ve Calinski-Harabasz metotları kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde Elbow metodunun hata, toplam süre ve iterasyon anlamında en iyi sonuçları K-ortalamlar ve Var-Part metotlarıyla kullanıldığında verdiği görülmüştür. Sonuçların doğruluğu Silhouette ve Calinski-Harabasz metotlarıyla değerlendirilmiştir ve tüm analizler bu doğrultuda gerçekleştirilmiştir.

Akgöz (2019) sigortacılık sektöründe yaptığı çalışmasında; Türkiye’de faaliyet gösteren bir sigorta şirketinin müşterilerine farklı tarih aralıklarında satışı gerçekleştirilmiş olan poliçe verileri K-ortalamlar algoritması ile analiz edilmiştir. İşletme tarafından yapılan ankette 521 müşterinin memnuniyet verileri alınıp veri tabanına işlenmiştir. Bu müşteri grubunun memnuniyet verisi ile birlikte müşterinin poliçe ürünü, hasar adedi, demografik özellikleri ile ilişkilendirilerek memnuniyetsizliğin altında yatan nedenler araştırılmıştır. Elde edilen verilerin K-ortalamlar ile kümelenebilirliği sonucunda birbirine benzer müşteri gruplarının oluşturulması sağlanmıştır. Değişkenlerin kendi içinde kümeler üzerine etkisi incelendiğinde birinci kümede yüksek fiyat, ikinci kümede eksperin tutum ve davranışları, üçüncü kümede yenileme döneminden önce aranmamaları sonucuna varılmıştır.

K-ortalamlar kümeleme yönteminde ilk veri seçimi rastlantısal olarak yapılır. Rastlantısal olarak yapılan bu küme merkezi seçimi ile veri kümesindeki bütün birimlerin bu seçilen merkez noktalarla aralarındaki uzaklıkları değerlendirerek birimlerin kümelenmesi sağlanır. Küme merkezlerinin rastlantısal bir şekilde seçilmesi başka bir açıdan yanlı sonuçlara neden olabilir. Değişen bu sonuçların hangisinin daha geçerli olduğunun belirlenmesi başka bir sorunsaldır.

Başlangıç küme merkez seçim sorunsalının giderilmesi için en az veri sayısı kadar veri seti dışından seçilen başlangıç merkez birimlerle çalışma yapılmıştır.

Veri seti içinden seçilen herhangi bir merkez verinin oluşturduğu durumdan, görülme sıklığı diğer kümelerle göre çok olanların daha kararlı olduğu varsayılarak bu kümelerin kullanılması gerektiği düşünülebilir. Eğer sıklığı çok yüksek olan kümelerle karşılaşılmaz ise merkez verilerin çalışılan veri dışından rastlantısal olarak seçilerek farklı küme sonuçları oluşturulabilir.

Veri seti dışında yer alan aynı boyutta veriler elde etmek için aşağıdaki adımlar gerçekleştirilmelidir (Özarı ve diğ., 2019)

Adım 1: Veri setinde yer alan tüm nesnelerin birbirine olan uzaklıkları hesaplanır.

Adım 2: Veri sayısı (n) dörde bölünerek elde edilen değer yukarı yuvarlanır.

Adım 3: Adım 2'den elde edilen sayının m olduğu durum için;

Birbirine en uzak nesnelere belirlenir. Bu iki nesneye uzaklık değerinin n'de biri eklenerek veri setinde yer almayan ve yoğunluğun olmadığı düzlemde yeni nesnelere bulunur. Aynı işlem ikinci, üçüncü, ... ve m. en uzak olan nesnelere de uygulanır. Böylelikle $2m$ tane veri seti dışından yeni nesne bulunur.

Adım 4: Adım 3'ün aynısı birbirine en yakın olan nesnelere için yapılır fakat burada yeni nesnelere uzaklık değerinin n'de 1'i çıkartılarak bulunur.

4.4 Silhouette İndeksi

Küme geçerlilik ölçütü olarak içsel kriterler ve dışsal kriterler olmak üzere iki farklı geçerlilik ölçütü vardır. Kümeleme sonunda bulunan küme yapısı ile veri seti hakkında ilgili bilinen ön bilgi karşılaştırılmasına dışsal kriter (Jaccard, Hubert, rand vb.) denir. Kümeleme yapısı ile toplanan verilerin arasındaki

uyumun belirlenmesinde sadece veri setindeki nicel değerleri ve natürel yapıyı inceleyerek kümeleme sonuçlarını değerlendirmesine içsel kriterler (Silhouette, Calinski ve Harabazs, Krzanowski ve Lai, Hartigan, Wilk's Lambda vb.) denir. İçsel kriterler genellikle kümelerin arasının karelerinin toplamını ya da kümelerin içinin karelerinin toplamı baz alarak değerlendirir (Koutroumbas ve Theodoridis, 2006).

İçsel kriterler kümeleme analizi ile yapılan çalışmalarda dışsal kriterlere göre daha fazla kullanılmaktadır. Bunun nedeni ise, dışsal kriterlere göre içsel kriterler daha anlamlı ve daha doğal küme kümeler oluşturmaktadır. Örnek olarak Arizmendi, Abundez, Rendon ve Quiroz'un (2011) çalışmalarında; dışsal küme geçerlilik ölçütleri ile Silhouette indeksinin de dahil olduğu içsel küme geçerlilik ölçütlerini K-ortalamlar kümeleme yöntemi üzerinde kullanmıştır. Bu uygulama neticesinde içsek kriterlerin dışsal kriterlere göre çok daha başarılı doğal ve anlamlı küme yapıları oluşturdukları sonucuna varılmıştır.

Bu nedenle çalışmamızda K-ortalamlar yönteminin sorunsallarından biri olan k değerinin belirlenmesi için ve ayrıca yöntemin diğer bir sorunsalı olan rastgele merkez seçiminin aza indirgenmesi için literatürde küme geçerliliği için oldukça sık kullanılan Silhouette indeksinden faydalanılmıştır. Bu indeks Rousseeuw (1987) tarafından, k değerini belirlemede kullanılabilecek bir indeks olarak oluşturulmuştur. Her k değeri için kümeleme yöntemi ile elde edilen küme grubu için, bu indeks değeri hesaplanarak, indeks değerinin büyük olduğu k değeri ayrıştırmak istenen en geçerli küme sayısını gösterir. Bu değer her zaman -1 ile 1 arasında değer alır ve bu değer 1'e ne kadar yakınsa küme sayısının o kadar iyi olduğunu ifade edilir. Bu değerlerin ortalaması da k değeri için Silhouette indeks değerini verir. Herhangi bir i verisi için Silhouette değeri genellikle Sil(i) ile gösterilir ve aşağıdaki eşitlik yarımıyla hesaplanır.

$$Sil(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}}$$

Burada a(i), i. verinin kendi kümesindeki tüm verilere olan uzaklıklarının ortalamasını, b(i) ise i. verinin diğer kümelerdeki tüm verilere olan uzaklıklarının ortalamalarının minimum değeridir.

Literatür incelendiğinde geçerli küme sayısını belirlemek için Silhouette indeksinin kullanıldığı birçok çalışmaya rastlanılmıştır.

Şahingil ve Özkazanç (2010) çalışmalarında; Kuzey Amerika’da bulunan bazı kentsel yerleşim alanlarının görüntüleri incelenmiştir. Uzaktan belirlenen imgelerdeki optimal bölüt sayısının bulunması için bölütleme geçerliliği indekslerinin kullanılması konusunu araştırmaktadır. Silhouette indeksinde kullanılarak Kuzey Amerika’da bulunan kentsel bölgeler için belirlenen optimal bölüt sayısını 4 olarak bulmuşlardır.

Başkır ve Aydın (2013) çalışmalarında uluslararası düzeyde faaliyet gösteren ve Türk bankacılık sektöründe yer alan 44 bankayı sermaye yeterlilik rasyolarına göre K-ortalamar yöntemi ile kümelere ayırmışlardır. Çalışmada oluşturulan küme yapılarının kalitesi için uygun küme sayısının belirlenmesinde ise Silhouette indeksinden yararlanılmıştır.

Başkır (2015) çalışmasında; Türk sigorta piyasasında 2010-2014 yılları arasında faaliyet gösteren 16 adet hayat ile hayat ve emeklilik şirketlerinin dış analiz tekniği kullanılarak finansal performansları incelemiştir. K-ortalama ve bulanık öbek ortalamar algoritmaları kullanılmış olup, küme geçerlilikleri ise Silhouette indeksi ile değerlendirilmiştir.

Aydın ve Seven (2015) çalışmalarında; İl Nüfus ve Vatandaşlık Müdürlüklerinde işleyişi sağlayabilmek ve sürdürürebilmek için işe alınan personellerin iş yoğunluklarına göre K-ortalamar kümeleme yöntemi ile kümelemiş, bunun sonucunda benzer iş yoğunluğu bulunan illerden altı değişik küme oluşturulmuşlardır.

Özçalıcı (2016) çalışmasında; BIST50 Endeksinde bulunan 50 tane hisse senedinin günlük getiri ve risk değerlerini kullanarak senetleri kümelere ayırmıştır. Hisse senetleri kümelendirirken kullanılan Öz düzenleyici haritalar yöntemi senetleri başarılı bir şekilde görselleştirdiğini belirlemiştir.

Çelik ve diğerleri (2019) çalışmalarında; Türkiye illerindeki konut talebinin benzerliklerini incelemiş, konut talebini ve bu talebi etkileyen ekonomik faktörleri değerlendirerek incelemiştir. Kullanılan kümeleme yöntemi geçerliliği Silhouette indeksi ile değerlendirilmiş. Bu değerlendirme sonucunda Türkiye’nin konut talebi benzerliği bulunan illeri belirlenmiştir.

5. UYGULAMA

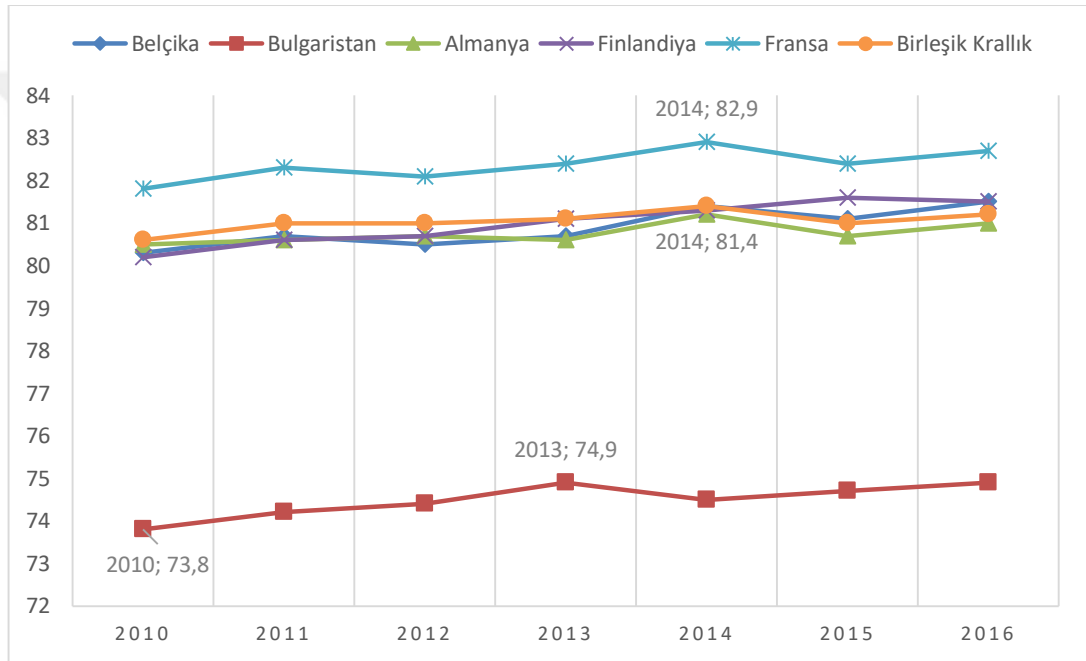
Çalışmanın amacına yönelik seçilen “E-atık dönüşüm oranı” “yaşam beklentisi”, “sera gazı emisyon oranı”, “enerji verimliliği”, “yenilenebilir kaynaklardan enerjinin payı”, “eğitim seviyelerine göre nüfus oranı”, “cinsiyete ve seçilen yaş grubuna göre gelirin beşli hisse oranı”, “yoksulluk eşiği, yaş ve cinsiyete göre yoksulluk riski oranı” göstergeleridir. Bu göstergeler kullanılarak ülkelerin birbirine benzeyip, benzemediği araştırılmıştır. Bir başka ifade ile Avrupa Birliğine üye Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık ülkelerinin; E-atık ve ilgili toplam sekiz gösterge dikkate alınarak, 2010-2016 dönem aralığına yer alan her yıl için, hiyerarşik olmayan kümeleme yöntemlerinden K-ortalamar kümeleme yöntemi yardımıyla gruplara (kümelere) ayrıştırılmıştır. Ayrıca yöntemin sorunsallarından biri olan k parametresinin belirlenmesi için de literatürde sıkça kullanılan Silhouette endeks değerinden yararlanılmıştır. Bu bölümde kısaca çalışmanın amacı yeniden vurgulanarak analizde kullanılan değişkenler yıllar ve ülkeler özelinde incelenmiştir. Bu inceleme ile birlikte ülkelerin belirlenen göstergeler dikkate alınarak K-ortalamar kümeleme yöntemi ile kümelenebilirliği sağlanmıştır. Diğer kümeleme çalışmalarından farklı olarak K-ortalamar kümeleme yöntemi veri seti içinden olası tüm başlangıç merkezlerle gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak veri seti dışından, veri setine yakın ve uzak olan yeni veriler bir yöntem ile belirlenmiştir.

5.1 Analizin Amacı

E-atık dönüşümü yapmakta olan ve Avrupa Birliğine üye Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık ülkelerinin 2010-2016 yılları arasında E-atık ile ilgili bazı göstergeler dikkate alınarak birbirlerine benzer olan ülkeleri dolayısıyla birbirine benzemeyen ülkeleri belirlemektir.

5.2 Analizde Kullanılan Değişkenler

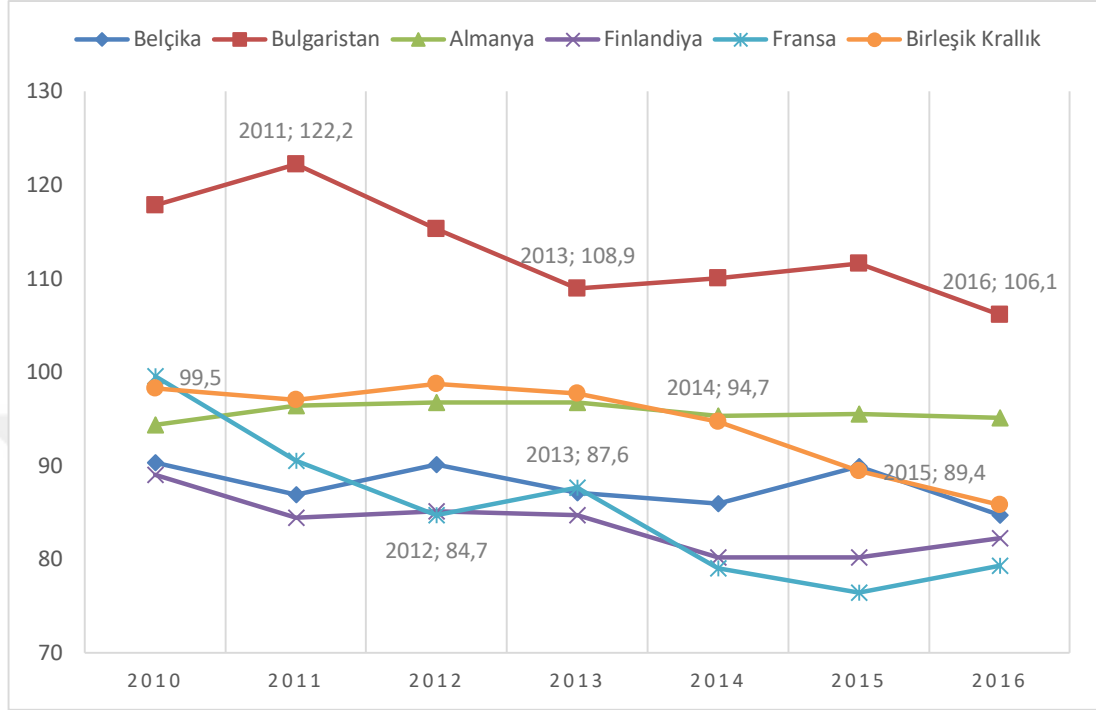
Analizde kullandığımız “E-atık dönüşüm oranı” “yaşam beklentisi”, “sera gazı emisyon oranı”, “enerji verimliliği”, “yenilenebilir kaynaklardan enerjinin payı”, “eğitim seviyelerine göre nüfus oranı”, “cinsiyete ve seçilen yaş grubuna göre gelirin beşli hisse oranı”, “yoksulluk eşiği, yaş ve cinsiyete göre yoksulluk riski oranı” değişkenlerinin, ülkelerin yıllar içerisindeki değişimlerini gözlemleyebilmek için tek tek incelenmiştir. Verilerin elde edilebildiği ilk yıldan son yıllara kadar gösterilmiştir. Ülkelerin son yıllardaki durumları daha önceki dönemlerle birlikte incelenebilmektedir.



Şekil 5.1: Yaşam Beklentisi:2010-2016

Çalışmada incelenen ülkelerdeki yaşam beklentisi Şekil 5.1’de gösterilmektedir. Belçika, Almanya, Finlandiya ve Birleşik Krallık yaşam beklentisi verilerinde ölçüm yıllarının başından itibaren birbirlerine oldukça yakın değer almaktadır. Şekil 5.1’de de gözlendiği üzere, Fransa tüm diğer ülkelere göre yaşam beklentisi daha yüksek olan ülkedir. Bulgaristan ise yaşam beklentisi en düşük ülkedir. İncelenen yıllar içerisinde yaşam beklentisi en az olan dönem 73,8 ile 2010’da Bulgaristan’dadır. 2013 yılı Bulgaristan için 74,9 ile en yüksek yaşam beklentisi oranına sahip olduğu yıl olmuştur. Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık’da 2014 yılında yaşam beklentisinde yükseliş

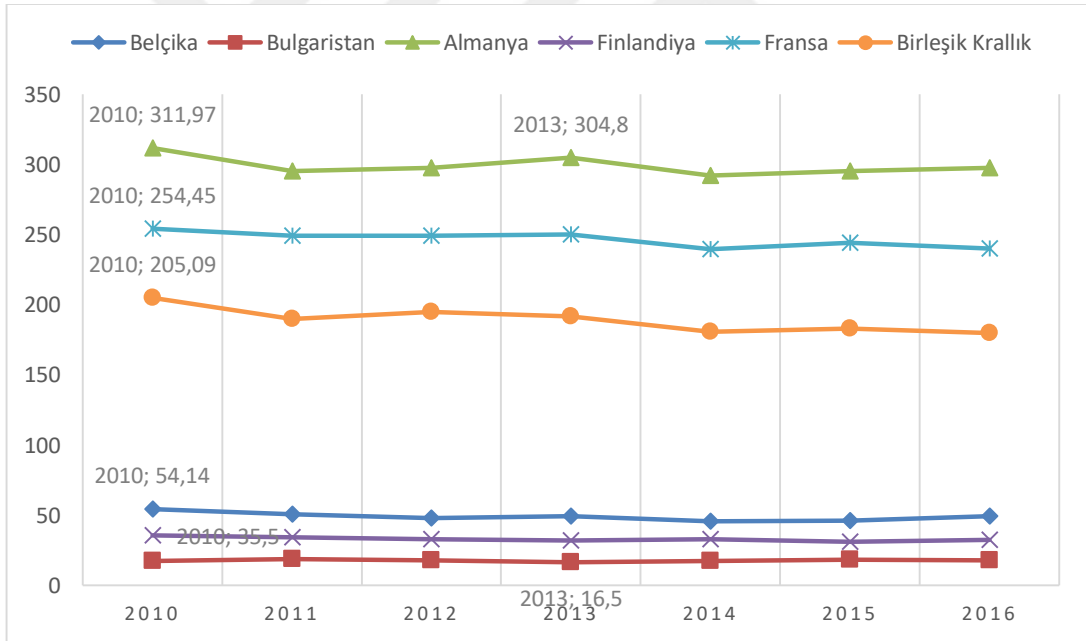
gerçekleşmiş ve Fransa 82,9 ile tüm ülkeler arasında en yüksek orana bu yılda sahip olmuştur.



Şekil 5.2: Sera Gazı Emisyonu Oranı: 2010-2016

Sera gazı emisyon oranı, seçilmiş Avrupa ülkelerine bakıldığında yıllar itibariyle farklı ivmeler kat etmiştir. Bu anlamda Fransa, özellikle 2010 yılı sonrası Sera Gazı emisyonunu dramatik olarak düşürürken Bulgaristan, 2010 ve 2011 yılları arasında yükseliş göstererek en yüksek seviyeye ulaşmıştır. 2011 yılı sonrası kademeli olarak düşüş görülmektedir. Makroekonomik olarak baktığımızda da, gelişmiş Avrupa ülkelerinin kronolojik olarak daha erken önlem aldığını fakat görece az gelişmiş ülkelerin; endüstriyel anlamda yol kat etmek istemeleri gibi sebeplerden ötürü ilgili revizyona daha geç adapte oldukları görülmektedir. Sera Gazı emisyon oranını ülkeler özelinde incelendiğinde; Belçika; 2010 yılından itibaren Sera Gazı Emisyon oranını kademeli olarak azaltsa da bazı dönemler (2012,2015) bu disiplini koruyamamıştır. Bulgaristan; özellikle 2011 (122.2) yılında yaşadığı dramatik sıçramayla, Avrupa ülkelerinde hem miktar hem de orantısal olarak emisyon hacmini en çok arttıran ülke konumuna gelmiştir. Almanya; sanayileşmesine paralel olarak emisyon hacmi tarafında da ilgili konsantrasyonu sağlayarak

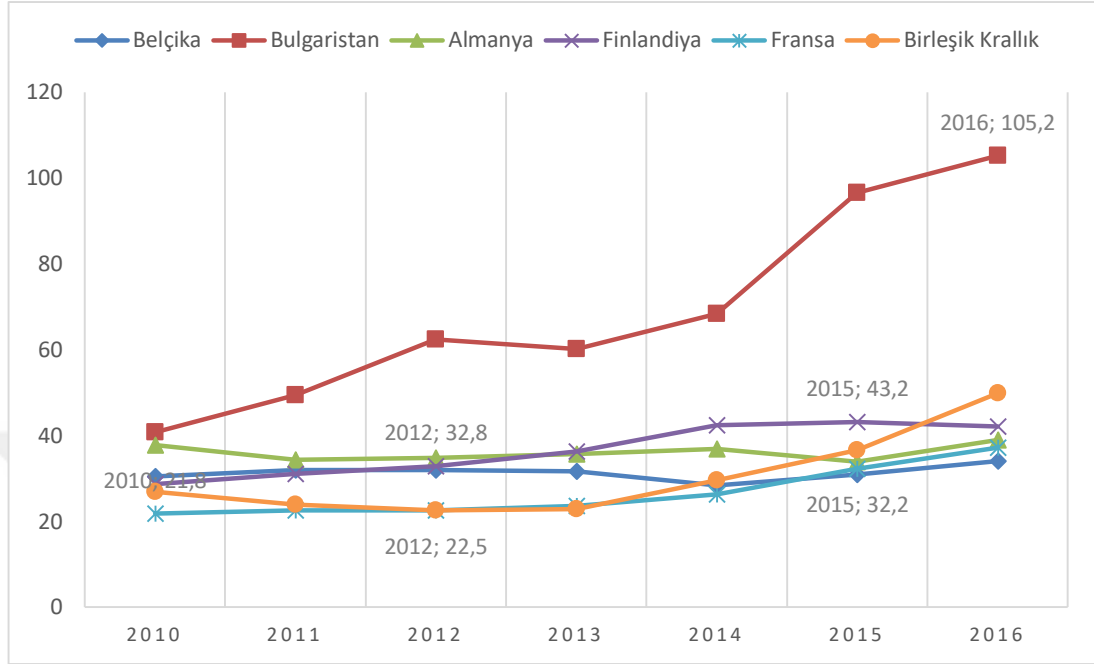
yıllar itibariyle mevcut emisyon hacmini koruyan bir ivme yakalamıştır. Finlandiya; Yıllar itibariyle Sera Gazı Emisyon hacmini düşürmeyi başarmıştır. Ancak burada, ülkedeki düşük sanayileşme oranı da emisyon hacminin düşmesine bu anlamda pozitif katkıda bulunmuştur. Fransa; 2010 yılında 99,5 olan emisyon hacmini 2012 yılında 84,7 seviyelerine indirebilmiş olsa da 2013 yılında yine 87,6 seviyelerine çıkmıştır. Burada ülkenin hızlı sanayileşmesi ve sanayileşme adımlarının, emisyon hacmi kısıtlamalarından daha hızlı ivme yakalaması da etkili olmuştur. Fransa bu anlamda ülkedeki emisyon hacmini düşürmeyi amaçlamış ve 2010 ile 2016 yıllarında, sera gazı emisyonunda Bulgaristan dışındaki Avrupa ülkelerinden en yüksek seviyede 2016 yılı sonunda en düşük orana sahip ülke olmuştur. Birleşik Krallık; Almanya gibi sera gazı emisyon hacmini paralel olarak koruyabilen bir ülke konumundadır. Şekil 5.2 incelendiğinde özellikle 2012 yılı sonrası bu tarafta ciddi iyileşme gözlemlenmektedir.



Şekil 5.3: Enerji Verimliliği: 2010-2016

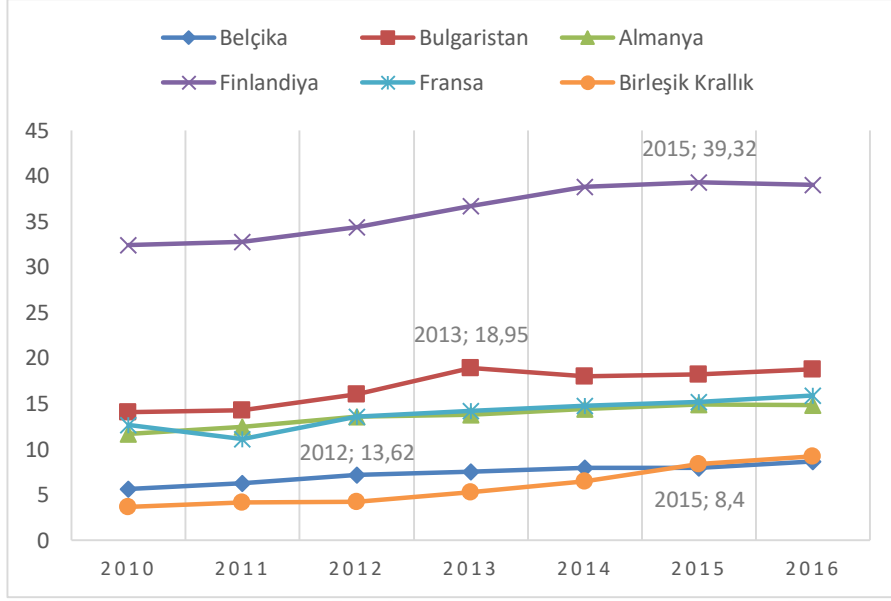
Seçilmiş Avrupa ülkelerini Enerji verimliliği yönünden incelendiğinde; sanayileşme sürecinde diğer Avrupa ülkelerinden pozitif ayrıışan ülkelerin, enerji verimliliğini de daha iyi yönettiğini söylemek mümkündür. Bu anlamda yıllar itibariyle Almanya, birçok Avrupa ülkesine göre geometrik farklar yaratsa da Fransa ve Birleşik Krallık'da ortalamanın üstünde bir ivme yakalamıştır. Buna karşılık Finlandiya, Bulgaristan, Belçika gibi ülkeler ortalamanın

gerisinde kaldığı gibi yıllar itibariyle de bir gelişme kaydedememişlerdir. Avrupa ülkelerinde en yüksek 311.97 seviyesi görülmüş, en düşük ise 16.5 seviyesi görülmüştür.



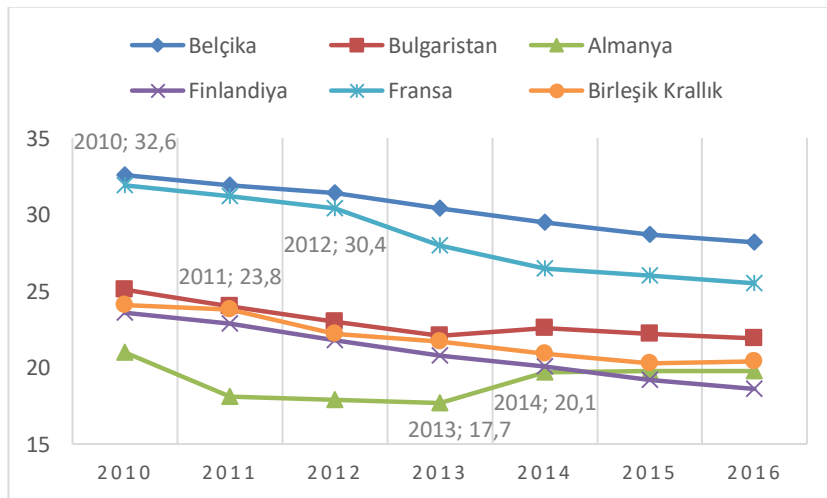
Şekil 5.4: E-Atıkların Dönüşüm Oranı: 2010-2016

E-atıkların dönüşümüne baktığımızda Bulgaristan'ın diğer Avrupa ülkelerinden pozitif ayrıştığını söylemek mümkündür. 2010 ve 2016 yılları arasında dönüşüme önemli oranda değer verildiği ve Avrupa ülkeleri yanında başlangıçtaki oranını 2,5 kattan fazla arttırarak en yüksek dönüşüm oranına sahip olmuştur. Fakat Avrupa ülkelerine genel olarak incelendiğinde ise özellikle 2014 ve sonrası her ülkede bu alanda çalışmalar yapıldığı gözlemlenmektedir. Orantısal olarak da bu alanda yapılan renovasyonlarda Bulgaristan'dan sonra Birleşik Krallık'ın geldiği gözlemlenmektedir. Almanya, Belçika ve Finlandiya'da yıllar itibariyle ciddi değişimler bulunmamaktadır. Avrupa ülkelerinde E-atıkların dönüşüm oranı incelendiğinde, en yüksek seviye 2016 yılında 105.2 iken, en düşük seviye 21.8 olarak görülmektedir.



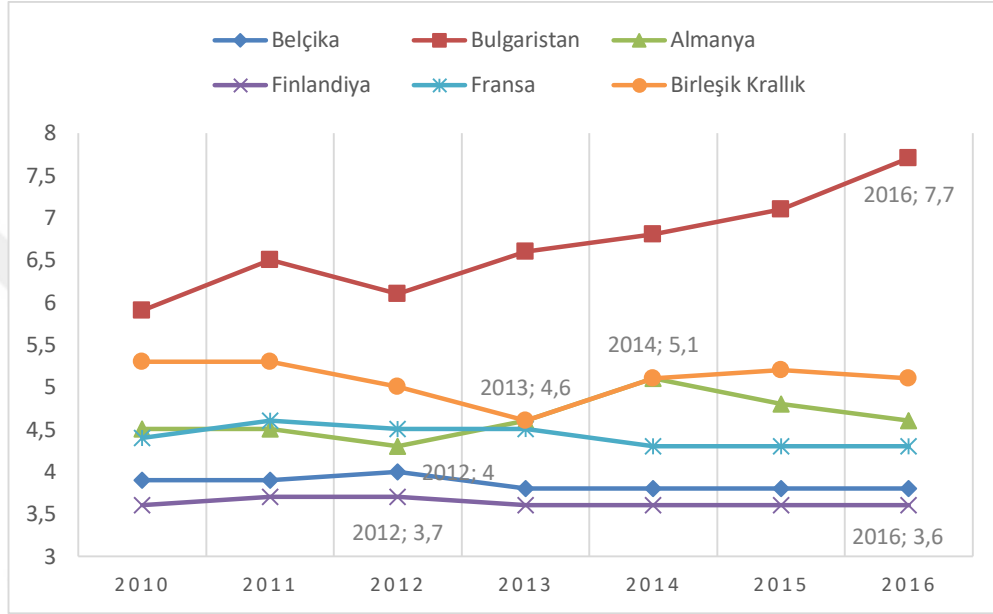
Şekil 5.5: Yenilenebilir Kaynaklardan Enerjinin Payı: 2010-2016

Yenilenebilir kaynaklardan enerjinin payına baktığımızda Finlandiya, diğer ülkelerden çok daha ileri bir konumdadır. Bu alanda disiplinli olarak gelişme kaydeden Bulgaristan da özellikle 2012 sonrası sıçrama yaşamıştır ve mevcut seviyesini neredeyse korur niteliktedir. Fransa ve Birleşik Krallık’da gelişmeler yaşansa da gelişme hızı diğer Avrupa ülkelerine göre düşük seviyededir. Fransa, Bulgaristan ve Almanya’da gelişme hızı ortalaması yıllar itibariyle görece olumlu olsa da bazı yıllar yenilenebilir kaynaklardan enerjinin payının azaldığı belirlenmiştir. Avrupa ülkelerinde yenilenebilir kaynaklardan enerji payının en yüksek seviyesini gözlemlediğimizde 39,32 ve en düşük seviye ise 3,68 değerini almıştır.



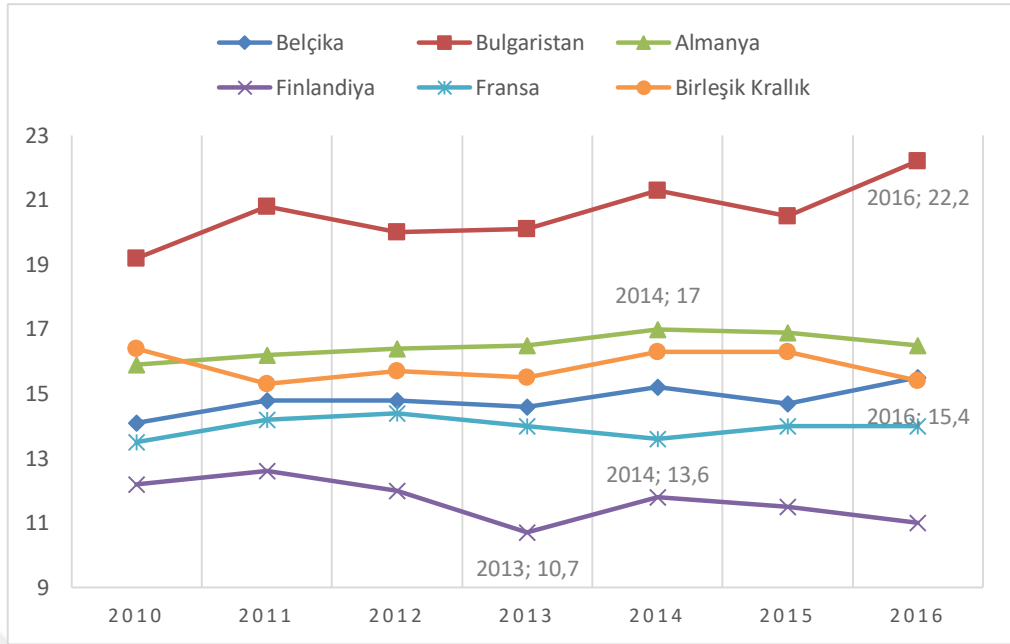
Şekil 5.6: Eğitim Seviyelerine Göre Nüfus Oranı: 2010-2016

Avrupa ülkelerinde eğitim seviyelerine göre nüfus oranı incelendiğinde, her Avrupa ülkesinde eğitim seviyelerine göre nüfus oranında düşüş olduğu belirlenmiştir. Belçika ve Fransa'nın düşüş hızı yavaş olmakla birlikte özellikle Almanya ve Birleşik Krallık'ın eğitim seviyelerine göre nüfus oranındaki düşüş hızı oldukça yüksektir. Bulgaristan, göreceli olarak grafiğin ortalarında yer almaktadır. Eğitim seviyesine göre nüfus oranı incelendiğinde en yüksek 32,6 seviyesinden, en düşük ise 17,7 seviyesine geldiğini gözlemlemekteyiz.



Şekil 5.7: Cinsiyete ve Seçilen Yaş Grubuna Göre Gelirin Beşli Hisse Oranı: 2010-2016

Beşli hisse oranına baktığımızda Avrupa ülkelerinin birbirinden kısmi olarak ayrıştığını görmekteyiz. Bu bağlamda Bulgaristan'da yıllar itibariyle oldukça yüksek bir artış kat edilmiş ve 2017 yılında 8.2 seviyesine kadar yükselmiştir. Birleşik Krallık, yıllar itibariyle düz bir ivme kaydetse de 2013 yılında bir düşüş söz konusudur. Fransa ve Belçika'nın 2007 yılında düşüş yaşamasından sonra Fransa yukarı yönlü ivme kaydetse de Belçika, aynı seviyelerde devam etmiştir. Almanya, oldukça dalgalı bir seyir kaydetmiştir. Finlandiya ise tam tersine oldukça düz bir şekilde ilerlemiştir. Şekil 5.7 incelendiğinde en yüksek seviye 7,7 ve en düşük seviye ise 3,6 olarak görülmektedir.



Şekil 5.8: Yoksulluk Eşiği, Yaş ve Cinsiyete Göre Yoksulluk Riski Oranı: 2010-2016

Yoksulluk riski oranına baktığımızda Avrupa ülkelerinde dalgalanmalar görülmektedir. Yıllar itibariyle Belçika ve Fransa görece durağan kalsa da Finlandiya özellikle 2013 yılında en düşük seviyesini görmüş ve yıllar itibariyle düşüş ivmesi yakalamıştır. Bulgaristan, diğer Avrupa ülkelerinden çok farklı şekilde ayrılmakla beraber özellikle 2010 yılı sonrasında geçmişteki yoksulluk riski seviyesine erişememiştir. Almanya da benzer şekilde 2010 yılından itibaren yükseliş göstermiştir ve takip eden yıllarda aynı şekilde bir ivme yakalamıştır. Birleşik Krallık'ı incelediğimizde incelenen yıllar itibariyle ilgili oranın dalgalı bir şekilde yükselip azaldığını gözlemlemekteyiz. Avrupa ülkelerinde yoksulluk riski oranını incelediğimizde en yüksek 22,2 seviyesini görürken en düşük ise 10,7 seviyesini görmüştür.

5.3 K-Ortalamalar Kümeleme Analizinden Elde edilen Bulgular

Çalışmada yer alan 6 ülke, belirlenen 8 gösterge dikkate alınarak, 2010 yılı için olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 2 kümeye ayrıştırıldığında, 15 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen tüm küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri Çizelge 5.1'de sunulmuştur.

Çizelge 5.1: 2010 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|--|----------|-----------|-----------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | <u>5</u> | <u>14</u> | <u>17</u> | <u>0,4378</u> |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | 4 | 2 | 5 | 0,1034 |
| C | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya | 2 | 0 | 2 | 0,1891 |
| D | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Birleşik Krallık | Almanya, Fransa | 1 | 0 | 1 | -0,0885 |
| E | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Almanya, Birleşik Krallık | 1 | 0 | 0 | 0,0208 |
| F | Belçika, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya | 1 | 2 | 2 | 0,0855 |
| G | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Finlandiya | 1 | 1 | 2 | 0,1129 |
| H | Tüm Ülkeler | - | 0 | 2 | 6 | -1 |
| I | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya | Fransa, Birleşik Krallık | 0 | 1 | 1 | -0,0227 |
| J | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | Fransa | 0 | 2 | 3 | 0,0649 |
| K | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | Finlandiya, Fransa | 0 | 1 | 0 | -0,0051 |
| L | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa | Birleşik Krallık | 0 | 3 | 4 | 0,1124 |
| M | Belçika, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya | 0 | 0 | 3 | 0,1433 |
| N | Belçika, Bulgaristan, Fransa, Birleşik Krallık | Almanya, Finlandiya | 0 | 0 | 1 | -0,0177 |
| O | Belçika, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | 0 | 0 | 1 | 0,0498 |

Analizlerden elde edilen bulgularda,

- 15 farklı küme grubunun görülme sıklıklarının birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin bu küme gruplarından 3 tanesi (M, N, O) sadece karma başlangıç merkez verilerle, bir tanesi sadece veri seti dışından (K) başlangıç merkez verilerle, bir tanesi sadece veri seti içinden (E) başlangıç merkez verilerle elde edilmektedir. Sadece 4 küme

grubu (A, B, F, G) hem içeriden hem dışarıdan hem de karma başlangıç merkez verilerle elde edilmektedir.

- İçeriden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ile dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun aynı olduğu gözlemlenmiştir. Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan}.
- Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık'ın aynı kümede (H) olduğu durumda ise Silhouette değeri -1 çıkarak kümenin anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

Aynı yıl ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 3 kümeye ayrıştırıldığında, 52 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olanları Çizelge 5.2'de sunulmuştur.

Çizelge 5.2: 2010 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|---------------|---------------------------------|---------|----------|-------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan - | | 0 | 9 | 43 | <u>0,4378</u> |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | 4 | 4 | 25 | 0,2736 |

Analizden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan} ve Küme 3={-} Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizde ülkeler 3 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 2 kümede gruplanmıştır.
- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun (A; 0,4378) aynı zamanda karma başlangıç merkez verilerle ve dışardan başlangıç merkez

verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda A küme grubunun içerden başlangıç merkez verilerle elde edilmediği gözlemlenmiştir.

- İçerden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun (B) Silhouette değerinin 0,2736 olduğu gözlemlenmiştir. Bu değer 0,5'ten küçük olması verilerin iyi gruplanmadığını belirtmektedir.

2010 yılı için ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 4 kümeye ayrıştırıldığında, 78 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olanları Çizelge 5.3'de sunulmuştur.

Çizelge 5.3: 2010 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4

| Küme Grubu | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | Küme 4 | İçerde n | Dışarda n | Karma | Sil |
|------------|--------------------------------------|-------------|---------------------------|------------|----------|-----------|-----------|---------------|
| A | Belçika, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | 1 | 0 | 20 | <u>0,5512</u> |
| B | Belçika, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | Finlandiya | 5 | 4 | 64 | 0,4578 |
| C | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | - | 0 | 4 | <u>74</u> | 0,2736 |
| D | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Birleşik Krallık | - | 0 | <u>6</u> | 31 | 0,3469 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={ Belçika, Fransa, Birleşik Krallık }, Küme 2={Bulgaristan}, Küme 3={Almanya} ve Küme 4 ={Finlandiya} Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığının çok yüksek olmadığı gözlemlenmiştir.

Örneğin veri seti içinden sadece 1 başlangıç merkez veri ile elde edilmekte olup, veri seti dışından başlangıç merkez verilerle elde edilmemiş olup ancak karma başlangıç merkez verilerle elde edilmiştir. A küme grubunun görülme sıklığı çok az olsa da içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grupları incelendiğinde; Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu ile bir benzerliği olduğu gözlemlenmiştir. Bu benzerlik ise Bulgaristan ülkesinin hepsinde tek küme olarak yer almasıdır.

- İçeriden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun B olduğu gözlemlenmektedir.
- Dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun D olduğu gözlemlenmektedir.
- Karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun C olduğu gözlemlenmektedir.
- İçeriden (B), dışarıdan (D) ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme gruplarının (C) birbirinden farklı küme grupları olduğu gözlemlenmiştir.
- Dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen D küme grubu ile karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen C küme grubunda; Almanya'nın bulunduğu kümenin değişmesi dışında kümelenme aynıdır.

2011 yılı için olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 2 kümeye ayrıştırıldığında, 11 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri Çizelge 5.4'de sunulmuştur.

Çizelge 5.4: 2011 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|--|----------|-----------|-----------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | <u>5</u> | <u>13</u> | <u>17</u> | <u>0,5459</u> |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | 2 | 2 | 7 | 0,1062 |
| C | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya | 2 | 3 | 7 | 0,2359 |
| D | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | 1 | 0 | 1 | 0,0934 |
| E | Belçika, Finlandiya | Almanya, Bulgaristan, Fransa, Birleşik Krallık | 2 | 0 | 2 | 0,0475 |
| F | Belçika, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya | 1 | 1 | 1 | 0,1737 |
| G | Belçika, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya | 1 | 3 | 4 | 0,1166 |
| H | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Finlandiya | 1 | 1 | 2 | 0,191 |
| I | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | - | 0 | 4 | 5 | -1 |
| J | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | Fransa | 0 | 1 | 1 | -0,0031 |
| K | Belçika, Bulgaristan, Birleşik Krallık | Almanya, Finlandiya | 0 | 0 | 1 | -0,0019 |

Analizden elde edilen bulgularda,

- Küme gruplarının görülme sıklıkları birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin; K küme grubunun sadece karma başlangıç merkez verilerle, I ve J küme gruplarının sadece veri seti dışından başlangıç merkez verilerle, D ve E küme gruplarının ise sadece karma başlangıç merkez verilerle elde edilmektedir. Diğer 6 küme grubu (A, B,

C, F, G, H) ise hem içeriden hem dışarıdan hem de karma başlangıç merkez verilerle elde edilmektedir.

- A küme grubunun içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu ayrıca Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu küme grubu aşağıdaki gibidir.

Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan}

- 2010 yılı k=2 için veri seti içinden, dışından ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ile kümelenmeler olarak benzerlik göstermektedir.

2011 yılı için olası tüm başlangıç merkez verilerle içeriden, dışarıdan ve karma tüm başlangıç merkez verilerle analiz 3 kümeye ayrılmak üzere uygulandığında, 25 farklı küme grubu elde ediliyor. Bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.5'te sunulmuştur.

Çizelge 5.5: 2011 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|---------------|--|----------|-----------|-----------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan - | | 0 | <u>14</u> | <u>43</u> | <u>0,5459</u> |
| B | Belçika, Finlandiya | Bulgaristan | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | <u>6</u> | 0 | 32 | 0,2946 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan} ve Küme 3={-} Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizlerde ülkeler 3 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 2 kümede ayrılmıştır.
- Silhouette değeri en yüksek olan A küme grubunun içerden başlangıç merkez verilerle elde edilmediği gözlemlenmektedir.

- Silhouette değeri en yüksek olan A küme grubunun aynı zamanda karma başlangıç merkez verilerle ve dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme olduğu gözlemlenmiştir.
- Silhouette değeri en yüksek olan, karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen ve dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen A küme grubu 2010 yılı k=3 Silhouette değeri en yüksek küme grubu ile kümelenme olarak benzerlik göstermektedir.

2011 yılı için ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 4 kümeye ayrıştırıldığında, 35 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.6'da sunulmuştur.

Çizelge 5.6: 2011 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | Küme 4 | İçerden | Dışardan | Karma Sil |
|---------------|--|-------------|-----------------------------------|--------------|-----------|------------|---------------|
| A | Belçika, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya 2 | 6 | 70 | <u>0,5825</u> |
| B | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Finlandiya - | 0 | <u>12</u> | <u>125</u> | 0,5127 |
| C | Belçika | Bulgaristan | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya 5 | 0 | 45 | 0,5659 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={ Belçika, Fransa, Birleşik Krallık }, Küme 2={Bulgaristan}, Küme 3={Almanya} ve Küme 4 ={Finlandiya}
- Silhouette değeri en yüksek olan C küme grubu, görülme sıklığı çok az olsa da içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubu birlikte incelendiğinde; benzerlikleri olduğu gözlemlenmiştir. Bu benzerlik Bulgaristan ülkesinin hepsinde tek küme olarak yer almasıdır.

- Dışardan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubunun içerden başlangıç merkez verilerle elde edilmediği gözlemlenmiştir.

2012 yılı için olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 2 kümeye ayrıştırıldığında, 9 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri Çizelge 5.7’de sunulmuştur.

Çizelge 5.7: 2012 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|--|---------|----------|-------|---------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | 5 | 14 | 18 | 0,5349 |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | 5 | 4 | 11 | 0,1363 |
| C | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya | 3 | 2 | 5 | 0,2584 |
| D | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | 1 | 0 | 1 | 0,0859 |
| E | Belçika, Bulgaristan, Fransa, Birleşik Krallık | Almanya, Finlandiya | 1 | 1 | 2 | -0,0175 |
| F | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | - | 0 | 3 | 6 | -1 |
| G | Belçika, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya | 0 | 1 | 2 | 0,0877 |
| H | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Finlandiya | 0 | 2 | 2 | 0,1906 |
| I | Belçika, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | 0 | 1 | 1 | 0,0467 |

Analizden elde edilen bulgularda,

- Küme grubunun görülme sıklıkları birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin bu küme gruplarından 4 tanesi (F, G, H, I) veri

seti dışından veya karma başlangıç merkez verilerle, bir tanesi de veri seti içinden veya karma başlangıç merkez verilerle (D) elde ediliyor. Diğer 4 küme grubu (A, B, C, E) ise hem içeriden hem dışarıdan hem de karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor.

- A küme grubunun içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu ayrıca Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu küme grubu aşağıdaki gibidir.

Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan}

2012 yılı için olası tüm başlangıç merkez verilerle içeriden, dışarıdan ve karma tüm başlangıç merkez verilerle analiz 3 kümeye ayrılmak üzere uygulandığında, 21 farklı küme grubu elde ediliyor. Bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.8’de sunulmuştur.

Çizelge 5.8: 2012 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|--|---------------|------------------------------|---------|----------|-------|--------|
| A | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | 6 | 10 | 45 | 0,5258 |
| B | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan - | | 0 | 13 | 47 | 0,5349 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- B küme grubunun dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu ayrıca Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir.

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun (B; 0,5349) aynı zamanda karma başlangıç merkez verilerle ve dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda B küme grubunun içerden başlangıç merkez verilerle elde edilmediği gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; 3 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 2 kümede ayrılmıştır.
- İçerden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun Silhouette değeri (A; 0,5258) olduğu gözlemlenmiştir. Bu değer en yüksek Silhouette değerine en yakın değerdir.

2012 yılı için ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 4 kümeye ayrıştırıldığında, 27 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.9’da sunulmuştur.

Çizelge 5.9: 2012 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | Küme 4 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|-----------------------------------|-------------|--|--------------|---------|-----------|---------------|--------|
| A | Belçika | Bulgaristan | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya 1 | 2 | 45 | <u>0,5501</u> | |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | - | 0 | <u>14</u> | <u>145</u> | 0,3245 |
| C | Belçika, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | Finlandiya 6 | 10 | 106 | 0,5243 | |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika}, Küme 2={Bulgaristan}, Küme 3={Almanya, Fransa, Birleşik Krallık} ve Küme 4={Finlandiya}
- A küme grubunun görülme sıklığı çok az olsa da Silhouette değeri en yüksek küme grubudur. Aynı zamanda içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grupları

incelendiğinde; A küme grubu ile bir benzerliği olduğu gözlemlenmiştir. Bu benzerlik ise Bulgaristan ülkesinin hepsinde tek küme olarak yer almasıdır.

- İçerden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun (C) olduğu gözlemlenmektedir. Bu küme grubunun Silhouette değeri (0,5243) olduğu gözlemlenmiştir. Bu değer en yüksek Silhouette değerine en yakın değerdir.
- Dışardan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunda (B); içerden başlangıç merkez verilerle küme oluşmadığı gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizde ülkeler 4 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 3 kümede ayrılmıştır.
- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu (A; 0,5501), karma ve dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubu ve içerden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen C küme grupları incelendiğinde Finlandiya ve Fransa ülkeleri dışındaki ülkelerin küme değiştirmedeği gözlemlenmiştir.

2013 yılı için olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 2 kümeye ayrıştırıldığında, 8 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri Çizelge 5.10'da sunulmuştur.

Çizelge 5.10: 2013 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|--|----------|-----------|-----------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | <u>6</u> | <u>13</u> | <u>18</u> | <u>0,5261</u> |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | 5 | 3 | 12 | 0,1419 |
| C | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya | 3 | 3 | 7 | 0,2863 |
| D | Belçika, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya | 1 | 2 | 2 | 0,1088 |
| E | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | - | 0 | 4 | 5 | -1 |
| F | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Finlandiya | 0 | 2 | 2 | 0,2053 |
| G | Belçika, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | 0 | 1 | 1 | 0,0526 |
| H | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | Belçika, Fransa | 0 | 0 | 1 | 0,1673 |

Analizden elde edilen bulgularda,

- 8 küme grubunun görülme sıklıkları birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin; H küme grubu sadece karma başlangıç merkez verilerle, E, F ve G küme grupları veri seti dışından veya karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor. Diğer 4 küme grubu (A, B, C, D) hem içeriden hem dışarıdan hem de karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor.
- A küme grubunun içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu ayrıca Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu küme grubu aşağıdaki gibidir.

Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan}

- Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık'ın aynı kümede olduğu durumda kümelenmenin Silhouette değeri -1 çıkarak kümenin anlamlı olmadığı belirlenmiştir.
- E, F, G ve H küme gruplarında içerden başlangıç merkez verilerle kümeleme yapılmamıştır.
- 2010, 2011 ve 2012 yılları k=2 için veri seti içinden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ile kümelenmeler olarak benzerlik göstermektedir.

2013 yılı için olası tüm başlangıç merkez verilerle içeriden, dışarıdan ve karma tüm başlangıç merkez verilerle analiz 3 kümeye ayrılmak üzere uygulandığında, 19 farklı küme grubu elde ediliyor. Bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.11'de sunulmuştur.

Çizelge 5.11: 2013 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|---------------|---------------------|-----------|----------|---------------|--------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan - | 0 | <u>14</u> | 45 | <u>0,5261</u> | |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Birleşik Krallık | <u>4</u> | 8 | <u>52</u> | 0,3264 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan} Küme 3 ={-} Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizde ülkeler 3 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 2 kümede ayrılmıştır. Ülkelerin

kümelenmesi aynı yılın k=2 analizinin Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu ile benzerlik göstermektedir.

- B küme grubunun, içerden ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu gözlemlenmiştir.
- A küme grubunun, dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen ve Silhouette değeri en yüksek küme grubu olduğu gözlemlenmiştir.

2013 yılı için ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 4 kümeye ayrıştırıldığında, 28 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.12’de özetlenmiştir.

Çizelge 5.12: 2013 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | Küme 4 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|-----------------------------------|-------------|---|--------|---------|-----------|---------------|--------|
| A | Belçika | Bulgaristan | Almanya, Finlandiya Fransa, Birleşik Krallık | 3 | 0 | 22 | <u>0,5893</u> | |
| B | Belçika, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Finlandiya Birleşik Krallık | 4 | 8 | 110 | 0,5288 | |
| C | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Almanya, - Birleşik Krallık | - | 0 | <u>14</u> | <u>141</u> | 0,3264 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika}, Küme 2={Bulgaristan}, Küme 3={Almanya, Fransa, Birleşik Krallık} ve Küme 4 ={Finlandiya}
- A küme grubunun görülme sıklığı çok az olsa da içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grupları

incelendiğinde; Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu ile bir benzerliği olduğu gözlemlenmiştir. Bu benzerlik ise Bulgaristan ülkesinin hepsinde tek küme olarak yer almasıdır.

- A küme grubu, Silhouette değeri en yüksek olan küme grubudur. Bu küme grubunun dışardan başlangıç merkez verilerle kümelenmediği gözlemlenmiştir.
- Dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen C küme grubunda; içerden başlangıç merkez verilerle küme oluşmadığı gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizdeki ülkeler 4 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 3 kümede ayrılmıştır.
- Silhouette değeri en yüksek olan A küme grubu , 2012 yılı k=4 analizinin Silhouette değeri en yüksek küme grubu ile kümelenmelere olarak benzerlik göstermektedir.

2014 yılı için olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 2 kümeye ayrıştırıldığında, 11 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri Çizelge 5.13’de sunulmuştur.

Çizelge 5.13: 2014 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|----------------------|---|--|----------------|-----------------|--------------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | <u>6</u> | <u>14</u> | <u>20</u> | <u>0,5208</u> |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | 4 | 2 | 5 | 0,183 |
| C | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya | 3 | 2 | 5 | 0,2882 |
| D | Belçika, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya | 1 | 0 | 2 | 0,1249 |
| E | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Finlandiya | 1 | 2 | 3 | 0,212 |
| F | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | - | 0 | 3 | 5 | -1 |
| G | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Fransa | Almanya, Birleşik Krallık | 0 | 1 | 1 | 0,0744 |
| H | Belçika, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya | 0 | 2 | 1 | 0,0759 |
| I | Belçika, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | 0 | 2 | 4 | 0,1014 |
| J | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | 0 | 0 | 1 | 0,1023 |
| K | Belçika, Bulgaristan, Birleşik Krallık | Almanya, Finlandiya | 0 | 0 | 1 | - 0,0728 |

Analizden elde edilen bulgularda,

- 11 küme grubunun görülme sıklıkları birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin; J ve K küme grupları sadece karma başlangıç merkez verilerle, F, G, H, ve E küme grubu veri seti dışından veya karma başlangıç merkez verilerle, D küme grubu ise veri seti içinden veya karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor. Diğer 4 küme grubu (A, B, C, E) hem içeriden hem dışarıdan hem de karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor.
- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan}
- A küme grubunun, içeriden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu, dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubunun, karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ve Silhouette değeri en yüksek küme grubu olduğu gözlemlenmiştir.
- Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık'ın aynı kümede olduğu durumda kümelenmenin Silhouette değeri -1 çıkarak kümenin anlamlı olmadığı belirlenmiştir.
- F, G, H, I, J ve K küme gruplarında içeriden başlangıç merkez verilerle küme elde edilemediği gözlemlenmiştir.

2014 yılı için olası tüm başlangıç merkez verilerle içeriden, dışarıdan ve karma tüm başlangıç merkez verilerle analiz 3 kümeye ayrılmak üzere uygulandığında, 22 farklı küme grubu elde ediliyor. Bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.14'te özetlenmiştir.

Çizelge 5.14: 2014 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | İçerden | Dışardan | Karma Sil | |
|---------------|--|---------------|---------------------------------|---------|-----------|-----------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Finlandiya | 5 | 8 | 43 | <u>0,5537</u> |
| B | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | 7 | 7 | 42 | 0,3742 |
| C | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan - | | 0 | <u>13</u> | <u>50</u> | 0,5208 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan} ve Küme 3={Finlandiya} Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığının çok yüksek olmadığı gözlemlenmiştir. A küme grubunun görülme sıklığı çok az olsa da içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grupları incelendiğinde; Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu ile bir benzerliği olduğu gözlemlenmiştir. Bu benzerlik ise Bulgaristan ülkesinin hepsinde tek küme olarak yer almasıdır.
- Dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen C küme grubunda; içerden başlangıç merkez verilerle küme oluşmadığı gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizde ülkeler 3 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 2 kümede ayrılmıştır.

2014 yılı için ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 4 kümeye ayrıştırıldığında, 23 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.15’de sunulmuştur.

Çizelge 5.15: 2014 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | Küme 4 | İçerden | Dışardan | Karma Sil |
|---------------|-----------------|-------------|---|-----------|------------|---------------|-----------|
| A | Belçika | Bulgaristan | Almanya, Finlandiya 1 Fransa, Birleşik Krallık | 7 | 68 | <u>0,6018</u> | |
| B | Belçika, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Finlandiya 7 Birleşik Krallık | <u>11</u> | <u>190</u> | 0,5993 | |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika}, Küme 2={Bulgaristan}, Küme 3={Almanya, Fransa, Birleşik Krallık} ve Küme 4 ={Finlandiya}
- Silhouette değeri yüksek A küme grubu, içerden, dışardan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubunun kümelenmeleri incelendiğinde kümeler arasında Fransa'nın küme değiştirmesi dışında farklılık bulunmamaktadır. Fransa'nın Belçika ile değil de Almanya ve Birleşik Krallık ile aynı kümede olması bu kümenin Silhouette değeri daha yüksek olduğu için daha anlamlı olmaktadır.
- İçeriden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen, dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubu: Küme 1={Belçika, Fransa}, Küme 2={Bulgaristan}, Küme 3={Almanya, Birleşik Krallık} ve Küme 4 ={Finlandiya} Silhouette değeri en yüksek olan A küme grubundan farklı olarak Fransa Küme 1'e geçmiştir.
- B küme grubu; içeriden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen, dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubudur.
- Silhouette değeri en yüksek A küme grubu, 2013 yılının k=4 analizinin Silhouette değeri en yüksek küme grubu ile kümelenmeler olarak benzerlik göstermektedir.

2015 yılı için olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 2 kümeye ayrıştırıldığında, 8 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri Çizelge 5.16’de sunulmuştur.

Çizelge 5.16: 2015 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|--|---------|----------|-------|--------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | 6 | 14 | 22 | 0,5402 |
| B | Belçika, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | 2 | 0 | 2 | 0,0627 |
| C | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya | 4 | 2 | 9 | 0,3029 |
| D | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | 2 | 2 | 4 | 0,1428 |
| E | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Fransa | Almanya, Birleşik Krallık | 1 | 2 | 1 | 0,0546 |
| F | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | - | 0 | 3 | 6 | -1 |
| G | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Finlandiya | 0 | 3 | 2 | 0,2161 |
| H | Belçika | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | 0 | 2 | 2 | 0,0957 |

Analizden elde edilen bulgularda,

- 8 küme grubunun görülme sıklıkları birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin; F, G ve H küme grupları veri seti dışından veya karma başlangıç merkez verilerle, B küme grubu veri seti içinden

veya karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor. Diğer 4 küme grubu (A, C, D, E) hem içeriden hem dışarıdan hem de karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor.

- A küme grubunun içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu ayrıca Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu küme grubu aşağıdaki gibidir.

Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan}

- Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık'ın aynı kümede olduğu durumda kümelenmenin Silhouette değeri -1 çıkarak kümenin anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

2015 yılı için olası tüm başlangıç merkez verilerle içeriden, dışarıdan ve karma tüm başlangıç merkez verilerle analiz 3 kümeye ayrılmak üzere uygulandığında, 16 farklı küme grubu elde ediliyor. Bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.17'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.17: 2015 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | İçerden | Dışardan | Karma Sil |
|---------------|--|---------------|--------------|---------|----------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Finlandiya 6 | 11 | 71 | <u>0,5688</u> |
| B | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan - | 0 | 13 | 56 | 0,5402 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan} ve Küme 3={Finlandiya}

- A küme grubunun Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu, içeriden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir.
- Dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubunda; içerden başlangıç merkez verilerle küme oluşmadığı gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizde ülkeler 3 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 2 kümede ayrılmıştır.
- B küme grubu, 2014 yılı k=3 analizinin dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ile kümelenmeler olarak benzerlik göstermektedir.

2015 yılı için ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 4 kümeye ayrıştırıldığında, 19 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.18’de özetlenmiştir.

Çizelge 5.18: 2015 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | Küme 4 | İçerden | Dışardan | Karma Sil |
|---------------|--|-------------|-----------------------------------|--------------|---------|-----------|-------------------|
| A | Belçika | Bulgaristan | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya 1 | 6 | 56 | <u>0,6214</u> |
| B | Belçika, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | Finlandiya 8 | 10 | 172 | 0,5648 |
| C | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Finlandiya - | | 0 | <u>12</u> | <u>189</u> 0,5688 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan} ve Küme 3={Finlandiya}

- A küme grubunun görülme sıklığı çok az olsa da içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grupları incelendiğinde; Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu ile bir benzerliği olduğu gözlemlenmiştir. Bu benzerlik ise Bulgaristan ülkesinin hepsinde tek küme olarak yer almasıdır.
- Dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen C küme grubunda; içerden başlangıç merkez verilerle küme oluşmadığı gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizde ülkeler 4 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 3 kümede ayrılmıştır.
- Silhouette değeri en yüksek A küme grubu ile içerden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubu kümelenmesi arasındaki fark; Fransa'nın Belçika ile aynı kümede olmamasıdır.
- Dışardan başlangıç merkez verilerle en yüksek C küme grubu, 2014 yılı $k=4$ analizinin dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ile kümelenmeler olarak benzerlik göstermektedir.

2016 yılı için olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 2 kümeye ayrıştırıldığında, 7 farklı küme grubu elde edilmektedir. Elde edilen bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri Çizelge 5.19'da sunulmuştur.

Çizelge 5.19: 2016 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=2

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|--|----------|-----------|-----------|---------------|
| A | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | <u>6</u> | <u>13</u> | <u>21</u> | <u>0,5647</u> |
| B | Belçika, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Birleşik Krallık | 3 | 0 | 5 | 0,0574 |
| C | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya | 4 | 3 | 9 | 0,2923 |
| D | Belçika, Finlandiya, Fransa | Bulgaristan, Almanya, Birleşik Krallık | 1 | 3 | 5 | 0,0944 |
| E | Belçika, Bulgaristan, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Almanya | 1 | 2 | 1 | - 0,0105 |
| F | Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | - | 0 | 5 | 5 | -1 |
| G | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan, Finlandiya | 0 | 2 | 2 | 0,2297 |

Analizden elde edilen bulgularda,

- 7 küme grubunun görülme sıklıkları birbirinden farklı olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin; F ve G küme grupları veri seti dışardan veya karma başlangıç merkez verilerle, B küme grubu tanesi de veri seti içinden veya karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor. Diğer 4 küme grubu (A, C, D, E) hem içeriden hem dışarıdan hem de karma başlangıç merkez verilerle elde ediliyor.
- A küme grubunun içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu ayrıca Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu küme grubu aşağıdaki gibidir.

Küme 1={Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan}

- Belçika, Bulgaristan, Almanya, Finlandiya, Fransa ve Birleşik Krallık'ın aynı kümede olduğu durumda kümelenmenin Silhouette değeri -1 çıkarak kümenin anlamlı olmadığı belirlenmiştir.

2016 yılı için olası tüm başlangıç merkez verilerle içeriden, dışarıdan ve karma tüm başlangıç merkez verilerle analiz 3 kümeye ayrılmak üzere uygulandığında, 20 farklı küme grubu elde ediliyor. Bu küme gruplarının görülme sıklıkları ve Silhouette değeri en yüksek olduğu kümeler Çizelge 5.20'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.20: 2016 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=3

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|---|---------------|------------|---------|----------|-------|--------|
| A | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Finlandiya | 5 | 10 | 61 | 0,5743 |
| B | Belçika, Almanya, Finlandiya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan - | | 0 | 16 | 54 | 0,5647 |

Analizlerden elde edilen bulgularda;

- A küme grubunun içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu olduğu ayrıca Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu küme grubu aşağıdaki gibidir.

Küme 1={Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık}, Küme 2={Bulgaristan} ve Küme 3={Finlandiya}

- Dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubunun içeriden başlangıç merkez verilerle ele edilemediği gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizde ülkeler 3 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 2 kümede ayrılmıştır.

- Dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubu, 2015 yılı k=3 için dışarıdan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grubu ile kümelenmeler olarak benzerlik göstermektedir.
- Silhouette değeri en yüksek olan, içeriden başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen A küme grubunun; Dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubundan kümelenme olarak farklılığı sadece Finlandiya'nın farklı kümede yer almasıdır.

2016 yılı için ülkeler olası tüm veri seti içinden, veri seti dışından ve karma başlangıç merkez veriler yardımıyla 4 kümeye ayrıştırıldığında, 19 farklı küme grubu elde edilmiştir. Bu küme gruplarında görülme sıklıkları ve Silhouette değerleri en yüksek küme grupları Çizelge 5.21'de yer almaktadır.

Çizelge 5.21: 2016 Yılı K-Ortalamalar Kümeleme Analizi Bulguları: k=4

| Küme Grupları | Küme 1 | Küme 2 | Küme 3 | Küme 4 | İçerden | Dışardan | Karma | Sil |
|---------------|--|-------------|-----------------------------------|---------------------|-----------|------------|---------------|-----|
| A | Belçika | Bulgaristan | Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Finlandiya 2 | 0 | 33 | <u>0,6094</u> | |
| B | Belçika, Almanya, Fransa, Birleşik Krallık | Bulgaristan | Finlandiya - | 0 | <u>15</u> | <u>173</u> | 0,5743 | |
| C | Belçika, Fransa | Bulgaristan | Almanya, Birleşik Krallık | Finlandiya <u>6</u> | 8 | 159 | 0,522 | |

- Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu: Küme 1={Belçika}, Küme 2={Bulgaristan}, Küme 3={Almanya, Fransa, Birleşik Krallık} ve Küme 4={Finlandiya} Silhouette değeri en yüksek olan küme grubunun görülme sıklığının çok yüksek olmadığı gözlemlenmiştir. Örneğin veri seti içinden sadece 2 başlangıç merkez veri ile elde edilmekte olup, veri seti dışından merkez verilerle elde edilmemiştir. A küme grubunun görülme sıklığı çok az olsa da içeriden, dışarıdan ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen küme grupları incelendiğinde; Silhouette değeri en yüksek olan küme grubu ile bir benzerliği olduğu

gözlemlenmiştir. Bu benzerlik ise Bulgaristan ülkesinin hepsinde tek küme olarak yer almasıdır.

- Dışardan başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen ve karma başlangıç merkez verilerle en sık elde edilen B küme grubunda; içerden başlangıç merkez verilerle küme oluşmadığı gözlemlenmiştir. Burada dikkate alınması gereken bulgu; analizdeki ülkeler 4 kümeye ayrıştırılmış olsa da ülkeler 3 kümede ayrılmıştır.
- Bir önceki yıl ile kıyaslandığında bu yılın Silhouette değeri en yüksek A küme grubu, 2015 yılı k=4 analizinin Silhouette değeri en yüksek küme grubu ile benzer şekilde kümelendiği belirlenmiştir.



6. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu tez çalışması ile hedeflenen seçilmiş Avrupa birliğine üye ülkelerin, E-atık ile ilgili göstergeler göz önüne alındığındaki benzerliklerinin belirlenmesidir. Çalışmada benzerliklerin belirlenmesi için hiyerarşik olmayan K-ortalamlar kümeleme yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanabilmesi için k değerinin başlangıçta belirlenmesi gerekmektedir. Bu yöntemin sorunsallarından biridir. Bir başka sorunsalı ise k değeri belirlenmesi ile birlikte, analizin başlamasına yardımcı olacak k tane başlangıç merkez verinin rastlantısal olarak seçilmesidir. Bu sorunsalı minimize edebilmek için çalışmada öncelikle analiz veri seti içinden olası tüm başlangıç merkez verilerle gerçekleştirilmiştir. Daha sonra basit bir yöntem ile veri seti dışından, yeni başlangıç merkez veri olarak kullanılmak üzere yeni veriler elde edilmiş ve analiz bu veriler yardımıyla da gerçekleştirilmiştir. Bir başka ifade ile öncelikle veri seti içinden elde edilen tüm veriler yardımıyla, olası tüm veri seti dışından başlangıç merkez verilerle daha sonra karma olarak adlandırılan hem veri seti içinden hem de veri seti dışından elde edilen başlangıç merkez verilerle analiz gerçekleştirilmiş ve elde edilen bulgular karşılaştırılmıştır.

Çalışmada K-ortalamlar kümeleme yönteminin olası tüm veri seti içinden, dışından ve karma başlangıç merkez verilerle gerçekleştirilmesinden sonra, hesaplanan Silhouette İndeks değeri ile farklı sayıda elde edilen küme gruplarının hangisinin daha geçerli olduğuna karar verilmiştir. Kaç gruba (küme) ayrıştırılması gerektiği ise yine Silhouette indeks değeri ile belirlenmiştir. Bir başka ifade ile ülkeler veri seti içinden, dışından ve karma olası tüm başlangıç merkez veriler yardımıyla farklı sayıda kümelere (2, 3, 4) ayrıştırıldıktan sonra elde edilen tüm küme gruplarının Silhouette indeks değerleri hesaplanarak, ayrıştırılması gereken en uygun küme sayısı ve en uygun küme grubu belirlenmiştir.

Elde edilen bulgularda; ayrıştırılması gereken küme sayısının her yıl için 4 olduğu tespit edildi. Bu sonuca göre, 2010-2011 yıllarında Bulgaristan,

Almanya, Finlandiya çalışmada ele alınan diğer tüm ülkelerden farklılaşarak tek başlarına bir küme oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu yıllar için Belçika, Fransa ve Birleşik Krallığın birbirlerine E-atık ile ilişkilendirilen göstergeler doğrultusunda benzer özellikler gösterdiği ancak diğer ülkelerden de ayrıştığı sonucu ortaya çıkmıştır. 2012-2016 yıllarında ise 2010-2011 döneminden farklı olarak Fransa ve Birleşik Krallık, Belçika'dan farklılaşarak Almanya ile aynı kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Belçika, Finlandiya ve Bulgaristan'ın ise yine diğer tüm ülkelerden farklı özellikler göstererek her biri ayrı ayrı tek bir kümede yer aldığı gözlemlenmiştir. Ülkelerin bu alan için gerçekleştirmek istediği hedeflere yön vermek için benzer ve farklılıklar yaşadığı ülkeleri değerlendirerek adımlar atmasının daha sağlıklı olması düşüncesinden yola çıkarak, elde edilen bu bulgular ileride gerçekleştirilecek çalışmalar için önemli bulgulardır. Bu açıdan bu sonuçlar ileri dönem politika uygulayacaklar için üzerinde düşünülmesi gereken bir tespit olarak değerlendirilebilir.

E-atık dönüşüm oranlarını arttırarak ve seçilmiş göstergelerde ilerlemeler sağlayarak ekonomik gelişmişlik sağlayabilirler, doğal kaynaklarını koruyabilir, yeni iş imkanları yaratabilir, atık alanı ihtiyacını azaltabilir ve çevreyi koruyabilirler böylelikle hem ekonomik hem de fiziki olarak gelecek nesillere daha iyi bir dünya bırakabilirler. Seçilmiş göstergelerle gelir düzeyleri, yaşam kaliteleri, ekonomik durumu, eğitim durumu, enerji verimliliği ve E-atık dönüşüm oranları gibi göstergeleri incelediği için bu göstergelerle kümelenen ülkelerin bulunduğu kümede yer almak isteyen ülkeler bu verilerde geliştirmeler yaparak kendilerini konumlandırabilir ve bu göstergelerle bir yol haritası belirleyebilirler.

Çalışmada veriler, 2010-2016 yıllarında her yıl için ayrı ayrı incelenmiş ve kümelemeler her bir yıl için oluşturulmuştur. İleride gerçekleştirilecek çalışmalarda tüm yılların verileri aynı anda incelenerek sonuçlar karşılaştırılabilir. Her yıl için yapılan analizlerde oluşan kümelemeler bütünün devamlılığını bozmuş olabilir. Verilerin elde edildiği tüm yıllar tek bir analizle incelendiğinde farklı kümeleme oluşabilir.

Çalışmada kullanılan K-ortalamlar kümeleme yöntemi analizinin sorunsallarından biri başlangıç merkezi belirlemektir. Çalışmamızda içerden başlangıç merkez verilerle, dışardan başlangıç merkez verilerle ve hem içerden

hem dışardan yani karma başlangıç merkez verilerle seçilmiştir. Bu başlangıç merkezleri ile oluşturulan farklı kümelere (2, 3, 4) ayrıştırıldıktan sonra Silhouette indeksi değeri hesaplanarak, ayrıştırılması gereken en uygun küme sayısı ve en uygun küme grubu belirlenmiştir. Ancak ileride gerçekleştirilecek çalışmalarda farklı başlangıç merkezleri seçilerek yeni kümelemeler oluşturulmaya çalışılabilir. Silhouette indeksi yerine Calinski ve Harabazs, Krzanowski ve Lai, Hartigan, Wilk's Lambda vb. indeksler kullanılarak değerlendirilebilir.



KAYNAKLAR

- Akduman, A., GÜLEÇ S.,** (2005). Belediyelerde Katı Atık Yönetimi ve İl Belediyelerinde Gerçekleştirilen Ampirik Bir Araştırma, Çağdaş Yerel Yönetimler Dergisi, 14(4), 51-78.
- Akgöz E.** (2019).K-Means Algoritmasının Sigorta Sektöründe Uygulanması, İstanbul Kültür Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mayıs
- Akın, B. Kuru, A.** (2011). Elektrikli Ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Zararları, Yönetimi ve Türkiyedeki Uygulamalarının Değerlendirilmesi, İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi (İAÜD) 12, 1-12.
- Atık Elektrikli Ve Elektronik Eşyaların Kontrolü Yönetmeliği,** (2012)
- Atık Yönetimi Genel Esasları Yönetmeliği,** RG.05.07.2008 tarih ve 26927 Sayı.
- Awasthi, A. K., Zeng, X., & Li, J.** (2016). Relationship between e-waste recycling and human health risk in India: a critical review. Environmental Science and Pollution Research, 1-24
- Aydın, B.,** (2011). Elektrikli ve elektronik ekipman atıklarının geri kazanımı, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Berkhin, P.** (2002) Survey of Clustering Data Mining Techniques. Technical Report, Accrue Software, Inc.
- Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü,** (2014). Ulusal Geri Dönüşüm Raporu,
- Başkır B. Aydın D.** (2013). Bankaların 2012 Yılı Sermaye Yeterlilik Rasyolarına Göre Kümeleme Analizi ve Çok Boyutlu Ölçekleme Sonucu Sınıflandırılma Yapıları, BSAD Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi, 1, 5-6.
- Başkır B.** (2015). Sigorta Piyasasında Finansal Performansın Klasik ve Bulanık Öbekleme Yöntemleri ile İncelenmesi, BSAD Bankacılık ve Sigortacılık Araştırmaları Dergisi, 2, 7-8.
- Bleiwass D., Kelly T.,** (2001). Obsolete Computers,Gold Mine sor High Tech Trach?Resource Recovery from Recyling[R],United States Geological Survey, p.7.
- Cabria, I., & Gondra, I.** (2014). Potential-\$ K \$-Means for Load Balancing and Cost Minimization in Mobile Recycling Network. *IEEE Systems Journal*, 11(1), 242-249.
- Çakmak Z.** (1999). Kümeleme Analizinde Geçerlilik Problemi Ve Kümeleme Sonuçlarının Değerlendirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi.
- Çelik C., Akay Ö., Kırıl G.,** (2019). Konut Talebine Göre Benzer Özellik Gösteren Türkiye İllerinin Panel Veri Kümeleme Analizi ile Belirlenmesi, Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi, Sayı: 5.
- Çevre Kanunu,** RG. 11.08.1983 tarih ve 18132 Sayı.
- Çıtak, S. Öktüren, F.A. Sönmez, S.** (2007). Kadmiyumun Çevre Ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri, Derim Dergisi, 24(1), 32-39.

- Çiftlik, Handırı, Beyhan, Akçil, Ilgar ve Gönüllü,** (2009). Elektrikli ve Elektronik Atıkların (E-Atık) Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi, in Proceedings Türkiye’de Katı Atık Yönetim Sempozyumu, p. 1-8.
- Çiftlik, S.** (2009) Elektrikli ve elektronik atıkların Yönetimi, Ekonomisi ve Metal Geri Kazanım Potansiyeli Bakımından Değerlendirilmesi, TÜRKAY. S.2
- Demir İ.** (2017). R İle Uygulamalı İstatistik Papatya Bilim Yayınevi
- Durmuşoğlu, A.**(2016). A pre-assessment of past research on the topic of environmental-friendly electronics. Journal of Cleaner Production, 129, 305-314.
- Duffus, J. H.** (1981). Environmental toxicology. John Wiley.
- Ergülen ve Büyükkeklik,** (2008). Sürdürülebilir Kalkınmanın Ekonomik ve Çevre Boyutları Açısından Atık Yönetimi ve E-Atıklar, Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1 (2), 19-30.
- Ersöz F.** (2009). OECD’ye Üye Ülkelerin Seçilmiş Sağlık Göstergelerinin Kümeleme Ve Ayırma Analizi İle Karşılaştırılması, Kara Harp Okulu, Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güler, Ç., ve Çobanoğlu, Z.** (1996). Sağlık Açısından Çöp, Tıbbi Dokümantasyon Merkezi Toplum Sağlığı Dizisi, 14. Ankara.
- Güven, A., Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Timur, S.,** (2004). Metalurji, İ. T. Ü.
- Hobikoğlu,** (2013). Davranışsal Finans Çerçevesinde E-Atık Geri Dönüşüm Yatırım Risk Algılamasında Tüketici Tercih ve Davranış Düzeyinin Sosyo-Ekonomik Analizi: İstanbul Örneği, Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 4 (8), 55-70.
- Huang C., Xu X.,Liu J., Lu F., Chung Y.M., Huo X.,** (2015). Association of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and lead co-exposure with child physical growth and development in an e-waste recycling town, Chemosphere, 139, 295–297.
- Huanga C.L., Baob L.J., Pei Luo,D., Wanga Z.Y., Meng Li c S.,Eddy Y., Zenga,B.,** (2016). Potential health risk for residents around a typical e- waste recycling zone via inhalation of size-fractionated particle-bound heavy metals, Journal of Hazardous Materials 317, 449-456.
- Kaçtıoğlu, S., Şengül, Ü.** (2010). Erzurum Kenti Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü İçin Tersine Lojistik Ağı Tasarımı ve Bir Karma Tam Sayılı Programlama Modeli, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 24, 1.
- Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A., & Timur, S.** (2003). Metallerin çevresel etkileri-I, Metalurji Dergisi, 136, 47-53.
- Kaya, M., Sözeri, A.,** (2007). Elektronik Atık (E-Atık) Geri Dönüşüm/Kazanım Sistemi, 13th International Energy, Cogeneration and Environmental Technologies Conference & Exhibition, (ICCI-2007), Istanbul Lütfi Kırdar Convention & Exhibition Center.
- Kaya, M., Sözeri, A.,** (2009) A review of electronic waste (e-waste) recycling technologies ‘is e-waste an opportunity or treat?, TMS-2009 CONGRESS, San FRANCISCO-USA.
- Keleş ve Hamamcı,** (2005). Çevre Politikası, İmge Kitabevi, Ankara.
- Keleş, Hamamcı ve Çoban,** (2009). Çevre Politikası, İmge Kitabevi, Ankara.
- Köklü, N., Büyükoztürk, Ş. ve Bökeoğlu, Ö. Ç.** (2006). Sosyal bilimler için istatistik, PegemA Yayıncılık, Ankara,

- MacQueen, J. B.** (1967), Some Methods for Classification and Analysis of Multivariate Observations, Proc. Symp. Math. Statist. and Probability 5, 281– 297.
- Mansfield,** (2013). Electronic Waste Disposal in the European Union: Avoiding the Once-ler's Dilemma, Unpublished Research Thesis, Environmental Studies Program at the University of Vermont.
- Marangoz, M., Günal, A., İnce, G., Aydın, A. E.,** (2015). Çevre Ekonomisi ve Sürdürülebilir Kalkınma Açısından E-atık Yönetiminin Önemi, Intenational Conference on Europe Economies.
- Nur ve Varınca,** (2014). Electronic Waste Management in Turkey in the Process of Adaptation with EU, in Proceedings of 2. International Symposium on Environment and Morality, 670-682.
- Özari, Ç., Eren, Ö., Alıcı, A.,** (2019). K-Ortalamlar Yönteminin Başlangıç Merkez Seçim Sorunsalı Üzerine Bir Çalışma Business & Management Studies: An International Journal, 7(2), 1117-1135.
- Özbay, M.,** (2007), Katı Atık Yönetiminde Mühendislik Sistemleri, Gün Yayıncılık, Ankara.
- Özçalıcı, M.,** (2016), Hisse Senetlerinin Özdüzenleyici Haritalarla Kümelendirilmesi: BIST50 Endeksinde Yer Alan Hisseler Üzerine Bir Uygulama, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, 45(1).
- Öztürk, İ.**(2010). Katı Atık Yönetim ve AB Uygulamaları, İSTAÇ A.Ş. Teknik Kitaplar Serisi 2, İstanbul.
- Öztürk, T.** (2015), Generation and management of electrical-electronic waste (e-waste) in Turkey, Journal of Material Cycles and Waste Management, 13(3), 411-421.
- Palabıyık, H.** (2001). Belediyelerde Kentsel Katı Atık Yönetimi: İzmir Büyükşehir Belediyesi Örneği, DEÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir.
- Palabıyık, H., Altunbaş, D.** (2004). Kentsel Katı Atıklar ve Yönetimi, Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar: Ekolojik, Ekonomik, Politikve Yönetimsel Perspektifler, 103-124. Beta, İstanbul.
- Rendon, E., Abundez, I., Arizmendi, A. ve Quiroz, M.** (2011) Internal versus External Cluster Validation Indexes, International Journal of Computers and Communications, 5(1), 27-34.
- Rousseuw, P.J.** (1987). Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis, Journal of Computational and Applied Mathematics, 20, 53-65.
- Robinson, B. H.**(2009). E-waste: An assessment of global production and environmental impacts, Science of the Total Environment (408), 183-191.
- Sayar, Ş.** (2012). Sakarya İli Entegre Atık Yönetimi ve Ambalaj Atıklarının Geri Dönüşümü. Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Sakarya.
- Seven A., Aydın N.,** (2015), İl Nüfus ve Vatandaşlık Müdürlüklerini İş Yoğunluğuna Göre Hibrid Kümeleme İle Sınıflandırılması, Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi,13(2).
- Sevencan, F., S.A. Vaizoğlu** (2007), Pet ve Geri Dönüşümü, TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6(4), 307-312.

- Steinbach, M., Karypis, G., ve Kumar, V.** (2000). A comparison of document clustering techniques. In KDD workshop on text mining, 400(1), 525-526.
- Şahingil M.C., Özkazanç Y.,** (2010). Uzaktan Algılanmış Görüntülerin Eğitimsiz Sınıflandırılmasında Optimal Bölüt Sayısının Belirlenmesi, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu.
- T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Sanayi Genel Müdürlüğü,** Ulusal Geri Dönüşüm Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2014-2017).
- Theodoridis, S. ve Koutroumbas, K.** (2006) Pattern Recognition, 3rd Ed., London, Academic Press.
- TÜBİSAD** (2016). Faaliyet Raporu.
- Üstünel M.** (2018). K - Ortalamalar Algoritmasına Dayalı Kümeleme Analizi Sistemi Ve Perakendecilik Sektöründe Uygulaması, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Yaraş, E.** (2005). Tüketicilerin Pazarlama Kararları Ve Marka Değeri Algılamalarına Göre Kümeler Halinde İncelenmesi, İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi, 19(2), Eylül.
- Yaren, M. F., Taşkın, M. F., Uygun, Ö., ve Alp, A.** (2014). Atık Ekonomisi Ve Elektronik Atıkların Değerlendirilmesinin Önemi, Akademik Platform (ISEM 2014), 631-642.
- Yazıcı, E. Y. ve Deveci, H.,** (2009). E-Atıklardan Metallerin Geri Kazanımı, Madencilik, 48(3), 3-18.
- Yazıcı E.Y., Baş A.D., Deveci H.,** (2011). E-Madenler (E-Mines), Madencilik Türkiye, 66-70.
- Yekeen, T.A., Xu, X., Zhang, Y.** (2016). Environ Sci Pollut Res, doi:10.1007/s11356-016-6896-6.
- Vu, D. D., & Kaddoum, G.** (2017). A waste city management system for smart cities applications. In 2017 Advances in Wireless and Optical Communications (RTUWO) (pp. 225-229). IEEE.

İNTERNET KAYNAKLARI

- Anadolu Cam,** Cam Geri Dönüşümü, Alındığı Tarih: 03.12.2010, <<https://anadolucam.com.tr/camvecevre/tr-TR/.php>>
- Baldé, C. P., Wang, F., Kuehr, R., & Huisman, J.** (2014). The global e-waste monitor Bonn, Germany, United Nations University, alındığı tarihi: 24.05.2017, <<https://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf>>
- BCM,** (2010), Cam Geri Kazanım, alındığı tarih 01.12.2010, <<https://bcm.org.tr/pdf/Cam%20geri%20kazan.pdf>>
- Çevko, (2019),** Geri Dönüşülebilen Ambalajlar, alındığı tarih: 23.11.2010, <<https://cevko.org.tr/cevko/Ic-Sayfa/Tuketiciler/Geri-DonusebilenAmbalajlar>>
- Çevko, (2019),** Geri Dönüşülebilen Ambalajlar, alındığı tarih: 23.11.2010, <<https://cevko.org.tr/cevko/Ic-Sayfa/Tuketiciler/Geri-DonusebilenAmbalajlar.aspx>>
- Eurostat,** (2019), Yoksulluk Eşiği, Yaş Ve Cinsiyete Göre Yoksulluk Riski Oranı, Alındığı Tarihi: 31.07.2019,

- <http://ec.europa.eu/eurostat/product?mode=view&code=ilc_li02&lang=en>
- Eurostat**, (2019), Eğitim Seviyelerine Göre Nüfus Oranı, Alındığı Tarihi: 31.07.2019, <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lfso_14lel&lang=en>
- Eurostat**, (2019), Yenilenebilir Kaynaklardan Enerjinin Payı, Alındığı Tarihi: 31.07.2019, <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_rn&lang=en>
- Eurostat**, (2019), Gelir Dağılımı, Alındığı Tarihi: 31.07.2019, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_10_41/default/table?lang=en>
- Eurostat**, (2019), Enerji verimliliği, alındığı tarihi: 31.07.2019, <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=sdg_07_30&plugin=1>
- Eurostat**, (2019), Sera Gazı Emisyonu Oranı, alındığı tarihi: 31.07.2019, <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=sdg_13_20&plugin=1>
- Eurostat**, (2019), E-atıkların Geri Dönüşüm Oranı, alındığı tarihi: 31.07.2019, <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=t2020_rt130>
- Hürriyet**, (2015), İsveç Enerji İçin Çöp İthal Ediyor, Alındığı Tarihi: 31.07.2019, <<http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/isvec-enerji-icin-cop-ithal-ediyor-29317422>>
- Geri Dönüşüm**, (2010), Cam Nedir?, alındığı tarih:26.11.2010, <<https://geridonusum.org/cam/index.php>>
- Geri Dönüşüm**, (2010), Metal Nedir?, alındığı tarih: 26.11.2010, <<https://geridonusum.org/metal/index.php>>
- Recycling dergisi**, “E-Atığa Biçilen Eder, Adil Rekabete Bedel” Recycling Dergisi, Sayı:65, S.28), alındığı tarihi: 31.09.2019, <<http://www.recyclingindustrydergisi.com/dergi.php>>

EKLER

Ek 1: Çizelgeler



Ek 1: Çizelgeler**Çizelge 1: Yaşam beklentisi**

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | Fransa | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|------------|--------|------------------|
| 1990 | 76,2 | 71,2 | 75,4 | 75,1 | 77,0 | : |
| 1991 | 76,3 | 71,1 | 75,7 | 75,5 | 77,2 | : |
| 1992 | 76,5 | 71,2 | 76,2 | 75,7 | 77,5 | : |
| 1993 | 76,5 | 71,2 | 76,2 | 75,9 | 77,5 | 76,2 |
| 1994 | 76,8 | 70,9 | 76,6 | 76,7 | 78,0 | 76,8 |
| 1995 | 77,0 | 71,0 | 76,7 | 76,7 | 78,1 | 76,7 |
| 1996 | 77,3 | 70,8 | 77,0 | 77,0 | 78,2 | 77,0 |
| 1997 | 77,5 | 70,3 | 77,4 | 77,2 | 78,6 | 77,2 |
| 1998 | 77,6 | 70,9 | 77,8 | 77,4 | 78,8 | 77,4 |
| 1999 | 77,7 | 71,6 | 78,0 | 77,6 | 78,9 | 77,5 |
| 2000 | 77,9 | 71,6 | 78,3 | 77,8 | 79,2 | 78,0 |
| 2001 | 78,1 | 71,9 | 78,6 | 78,2 | 79,3 | 78,2 |
| 2002 | 78,2 | 72,1 | 78,6 | 78,3 | 79,4 | 78,3 |
| 2003 | 78,3 | 72,3 | 78,6 | 78,6 | 79,3 | 78,4 |
| 2004 | 79,0 | 72,5 | 79,3 | 79,0 | 80,3 | 79,0 |
| 2005 | 79,1 | 72,5 | 79,4 | 79,1 | 80,3 | 79,2 |
| 2006 | 79,5 | 72,7 | 79,9 | 79,5 | 80,9 | 79,5 |
| 2007 | 79,9 | 73,0 | 80,1 | 79,6 | 81,3 | 79,7 |
| 2008 | 79,8 | 73,3 | 80,2 | 79,9 | 81,4 | 79,8 |
| 2009 | 80,2 | 73,7 | 80,3 | 80,1 | 81,5 | 80,4 |
| 2010 | 80,3 | 73,8 | 80,5 | 80,2 | 81,8 | 80,6 |
| 2011 | 80,7 | 74,2 | 80,6 | 80,6 | 82,3 | 81,0 |
| 2012 | 80,5 | 74,4 | 80,7 | 80,7 | 82,1 | 81,0 |
| 2013 | 80,7 | 74,9 | 80,6 | 81,1 | 82,4 | 81,1 |
| 2014 | 81,4 | 74,5 | 81,2 | 81,3 | 82,9 | 81,4 |
| 2015 | 81,1 | 74,7 | 80,7 | 81,6 | 82,4 | 81,0 |
| 2016 | 81,5 | 74,9 | 81 | 81,5 | 82,7 | 81,2 |
| 2017 | 81,6 | 74,8 | 81,1 | 81,7 | 82,7 | 81,3 |

Kaynak: <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tps00150/default/table?lang=en>

Çizelge 2: Sera Gazı Emisyonları

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | Fransa | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|------------|--------|------------------|
| 2000 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 2001 | 101,3 | 103,6 | 99,5 | 98,1 | 107,3 | 101,4 |
| 2002 | 105 | 101,5 | 99,9 | 96,5 | 106,5 | 99,8 |
| 2003 | 101,6 | 108,3 | 99,4 | 95,8 | 113,4 | 99,3 |
| 2004 | 101,7 | 108,1 | 96,9 | 94,1 | 105,8 | 100,2 |
| 2005 | 100,3 | 104 | 94,9 | 94,3 | 94 | 98,8 |
| 2006 | 99,8 | 103,3 | 93,4 | 93,3 | 104,1 | 99,9 |
| 2007 | 99,5 | 113,2 | 95,3 | 91,7 | 102,3 | 101,3 |
| 2008 | 96,4 | 113,4 | 95 | 90,1 | 92,4 | 100,4 |
| 2009 | 93,3 | 114,9 | 94,2 | 89,5 | 95,2 | 99,3 |
| 2010 | 90,3 | 117,8 | 94,3 | 89 | 99,5 | 98,2 |
| 2011 | 86,9 | 122,2 | 96,4 | 84,4 | 90,5 | 97 |
| 2012 | 90,1 | 115,3 | 96,7 | 85,1 | 84,7 | 98,7 |
| 2013 | 87,1 | 108,9 | 96,7 | 84,7 | 87,6 | 97,7 |
| 2014 | 85,9 | 110 | 95,3 | 80,2 | 79 | 94,7 |
| 2015 | 89,9 | 111,6 | 95,5 | 80,2 | 76,4 | 89,4 |
| 2016 | 84,7 | 106,1 | 95,1 | 82,2 | 79,3 | 85,8 |
| 2017 | : | : | : | : | : | : |
| 2018 | : | : | : | : | : | : |

Kaynak:https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=sdg_13_20&plugin=1

Çizelge 3: E-Atıkların Dönüşüm Oranı

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | Fransa | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|------------|--------|------------------|
| 2008 | 23,3 | : | : | 37,9 | : | : |
| 2009 | 30,8 | : | 38,1 | 29,9 | 19,2 | : |
| 2010 | 30,4 | 40,8 | 37,8 | 28,7 | 21,8 | 26,9 |
| 2011 | 31,9 | 49,4 | 34,4 | 31 | 22,6 | 23,9 |
| 2012 | 32 | 62,4 | 34,8 | 32,8 | 22,6 | 22,5 |
| 2013 | 31,7 | 60,2 | 35,6 | 36,3 | 23,6 | 22,8 |
| 2014 | 28,4 | 68,3 | 36,9 | 42,4 | 26,3 | 29,6 |
| 2015 | 30,9 | 96,5 | 33,9 | 43,2 | 32,2 | 36,6 |
| 2016 | 34 | 105,2 | 39 | 42,1 | 37,1 | 49,8 |
| 2017 | : | : | : | : | : | : |
| 2018 | : | : | : | : | : | : |

Kaynak:https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&plugin=1&language=en&pcode=t2020_rt130

Çizelge 4: Enerji Verimliliği

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Fransa | Finlandiya | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|--------|------------|------------------|
| 1990 | 45,63 | 26,79 | 332,63 | 213,04 | 27,20 | 201,15 |
| 1991 | 47,51 | 21,76 | 326,5 | 224,03 | 27,36 | 207,56 |
| 1992 | 47,86 | 19,92 | 319,46 | 219,97 | 25,58 | 206,67 |
| 1993 | 46,63 | 21,6 | 317,42 | 225,79 | 27,19 | 208,99 |
| 1994 | 47,58 | 20,42 | 314,22 | 215,96 | 29,6 | 215,18 |
| 1995 | 48,24 | 22,15 | 317,36 | 224,14 | 28,7 | 210,95 |
| 1996 | 51,07 | 21,70 | 329,55 | 238,20 | 30,36 | 220,73 |
| 1997 | 51,28 | 19,94 | 325,36 | 229,46 | 31,57 | 215,19 |
| 1998 | 52,57 | 19,12 | 322,56 | 237,85 | 31,83 | 218,35 |
| 1999 | 52,28 | 17,44 | 315,57 | 238,19 | 31,81 | 219,45 |
| 2000 | 52,44 | 17,65 | 317,13 | 239,78 | 31,62 | 221,96 |
| 2001 | 52,14 | 18,62 | 327,12 | 248,71 | 32,62 | 223,98 |
| 2002 | 50,10 | 18,47 | 319,41 | 248,88 | 34,23 | 220,01 |
| 2003 | 52,62 | 18,72 | 320,88 | 255,00 | 36,14 | 223,80 |
| 2004 | 52,35 | 18,20 | 322,32 | 259,27 | 36,57 | 221,43 |
| 2005 | 51,56 | 19,22 | 320,27 | 260,92 | 33,56 | 223,48 |
| 2006 | 51,41 | 19,85 | 330,68 | 256,17 | 36,67 | 220,41 |
| 2007 | 50,32 | 19,52 | 313,34 | 252,66 | 36,03 | 214,50 |
| 2008 | 51,13 | 19,2 | 317,10 | 255,39 | 34,57 | 211,80 |
| 2009 | 50,47 | 16,92 | 297,32 | 246,32 | 32,39 | 195,99 |
| 2010 | 54,14 | 17,41 | 311,97 | 254,45 | 35,50 | 205,09 |
| 2011 | 50,52 | 18,58 | 295,25 | 249,07 | 34,24 | 190,09 |
| 2012 | 47,78 | 17,86 | 297,59 | 249,16 | 33,01 | 195,15 |
| 2013 | 49,23 | 16,50 | 304,80 | 250,42 | 32,04 | 191,63 |
| 2014 | 45,71 | 17,27 | 292,38 | 239,78 | 32,70 | 180,72 |
| 2015 | 46,06 | 17,97 | 295,26 | 244,33 | 31,15 | 183,05 |
| 2016 | 49,27 | 17,68 | 297,69 | 240,24 | 32,34 | 179,80 |
| 2017 | 49,12 | 18,33 | 298,31 | 239,52 | 31,93 | 176,82 |
| 2018 | : | : | : | : | : | : |

Kaynak: https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&code=sdg_07_30&plugin=1

Çizelge 5: Yenilenebilir Kaynaklardan Enerjinin Payı

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | Fransa | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|------------|--------|------------------|
| 2004 | 1,89 | 9,45 | 6,18 | 29,23 | 9,5 | 1,13 |
| 2005 | 2,33 | 9,35 | 7,13 | 28,81 | 9,6 | 1,32 |
| 2006 | 2,63 | 9,57 | 8,44 | 30,04 | 9,33 | 1,53 |
| 2007 | 3,1 | 9,24 | 10,02 | 29,56 | 10,24 | 1,78 |
| 2008 | 3,59 | 10,49 | 10,04 | 31,35 | 11,19 | 2,65 |
| 2009 | 4,72 | 12,15 | 10,82 | 31,33 | 12,22 | 3,27 |
| 2010 | 5,65 | 14,07 | 11,67 | 32,43 | 12,67 | 3,68 |
| 2011 | 6,29 | 14,29 | 12,47 | 32,78 | 11,11 | 4,18 |
| 2012 | 7,18 | 16,05 | 13,6 | 34,42 | 13,62 | 4,24 |
| 2013 | 7,54 | 18,95 | 13,82 | 36,73 | 14,24 | 5,31 |
| 2014 | 8 | 18,04 | 14,42 | 38,79 | 14,77 | 6,5 |
| 2015 | 7,94 | 18,21 | 14,92 | 39,32 | 15,19 | 8,4 |
| 2016 | 8,65 | 18,81 | 14,89 | 39,05 | 15,93 | 9,23 |
| 2017 | : | : | : | : | : | : |
| 2018 | : | : | : | : | : | : |

Kaynak: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_ind_ren&lang=en

Çizelge 6: Eğitim Seviyelerine Göre Nüfus Oranı

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | Fransa | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|------------|--------|------------------|
| 1992 | 49,6 | : | 24,3 | : | : | 52,5 |
| 1993 | 49 | : | 24,2 | : | 44,8 | 51,9 |
| 1994 | 47,2 | : | 21,6 | : | 43,3 | 49,9 |
| 1995 | 46 | : | 23,1 | 37,2 | 42,2 | 48,8 |
| 1996 | 44 | : | 27,3 | 36 | 42,6 | 49,5 |
| 1997 | 43,2 | : | 26 | 34,3 | 41,7 | 47,5 |
| 1998 | 44,4 | : | : | 34 | 42,4 | : |
| 1999 | 44,4 | : | 22,6 | 32,5 | 41,1 | 36,4 |
| 2000 | 42,3 | 36 | 21,5 | 31,1 | 40,1 | 34,8 |
| 2001 | 41,6 | 33,5 | 24,6 | 30,9 | 39,1 | 34,6 |
| 2002 | 40,5 | 33,4 | 24,1 | 29,9 | 38,3 | 33,2 |
| 2003 | 39,6 | 34,1 | 24 | 29 | 37 | 29,7 |
| 2004 | 37,8 | 34 | 23,6 | 27,8 | 36,3 | 29,6 |
| 2005 | 36,3 | 33,4 | 24,8 | 27 | 35,5 | 28,4 |
| 2006 | 35,7 | 30,6 | 24,6 | 26,2 | 35 | 27,5 |
| 2007 | 34,8 | 28,7 | 23,5 | 25,4 | 34 | 27 |
| 2008 | 33,6 | 28,3 | 22,3 | 25,1 | 33 | 26,9 |
| 2009 | 32,4 | 27,6 | 22 | 24,4 | 32,4 | 25,7 |
| 2010 | 32,6 | 25,1 | 21 | 23,6 | 31,9 | 24,1 |
| 2011 | 31,9 | 24 | 18,1 | 22,9 | 31,2 | 23,8 |
| 2012 | 31,4 | 23 | 17,9 | 21,8 | 30,4 | 22,2 |
| 2013 | 30,4 | 22,1 | 17,7 | 20,8 | 28 | 21,7 |
| 2014 | 29,5 | 22,6 | 19,7 | 20,1 | 26,5 | 20,9 |
| 2015 | 28,7 | 22,2 | 19,8 | 19,2 | 26 | 20,3 |
| 2016 | 28,2 | 21,9 | 19,8 | 18,6 | 25,5 | 20,4 |
| 2017 | 27,2 | 21,4 | 19,8 | 18,4 | 25,3 | 20 |
| 2018 | 26,3 | 21,5 | 19,6 | 17,7 | 24,4 | 19,7 |

Kaynak: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=lfso_14lel&lang=en

Çizelge 7: Cinsiyete ve Seçilen Yaş Grubuna Göre Gelirin Beşli Hisse Oranı

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | Fransa | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|------------|--------|------------------|
| 1995 | 4,5 | : | 4,6 | : | 4,5 | 5,2 |
| 1996 | 4,2 | : | 4 | 3 | 4,3 | 5 |
| 1997 | 4 | : | 3,7 | 3 | 4,4 | 4,7 |
| 1998 | 4 | : | 3,6 | 3,1 | 4,2 | 5,2 |
| 1999 | 4,2 | : | 3,6 | 3,4 | 4,4 | 5,2 |
| 2000 | 4,3 | 3,7 | 3,5 | 3,3 | 4,2 | 5,2 |
| 2001 | 4 | 3,8 | 3,6 | 3,7 | 3,9 | 5,4 |
| 2002 | : | 3,8 | : | 3,7 | 3,9 | 5,5 |
| 2003 | 4,3 | : | : | : | : | : |
| 2004 | 3,9 | : | : | 3,5 | 4,2 | : |
| 2005 | 4 | : | 3,8 | 3,6 | 4 | 5,9 |
| 2006 | 4,2 | 5,1 | 4,1 | 3,6 | 4 | 5,4 |
| 2007 | 3,9 | 7 | 4,9 | 3,7 | 3,9 | 5,3 |
| 2008 | 4,1 | 6,5 | 4,8 | 3,8 | 4,4 | 5,6 |
| 2009 | 3,9 | 5,9 | 4,5 | 3,7 | 4,4 | 5,3 |
| 2010 | 3,9 | 5,9 | 4,5 | 3,6 | 4,4 | : |
| 2011 | 3,9 | 6,5 | 4,5 | 3,7 | 4,6 | 5,3 |
| 2012 | 4 | 6,1 | 4,3 | 3,7 | 4,5 | 5 |
| 2013 | 3,8 | 6,6 | 4,6 | 3,6 | 4,5 | 4,6 |
| 2014 | 3,8 | 6,8 | 5,1 | 3,6 | 4,3 | 5,1 |
| 2015 | 3,8 | 7,1 | 4,8 | 3,6 | 4,3 | 5,2 |
| 2016 | 3,8 | 7,7 | 4,6 | 3,6 | 4,3 | 5,1 |
| 2017 | 3,8 | 8,2 | 4,5 | 3,5 | 4,4 | 5,4 |
| 2018 | : | 7,7 | : | 3,6 | : | : |

Kaynak: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_10_41/default/table?lang=en

Çizelge 8: Yoksulluk eşiği, yaş ve cinsiyete göre yoksulluk riski oranı

| Yıllar/Ülkeler | Belçika | Bulgaristan | Almanya | Finlandiya | Fransa | Birleşik Krallık |
|----------------|---------|-------------|---------|------------|--------|------------------|
| 1995 | 15 | : | 14 | : | 15 | 19 |
| 1996 | 15 | : | 13 | 8 | 15 | 17 |
| 1997 | 13 | : | 12 | 8 | 14 | 17 |
| 1998 | 13 | : | 11 | 9 | 14 | 18 |
| 1999 | 12 | : | 11 | 10 | 15 | 19 |
| 2000 | 12 | : | 10 | 10 | 15 | 17 |
| 2001 | 12 | : | 11 | : | : | : |
| 2002 | : | : | : | : | : | : |
| 2003 | 14,8 | : | : | : | : | : |
| 2004 | 13,8 | : | : | 9,9 | 13,2 | : |
| 2005 | 14,1 | : | 12 | 10,6 | 12,6 | 18,2 |
| 2006 | 13,7 | 17,9 | 12,4 | 11,3 | 12,7 | 18 |
| 2007 | 14,3 | 21,3 | 15,1 | 11,8 | 13 | 17,6 |
| 2008 | 14 | 19,8 | 15,3 | 12,2 | 12,4 | 17,7 |
| 2009 | 13,7 | 19,7 | 15,6 | 12,4 | 12,8 | 16,6 |
| 2010 | 14,1 | 19,2 | 15,9 | 12,2 | 13,5 | 16,4 |
| 2011 | 14,8 | 20,8 | 16,2 | 12,6 | 14,2 | 15,3 |
| 2012 | 14,8 | 20 | 16,4 | 12 | 14,4 | 15,7 |
| 2013 | 14,6 | 20,1 | 16,5 | 10,7 | 14 | 15,5 |
| 2014 | 15,2 | 21,3 | 17 | 11,8 | 13,6 | 16,3 |
| 2015 | 14,7 | 20,5 | 16,9 | 11,5 | 14 | 16,3 |
| 2016 | 15,5 | 22,2 | 16,5 | 11 | 14 | 15,4 |
| 2017 | 15,8 | 22 | 16,1 | 10,7 | 13,7 | 16,6 |
| 2018 | : | 20,7 | : | 11,1 | : | : |

Kaynak: http://ec.europa.eu/eurostat/product?mode=view&code=ilc_li02&lang=en

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Berkant IŞIK
Doğum Yeri : İstanbul
Doğum Tarihi : 31.07.1992
E-posta : berkantisk@gmail.com



Eğitim Durumu :

2017-2020

YÜKSEK LİSANS

İstanbul Aydın Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Yönetimi

2011-2015

LİSANS

SAKARYA ÜNİVERSİTESİ

Siyasal Bilgiler Fakültesi, Çalışma Ekonomisi Ve
Endüstri İlişkileri

2013-2015

ÖN LİSANS

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Açık Öğretim Fakültesi, Adalet