

**T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**



**ÜNİVERSİTE KAMPÜSLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK  
AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ONDOKUZ MAYIS  
ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ**

Doktora Tezi

**Özge KÖKSAL**

Danışman  
**Prof. Dr. Yüksel ARDALI**

SAMSUN  
2022

## TEZ KABUL VE ONAYI

Özge KÖKSAL tarafından, Prof. Dr. Yüksel ARDALI danışmanlığında hazırlanan “Üniversite Kampüslerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Örneği” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 16.2.2022 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

|        | Unvanı Adı Soyadı<br>Üniversitesi<br>Ana Bilim/Ana Sanat Dalı                                | İmza | Sonuç                                                                           |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Başkan | Prof. Dr. Güray SALİHOĞLU<br>Bursa Uludağ Üniversitesi<br>Çevre Teknolojileri Ana Bilim Dalı |      | <input checked="" type="checkbox"/><br>Kabul<br><input type="checkbox"/><br>Ret |
| Üye    | Prof. Dr. Yüksel ARDALI<br>Ondokuz Mayıs Üniversitesi<br>Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı   |      | <input checked="" type="checkbox"/><br>Kabul<br><input type="checkbox"/><br>Ret |
| Üye    | Prof. Dr. Semra ÇORUH<br>Ondokuz Mayıs Üniversitesi<br>Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı     |      | <input checked="" type="checkbox"/><br>Kabul<br><input type="checkbox"/><br>Ret |
| Üye    | Doç. Dr. Oylum GÖKKURT BAKİ<br>Sinop Üniversitesi<br>Çevre Teknolojileri Ana Bilim Dalı      |      | <input checked="" type="checkbox"/><br>Kabul<br><input type="checkbox"/><br>Ret |
| Üye    | Dr. Öğr. Üyesi Gediz UĞUZ<br>Ondokuz Mayıs Üniversitesi<br>Kimya Mühendisliği Ana Bilim Dalı |      | <input checked="" type="checkbox"/><br>Kabul<br><input type="checkbox"/><br>Ret |

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY

... / ... / ...

Prof. Dr. Ali BOLAT  
Enstitü Müdürü

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım Doktora tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklar'da gösterilenlerden oluştuğunu, her unsurun enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığını taahhüt ve beyan ederim.

Etik Kurul Gerekli mi ?

Evet ☒

Hayır ☐

16/02/2022  
Özge KÖKSAL

## TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

**Tez Başlığı :** Üniversite Kampüslerinin Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Örneği

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 24.01.2022 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 24

Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

16/02/2022  
Prof. Dr. Yüksel ARDALI

## ÖZET

### ÜNİVERSİTE KAMPÜSLERİNİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİ

Özge KÖKSAL

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Doktora, Şubat/2022

Danışman: Prof. Dr. Yüksel ARDALI

Sürdürülebilirlik günümüzde dünya üniversitelerinin kampüsleriyle bütünleştirme yönünde çalışmalara hız kazandırdığı önemli konulardan biridir. Sürdürülebilir kalkınma amaçlarına ulaşmada önemli bir paydaş olan üniversiteler, çevresel parametrelerin yönetiminde önemli bir rol modelidir. Üniversiteler bilgi ve teknolojinin geliştirildiği alanlar olmasının yanında gerçekleştirdikleri faaliyetlerle de bulundukları bölgeye katkı veren küçük ölçekli şehirler olarak kabul edilmektedir. Kampüslerindeki her türlü faaliyetin çevresel açıdan kirlilik yükünü artırmayan, çevre dostu ve sürdürülebilir olması hedeflenmelidir. Bu kapsamda artan çevresel problemler ile başa çıkmada üniversitelerde sürdürülebilir yeşil kampüs uygulamaları öne çıkmaktadır.

Bu çalışmada sürdürülebilirlik açısından üniversite kampüslerinin değerlendirilmesinde çevresel yönden ölçüt kabul edilen uluslararası yeşil üniversite sıralama göstergeleri dikkate alınmıştır. Kampüse sıfır atık yönetiminin entegre edilmesi, enerji verimliliği ve su tasarrufu ile koruma programları oluşturma hedefleri için elde edilen envanterler doğrultusunda sürdürülebilir yeşil kampüs olma yönünden Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsünün mevcut durumu incelenmiştir. Ayrıca toplanan atıklar, miktar ve türlerine göre belirlenip elde edilen çevresel kazanımlar hesaplanmıştır. Kampüste sıfır atık sisteminin güçlü ve zayıf yönleri ile tehdit ve fırsatların belirlenmesi amacıyla SWOT analizi yapılmıştır. Üniversitenin belirlenen sınırlarda tüketim verileri kullanılarak karbon ayak izi ve kampüs bina çatılarından toplanabilecek yağmur suyu miktarı hesaplanmıştır. Ayrıca kampüste iyileştirme yönünde sunulan sürdürülebilir ve çevre dostu çözüm alternatiflerinin önceliklendirilmesi analitik hiyerarşi prosesi (AHP) ve bulanık analitik hiyerarşi prosesi (BAHP) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda, yeşil ölçüm göstergeleri kapsamında kampüsteki mevcut durum değerlendirildiğinde özellikle su yönetimi ile enerji ve iklim değişikliği, atık ve ulaşım alanlarında eksiklikler olduğu tespit edilmiştir. Göstergeler kapsamında kampüsün çevresel boyutta ileriye taşınması ve sürdürülebilirliğin sağlanması için gerekli çalışmalar üzerinde durulmuştur. Bu amaçla, iyileştirme yönünde belirlenen alternatiflerin AHP ve BAHP sonuçlarına göre %30.6 ile yağmur suyu toplama sistemi sürdürülebilir yeşil kampüs çalışmalarında öncelikli alternatif olarak belirlenmiştir. Bu alternatifi sırasıyla akıllı binalar %27.8, fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) %20.9 ve pilot kompost tesisi %20.7 oran ile izlemiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Sürdürülebilir Üniversite, Yeşil Üniversite, Yeşil Kampüs, Sıfır Atık Yönetimi, Karbon Ayak izi, Yeşil Ölçüm.

## ABSTRACT

### EVALUATION OF UNIVERSITY CAMPUSES IN TERMS OF SUSTAINABILITY: A CASE OF ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY

Ozge KOKSAL

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Environmental Engineering

Ph.D., February/2022

Supervisor: Prof. Dr. Yuksel ARDALI

Sustainability is one of the important issues that world universities accelerate their efforts to integrate with their campuses. The universities, which are important stakeholders in achieving sustainable development goals, are an important role model in the management of environmental parameters. The universities are considered as small-scale cities that contribute to the region they are in with the activities they carry out, as well as being areas where information and technology are developed. It should be aimed that all activities on campuses are environmentally friendly and sustainable, which do not increase the environmental pollution burden. In this context, sustainable green campus practices in universities come to the fore in dealing with increasing environmental problems.

In this study, international green university ranking indicators, which are accepted as environmental criteria in the evaluation of university campuses in terms of sustainability, were taken into account. The current situation of the Ondokuz Mayıs University campus has been examined in terms of being a sustainable green campus, in line with the inventories obtained for the goals of integrating zero waste management into the campus, creating energy efficiency, and water saving and conservation programs. Separately collected wastes were determined according to their amount and types, and the environmental gains were calculated. The SWOT analysis was conducted to identify the strengths, and weaknesses, threats, and opportunities of the zero waste system on campus. Using the consumption data of the university within the determined limits, the carbon footprint and the amount of rainwater that can be collected from the campus building roofs were calculated. In addition, the prioritization of sustainable and environmentally friendly solution alternatives offered for improvement in the campus was evaluated using the analytical hierarchy process (AHP) and fuzzy analytical hierarchy process (BAHP) method.

As a result of the study, when the current situation in the campus is evaluated within the scope of green measurement indicators, it has been determined that there are deficiencies in water management, energy, and climate change, waste and transportation areas. Within the scope of the indicators, the necessary studies have been focused on moving the campus forward in the environmental dimension and ensuring its sustainability. For this purpose, according to the AHP and BAHP results of the alternatives determined for improvement, the rainwater collection system was determined as the priority alternative in sustainable green campus studies with a rate of 30.6%. This alternative was followed by smart buildings with 27.8%, photovoltaic systems (solar panels) with 20.9%, and pilot compost plants with 20.7%, respectively.

**Keywords:** Sustainable University, Green University, Green Campus, Zero Waste Management, GreenMetric.

## ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik eğitim hayatımın bir üst kademesi olan doktora tez çalışmalarım boyunca her zaman özverisiyle yardım ve desteğini benden esirgemeyen, mesleğimi sahiplenip sevmemde büyük katkı sağlayan, hayata bakış açımı daha da genişleterek hayallerime ulaşmam için bana yol gösteren danışman hocam Sevgili Sayın Prof. Dr. Yüksel ARDALI'ya en içten teşekkürü bir borç bilirim.

Beni bugünlere getirmek için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan, hayata karşı güçlü durmayı ve mücadeleden vazgeçmemeyi bana öğreten, bu uzun sürecin bir parçası olup beni bu yolda sonsuz destekleyen ve yanımda olan canım annem Hacer KÖKSAL'a, canım babam Kemal KÖKSAL'a ve canım kardeşim Emre KÖKSAL'a sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamda yol almama yön veren bilgi ve destekleriyle katkı sağlayan Tez İzleme Komite hocalarım Sayın Prof. Dr. Semra ÇORUH'a ve Dr. Öğretim Üyesi Gediz UĞUZ'a teşekkür ederim.

Çalışmamı tamamlarken desteklerini esirgemeyen, her durumda yanımda olduklarını hissettiren arkadaşlarım Sevgili Arş. Gör. Bilge Aydın ER'e ve Dr. Kübra KÜÇÜK'e çok teşekkür ederim.

Özge KÖKSAL

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                     |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| TEZ KABUL VE ONAYI.....                                                             | i         |
| BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....                                                 | ii        |
| TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI.....                                           | ii        |
| ÖZET.....                                                                           | iii       |
| ABSTRACT.....                                                                       | iv        |
| ÖN SÖZ VE TEŞEKKÜR.....                                                             | v         |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                                        | viii      |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                                                | ix        |
| TABLolar DİZİNİ.....                                                                | xi        |
| <b>1. GİRİŞ.....</b>                                                                | <b>1</b>  |
| <b>2. GENEL BİLGİLER.....</b>                                                       | <b>4</b>  |
| 2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı.....                                                 | 4         |
| 2.2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Amaçları.....                                       | 6         |
| 2.3. Üniversite Kampüslerinde Sürdürülebilirlik.....                                | 10        |
| 2.4. Sürdürülebilirliğe İlişkin Bazı Değerlendirme Sistemleri.....                  | 18        |
| 2.4.1. Çevre Yönetimi ve Çevre Yönetim Sistemleri (ÇYS).....                        | 18        |
| 2.4.2. Çevresel Verimlilik Kapsamlı Değerlendirme Sistemi (CASBEE).....             | 20        |
| 2.4.3. Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM).....            | 20        |
| 2.4.4. Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik (LEED).....                             | 21        |
| 2.4.5. Üniversite Ligi.....                                                         | 22        |
| 2.4.6. Sürdürülebilirlik İzleme ve Derecelendirme Sistemi (STARS).....              | 22        |
| 2.4.7. Dünya Üniversite Sıralamaları (THE).....                                     | 23        |
| 2.4.8. Yeşil Ölçüm (UI GreenMetric).....                                            | 24        |
| 2.5. Yeşil Üniversite Kampüsleri.....                                               | 26        |
| 2.6. Atık Yönetimi ve Sıfır Atık.....                                               | 27        |
| 2.6.1. Atık Yönetimin Sürdürülebilir Kampüsler Üzerindeki Rolü.....                 | 30        |
| 2.7. Üniversite Kampüslerinde Su Yönetimi.....                                      | 31        |
| 2.8. Üniversite Kampüslerinde Enerji Verimliliği.....                               | 32        |
| 2.9. Üniversiteleri Yeşil ve Sürdürülebilir Kampüslere Dönüştürme Uygulamaları..... | 33        |
| 2.10. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri.....                                      | 36        |
| <b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>                                                   | <b>37</b> |
| 3.1. Çalışma Alanı.....                                                             | 37        |
| 3.2. Uluslararası Yeşil Ölçüm Değerlendirme Yöntemi.....                            | 38        |
| 3.3. Kampüste Sıfır Atık Sistemi Kurulumu.....                                      | 42        |
| 3.4. Üniversite Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi.....                                | 48        |
| 3.5. Yağmur Suyu Toplama.....                                                       | 51        |
| 3.6. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....                                          | 52        |
| 3.6.1. İkili Karşılaştırma Matrisi ve Temel Özellikleri.....                        | 55        |
| 3.6.2. Bulanık Mantık.....                                                          | 57        |
| 3.7. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP).....                                 | 59        |
| 3.8. Uygulama Hiyerarşik Yapısının Oluşturulması.....                               | 62        |

|                                                                                           |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....</b>                                                       | <b>64</b>  |
| 4.1. Üniversitenin Atık Toplama Sistemi.....                                              | 64         |
| 4.2. Üniversite Kampüsünde Atık Envanterinin Miktar Ölçeğinde Dağılımı .....              | 66         |
| 4.3. Ayrı Toplanan Atık Türlerinden Elde Edilen Çevresel Kazanımlar .....                 | 78         |
| 4.4. Sürdürülebilirlik Açısından Sıfır Atık Yönetiminin PUKÖ Döngüsüne Entegrasyonu ..... | 80         |
| 4.5. Üniversitenin Su ve Enerji Tüketimindeki Değişim .....                               | 86         |
| 4.6. Üniversitenin Karbon Ayak İzi .....                                                  | 88         |
| 4.7. Yeşil Alanlarda Çatı Yağmur Sularının Kullanım Potansiyeli .....                     | 92         |
| 4.8. Yeşil Ölçüm Göstergeleri Kapsamında Sürdürülebilir Üniversite.....                   | 100        |
| Modelinin Performans Boşlukları.....                                                      | 100        |
| 4.9. Analitik Hiyerarşi Prosesi Sonuçları .....                                           | 116        |
| 4.10. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Sonuçları.....                                   | 122        |
| <b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>                                                          | <b>136</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>                                                                    | <b>142</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                                                         | <b>149</b> |
| <b>ÖZ GEÇMİŞ .....</b>                                                                    | <b>173</b> |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|                          |                                                         |
|--------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>AASHE</b>             | : Yükseköğretimde Sürdürülebilirliği Geliştirme Derneği |
| <b>AÇA</b>               | : Avrupa Çevre Ajansı                                   |
| <b>AHP</b>               | : Analitik Hiyerarşi Prosesi                            |
| <b>BAHP</b>              | : Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi                    |
| <b>BM</b>                | : Birleşmiş Milletler                                   |
| <b>BREEAM</b>            | : Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu   |
| <b>CASBEE</b>            | : Çevresel Verimlilik Kapsamlı Değerlendirme Sistemi    |
| <b>CH<sub>4</sub></b>    | : Metan                                                 |
| <b>CO<sub>2</sub></b>    | : Karbondioksit                                         |
| <b>CO<sub>2</sub>-eş</b> | : Karbondioksit Eşdeğeri                                |
| <b>ÇKKV</b>              | : Çok Kriterli Karar Verme                              |
| <b>DEFRA</b>             | : İngiltere Çevre, Gıda ve Tarım İşleri Departmanı      |
| <b>EUROSTAT</b>          | : Avrupa Komisyonu                                      |
| <b>EF</b>                | : Emisyon Faktörü                                       |
| <b>FV</b>                | : Faaliyet Verisi                                       |
| <b>GHG</b>               | : Sera Gazı Emisyonları                                 |
| <b>GULF</b>              | : Dünya Üniversite Liderleri Forumu                     |
| <b>IPCC</b>              | : Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli              |
| <b>ISCN</b>              | : Uluslararası Sürdürülebilir Kampüs Ağı                |
| <b>KIP</b>               | : Küresel Isınma Potansiyeli                            |
| <b>LEED</b>              | : Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik                  |
| <b>N<sub>2</sub>O</b>    | : Diazotmonooksit                                       |
| <b>OECD</b>              | : Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü                 |
| <b>OMÜ</b>               | : Ondokuz Mayıs Üniversitesi                            |
| <b>PUKÖ</b>              | : Planla-Uygula-Kontrol Et-Önlem Al                     |
| <b>STARS</b>             | : Sürdürülebilirlik İzleme ve Derecelendirme Sistemi    |
| <b>THE</b>               | : Times Higher Education                                |
| <b>UI GM</b>             | : Endonezya Üniversitesi Yeşil Ölçüm                    |
| <b>UNEP</b>              | : Birleşmiş Milletler Çevre Programı                    |
| <b>UNO</b>               | : Birleşmiş Milletler Örgütü                            |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Sürdürülebilirlik şeması.....                                                              | 5  |
| Şekil 2.2. Sürdürülebilir kalkınma için uluslararası platformlarda atılan adımlar.....                | 7  |
| Şekil 2.3. OECD Baskı-Durum-Tepki modeli.....                                                         | 7  |
| Şekil 2.4. Birleşmiş Milletler 2030 sürdürülebilir kalkınma amaçları.....                             | 8  |
| Şekil 2.5. Yükseköğretimde sürdürülebilirlik için imzalanan deklarasyonlar.....                       | 11 |
| Şekil 2.6. Sürdürülebilir üniversite modeli.....                                                      | 14 |
| Şekil 2.7. Sürdürülebilir yeşil üniversite stratejik plan ölçeği.....                                 | 16 |
| Şekil 2.8. Çevre yönetim sistemi modeli.....                                                          | 19 |
| Şekil 2.9. UI GreenMetric ve sürdürülebilir kalkınma amaçları.....                                    | 25 |
| Şekil 2.10. UI GreenMetric değerlendirme göstergeleri.....                                            | 25 |
| Şekil 2.11. Sıfır Atık yönetim sistemi şeması.....                                                    | 29 |
| Şekil 3.1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsü.....                                                    | 38 |
| Şekil 3.2. Sıfır atık yönetiminin amaçları.....                                                       | 42 |
| Şekil 3.3. Sıfır atık hiyerarşisi.....                                                                | 43 |
| Şekil 3.4. OMÜ kampüsünde kurulan geçici depolama alanları.....                                       | 45 |
| Şekil 3.5. OMÜ türlerine göre atık dağılım oranları, 2018.....                                        | 47 |
| Şekil 3.6. Üniversite birimlerindeki atık ayırma kutuları.....                                        | 47 |
| Şekil 3.7. ISO 14064 kapsamında sera gazı kaynakları.....                                             | 50 |
| Şekil 3.8. Karbon ayak izi hesaplama adımları.....                                                    | 51 |
| Şekil 3.9. AHP hiyerarşi modeli.....                                                                  | 54 |
| Şekil 3.10. (l,m,u) bulanık üçgen sayısı.....                                                         | 58 |
| Şekil 3.11. $M_1$ ve $M_2$ 'nin kesişimleri.....                                                      | 60 |
| Şekil 3.12. Analitik hiyerarşik yapı.....                                                             | 62 |
| Şekil 4.1. Samsun Yılanlı Dere görseli.....                                                           | 65 |
| Şekil 4.2. Rektörlük geçici depolama alanı.....                                                       | 67 |
| Şekil 4.3. Fakülte ve birimlerde oluşan atık miktarlarının dağılımı (%), 2019.....                    | 70 |
| Şekil 4.4. Araştırma merkezleri atık türleri ve dağılımları, 2019.....                                | 71 |
| Şekil 4.5. Fakültelerin atık türleri ve dağılımları, 2019.....                                        | 71 |
| Şekil 4.6. Meslek yüksekokulları atık türleri ve dağılımları, 2019.....                               | 72 |
| Şekil 4.7. İdari birimler atık türleri ve dağılımları, 2019.....                                      | 72 |
| Şekil 4.8. Fakülte ve birimlerde oluşan atık miktarlarının dağılımı (%), 2020.....                    | 75 |
| Şekil 4.9. OMÜ'de hedeflenen tahmini atık geri dönüşüm oranları.....                                  | 78 |
| Şekil 4.10. Yıllara göre toplanan atık türlerinden elde edilecek kazanımlar.....                      | 79 |
| Şekil 4.11. PUKÖ döngüsü.....                                                                         | 80 |
| Şekil 4.12. Kampüste sıfır atık yönetimi aşamalarının şematik gösterimi.....                          | 80 |
| Şekil 4.13. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin planlama aşaması.....                              | 81 |
| Şekil 4.14. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin uygulama aşaması.....                              | 82 |
| Şekil 4.15. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin kontrol et aşaması.....                            | 83 |
| Şekil 4.16. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin önlem al aşaması.....                              | 84 |
| Şekil 4.17. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün fuel-oil ve kömür tüketim miktarlarındaki değişim..... | 87 |
| Şekil 4.18. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün su tüketim miktarlarındaki değişim.....                | 87 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 4.19. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün doğalgaz tüketim miktarlarındaki değişim.....   | 87  |
| Şekil 4.20. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün elektrik tüketim miktarlarındaki değişim.....   | 88  |
| Şekil 4.21. Kapalı alanlarda m <sup>2</sup> başına düşen t CO <sub>2</sub> -eş miktarları..... | 89  |
| Şekil 4.22. OMÜ'nün yıllara göre karbon ayak izi miktarları .....                              | 90  |
| Şekil 4.23. Yeşil ölçüm hesaplama yöntemine göre hesaplanan karbon ayak izi miktarları .....   | 90  |
| Şekil 4.24. 1929-2020 yılları arası veri istatistikleri (Meteoroloji 10. Bölge Müdürlüğü)....  | 92  |
| Şekil 4.25. Samsun için 1929-2020 yılları arası aylık ortalama yağış miktarları.....           | 93  |
| Şekil 4.26. OMÜ kampüs gelişim planı.....                                                      | 93  |
| Şekil 4.27. OMÜ Kurupelit Kampüsü bölgesel ayrımı.....                                         | 94  |
| Şekil 4.28. Birinci bölgede seçilen binaların görseli.....                                     | 94  |
| Şekil 4.29. İkinci bölgede seçilen binaların görseli.....                                      | 95  |
| Şekil 4.30. Üçüncü bölgede seçilen binaların görseli.....                                      | 95  |
| Şekil 4.31. Dördüncü bölgede seçilen binaların görseli.....                                    | 96  |
| Şekil 4.32. Mühendislik Fakültesi çatı alanı üstten görünümü.....                              | 99  |
| Şekil 4.33. Mühendislik Fakültesi ek bina çatı alanı üstten görünümü.....                      | 99  |
| Şekil 4.34. Yıllara göre katılım sağlayan ülke ve üniversite sayıları.....                     | 100 |
| Şekil 4.35. Göstergeler bazında üniversitenin puanlama skorları .....                          | 101 |
| Şekil 4.36. Üniversitenin yeşil ölçüm skorunun toplam skorla karşılaştırılması.....            | 102 |
| Şekil 4.37. Kampüsteki toplam park alanları.....                                               | 112 |
| Şekil 4.38. 2021 yılı altı ana göstergeye göre alt kriterlerin değerlendirme sonuçları.....    | 115 |
| Şekil 4.39. Ana kriterlerin alt parametrelerinin yüzdesel dağılım oranları.....                | 120 |
| Şekil 4.40. Uygulama alternatiflerinin toplam ağırlıkları.....                                 | 121 |

## TABLÖLAR DİZİNİ

|                                                                                                                       |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 2.1. Üniversiteler için çevresel değerlendirme çerçeveleri.....                                                 | 13  |
| Tablo 2.2. Dünyada Sıfır Atık gelişimine yönelik yapılan faaliyetler.....                                             | 28  |
| Tablo 3.1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi tüm birimlerden elde edilen atık türler ve miktarları, 2018.....                | 46  |
| Tablo 3.2. Kyoto Protokolü'nde baz alınan sera gazları.....                                                           | 49  |
| Tablo 3.3. İkili karşılaştırmalar matrisi.....                                                                        | 55  |
| Tablo 3.4. İkili karşılaştırma ölçeği.....                                                                            | 55  |
| Tablo 3.5. RI değerleri.....                                                                                          | 57  |
| Tablo 3.6. Bulanık karşılaştırma ölçeği.....                                                                          | 59  |
| Tablo 3.7. Karşılaştırma matrislerinde kullanılan kısaltmalar.....                                                    | 63  |
| Tablo 4.1. 2020 yılı ortalama atık miktar verileri.....                                                               | 73  |
| Tablo 4.2. Atık veri girişleri alınan birim ve fakülteler.....                                                        | 76  |
| Tablo 4.3. 2018-2020 yılları arası geri dönüşebilir atık miktarları.....                                              | 78  |
| Tablo 4.4. SWOT Analizi.....                                                                                          | 85  |
| Tablo 4.5. Üniversitenin yıllara göre tüketim verileri.....                                                           | 86  |
| Tablo 4.6. Üniversitenin 2020 yılı tüketim verilerindeki değişim yüzdesi (%).....                                     | 86  |
| Tablo 4.7. Karbon ayakizi hesaplamaları sonucunda elde edilen t CO <sub>2</sub> -eş miktarları.....                   | 89  |
| Tablo 4.8. Dünya üniversitelerinde hesaplanan t CO <sub>2</sub> -eş miktarları.....                                   | 91  |
| Tablo 4.9. Bölgelere göre bina sayıları, çatı alanları ve çatı yağmur suyu miktarları.....                            | 96  |
| Tablo 4.10. Bölgelere göre yeşil alanlar ve gerekli su ihtiyacı miktarları-I.....                                     | 97  |
| Tablo 4.11. Bölgelere göre sulama suyu ihtiyacı ve karşılanan su miktar yüzdeleri- I.....                             | 97  |
| Tablo 4.12. Bölgelere göre yeşil anlar ve gerekli su ihtiyacı miktarları-II.....                                      | 98  |
| Tablo 4.13. Bölgelere göre sulama suyu ihtiyacı ve karşılanan su miktar yüzdeleri-II.....                             | 98  |
| Tablo 4.14. Ulusal ve uluslararası kapsamda GM katılım sayıları ve sıralamalar.....                                   | 101 |
| Tablo 4.15. Altyapı ve yerleşim (SI).....                                                                             | 102 |
| Tablo 4.16. Enerji ve iklim değişikliği (EC).....                                                                     | 105 |
| Tablo 4.17. Akıllı bina gereksinimleri.....                                                                           | 107 |
| Tablo 4.18. Üniversitede mevcut akıllı binalar ve göstergeleri.....                                                   | 108 |
| Tablo 4.19. Atık (WS).....                                                                                            | 109 |
| Tablo 4.20. Su (WR).....                                                                                              | 110 |
| Tablo 4.21. Ulaşım (TR).....                                                                                          | 111 |
| Tablo 4.22. Eğitim ve araştırma (ED).....                                                                             | 113 |
| Tablo 4.23. Atık ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....                              | 116 |
| Tablo 4.24. Su ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....                                | 116 |
| Tablo 4.25. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....       | 116 |
| Tablo 4.26. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....                                  | 117 |
| Tablo 4.27. Atık minimizasyonu alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....                | 117 |
| Tablo 4.28. Ayır toplama alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....                      | 117 |
| Tablo 4.29. Atık geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....        | 117 |
| Tablo 4.30. Kağıt ve plastik azaltım programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I..... | 117 |
| Tablo 4.31. Organik atıkların işlenmesi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....       | 118 |

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 4.32. Tehlikeli atık yönetimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....                     | 118 |
| Tablo 4.33. Su tasarrufu programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....                       | 118 |
| Tablo 4.34. Su geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....                    | 118 |
| Tablo 4.35. Su verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....                  | 118 |
| Tablo 4.36. Enerji verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....              | 119 |
| Tablo 4.37. Sera gazı emisyonu azaltım planı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....            | 119 |
| Tablo 4.38. Yenilenebilir enerji üretimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....                | 119 |
| Tablo 4.39. Yeşillendirme ve karbon tutma alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I .....               | 119 |
| Tablo 4.40. Atık ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....                         | 119 |
| Tablo 4.41. Su ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I.....                           | 120 |
| Tablo 4.42. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I ..... | 120 |
| Tablo 4.43. Uygulama alternatiflerinin genel ağırlıkları, AHP .....                                                              | 121 |
| Tablo 4.44. Atık ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                                             | 122 |
| Tablo 4.45. Su ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                                               | 123 |
| Tablo 4.46. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                      | 123 |
| Tablo 4.47. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                                                 | 124 |
| Tablo 4.48. Atık minimizasyonu alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                               | 125 |
| Tablo 4.49. Ayrı toplama alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                                     | 125 |
| Tablo 4.50. Atık geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                       | 126 |
| Tablo 4.51. Kağıt ve plastik azaltım programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II...                                   | 126 |
| Tablo 4.52. Organik atıkların işlenmesi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                      | 127 |
| Tablo 4.53. Tehlikeli atık yönetimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                          | 128 |
| Tablo 4.54. Su tasarruf programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II.....                                              | 128 |
| Tablo 4.55. Su geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                         | 129 |
| Tablo 4.56. Su verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                       | 129 |
| Tablo 4.57. Enerji verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II.....                                    | 130 |
| Tablo 4.58. Sera gazı emisyonu azaltım planı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II ...                                   | 131 |
| Tablo 4.59. Yenilenebilir enerji üretimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                     | 131 |
| Tablo 4.60. Yeşillendirme ve karbon tutma alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                    | 132 |
| Tablo 4.61. Atık ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                             | 132 |
| Tablo 4.62. Su ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi-II .....                                               | 133 |
| Tablo 4.63. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi-II .....                      | 134 |
| Tablo 4.64. Uygulama alternatiflerinin genel ağırlıkları, BAHP.....                                                              | 134 |

## 1. GİRİŞ

Doğal kaynakların gün geçtikçe hızla tükenmeye başlamasına paralel olarak sürdürülebilirlik kavramı 21. yüzyılın en dikkat çeken konuları arasına yer almıştır. Küresel ısınma, ozon tabakasındaki incelme, bilinçsiz kullanım sonucu kaynaklardaki azalma, ekosistem tahribatı ve karbon emisyonu gibi birçok çevresel sorunların artması da dikkatlerin konu üzerine yoğunlaşmasına neden olmuştur. Günümüzde karşı karşıya kalınan sorunların yakın gelecekte daha büyük ve kompleks sorunlara neden olacağı düşünüldüğünde özellikle 1990'lı yıllardan sonra birçok tedbirin konuşulmaya başlandığı görülmektedir. Bu kapsamda hemen her kamu kurum ve kuruluşları ile özel kurumların faaliyetlerine sürdürülebilirlik yaklaşımının entegre edildiği ve sürdürülebilir gelişme hedefine ulaşılmasına yönelik politika hedeflerinin belirlendiği görülmektedir. Yükseköğretim kurumlarından topluma model oluşturmaları, araştırmaları yürütmek ve geliştirmek, bilgi sağlamak ve nitelikli bireyler yetiştirmek suretiyle küresel problemlere çözüm üretmeleri beklenmektedir.

Günümüzde üniversitelerin bilgi ve teknolojiye ilerleme kaydedilen, üretkenliğin olduğu alanlar olmasının yanında gerçekleştirdikleri birçok faaliyet ile de bulundukları yerleşim bölgelerine katkı sağlayan ve aynı zamanda çevresel kirliliğe yol açan mikro şehirlerdir. Şehirler açısından önemli bir topluluk ve alan teşkil eden üniversiteler, çevreye karşı sorumlu davranma konusunda birçok ahlaki ve etik yükümlülüklerle sahip olduklarından çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında önemli bir vektör olarak düşünülmektedir (Vega et al., 2008). Sürdürülebilirlik kavramının kampüs bazında uygulanması kabul edilmesi gereken bütünleştirici ve dönüştürücü bir yaklaşım olarak düşünülmektedir (Zen et al., 2016). Weinstein (2010) belirttiği gibi sürdürülebilirlik insanlar ve çevre arasındaki dinamik etkileşim dengesini gerektiren çok disiplinli ve disiplinler arası ölçek ve boyutları içermektedir. Üniversiteler sürdürülebilirlik konularında lider olmayı hedefliyorlarsa, tüm üniversite sistemini içeren stratejileri benimsemeleri gerekmektedir (Gomez et al., 2016). Sürdürülebilirliğin sağlanması durumunda üniversite kampüsleri; “eko-kampüs”, “yeşil kampüs”, “sürdürülebilir üniversite”, “sürdürülebilir kampüs” ve “çevreci kampüs” olarak nitelendirilmektedir.

Sürdürülebilir plan ve politikaların toplumlar tarafından içselleştirilmesini sağlamada önemli bir rol model olan yükseköğretim kurumları kapsamındaki üniversiteler; sahip oldukları uzmanlıkla ihtiyaç duyulan bilinç, bilgi, teknoloji ve

araçlar konusunda bulundukları toplulukların sürdürülebilir uygulamalarının devam ettirilmesi konusunda öncü konum üstlenmektedirler (Coker et al., 2016). üniversitelerin hem içeride bir organizasyon olarak hem de dışarıda bölgelerinde bir ajan olarak sürdürülebilirlik hedefleriyle ilerlemeleri beklenmektedir (Dagiliute and Liobikiene, 2015). Bu bağlamda üniversite kampüslerinin sürdürülebilirliği 1989 yılında ilk olarak April Smith'in master tezi "Arka Bahçemiz" ile ortaya çıkmış, 1990'lı yılların ortalarında ise fazlaca dikkat çekmeye başlamıştır. Sürdürülebilir üniversitelerde esas hedef başlangıçta sadece öğrenci ve idari-akademik personelin çevre bilincinin artırılması iken; sonraları genişleyerek üniversite kampüslerinde enerji verimliliği, su yönetimi, atık yönetimi ve minimizasyonu, karbon salınımının azaltılması gibi birçok önemli konunun ele alınması ile çevresel konuların ders içerikleri ile bütünleştirilip müfredatlara eklenmesi sürdürülebilir kampüslerin başlıca göstergeleri haline gelmiştir (Orr, 2010).

Üniversiteler çevresel farkındalığın en yüksek olması gereken kurumların başında gelmekle beraber bulundukları yerleşim birimlerine örnek olacak çalışmaları hayata geçirmede oldukça büyük bir öneme sahip olma niteliği de taşımaktadır (Özdoğan ve Civelekoğlu, 2019). Üniversitelerde çevresel bilinci artırma çabalarına ek olarak, enerji verimliliğini artırmak, karbon salınımlarını düşürmek, çevre dostu ulaşım sistemlerini tercih etmek, su yönetimini sağlamak, atıkları azaltmak, geri dönüşümü desteklemek gibi birçok alanda çalışma ve uygulamaları kampüslerine entegre ederek kurumlarını daha ileri seviyelere taşımaları kaçınılmaz bir gerçektir. Bu kapsamda hem günümüz için hem de gelecek kuşaklar için büyük öneme sahip küresel çevre krizinin, üniversiteleri pilot alanlar olarak düşünülünce değişim için zorladığı söylenebilir (Sharp, 2002). Bahsedilen bu alanlarda yapılabilecek birçok çalışma ile öncelikli olarak çevresel açıdan sürdürülebilir bir üniversite modelinin oluşturulmasında ihtiyaç duyulan gereksinimlerin birçoğu karşılanmış olacaktır.

Sürdürülebilir bir üniversite kampüsünün, politika oluşturmada ekonomik, sosyal ve çevresel hedefler arasında daha iyi bir denge ve günümüz kampüs faaliyetlerinin sonuçları hakkında uzun vadeli bir bakış açısı anlamına geldiğine dair ortak bir anlayış vardır (Alshuwaikhat and Abubakar, 2008). Çevresel yönden izlenen sürdürülebilirlik, hükümet ve sivil toplum kuruluşlarının çevreye karşı sosyal ve ekonomik olarak daha sorumlu olmalarını da etkilemektedir (Clougston and Calder, 1999). Sürdürülebilir kampüsler kapsamında üniversiteler; kaynaklarını verimli ve

etkili bir şekilde değerlendirmeyi hedef alırken; çevresel, ekonomik ve sosyal yönden karşılaşılabilecek olumsuz sonuçların da minimuma düşürülmesi sağlanmaktadır (Kaya vd., 2019). Ülkemizdeki yükseköğretim kurumlarının uluslararası sürdürülebilirlik ve çevre endekslerinde iyi bir performans gösterebilmesi için bazı iyileştirme planları üzerinde durulması fayda sağlayacaktır. Bunlara örnek olarak; akıllı bina, yeşil bina gibi uygulamalara kampüs binalarında ağırlık verilmesi, yerleşkelerde yenilenebilir enerji üretimi konusunda fizibilite çalışmalarının yapılması ve uygulamaya geçilmesi, atık azaltma stratejilerinin belirlenmesi, su tasarrufu ve geri dönüşümü programlarının uygulanması, kampüste otopark alanları ve araç kullanımını sınırlama politikalarının oluşturulması, bisiklet kullanımının teşvik edilmesi, yeşil bilişim teknolojisi kullanımının tercih edilmesi, çevre ve sürdürülebilirliği kapsayan ders içeriklerinin artırılması, projelerde sürdürülebilirlik ve çevre konularının öncelik tanınması ile desteklenmesi ve faaliyet sayılarının artırılması verilebilmektedir (Özdoğan ve Civelekoğlu, 2019).

Sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada katkı sağlayan paydaşlardan biri olan üniversitelerin çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlar karşısında taşıdıkları sorumluluklar; kampüslerin atık yönetiminin iyileştirilmesinde, enerji tüketimi ve emisyonların azaltılmasında, su tasarrufunun sağlanmasında, kampüs içinde ve dışında farklı birimlerin işbirliğinin sağlanması, teknoloji üretiminde sürdürülebilir yöntemlerin kullanılmasında büyük önem taşımaktadır. Doğal kaynakların bilinçli tüketimi ve çevresel korumayı sağlayarak döngüsel bir kampüs ekonomisi ve yüksek hayat kalitesi şartlarını sağlayabilen yönetim sistemlerini hayata geçirmek öncelikli tercih olmalıdır. Akademik programlarda, araştırmalarda, kampüs hayatında atık yönetimi ve minimizasyonu, geri dönüşüm, su tasarrufu önlemleri ve enerji verimliliği konularında sürdürülebilirlik prensipleri oluşturulmalıdır.

Bu tez çalışmasında, Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsünün sürdürülebilirlik açısından uluslararası yeşil ölçüm göstergeleri altında mevcut durumunun değerlendirilmesi, sıfır atık yönetiminin kampüse entegre edilmesi, kampüs karbon ayak izi, enerji verimliliği ve su tasarrufu ile koruma programları oluşturma hedefleri için elde edilen envanterler doğrultusunda sürdürülebilir yeşil kampüs olma açısından iyileştirme yönünde çözüm önerileri sunularak alternatif uygulamaların analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemiyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

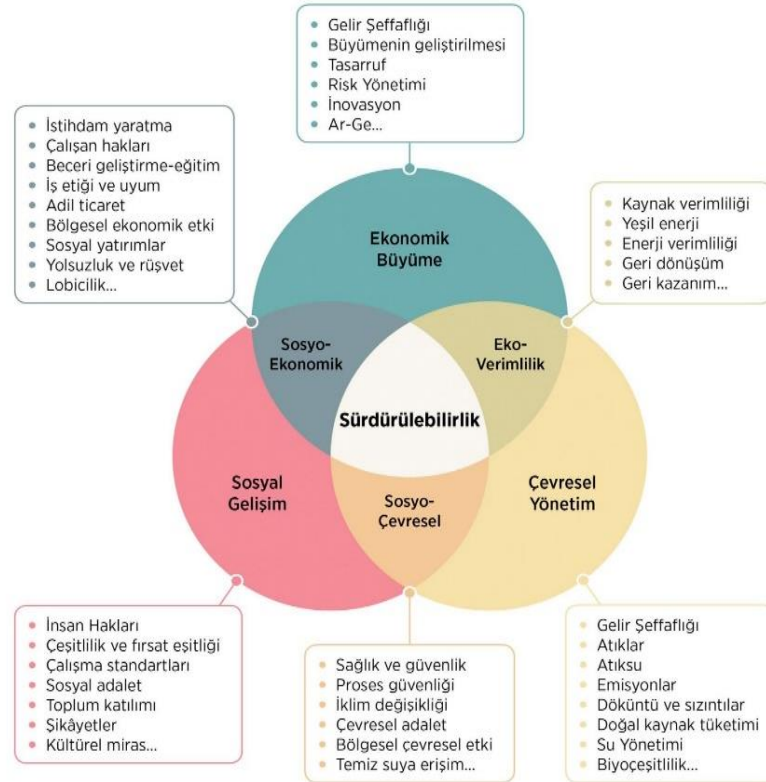
Sürdürülebilirlik kavramına son yıllarda farklı disiplinler içerisinde rastlanılmasının yanında bu kavram, gelecek nesillerin gereksinimlerini de göz önünde bulundurarak doğanın ve insanın yaşam koşullarını oluşturmak, iyileştirmek ve sürdürmek anlamına gelmektedir (EPA, 2017). Sürdürülebilirlik, kısa vadeli karlara hedeflenip bu yönde uzun vadeli zararlar ilgili algılanan kamuoyunun memnuniyetsizliğine yanıt olarak kurumsal etiğin bir bileşeni olarak ortaya çıkmıştır (Marans and Edelstein, 2010).

İlk kez 16 Haziran 1972 tarihinde Stockholm Konferansı'nda dünya üzerindeki kaynakların hızla tükendiği ve önlem alınmazsa ciddi problemlere yol açacağı sayısal verilerle ifade edilmiştir. Durumun ciddiyetinin farkına varan ülkeler en başta ne yapacakları konusunda emin olamamışlardır. Sürdürülebilirlik kavramı 1987 yılında Norveç Başbakanı Gro Harlem Brundtland başkanlığında toplanan Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu (World Commission on Environment and Development) 'Ortak Geleceğimiz' (Our Common Future) raporunda kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik kavramı somut verilerle öncelikli olarak bu raporda yer almıştır. Brundtland Raporu ve sürdürülebilir kalkınma kavramının oluşturulmasından bu yana, hükümetler ve kamu kurumları faaliyetlerinde çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliği göz önünde bulundurma sorumluluğunun farkına varmışlardır (Amaral et al., 2019). Sürdürülebilirlik kavramı insanların yaşamlarını iyileştirme istekleri ve doğanın buna getirdiği sınırlamalar arasındaki etkileşimi üzerine odaklanmaktadır. Bununla birlikte sürdürülebilirlik çevresel kalitenin korunması fikri ile de yakından ilişkilendirilmiştir (Lauder et al., 2015). Sürdürülebilirliğin temel amacı tanımlanırken, geleceği yok etmeden yaşam kalitemizi artırma ve devam ettirme yönünde gerçekleştirilecek çalışmalar olarak ifade edilmiştir.

Günümüz dünya toplumunda; kaynak rezervlerinin hızla azalması ve çevresel bozulma ile iklim değişikliğinin sinyallerine karşı; gelecek neslin ihtiyaçlarından ödün vermeden bugünün ihtiyaçlarını karşılanması olarak ifade edilen sürdürülebilir kalkınmanın önemi günden güne artmaktadır. Sürdürülebilirliğin üç esas bileşeni; ekonomik, sosyal ve çevresel faktörler ile alt başlıkları Şekil 2.1'de gösterilmiştir. Sürdürülebilirlik kavramının ana boyutlarından birisi olan çevresel oldukça büyük

önem taşımaktadır. Teknolojik gelişmelerde yaşanan hız, kültürel değişimler ve endüstriyel alandaki faaliyetler sonucu açığa çıkan çevresel problemlere karşı ülkelerin planladığı ve hayata geçirdiği yeni politikalar ve artan çevre bilinci, çevresel sürdürülebilirlik konusunun önemine vurgu yapmaktadır. Sürdürülebilirliğin çevresel bileşeni, yükseköğretim kurumları olan üniversitelerde genel olarak çalışılan bir araştırma konusu olmasının yanı sıra; halihazırda üniversitelerin kendi yaşam alanlarına da entegre ettiği bir yaklaşımdır. Bu bağlamda üniversiteler faaliyetlerini yeniden şekillendirmekte ve mevcut işleyişlerini tamamen değiştirme çabası içine girmektedirler (Yaşayacak, 2019). Çevresel boyutta kalkınmanın sağlanması ve sürdürülebilirliği ekosistemin taşıma kapasitesini ve çeşitliliği esas alarak, doğal kaynakların korunması ile gelecek kuşaklara aktarılmasını esas almaktadır (Goodland and Daly, 1996).

Son yıllarda sıklıkla gündeme gelen konulara arasında yer alan doğal kaynaklarımızdaki azalma ve yok olma eğilimi ile sürdürülebilirlik kavramının önemi daha da dikkat çekmeye başlamıştır. Mevcut kaynaklarımızı yanlış ve sonu olmayan bir rezerv anlayışıyla tüketmeden, durumun ciddiyetinin farkına varıp, kaynaklarımızı etkin ve akılcı bir şekilde kullanarak gelecek nesillerin de ihtiyaç duyacakları kaynakları yok etmenin önüne geçilmiş olacaktır (Kurdoğlu vd., 2018).

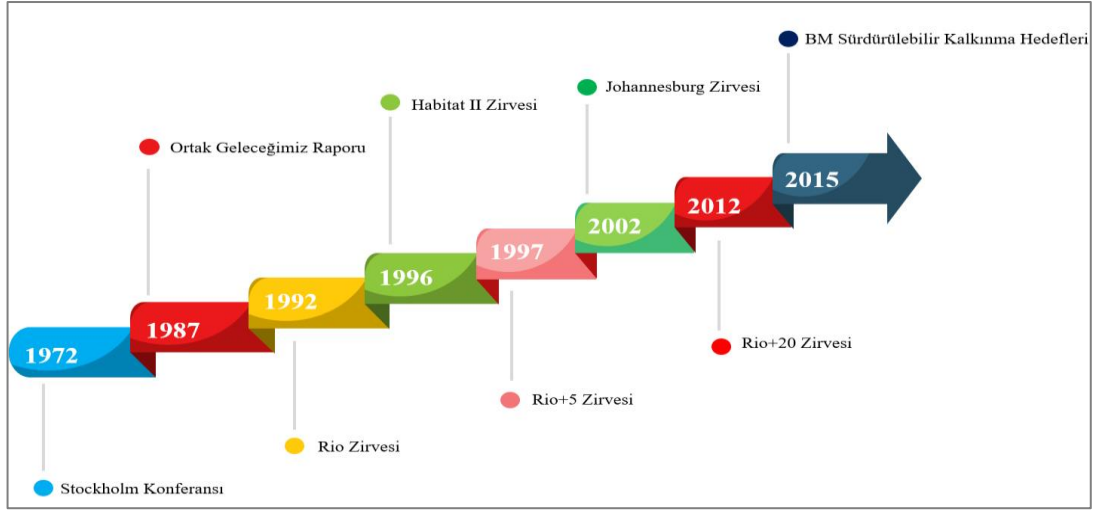


Şekil 2.1. Sürdürülebilirlik şeması (Eşkin, 2019)

Sürdürülebilirliğin çevresel boyutu ile mevcut ve gelecek nesillerin kaynak ve hizmet ihtiyaçlarını karşılarken bunları sağlayan ekosistemlerin sağlığından ödün vermemek dikkate alınması gereken bir durumdur (Morelli, 2011). Sürdürülebilirliği çevre, ekonomi ve toplum yararına çalışmalarla destekleyerek, elde edilecek olan kazanımları maksimum seviyeye ulaştırmak öncelikli hedefler arasında yer almaktadır.

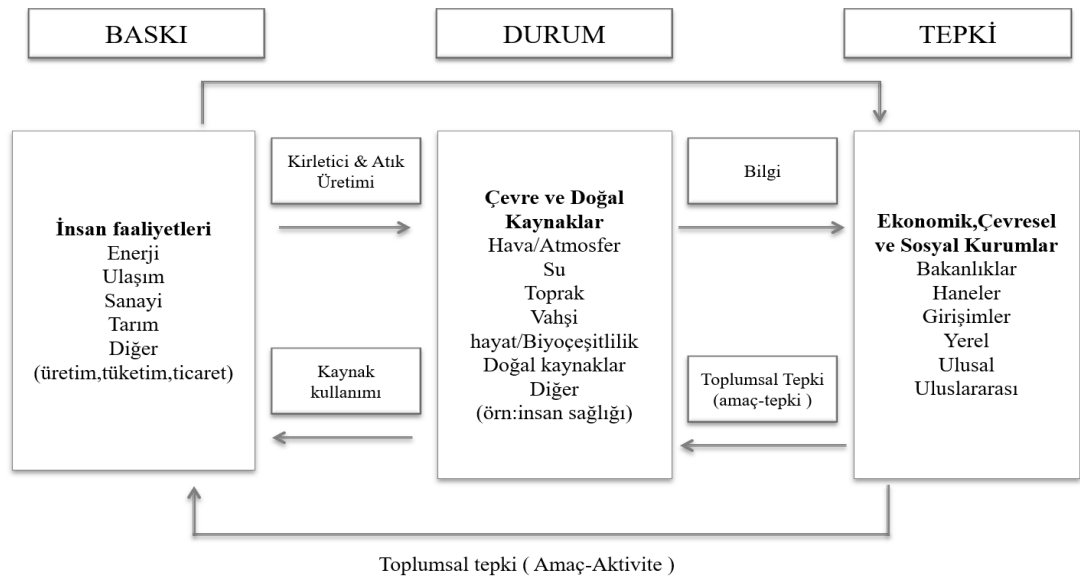
## **2.2. Sürdürülebilir Kalkınma ve Amaçları**

1960'lı yıllarda çevreye verilen zarar boyutlarının irdelenmeye başlanması ile tetiklenen çevre ve ekoloji hareketi, 1970'lerde uluslararası boyuta taşınmıştır. Yetmişli yıllarda, insan faaliyetinin ve doğal kaynak tüketiminin etkilerini sorgulamak için çeşitli platformlarda sürdürülebilirlik konusu tartışılmaya başlanmıştır. Habitatın bozulması, türlerin neslinin tükenmesi, ozon tabakasının incilmesi ve küresel ısınma gibi çevresel sorunlar, on sekizinci yüzyılın ortalarından beri sanayi devriminin olumsuz sonuçları olarak ortaya çıkmıştır. Birleşmiş Milletler Örgütü (UNO), ekonomik büyüme ve çevrenin korunması arasındaki rekabeti çözmek için “sürdürülebilir kalkınma” terimini kullanmıştır (Porras, 2009). Tüm bunlar 1983 yılında Birleşmiş Milletler (BM) tarafından Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu'nun kurulmasına destek sağlamıştır. Zamanla çevre sorunlarına çözüm üretmenin ön plana çıktığı uluslararası platformlarda, çevrenin kalkınma ile ilişkisinin ortaya konduğu ve sürdürülebilir kalkınma kavramının tanımlandığı 1987 Brundtland Raporu'nda endüstri devrimi, hızlı sanayileşme ve ekonomik büyüme sonrası insanlığın karşı karşıya geldiği doğa ve çevre tahribatına dikkati çekmiş; büyüme, gelişme ve çevre korumanın bir arada gerçekleştirilebilmesinin mümkün olduğunu belirterek çevrenin, doğal kaynakların etkin bir şekilde korunması gerektiğini vurgulamıştır (WCDE, 1987). 1987 yılında komisyon tarafından düzenlenen Ortak Geleceğimiz raporuyla geliştirilen sürdürülebilir kalkınma kavramının nitelendirilmesi, 1992'de Gündem 21 ve Rio de Janeiro'da Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Zirvesi ile birlikte öne çıkan konulardan biri haline gelmiştir (Adams, 2001). 1992'deki Rio Konferansı'nda benimsenen kararlarında devamında, 1997'de Rio+5 Zirvesi ve 2002'de Johannesburg Zirvesi (Rio +10) ile Rio Konferansı'nda onaylanan ilkelerin bir bütün içinde nasıl uygulandığı ele alınmıştır. Sürdürülebilir kalkınma kapsamında uluslararası alanlarda atılan adımlar Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Sürdürülebilir kalkınma için uluslararası platformlarda atılan adımlar

Dünyada çevresel göstergelerin geliştirilmesine yönelik olarak farklı yaklaşımlar uygulanmakta, farklı kavramsal çerçeveler ya da modeller dahilinde gösterge setleri oluşturulmaktadır. Uluslararası düzeydeki çevresel göstergelerden en önemli rolü oynayan kuruluşlardan bazıları; OECD, Avrupa Komisyonu (EUROSTAT), Avrupa Çevre Ajansı (AÇA), Birleşmiş Milletler (UNEP, Sürdürülebilir Kalkınma Komisyonu) ve Dünya Bankası'dır (ÇŞB, 2018). İnsan faaliyetleri ile çevre arasındaki etkileşim genellikle Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) modeli olan "Baskı-Durum-Tepki" modeli ile Şekil 2.3'de ifade edilmektedir. Bu model içeriğinde; insan faaliyetleri çevre ve doğal kaynaklar üzerinde kirleticici ve atık üretimiyle baskı yaratmaktadır. Bu baskıların göstergeleri üretim ve tüketim alışkanlıkları ile yakından bağlantılıdır (Özmehmet, 2008).



Şekil 2.3. OECD Baskı-Durum-Tepki modeli (Aksu, 2011)

Çevre üzerindeki baskı yükünün, çevresel yönden yaşanan değişimin, uygulanan çevre koruma politikalarının getirilerinin değerlendirilmesinde temel araçlar niteliğinde dikkate alınan çevresel göstergeler, çevresel raporlamalarda da oldukça önemli bir sorumluluk üstlenmiş durumdadırlar (ÇŞB, 2018).

Sürdürülebilir bir çevre, kapsayıcı ve sürdürülebilir bir kalkınmanın ana temalarından biridir ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin tümü için yürütülen tüm uygulamalarda özen gösterilmesi gereken ortak bir odak konusudur. 2015 yılında New York'ta düzenlenen Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi'nde yer alan "Dünyamızı Dönüştürmek: 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi" bildirisi BM Genel Kurulu tarafından kabul görmüştür. Küresel Amaçlar adıyla da anılan Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (The Sustainable Development Goals/SDGs), en sade tanımıyla yaşanabilir bir dünya için tüm ülkelere yapılan eylem çağrısıdır. BM üyesi devletler tarafından 2015 yılında yapılan bu çağrı kapsamında, 2030 yılına kadar birbiriyle bağlantısı olan Şekil 2.4'te gösterilen 17 hedefe evrensel çapta ulaşılması beklenmektedir.



Şekil 2.4. Birleşmiş Milletler 2030 sürdürülebilir kalkınma amaçları

Bir şehrin veya bir kuruluşun sürdürülebilir olması için kaynak tabanının korunması ve güçlendirilmesi, yoksulluğun ortadan kaldırılması ve kalkınma kavramının yalnızca ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda sosyo-kültürel, çevresel kalkınmayı da kapsayacak şekilde genişletilmesi gerekir. 17 hedef ve 169 alt hedeften oluşan 2030 gündemi, küresel ihtiyaçları birbirleri ile ilişki içinde ve ortak kazanç anlayışı ile ele almaktadır. Küresel gündemin yeni hedefleri olarak tanımlanan üye ülkelerin sahiplenilmesi istenilen ve 2030 yılına kadar ulaşılması beklenen

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'nın içerik tanımlamaları şu şekilde açıklanmaktadır:

- ✓ Amaç 1. Yoksulluğun tüm biçimlerini her yerde sona erdirmek,
- ✓ Amaç 2. Açlığı bitirmek, gıda güvenliğine ve iyi beslenmeye ulaşmak ve sürdürülebilir tarımı desteklemek,
- ✓ Amaç 3. Sağlıklı ve kaliteli yaşamı her yaşta güvence altına almak,
- ✓ Amaç 4. Kapsayıcı ve hakkaniyete dayanan nitelikli eğitimi sağlamak ve herkes için yaşam boyu öğrenim fırsatlarını teşvik etmek,
- ✓ Amaç 5. Cinsiyet eşitliğini sağlamak ve tüm kadınlar ile kız çocuklarını güçlendirmek,
- ✓ Amaç 6. Herkes için erişilebilir su ve atıksu hizmetlerini ve sürdürülebilir su yönetimini güvence altına almak,
- ✓ Amaç 7. Herkes için karşılanabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve modern enerjiye erişimi sağlamak,
- ✓ Amaç 8. İstikrarlı, kapsayıcı ve sürdürülebilir ekonomik büyümeyi, tam ve üretken istihdamı ve herkes için insana yakışır işleri desteklemek,
- ✓ Amaç 9. Dayanıklı altyapılar tesis etmek, kapsayıcı ve sürdürülebilir sanayileşmeyi desteklemek ve yenilikçiliği güçlendirmek,
- ✓ Amaç 10. Ülkelerin içinde ve arasında eşitsizlikleri azaltmak,
- ✓ Amaç 11. Şehirleri ve insan yerleşimlerini kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılmak,
- ✓ Amaç 12. Bilinçli üretim ve tüketim kalıplarını sağlamak,
- ✓ Amaç 13. İklim değişikliği ve etkileri ile mücadele için acilen eyleme geçmek,
- ✓ Amaç 14. Sürdürülebilir kalkınma için okyanusları, denizleri ve deniz kaynaklarını korumak ve sürdürülebilir kullanmak,
- ✓ Amaç 15. Karasal ekosistemleri korumak, iyileştirmek ve sürdürülebilir kullanımını desteklemek; sürdürülebilir orman yönetimini sağlamak; çölleşme ile mücadele etmek; arazi bozunumunu durdurmak ve tersine çevirmek; biyolojik çeşitlilik kaybını engellemek,
- ✓ Amaç 16. Sürdürülebilir kalkınma için barışçıl ve kapsayıcı toplumlar tesis etmek, herkes için adalete erişimi sağlamak ve her düzeyde etkili, hesap verebilir ve kapsayıcı kurumlar oluşturmak,
- ✓ Amaç 17. Uygulama araçlarını güçlendirmek ve sürdürülebilir kalkınma için küresel ortaklığı canlandırmak olarak tanımlanmıştır.

Bu çerçeve bütüncül ve kapsayıcı bir kalkınma perspektifinin temellerini oluşturmaktadır. 2030 Gündemi uluslararası dökümanlara, insan hakları çerçevesine, Rio+20 ve Pekin Eylem Deklarasyonu ve Eylem Platform da başta olmak üzere pek çok konferans ve zirve çıktısına dayanır. Ekonomik refah, çevresel sürdürülebilirlik, eşitlik, adalet ve barış konularının tümünü içeren ilişkisel ve entegre bir çözüm anlayışı bu çerçeve sayesinde kurulmaktadır.

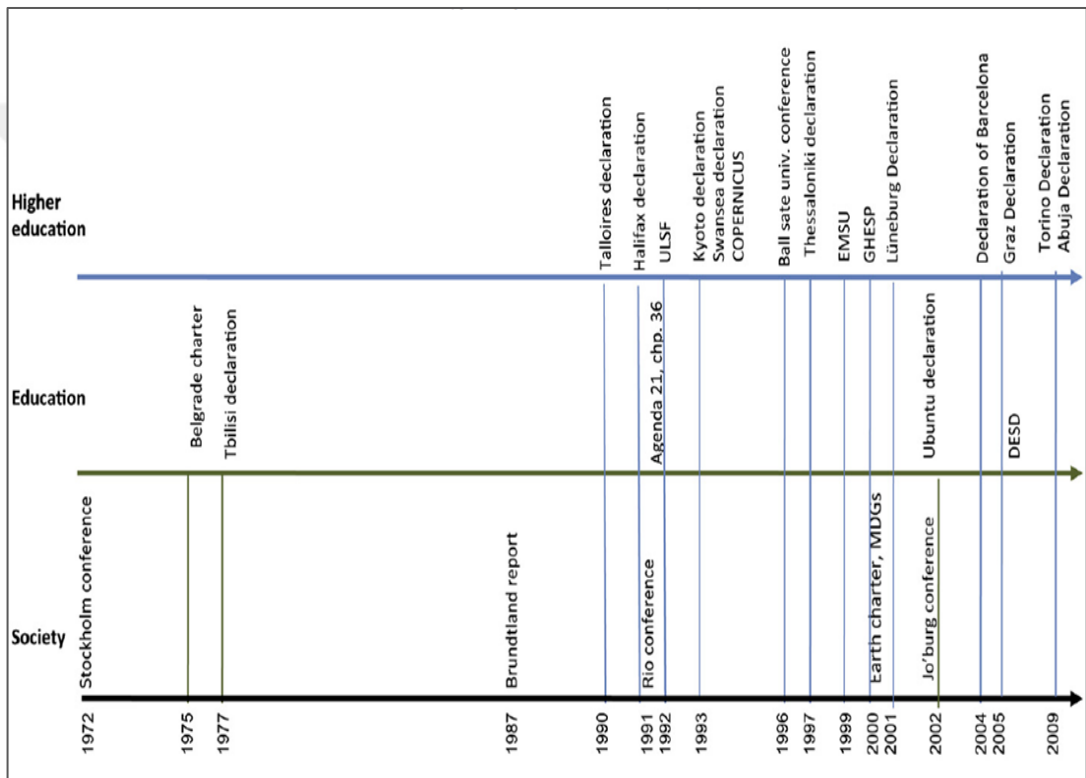
### **2.3. Üniversite Kampüslerinde Sürdürülebilirlik**

Üniversiteler büyüklükleri ile kampüs faaliyetlerinin çevre ve toplum üzerindeki etkisinden dolayı sürdürülebilirliği sağlama aşamasında “küçük şehirler” olarak nitelendirilmektedir. Üniversite kampüslerindeki yaşam akışının özellikle eğitim dönemlerinde oldukça aktif olması sebebiyle şehirlerdeki yaşamın küçültülmüş bir ölçeği olarak düşünülebilmektedir. Bu açıdan düşünüldüğünde, bir şehire ait bütün özellikleri içinde barındırmak zorunda olduğundan sürdürülebilirlik kavramının rahatlıkla uygulanabileceği ortamlar olarak dikkate alınmaktadır (Kalaycı, 2020). Sürdürülebilir üniversite tanımı genel olarak sürdürülebilirliğin üç bileşeni ile ilişkilidir; çünkü üniversiteler sağlığı, refahı teşvik etmek ve bu değerleri küresel olarak yaymakla birlikte çevresel, ekonomik ve toplumsal etkilerin azaltılmasına katkıda bulunmakla yükümlüdürler (Velazquez et al., 2006; Alshuwaikhat and Abubakar, 2008).

Yükseköğretim kurumlarında sürdürülebilirliğe olan eğilim çevresel bozulmanın küresel bir sorun haline geldiği ve gündemde yer aldığı 1970'lerde ortaya çıkmıştır. Akademisyenler, devam eden çevresel krizin ekonomik ve sosyal tesisleri de etkilediğini fark etmiştir. Bu kapsamlı sorunun üstesinden gelmek ve bütüncül politika geliştirmek için akademisyenler birçok bildirgeye ve uluslararası konferanslara olanak sağlamıştır. Yaklaşık binden fazla akademik kurum, akademik müfredat, kurumsal organizasyon ve fiziksel aktivitelerini yeşil yaklaşımlarla sürdürülebilirliği uygulamak için uluslararası bildiriler imzalanmıştır. Sürdürülebilirlik taahhütlerini belirten bildiri imzalayan üniversitelerin sayısı her geçen gün artmaktadır.

Stockholm Deklarasyonu, 1972'de sürdürülebilirlik ile yükseköğretim arasında bağlantı kuran ilk deklarasyon olarak adlandırılmaktadır. Üniversite yerleşkelerindeki yaşam biçimleri veya sistem önerilerinden çok çevresel sorunlar hakkında akademik çalışmalar yapılması gerekliliği üzerinde durulmuştur. Yabancı ülkelerdeki yeşil kampüs çalışmaları daha çok fikri, tanıtımı ve eğitimi yaymaya odaklanmıştır. 1990

yılında, 40'tan fazla ülkede 300'den fazla üniversite yöneticisi, kolejlerde ve üniversitelerde öğretim, araştırma, operasyonlar ve sosyal yardımlara sürdürülebilirlik ve çevre okuryazarlığını dahil etmek için on maddelik bir eylem planı olan Talloires Deklarasyonunu imzalamışlardır (Alshuwaikhat and Abubakar, 2008). 1990'lı yıllarda birçok uluslararası deklarasyon ve konferans bu bağlantıyı daha açık hale getirmiştir. Diğer bildirimler Talloires Deklarasyonunun temelini paylaşmıştır ve Yükseköğretim Sürdürülebilir Kalkınma konusunda uluslararası bir anlayış oluşturmaya çalışmıştır (Koc, 2014). Bu bağlamda yükseköğretimde sürdürülebilirlik kapsamında imzalanan deklarasyonların kronolojik sıralaması Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Yükseköğretimde sürdürülebilirlik için imzalanan deklarasyonlar (Koc, 2014)

Birleşmiş Milletler'in Rio de Janerio'da 1992 yılında yapılan konferansında eğitimin sürdürülebilirlikle olan ilişkisi üzerinde durulmuştur. Gündem 21'in alt başlığı olarak açığa çıkan, sürdürülebilir üniversiteler yaratmak için çeşitli araştırma ve eğitim planları içeren; üniversiteleri yönlendirmek esaslı oluşturulmuş bir anlaşmadır. Bunun devamında, International Association of Universities ve Association of Commonwealth Universities öncülüğünde 1993'de hazırlanan IAU Kyoto ve Swansea Deklarasyonları ortaya çıkmıştır. Belirtilen her iki anlaşma için Rio Konferansı'na bir yanıt niteliği taşımakta olduğu görülmektedir. Özellikle Swansea Deklarasyonu'nda üniversitelerin bu süreçte katılımının yetersiz olması istenmeyen

bir durum oluşturulmuştur ve üniversitelerden daha fazla katkı sağlamaları gerektiği üzerinde önemle durulmuştur (Grindsted, 2011). 2001 yılında taslak bir anlaşma olarak oluşturulan Lüneburg Deklerasyonu ise UNESCO tarafından hazırlanmıştır. Johannesburg’de toplanan Rio+10 toplantısında üniversitelerin artık karar merkezleri haline gelmesi gerektiği ve üniversitelerde sürdürülebilir programların oluşturulmasının öncelikli konular içinde olduğuna vurgu yapılmıştır. Johannesburg’da 2002 yılında yapılan Dünya Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde uluslararası boyutta tüm dikkatler yine bu konu üzerine çevrilmiştir. BM 2005-2014 yılları arasındaki süreci “Sürdürülebilir Kalkınma için Eğitimin On Yılı” (Decade of Education for Sustainable Development) olarak ilan etmiştir (Mutdoğan, 2020).

Sürdürülebilir üniversite kampüsleri kapsamında ulusal ölçekte ülkemizde geliştirilmiş olan bir değerlendirme sistemi veya iletişim ağı bulunmamaktadır. Ancak, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP), Uluslararası Sürdürülebilir Kampüs Ağı (ISCN), Dünya Üniversite Liderleri Forumu (GULF) ve GreenMetric gibi sürdürülebilir kampüs değerlendirme ve geliştirme organizasyonlarına Türkiye’deki birçok üniversiteden katılım sağlanmaktadır (Yıldız, 2020). “Üniversite Yeşil Ligi (University Green League)”, “Çevresel ve Sosyal Sorumluluk İndeksi (Environmental and Social Responsibility Index)” ve “Yeşil Ölçüm (Green Metric)” sıralama sistemleri bu alanda verilebilecek birkaç temsili örnek arasında yer almaktadır. Bunlar arasında yeşil ölçüm kriterleri uluslararası ölçekte bir sıralama sistemi olarak ilk olma özelliği taşıyarak öne çıkmaktadır (Benilay ve Gezer, 2019).

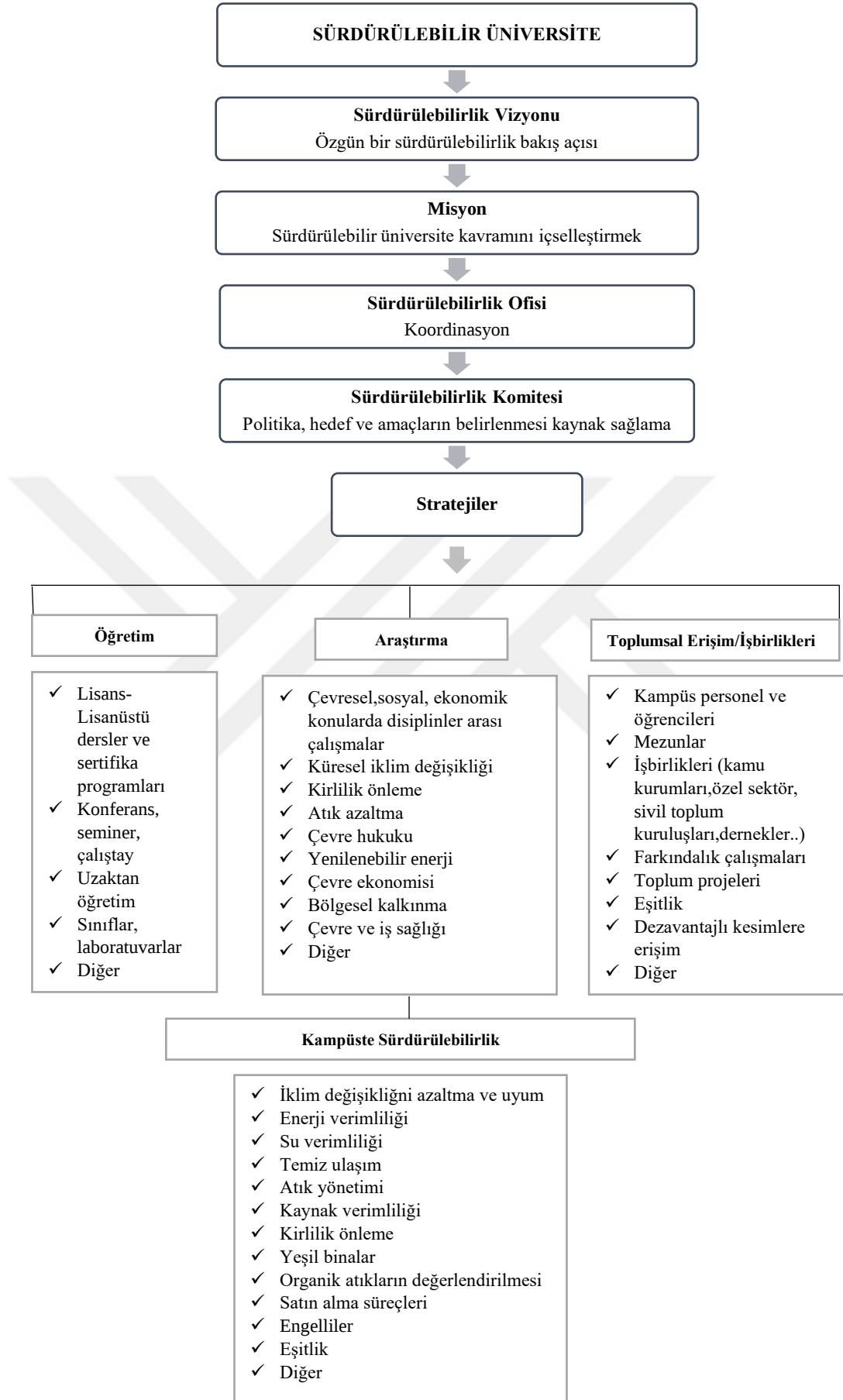
Üniversiteler sosyal ve çevresel sorumluluk açısından yakın zamana kadar büyük ölçüde göz ardı edilen, potansiyel olarak önemli çevresel etkilere sahip çeşitli faaliyetlere ve karmaşık operasyonlara sahip kurumlardır. Üniversiteyle ilgili birçok faaliyet ve operasyon, önemli çevresel etkilerin izlenmesini de beraberinde getirmektedir. Bunlara atölyeler ve laboratuvar kullanımı, binalar ve zemin bakımı ile enerji ve malzeme kullanımı gibi birçok faktör etkindir ki, bunların her biri çevresel kaliteyi etkilemektedir (Alshuwaikhat and Abubakar, 2008). Üniversite kampüsleri, uygulamaların sürdürülebilirliğin gelişmesi üzerindeki rolünü keşfetmek için oldukça ideal bir ortam sunmaktadır (Lauder et al., 2015). Üniversite kampüslerinde çevresel sürdürülebilirlik ihtiyacı birçok çalışmada vurgulanmıştır. Kampüs sürdürülebilirliği enerji, su tüketimi, atık yönetimi, yeşil alanlar ve ulaşım ile ilgili operasyonel birçok konuyu içerisinde barındırmaktadır (Dagiliute and Liobikiene, 2015). Üniversite

kampüsleri sahip olduğu nüfus yönüyle öğrenci ve öğretim üyeleri ile tüm çalışanlar tarafından akla gelen ilk soru “Kampüsün çevre üzerindeki etkilerini nasıl ölçeriz ve/veya değerlendirebiliriz?” olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu amaçla özel olarak birçok değerlendirme yaklaşımı geliştirilmiştir (Savanick, 2004). Üniversitelerde uluslararası çevresel değerlendirme çerçevelerine örnek verilebilecek yaklaşımlardan bazıları Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. Üniversiteler için çevresel değerlendirme çerçeveleri (Savanick, 2004)

| Değerlendirme                   | Kaynak                                                                                        | Açıklama                                                                                                                | Üniversite Örnekleri                                                                                |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Blueprint for a Green Campus    | Developed at a 1994 Campus Earth Summit at Yale University                                    | Yeşil kampüs operasyonları, müfredat ve toplum ilişkisi için pratik öneriler                                            | Öneri sunar ancak uygulama hakkında veri toplamaz                                                   |
| Campus Ecology Research Station | National Wildlife Federation Campus Ecology Program                                           | Başlangıç projeleri hakkında öneriler sunar ve üniversitelerdeki en iyi yönetim uygulamalarını ayrıntıyla anlatır       | Çok sayıda en iyi uygulama örneği kampüs çevre kitabı aracılığıyla kapsamlı web sitesinde mevcuttur |
| Clean Air Cool Planet           | Based on Kyoto Protocol, international voluntary agreement to reduce carbon dioxide emissions | Sera gazı emisyon hesaplamalarını ve protokol hükmünü benimsemeyi savunur (Tufts Üniversitesi’nden temin edilen şablon) | Tufts Üniversitesi, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü                                               |
| ISO 14001 (University Version)  | International Organization for Standardization (ISO) adapted for campuses by USEPA            | Çevresel yönetim sistemi veri ihtiyacının ve çevre yönetim sürecini açıklar                                             | Tulane Humboldt State University of Missouri-Rolla                                                  |
| The Natural Step                | Founded in Sweden                                                                             | Dört sistem koşulunu karşılayarak farklı seviyelerdeki çevre sorununu kavramsal çerçevede ele almak                     | Georgia Institute of Technology University of Texas at Houston                                      |
| Tallois Declaration             | Policy commitment developed at conference of university presidents and chancellors            | Çevre tahribatını azaltmak için on kampüs tabanlı eylem                                                                 | 265 imzalayan, uygulamaya ilişkin veri bulunmamakta                                                 |
| ULSF Sustainability Assessment  | University Leaders for a Sustainable Future                                                   | Kısa anket özellikle kampüsler için sürdürülebilirlikle ilgili sorular                                                  | Araç ve en iyi uygulamalar vaka çalışmaları web sitesinde mevcut                                    |

Bu konuda yapılan çalışmalarda dikkate alınan tüm unsurlar şematize edilmiş ve örnek sürdürülebilir üniversite modeli aşağıda Şekil 2.6’daki gibi oluşturulmuştur.

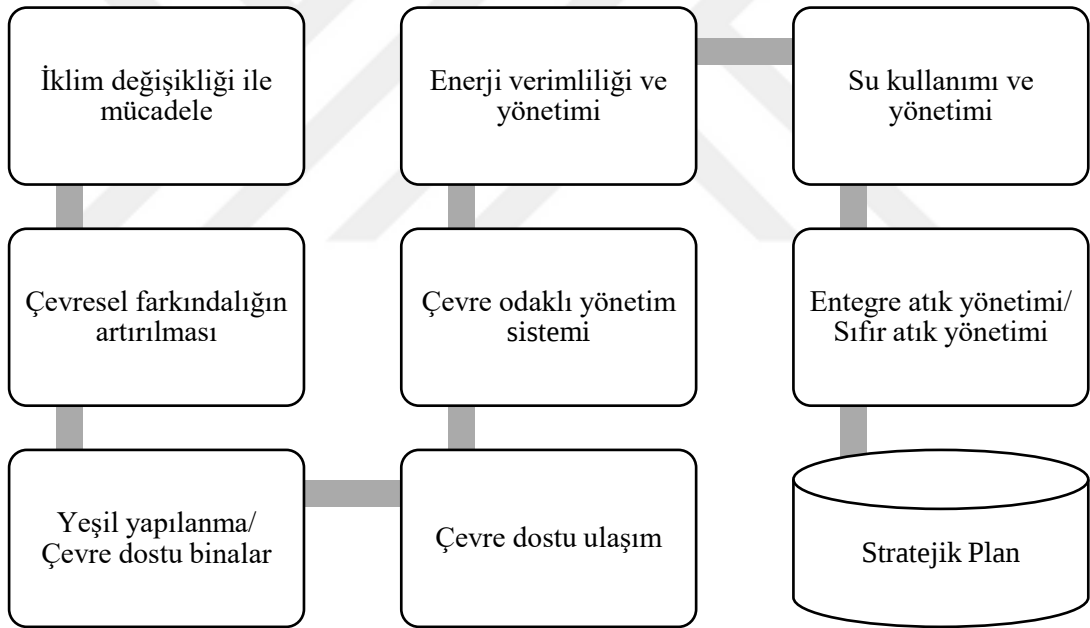


Şekil 2.6. Sürdürülebilir üniversite modeli (Günerhan vd., 2019)

Sürdürülebilir bir üniversite kampüsünün, politika oluşturmada ekonomik, sosyal ve çevresel hedefler arasında daha iyi bir denge ve günümüz kampüs faaliyetlerinin sonuçları hakkında uzun vadeli bir bakış açısı anlamına geldiğine dair ortak bir anlayış vardır. Sürdürülebilirlik, doğal kaynakların kullanımında sosyal adalet ve etkinliğe dayalı ekonomik büyüme ile karakterize edilir ve sürdürülebilirlik hedeflerine etkin bir şekilde ulaşmak için tüm paydaşların işbirliği ve katılımının gerekli olduğunun kabul edilmesini içermektedir (Lozano, 2006).

Üniversite faaliyetlerinin çevre ve sosyal olarak kısa ve uzun vadede toplum üzerindeki önemli etkileri nedeniyle akademik liderler, öğrenciler ve politika yapıcılar ve genel olarak kamuoyu tarafından yüksek öğretimde sürdürülebilirlik konularına artan bir ilgi vardır (Yuan et al., 2013). Sürdürülebilir üniversite olma yolunda üniversitenin ilk olarak kendi sürdürülebilirlik model ve stratejisini oluşturması gerekmektedir. Her üniversitenin ve sahip oldukları kampüslerin kendine özgü sahip olduğu özellikleri mevcuttur. Üniversiteler kendi dinamiklerini de dikkate alarak bir sürdürülebilirlik vizyonu oluşturmalıdır. Tüm bunların akabinde; üniversitelerin sürdürülebilirliği sağlama doğrultusunda gerçekleştireceği her çalışma çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan ortaya çıkabilecek olumsuz etkileri de minimum seviyeye indirilmesi yönüyle olmalıdır. Bu konuda yapılan ya da yapılacak girişimlerin üniversitelerde topluma karşı sorumluluk teşkil etmektedir. Devamında ikinci olarak, misyonun tanımlanması gerekmektedir. Bunun için üniversite, sürdürülebilirlik yönünden önce ne durumda olduğunu tespit etmeli ve planlama yapmalıdır. Üçüncü olarak, sürdürülebilirlik ile ilgili yapılacak tüm çalışmaların yürütüleceği bir sürdürülebilirlik ofisinin oluşturulması önerilmektedir. Üniversite bünyesinde gerçekleştirilecek tüm girişim ve düzenlemeler bu ofis tarafından koordine edilmeli, yapılan çalışmalar rapor haline getirilmelidir. Bir web sayfası oluşturularak sürdürülebilirlik ile ilgili çalışmaların duyurulması ve görünürlüğünün artırılması da ofis tarafından yürütülmelidir. Dördüncü adım ise konuyla ilgili uzmanlardan oluşan bir komitenin oluşturulması şeklinde olmalıdır. Komite, üniversitenin sürdürülebilirlik hedeflerini, amaçlarını ve politikalarını belirlemeli ve bunların günlük işleyişe dâhil edilmesini sağlamalıdır. Beşinci aşama, stratejinin ortaya konulmasıdır. Belirlenen stratejilerin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için sürdürülebilirlikle ilgili farkındalığı artırmak ve çevreye verilen zararı azaltacak teknoloji kullanımını ön planda tutmak iki önemli noktadır (Velaquez et al., 2006).

Türkiye’de sürdürülebilir kampüs uygulamaları dünya ile kıyaslandığında oldukça yeni olarak nitelendirilebilmektedir. Bu kapsamda ülkemizde öncelikli olarak GreenMetric yeşil ölçüm göstergeleri referans alınarak sürdürülebilir kampüs çalışmaları yaygınlaşmaya başlamıştır. Kampüslerin sürdürülebilir kampüs olma isteklerinin altında ekonomik nedenler, iç ortam kalitesi, yenilenemez enerji kaynaklarının azalması, giderek artan enerji maliyetleri, küresel enerji kullanımının ekolojik etkileri, yeni teknolojiler, küresel çapta ilgi ve bilinç düzeyi, çevresel kirlenme, iklim değişikliği ve ekolojik sağlık gibi birçok etkin faktör yer almaktadır. Üniversiteler, yenilikçi özellikleri ve toplumda öncü rollere sahip olmalarından dolayı sürdürülebilirlik uygulamaları ile toplumda sürdürülebilir bir yaşam anlayışının yaygınlaşmasına katkı sunma sorumluluğunu taşımaktadırlar (Anahtar, 2012). Sürdürülebilir kampüs çerçevesinde oluşturulacak stratejik planlarda ele alınabilecek konular Şekil 2.7’de verilmiştir.



Şekil 2.7. Sürdürülebilir yeşil üniversite stratejik plan ölçeği

Entegre atık yönetimi kapsamında sıfır atık yönetimi ile üniversite öğrencileri ve personelinin kampüs içerisinde oluşan atıkların minimuma indirilmesi ve geri dönüşümü hakkında bilgilendirilmesi ve bilinçlendirilmesi hedeflenmektedir. Öncelikli amaç atığı kaynağında önlemek olup, oluşan atığın geri dönüşümünün sağlanmasıdır. Kampüste oluşan organik atıkların değerlendirilip kompost eldesinin sağlanması, atıkların hammadde olarak tekrar kullanımı gibi birçok önemli konuyu kapsamaktadır. Üniversiteler yer aldığı şehirler ile iç içe karşılıklı bir etkileşim

içerisindedirler. Atıkların toplanması, taşınması ve bertarafından yerel yönetimler sorumlu olduğundan, üniversite ile bu anlamda aktif ve etkin ilişkiler kurulduğunda, atıklardan gelecek ekonomik kazanç hem belediyeler, hem de üniversite için kaynak sağlamış olacaktır (Işıldar, 2015).

Su yönetimi ile suyun verimli kullanımı, atıksuların uygun teknolojilerle yüksek düzeylerde arıtılması ve arıtılmış suların tekrar kullanımının sağlanmada önemli bir yer tutmaktadır. Bu hedefe ulaşmak için öncelikle, öğrenci ve personelin bilinçlendirilmesi birincil koşuldur. Su tüketimini azaltan ekipmanların kullanılması, etkin atıksu arıtımı, yağmur sularının toplanması gibi çevre dostu yöntemler de kullanılabilmektedir. Kampüste yıllık su tüketimindeki azalma, içmesuyu ve atıksuların mevcut ve gelecekteki durum tahminleri su yönetiminin etkinliğinin ölçütleri arasında yer almaktadır (Işıldar, 2015).

Enerji tüketiminin azaltılması, kampüs sürdürülebilirliğinin iyileştirilmesi için kritik öneme sahiptir. Hem inşa edilmiş altyapının verimliliğinin artırılması hem de kullanıcılar tarafından korunması bu alanda yapılacak önemli çalışmalar arasındadır (Faggihi et al., 2015). Enerji verimliliğinin artırılması hedeflenirken; sürdürülebilir kalkınma amaçları da dikkate alınarak alternatif temiz yenilenebilir enerji kaynaklarını ve binalarda enerji verimli sistemlerin kullanımı ile kişisel araç kullanımının azaltılması, karbon emisyonlarını azaltacak önlemlerin alınması, atıkların geri dönüşümünün sağlanması sonucu çevresel yükün azaltılmasına destek sağlamış olacaktır (Işıldar, 2015).

Kampüslerde karbon ayak izinin azaltılması, atıklarını yönetebilmesi, tasarruf ve verimlilik politikaları üretmeleri, yenilenemeyen kaynaklardan yenilenebilir kaynaklara geçiş gibi çevresel kaygılar açısından uzun vadeli çözümler olarak ulaşmaya karar verdikleri birçok planlamalar mevcuttur. Sahip oldukları altyapıları ile hedefleri gerçekleştirme açısından ülkemizde de çeşitli somut adımlar da atılmaktadır. Ancak sürdürülebilirlik içerik olarak oldukça geniş bir kavramdır ve bir kampüsü kontrolsüz, bilinçsiz tüketim alanından çevre dostu bir kampüse dönüştürmek ciddi çaba ve zaman isteyen bir durumdur. Üniversiteler çalışanları, öğrencileri, hizmet verdiği kişiler ve konumlandıkları yerlerde yol, bina ve otopark gibi yapısal alanlarıyla bulundukları şehire dolayısıyla da doğal çevreye etki edecek birçok etmeni içerisinde aktif olarak barındırmaktadır. Üniversite kampüslerinin sürdürülebilirlik konusuna yönelmesi ve sürdürülebilir üniversite olmak için girişimlerde bulunması,

hem bünyesindeki kirletici unsurlarını en aza indirmek açısından hem de bulunduğu bölgeye örnek teşkil etmek açısından oldukça önemlidir. Bu bağlamda kontrol mekanizması (PUKÖ döngüsü/planla-uygula-kontrol et-önlem al) olmadan üniversitelerde Çevre Yönetim Sistemi döngüsünün sonuçları belirlenmemektedir. Eylemlerin sonuçları kampüslerdeki girişimlerin sürdürülebilirlik yolunda çalışıp çalışmadığını görmek açısından önem taşımaktadır. Son yıllarda üniversiteler bu konu üzerinde önemle durmakta ve dünyada önde gelen pek çok üniversitesi de sürdürülebilir üniversite olma konusunda birçok girişimde bulunmaktadır.

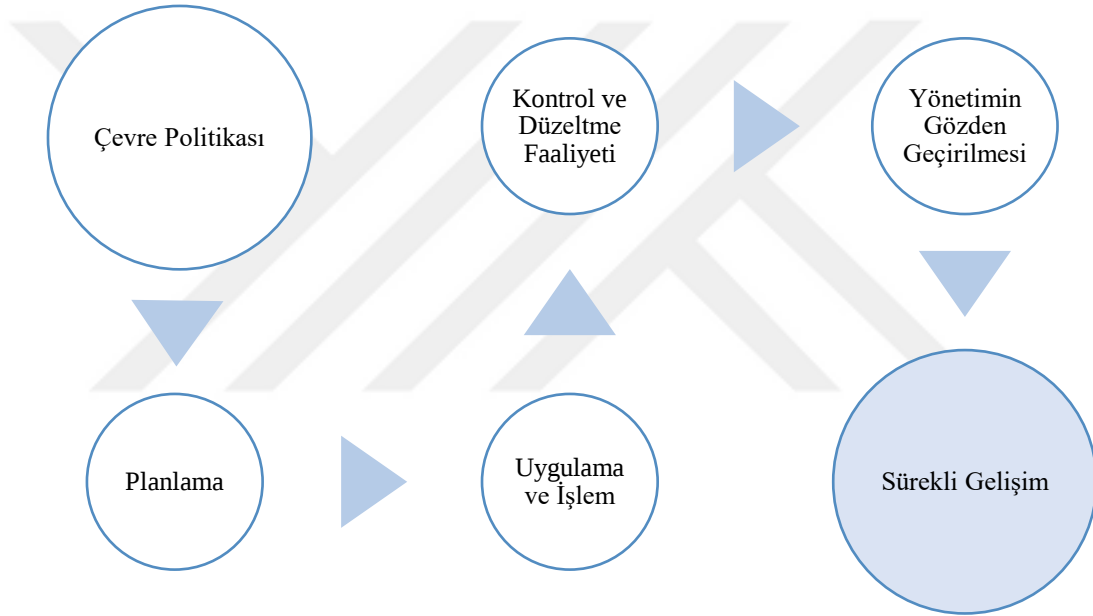
## **2.4. Sürdürülebilirliğe İlişkin Bazı Değerlendirme Sistemleri**

### **2.4.1. Çevre Yönetimi ve Çevre Yönetim Sistemleri (ÇYS)**

Çevre yönetimi kavramı standartlarda “bir kuruluşun planlamayı da içine alan genel yönetim görevinin; politika ve hedeflerini geliştiren, gerçekleştiren, uygulayan ve muhafaza eden boyutları” olarak ifade edilmektedir. Ayrıca çevre yönetimi, çevreyi etkileyen antropik faaliyetlerin yeterli bir yaşam kalitesi elde etmek, çevresel sorunları önlemek veya en aza indirmek amacıyla planlanan eylemler ve stratejiler bütünüdür. Sürdürülebilir kalkınma kavramından yola çıkarak, ekonomik kalkınma, nüfus artışı, kaynakların rasyonel kullanımı ve çevrenin korunması için doğru dengeyi sağlamakla yakından ilişkilidir. Yalnızca uygulanacak eylemleri değil, aynı zamanda uygulanmasına yönelik yönelimleri, yönergeleri ve politikaları da kapsayan bütünlendirici bir kavramdır (Villalba and Useche, 2021).

Kaynakların etkili kullanılması, kaynak verimliliğinin sağlanması ile çevresel yükü azaltmayı veya mümkünse ortadan kaldırmayı sağlamak kuruluşların çevre yönetiminde izlediği stratejiler ile yakından ilgilidir. Kuruluşlarda çevre yönetimine duyulan ihtiyaç çevre yönetim sistemleri ve standartlarının oluşturulmasında etkili olmuştur. Çevre yönetimi sistemi; gelecekte meydana gelebilecek çevresel sorunları doğrudan etkileyen ve kontrol eden işletmelerin organizasyon, prosedür ve politikalarından meydana gelmektedir. Çevre yönetimi sistemi; çevresel politikaları geliştirmek, uygulamak, başarmak, gözden geçirmek için gerekli prosedürleri, işlemleri ve kaynakları kapsamaktadır (Ronnenberg et al., 2011). Bunlar; Çevre Yönetim ve Denetleme Planı, ISO 14000 ve ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi Standartlarıdır. ISO 14000 ve ISO 14001 Uluslararası Standartlar Organizasyonu tarafından belirlenmiş olup, ISO 14001 küresel bağlamda uluslararası bir nitelik taşımaktadır.

ISO 14001, Çevre Yönetim Sistemlerinden en iyi bilinen ve kabul gören ISO tarafından kurulan ISO 14000 çevre yönetim standartları serisi içerisinde yer almaktadır. Uluslararası Standartlar Organizasyonu çevresel politikalar, amaçlar ve hedeflerin belirlenmesinde çevre yönetim sistemlerinin kurulmasının gerekliliğini vurgulamaktadır. Çevresel yönetim sistemlerinin çoğu “Planla, Yap, Kontrol Et, Geliştir” modeli üzerine oluşturulmuştur. ISO 14001 çevresel yönetim sistemi standardında, bu adımlar on yedi elementi içine alarak geliştirilmiştir. Gruplandırılan bu başlıklar Şekil 2.8’de gösterildiği gibi çevresel politika, planlama, uygulama ve işlem, kontrol ve düzeltme faaliyeti ile yönetimin gözden geçirilmesi olarak belirlenmiştir (Çavuş ve Tancı, 2013).



Şekil 2.8. Çevre yönetim sistemi modeli (Çavuş ve Tancı, 2013)

Sürdürülebilirliğin çevresel açıdan sağlandığı bir kampüs ortamını oluşturmak için öncelikli olarak çevre yönetiminde etkin ve bu sistemleri üniversitelere entegre etmiş bir yol haritası oluşturmak gerekmektedir. Bu çerçevede yapılacak veya yapılan her türlü çevreyi konu alan faaliyet, dünyada kabul gören ve uygulanan standartlara göre belirlenmiş ilkeler doğrultusunda yürütülme fırsatı yakalayacaktır. Kampüs sürdürülebilirliğini sağlamak için kamu bilinci, sürdürülebilirlik eğitimi ve kampüs çevre yönetim sistemi bileşenlerini içeren bütünleşik bir yapının oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Üniversiteler kampüslerinde çevreci yaklaşım ve stratejiler ile çizdikleri kavramsal sınırlarda çevre yönetim sistemlerinin önemine dikkat çekilmektedir (Yaşayacak, 2019).

#### **2.4.2. Çevresel Verimlilik Kapsamlı Değerlendirme Sistemi (CASBEE)**

CASBEE (Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency), binaların ve yapıları çevrenin çevresel performansını değerlendirmek ve derecelendirmek için geliştirilen bir sistemdir. Japonya merkezli endüstriyel, hükümet ve akademik işbirliğinde 2001 yılında gerçekleştirilen bir proje kapsamında araştırma komitesi tarafından kurulmuş ve geliştirilmiştir. İlk önce 2002 yılında CASBEE-Ofis değerlendirmesi ile başlayarak ardından sırasıyla CASBEE-Yeni İnşaat, CASBEE-Mevcut Binalar, CASBEE-Bakım Onarım ve CASBEE-Ön Tasarım izlemiştir. Sistem, inşa edilmiş yapıların kullanım süresine kadar ve çevrenin çevresel performansını yeni geliştirilen inşa edilmiş çevre verimliliğine (Built Environment Efficiency- BEE) göre değerlendirmek ve derecelendirmek için kullanılmaktadır. Binaların kalitesi, iç konfor, estetik gibi özellikleri değerlendirirken enerji tasarrufu sağlayan ve daha az miktarda çevresel yükler kazandıran materyal ve ekipmanların kullanılmasını içererek çevre uygulamalarını da dikkate alan kapsamlı bir değerlendirme sistemidir.

CASBEE değerlendirme sistemi konut ve binalar, şehir gelişimi ve yönetimi olarak belirlenen etki faktörlerinden oluşmaktadır. Değerlendirme alanları; enerji verimliliği, kaynak verimliliği, bölgesel çevre ve kapalı ortamlar olarak belirtilmiştir. Bu temel dört alan hesaplanmasından sonra Kalite ve yük olarak tekrar ikiye ayrılıp hesaplanmaktadır. Kalite çerçevesi içinde kapalı alanda yaşayanlar için yaşam kalitesinde ki iyileşmeyi değerlendirmeye almaktadır. Yük ise kapalı alan dışındaki olumsuz yönleri dikkate almaktadır. Kalite ve yük hesaplamalarının ardından bu iki grup da kendi içlerinde bölünmüştür. İç ortam kalitesi, hizmet kalitesi ve dış ortam parametreleri kalite sınıfının bileşenlerini oluşturmuştur. Yük ise enerji, kaynaklar ve materyaller, dış çevreden oluşmaktadır. Bu değerlendirmelerden sonra yapı ya da çevre belirli niteliklerde sınıflandırmaya tabi tutulmaktadır (CASBEE, 2021).

#### **2.4.3. Yapı Araştırma Kurumu Çevresel Değerlendirme Metodu (BREEAM)**

İngiltere'de Yapı Araştırma Kurumu (Building Research Establishment-BRE) tarafından geliştirilerek 1990 yılında kurulan bina için ilk sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi olarak bilinmektedir. Avrupa'daki en popüler derecelendirme sistemi olarak yer edinmiştir. Endüstriyel binalar, okullar, sağlık binaları ve ofisler BREEAM sertifikası altında ayrı ayrı değerlendirilebilmeye alınmaktadır. Dünya

genelinde yetmiştenden fazla ülkede uygulanma alanı bulmuş bir sistemdir. BREEAM, enerjiden ekolojiye kadar birçok kategoride sürdürülebilir değerleri ölçmede önemli bir oluşumdur. Bu kategorilerin her biri tasarım dayanıklılığı ve esnekliği, iklim değişikliğine uyum, ekolojik değer, biyolojik çeşitliliğin korunması ile düşük etkili tasarım ve karbon emisyonlarının azaltılması dahil olmak üzere en etkili faktörleri ele almaktadır. Su (%6), enerji (%19), sağlık (%15), materyal (%12,5), yönetim (%12), arazi kullanımı ve ekoloji (%10), kirlilik (%10), ulaşım (%8), atık (%7,5) olmak üzere dokuz ana kategori başlığı altında incelenmektedir. Her bir ana kategori kendi içinde çeşitli alt kırımlara ayrılmaktadır. Değerlendirmeler sonucunda binalar puan yüzdeliklerine göre sertifikalandırılarak derecelendirme sistemine göre yıldız karşılığını almaktadır (BREEAM, 2021). BREEAM sisteminin değerlendirme sonuçlarının yüzdelik dilime karşılık gelen yıldız değerleri; <%30 ise sınıflandırılmaz, >%30 ise geçer bir yıldız, >%45 ise iyi iki yıldız, >%55 ise çok iyi üç yıldız, >%70 ise mükemmel dört yıldız ve >%85 ise olağanüstü beş yıldız şeklinde belirlenmiştir.

#### **2.4.4. Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik (LEED)**

Amerika Birleşik Devletleri Yeşil Bina Konseyi (USGBC) ve Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (Leadership in Energy and Environmental Design- LEED) tarafından 2000’li yıllarda “Yeşil Bina” terimi ve LEED sertifikasyonu ortaya çıkmıştır. Sertifika sürecinde sürdürülebilir arazi, enerji ve atmosfer, tasarımda yenilik, malzeme ve kaynaklar, yerleşim ve ulaşım, su verimliliği, iç mekan kalitesi ve bütüncül süreç konularını ele alan kapsamlı bir inceleme gerekmektedir. Yeşil bina değerlendirme sistemleri üç bileşenden meydana gelmiştir. Serifikaya hak kazanabilen bir yapı olmak için minimum belirlenen gereklilik ve zorunlulukları yerine getirmesi gerekmektedir. Değerlendirme bileşenleri, çevresel performans ölçütleri, her ölçütte belirtilen performansın karşılanması durumunda belirlenecek puanlar ile yapının çevresel performansının göstergesi olan toplam puanından oluşmaktadır. LEED kriterleri sürdürülebilirliğin çevresel boyutu ile ilişkilidir. Belirtilen LEED kriterleri mevcut bina, hastane, okul ve evler, ticari olan iç mekanlar, inşaat halinde olan yapılar ve yenilenen yapılarda uygulama alanı bulmaktadır. Yakın dönemdeki güncellemelerle kategorilerin sayısı dokuza ulaşmıştır (Çillioğlu ve Dağ, 2021). Puanlama sistemi 110 puan üzerinden gerçekleştirilmektedir. Sertifikasyon kapsamında dikkate alınan kategoriler ve puanlama skorları şu şekilde belirtilmiştir.

Bütünleşik süreç yönetimi 1 puan, sürdürülebilir arazi 10 puan, konum ve ulaşım 16 puan, malzeme ve kaynaklar 13 puan, enerji ve atmosfer 33 puan, su verimliliği 11 puan, iç ortam kalitesi 16 puan, inovasyon 6 puan ve bölgesel öncelik 4 puan olarak hesaplanmaktadır. Hakedilen puanlama karşılığında binalara dört alanda sertifika verilmektedir. Sertifika için en az 40-49 aralığında puan almak gerekmektedir. 50-59 puan arasında gümüş, 60-69 puan arasında altın ve 80 puan ve üzerinde platin sertifika verilmektedir.

#### **2.4.5. Üniversite Ligi**

2007'de kurulmuş olan People ve Planet tarafından İngiltere'de mevcut yükseköğretim kurumları için oluşturulmuş bir sıralama sistemidir. Değerlendirme parametreleri ve önem yüzde oran sıralamaları sürdürülebilirlik politika ve strateji %4, sürdürülebilirlik insan kaynakları %8, çevre denetimleri %10, etik yatırım %7, karbon yönetimi %7, işçi hakları, %5.5, sürdürülebilir besin %4.5, öğrenci ve personel katılımı %5, eğitim %10, enerji kaynakları %8, atık ve geri dönüşüm %8, karbon azaltımı %15, su azaltımı %8 olarak esas alınmaktadır. Her bir parametre belirli kriterlerine ayrılmaktadır. Belirlenen parametrelerin Yüksek Öğretim İstatistik Kurumu (The Higher Education Statistics Agency) veya kamuya açıklanan veri envanterlerinden elde edilerek hesaplanmaktadır. Bu da yapılan puanlandırmanın şeffaflığını işaret etmektedir. Diğer envanterler ise üniversitelerin veri havuzlarından sağlanarak hesaplanma yapılmaktadır. Kamuya sunulması gereken ancak üniversite tarafından belirtilmeyen envanterlere ulaşım sağlanamazsa o gösterge sistem açısından sıfır puan olarak kaydedilmektedir. Üniversiteye tabanlı bilgiler gerekli görüldüğü periyotlarda güncellenmesi sağlanmaktadır (Özdoğan, 2018).

#### **2.4.6. Sürdürülebilirlik İzleme ve Derecelendirme Sistemi (STARS)**

Sürdürülebilirlik Takip, Değerlendirme ve Derecelendirme Sistemi™ (STARS), kolejlerin ve üniversitelerin sürdürülebilirlik performanslarını ölçmeleri için şeffaf, kendi kendini rapor eden bir çerçevedir. AASHE (Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education) tarafından yüksek öğretim kurumlarından temsilcilerin geniş katılımıyla geliştirilen STARS, Kuzey Amerika ve Kanada'daki tüm kolej ve üniversitelerin sürdürülebilirlik programlarını izlemek ve tanıtmak amacıyla kurulmuştur. Bu sistem hem uzun süredir bu yolda çalışan ve hem de ilk adımlarını atmakta olan üniversitelerin uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerini kapsamaktadır. Stars'ın amaçları arasında;

- ✓ Yükseköğretimin tüm sektörlerinde sürdürülebilirliği anlamak için bir çerçeve sağlamak,
- ✓ Uluslararası kampüs sürdürülebilirlik topluluğunun geniş katılımıyla geliştirilen ortak bir ölçüm setini kullanarak zaman içinde ve kurumlar arasında anlamlı karşılaştırmalar sağlamak,
- ✓ Sürdürülebilirliğe yönelik sürekli iyileştirmeler için teşvikler oluşturmak,
- ✓ Yükseköğretim sürdürülebilirlik uygulamaları ve performansı hakkında bilgi paylaşımını kolaylaştırmak,
- ✓ Daha güçlü, daha çeşitli bir kampüs sürdürülebilirlik topluluğu oluşturmak yer almaktadır.

STARS değerlendirme sistemi üniversitelerin;

- ✓ Eğitim ve araştırma (müfredatla bütünleşik eğitim, müfredat, araştırma)
- ✓ İşletim (binalar, iklim, enerji, arazi, satın alma, ulaşım, atık, su)
- ✓ Planlama yönetim ve yükümlülükler (koordinasyon ve planlama, çeşitlilik ve karşılanabilirlik, insan kaynakları, yatırım, halk katılımı)
- ✓ İnnovasyon konularındaki sürdürülebilirlik performansını ölçmektedir (STARS, 2021).

#### **2.4.7. Dünya Üniversite Sıralamaları (THE)**

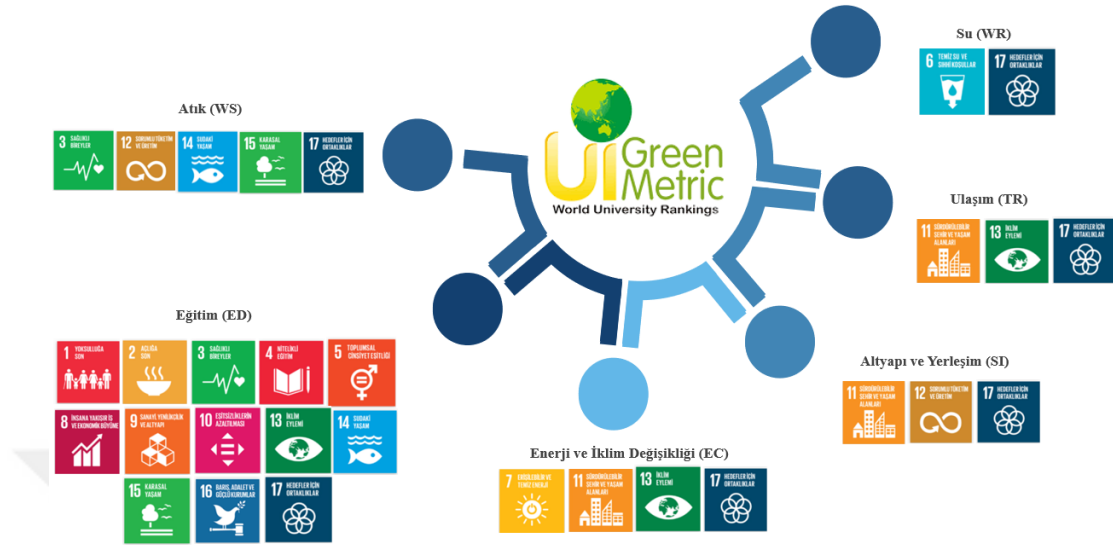
THE (Times Higher Education), 2004 yılında kurulmuş bir sistem olmakla birlikte dünyanın en iyi üniversitelerinden kesin listesine karşılaştırmalı olarak ulaşmamızı sağlamaktadır. Dünyanın araştırma odaklı kurumları için yüksek öğretim verilerini lider sağlayıcı sistemlerinden biridir. Jeopolitik bir gösterge olarak benimsenen dünya üniversite sıralamasının temelleri üzerine kurulmasının yanısıra, kurumların stratejik yönetimine ve milyonlarca öğrenci tarafından yapılan çalışma seçimlerinde de önemli bir etkene dayanmaktadır. Sıralamalar üniversite liderleri tarafından stratejik önceliklerin belirlenmesine yardımcı olmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Üniversitelerin faaliyetlerinin tüm temel alanlarında ayrıntılı performans bilgilerini sağlamak ve bölgeler, konular ve diğer anahtar kriterler arasında rakipler veya işbirlikçiler gibi diğer kurumlar, üniversiteler ile kıyaslamaya olanak sağlayan bir sistem olarak tasarlanmıştır. Bu sistemde üniversitelerin birçok konudaki durumlarının tespitinde yararlanılacak noktalara dikkat çekilmiştir. Dünya çapında sıralamaların yanısıra bölge ve ülke bazlı değerlendirmelere de açık olup gerekli veri eldesine oldukça kolay şekilde ulaşım sağlanmaktadır (THE, 2020).

#### 2.4.8. Yeşil Ölçüm (UI GreenMetric)

Endonezya Üniversitesi (UI) 2010 yılında dünya üniversitelerini kapsayan bir sıralama sistemini ortaya çıkarmıştır. Kampüslerdeki gerçekleştirilen sürdürülebilirlik çalışmalarını baz alan bu sistem, sonrasında UI GreenMetric dünya üniversiteler sıralaması olarak adlandırılmıştır (Suwartha and Sari, 2013). Bu sistem halihazırda diğer farklı değerlendirme sistemlerine bağlı olmaksızın çeşitli sürdürülebilirlik değerlendirme sistemlerini de göz önüne alarak geliştirilmiştir. Her bir üniversite kampüsüne ilişkin oran, yeşil ölçüm endeksinde tanımlanan ana kategorilere göre üniversiteler tarafından doğrudan veri yüklenmesini sağlayan çevrimiçi bir araç olan “UI GreenMetric World University Ranking” platformuna entegre edilmiştir. Özellikle, UI Yeşil Ölçüm endeksinde dikkate alınan başlıca çalışmalar arasında; kentsel morfoloji sürdürülebilirlik politikaları (enerji, atık, su, ulaşım vb.) ve bu konunun akademik programlardaki yeri oldukça önemlidir. Elde edilen verilerden yola çıkarak, sonuçlar doğrudan üniversiteler tarafından sağlanan çevrimiçi bilgi sistemlerinden toplanır ve doğrulanır. Bununla birlikte UI GreenMetric platformu, dünyadaki çeşitli üniversitelerin sürdürülebilirliğini karşılaştırmayı sağlayan bir sıralama sağlar (Marrone et al., 2018).

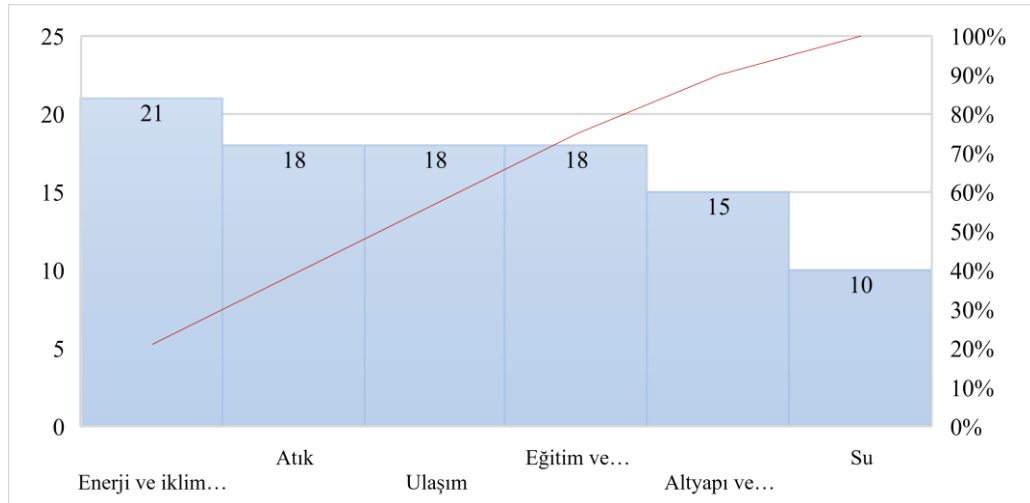
GreenMetric dünya üniversiteleri sıralamasının kriterleri arasında çevreci ortamlar ve altyapı, enerji, iklim değişikliği, atık, su ve ulaştırma gibi çevresel ve sürdürülebilir olma taahhüdünü gösteren ilgili üniversiteler tarafından sağlanan bilgilere dayanılarak belirlenmiştir (Suwartha and Sari, 2013). Özellikle, UI Yeşil Ölçüm endeksinde dikkate alınan başlıca çalışmalar arasında; kentsel morfoloji sürdürülebilirlik politikaları ve bu konunun akademik programlardaki yeri oldukça önemlidir. Elde edilen verilerden yola çıkarak, sonuçlar doğrudan üniversiteler tarafından sağlanan çevrimiçi bilgi sistemlerinden toplanır ve doğrulanır. Bununla birlikte UI GreenMetric platformu, dünyadaki çeşitli üniversitelerin sürdürülebilirliğini karşılaştırmayı sağlayan bir sıralama sağlamaktadır (Marrone et al., 2018). UI GreenMetric'in tasarım aşamasında atıfta bulunulan sürdürülebilirlik sistemleri arasında Holcim Sürdürülebilirlik Ödülleri, GREENSHIP (Endonezya Yeşil Bina Konseyi tarafından yakın zamanda geliştirilen ve Enerji ve Çevre Tasarımında Liderlik (LEED) sistemine dayanan derecelendirme sistemi kullanılmıştır), Sürdürülebilirlik, İzleme, Değerlendirme ve Derecelendirme Sistemi (STARS) ve Kolej Sürdürülebilirlik Rapor Kartı (Yeşil Rapor Kartı olarak bilinir) yer almaktadır

(UI, 2021). Sürdürülebilir kalkınma amaçlarının 17 başlık altında topladığı hedeflerin yeşil ölçüm göstergeleri ile eşleşmesi Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. UI GreenMetric ve sürdürülebilir kalkınma amaçları (UI, 2021)

Şekil 2.9’a bakıldığında ana kriterlerin 2030 yılı sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik tüm maddeleri kapsadığını göstermektedir. Yeşil ölçüm değerlendirme sisteminde kullanılan altı ana gösterge ve ağırlık yüzde dağılımları Şekil 2.10’da verilmiştir.



Şekil 2.10. UI GreenMetric değerlendirme göstergeleri ve oranları

Değerlendirme sistemini kapsayan ana başlıklar gösterge ve kategoriler bazında oluşturulmuştur. Ana göstergeler; kampüs yerleşimi ve altyapı, enerji ve iklim değişikliği, atık yönetimi, su yönetimi, çevre dostu ulaşım olanakları, eğitim ve araştırma olarak belirlenmiştir.

## 2.5. Yeşil Üniversite Kampüsleri

“Green” kavramı terimsel olarak tarımdan sanayiye, enerjiden ekonomiye, üretimden teknolojiye uzanan çok farklı alanlarda kullanım alanı bulan bir ifadedir. Literatürde ilk defa 1990’lı yılların ilk dönemlerinde eğitim alanında da ifade edilmiş olup “greening of the universities” olarak nitelendirilmiştir. 2000’li yılların başında ve özellikle 2010 yılından itibaren daha da özelleşerek “green university”, “green campus” ve “green curriculum” olarak tanımlanmaya devam edilmiştir. 2010 yılı itibarıyla GreenMetric (GM) kavramıyla ortaya atılan “çevreci kampüs” tabiri öncesinde “kampüs çevreciliği” olarak Ball State Üniversitesi’ndeki tüm sistem yaklaşımı hakkında genel anlamda bir perspektif sunmakta ve gerekli olan destek ile eylem planlamasının ana hatlarını açıklamaktadır (Yaşayacak, 2019).

Yeşil üniversite sadece bulundukları alanlarla sınırlı kalmayıp, şehirlerin ve bulunduğu bölgenin sürdürülebilirliğe olan katkısına da öncülük etmektedir. Bir üniversitenin çevre dostu ve yeşil olarak adlandırılabilmesi için o üniversitenin sürdürülebilir faaliyetler yürütmesi ve bu faaliyetlerin üniversiteye ait tüm kampüsler tarafından da içselleştirilmesi gerekmektedir. Çevre düzeni, binaların yapısı, ulaşım, öğrencilerin ve diğer paydaşların farkındalığı, enerji ve kaynakların kullanımı, atık yönetimi, su yönetimi gibi bir üniversiteyi oluşturan tüm unsurların sürdürülebilirliği sağlayıcı şekilde planlanması ile yönetilmesi önemli hedefler arasındadır.

Dünyanın her yerinde, sürdürülebilir yeşil kampüs uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Yapılan çalışmaların hedef noktası daha çevre dostu, verimli bir kampüs oluşturarak akademisyenlere, öğrencilere ve doğal kaynakları daha bilinçli kullanmaya hizmet ederek, sürdürülebilir gelişmeler ve çevresel farkındalık oluşturmaktır (Kiraz ve Alp, 2017). Kampüslerin çevreye duyarlı, daha yeşil ve sürdürülebilir bir hale getirilmesi ile oluşturacağı modeli çevresine yansıtabilen kurumlar olmasına yönelik gerçekleştirecekleri her türlü çalışma, uygulama ve araştırmalar gerek ulusal gerekse uluslararası ölçütlerde yol katetmede olumlu getirileri olmaktadır. Birçok üniversite sürdürülebilir kalkınma ve yeşil üniversite konuları üzerinde çalışmaktadır. Örneğin günümüzde iklim değişikliğini en aza indirme ve kampüs sürdürülebilirliği gibi güncel konular üniversiteler için küresel bir endişe konusu haline gelmiştir. Dünyanın en iyi üniversitelerinden birkaçı karbon ayak izlerini azaltarak sürdürülebilirliklerini yönetip geliştirerek iklim değişikliğiyle mücadele etmek için çeşitli adımlar atmışlardır (Suwartha and Sari, 2013).

## 2.6. Atık Yönetimi ve Sıfır Atık

Atık kavramı çevremizde genelde geri dönüşüm, yeniden kullanım, azaltma veya hatta ortadan kaldırılması gereken maddelere vurgu yapmaktadır (Singh et al., 2017). Katı Atıkların Kontrolü Yönetmeliği'ne göre atık, üreticisi veya fiilen elinde bulunduran gerçek veya tüzel kişi tarafından çevreye atılan veya bırakılan ya da atılması zorunlu olan herhangi bir madde veya materyali tanımlamaktadır (Resmi Gazete, 2015). Elektronik eşyalar, çeşitli ambalaj malzemeleri, hurda üretimi, atılan inşaat malzemeleri, yemek artıkları, günlük ihtiyaçlardan kaynaklı birçok atık oldukça fazla miktarda atık her gün üretilirken, yönetimi gecikmektedir. Atık yönetimi, üretilen atıkların bertaraf edilmesinde çevreye ve ekonomiye olan etkilerinin minimuma çekilmesini hedeflemektedir. Bu hedefe ulaşmada atılması gereken en önemli adım oluşan atık miktarının azaltılmasıdır. Atık, üretim ve kullanım faaliyetleri sonucu ortaya çıkan, insan ve çevre sağlığına zarar verecek şekilde doğrudan veya dolaylı biçimde alıcı ortama verilmesi sakıncalı olan her türlü maddedir (Coker et al., 2016). Atık malzemeler genellikle doğası, bileşenleri ve kalitesi ile karakterize edilmektedirler. Kalite, miktar ve katı atıkların bileşimindeki farklılıklar, çalışılan alanda yaşayan insanların kültürel, ekonomik, sosyal ve finansal durumları gibi çeşitli faktörlerle ilişkilendirilebilir. Bu belirgin faktörler ayrıca kabul edilecek en iyi atık yönetimi uygulamasını da belirlemektedir (Gül, 2019).

Çevre açısından önemli ölçüde baskı yaratan ve her geçen gün artış gösteren atık yönetimi probleminin ortadan kaldırılmasında tek yönlü bir planlama yeterli olmamaktadır. Bütüncül bir yönetimi hedefleyen yöntemlerin birleştirilmesiyle etkili bir atık yönetimi sağlanabilir. Uluslararası alanda onaylanmış olan bu yaklaşım, entegre atık yönetiminin benimsenmesine neden olmuştur. Entegre atık yönetiminde, atık yönetiminin tüm parametreleri bütüncül olarak ele alınıp, hem çevresel hem de ekonomik açıdan sürdürülebilirliğin başarıya ulaşması amaçlanmaktadır. Ancak günümüze bakıldığında son yıllarda bu konuda daha yenilikçi ve verimliliği yüksek olan sıfır atık anlayışı yaygınlaşmaya başlamıştır. Uygulamaların gün geçtikçe artması ve bu alana verilen destek ile atık yönetiminin daha etkin şekilde sağlanması amaçlanmaktadır.

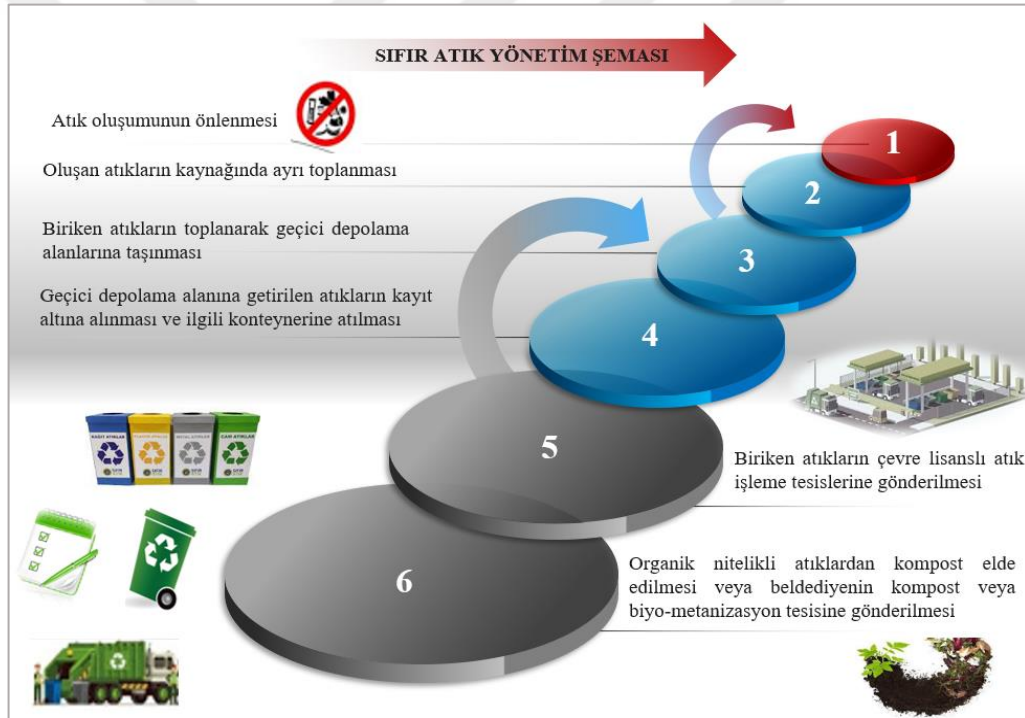
Sıfır atık gerçek bir sürdürülebilir atık yönetim sistemleri yaklaşımını elde etmek için yirmi birinci yüzyılın en bütünsel yeniliğidir (Zaman, 2015). Atığın önlenmesini amaçlayan, kaynakları koruyan ve malzemeden tüm değerleri geri

kazanmaya çalışan vizyoner bir hedeftir (Phillips et al., 2011). Sıfır atık kavramının önemli hedeflerinden biri doğal kaynakların sıfır tüketilmesidir (Zaman and Lehmann, 2013). Bununla birlikte hem üreticileri hem de tüketicileri harcamalarını azaltmak ve daha iyi bir dünya yaratmaya yardımcı olmak için sürdürülebilir yaklaşımlar benimsemeye sürekli teşvik etmektedir. Curran ve Williams (2012) sıfır atığın, atığı 'yönetmek' yerine 'ortadan kaldırmayı' amaçlayan bir bütüncül sistem yaklaşımı olduğuna dikkat çekmektedir (Singh et al., 2017). Dünyada Sıfır Atık gelişimine ilişkin temel taşlar ve olaylar Tablo 2.2'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Dünyada Sıfır Atık gelişimine yönelik yapılan faaliyetler (Zaman, 2015)

| Yıl      | Ülke              | Faaliyet                                                                                                                                                         |
|----------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1970'ler | ABD               | 'Sıfır Atık' terimi Paul Palmer tarafından ortaya atıldı.                                                                                                        |
| 1986     | ABD               | Ulusal Kütle Yakma Koalisyonu kuruldu.                                                                                                                           |
| 1988     | ABD               | Seattle, Kullandıkça Öde (PAYT) sistemini tanıttı.                                                                                                               |
| 1989     | ABD               | 1995 yılına kadar düzenli depolama alanından % 25 ve 2000 yılına kadar % 50 atık saptırma elde etmek için Kaliforniya Entegre Atık Yönetimi Kanunu kabul edildi. |
| 1990     | İsveç             | Thomas Lindhqvist 'Genişletilmiş Üretici Sorumluluğu'nu tanıttı.                                                                                                 |
| 1995     | Avustralya        | Canberra '2010'a Kadar Atık Yok' faturasına geçti.                                                                                                               |
| 1997     | Yeni Zelanda, ABD | Sıfır Atık Yeni Zelanda Vakfı kuruldu. Kaliforniya Kaynak Kurtarma Birliği (CRRA) sıfır atık konferansı düzenledi.                                               |
| 1998     | ABD               | Sıfır atık Kuzey Carolina, Seattle, Washington ve Washington, DC'de yol gösterici ilkeler olarak dahil edildi.                                                   |
| 1999     | ABD               | CRAA San Francisco'da sıfır atık konferansı düzenledi.                                                                                                           |
| 2000     | ABD               | Yakma Fırını Alternatifleri için Küresel İttifak kuruldu.                                                                                                        |
| 2001     | ABD               | GrassRoots Geri Dönüşüm Ağı 'Sıfır Atık için Vatandaşın Gündemi'ni yayınladı.                                                                                    |
| 2002     | Yeni Zelanda, ABD | Beşikten Beşiğe kitabı yayınlandı. Sıfır Atık Uluslararası İttifakı kuruldu. İlk Sıfır Atık Zirvesi Yeni Zelanda'da yapıldı.                                     |
| 2004     | Avustralya, ABD   | Sıfır atık tanımı verildi. GRRN, Sıfır Atık iş ilkelerini adapte edildi. Güney Avustralya'da Sıfır Atık SA kuruldu.                                              |
| 2008     | ABD               | Sierra Kulübü sıfır atık üreticisinin sorumluluk politikasını kabul etti.                                                                                        |
| 2012     | ABD               | Çöpe atılan belgesel filminin prömiyeri Cannes Film Festivali'nde yapıldı. ABD'de Sıfır Atık İş Konseyi kuruldu.                                                 |

Geleneksel atık yönetim sistemlerinde atık, ürün tüketiminin son aşamasında üretilen bir 'ömrünün sonu' ürünü olarak kabul edilir. Bu nedenle, yönetim teknikleri esas olarak 'boru sonu' çözümlerine dayanmaktadır. Sıfır atık, atığın kaynak tüketiminin ara aşamasında gerçekleşen kaynakların dönüşümü olduğunu kabul ederek geleneksel atık tanımına meydan okur. Bu nedenle tüketim faaliyetlerimiz sonucunda atık haline dönüştürülen kaynaklar, bütünsel Sıfır Atık yönetim sistemleri ile üretime yönlendirilmelidir. Sıfır Atık yönetimi entegre tasarım ve atık yönetimi felsefelerinin bir kombinasyonu olarak karşımıza çıkmaktadır (Zaman, 2015). Ülkeler ulusal sıfır atık stratejisi geliştirerek ve atık yönetimi politikasına sıfır atık girişimlerini entegre ederek ve teşvik ederek sıfır atık hedeflerine ulaşabilirler. Bu amaçla ülkemizde uygulanmaya başlanan sıfır atık yönetim sistemlerinin şematize edilmiş hali Şekil 2.11'de verilmiştir.



Şekil 2.11. Sıfır Atık yönetim sistemi şeması

Sıfır atık yönetimi ile döngüsel ekonomiye doğru başlayan hareket son zamanlarda baskın olan “al-yap-atık” üretim modeline alternatif olarak ve iklim değişikliğine yönelik uygulanabilir bir yaklaşım olarak ivme kazanmıştır. Kaynakların sınırlı olması, tüketimin azaltılması, ürün ve hizmetin yeniden tasarlanması, yeniden kullanılması üzerine vurgu yapılan sıfır atık anlayışı ile döngüsel ekonomiye katkı için farkındalığı artırmak, daha iyi önlemler ve hedefler geliştirmek çok önemlidir (Veleva et al., 2017).

### 2.6.1. Atık Yönetimin Sürdürülebilir Kampüsler Üzerindeki Rolü

Üniversite kampüsleri, sahip oldukları nüfus yoğunluğu ile hem yerel hem de bilimsel uygulamaların çeşitlilik gösterdiği oldukça geniş alanlar olmaları nedeniyle “küçük şehirler” olarak nitelendirilmektedir (Bahcelioglu vd., 2020). Pilot bölgeler olarak düşünüldüğünde uygulanacak çevresel sürdürülebilirlik uygulamaları da şehir açısından yol gösterici olacaktır. Velazquez ve diğ. (2006) sürdürülebilir bir üniversiteyi şu şekilde tanımlamaktadır; bölgesel veya küresel düzeyde üretilen çevresel, ekonomik, toplumsal ve sağlık üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesine yönelik, bir bütün olarak kaynaklarının öğretim, araştırma, sosyal yardım ve ortaklık işlevlerini yerine getirmek ve toplumun sürdürülebilir yaşam tarzlarına geçiş yapmasına yardımcı olacak yollarla yerine getirmek için gösterdiği yönetim faaliyetleridir (Zhang et al., 2011).

Sürdürülebilir kalkınmanın iyileştirilmesinde atık yönetiminin rolü belirgin hale gelmiştir (Bui et al., 2020). Kapsamlı katı atık yönetimi programları, kampüs sürdürülebilirliğinin sağlanmasında karşılaşılan en büyük zorluklardan biridir. Bir atık karakterizasyon çalışmasını yürütmek, başarılı atık yönetimi planlamasında ve bir yükseköğretim kurumunun sürdürülebilirliğinin geliştirilmesinde kritik bir ilk adımdır (Smyth et al., 2010). Atık miktarı, yeri ve özellikleri hakkında veri envanteri oluşturmak için atık yönetim kayıtlarının gözden geçirilmesi, görsel atık değerlendirmeleri, atık yönetim personeli ile görüşme ve diğer kurumlardan alınan verilerin tahmin edilmesi (Ek-2) gibi çeşitli yaklaşımlar benimsenmiştir (Yu and Maclaren, 1995). Bu yaklaşımlar doğrudan oluşan atık türlerinin belirlenmesi, atık azaltma, yeniden kullanma, geri dönüşüm ve kompostlama fırsatlarını belirlemek için en etkili süreci sunmaktadır (Smyth et al., 2010). Sıfır atık stratejisinin geliştirilmesi ve uygulanması, üniversitelerin öngörülen sürdürülebilir çevre için atık yönetimi politikasının odak noktası olmuştur. Kampüslerde geri dönüşümü teşvik etmek ve atıkların kaynağında oluşumunu minimize ederek ya da önleyerek ortadan kaldırmak için politikalar uygulamaya konulmaktadır (Adeniran et al., 2017). Günümüzde üniversite kampüsleri restoran, temizlik, fotokopi, laboratuvar, hastane gibi hizmetlerin de verilmesi nedeniyle birçok atık türünü bünyelerinde barındırmaktadır. Bu nedenle üniversiteler kurumsal sorumluluklarını kabul etmeli ve atıkların yönetimi hususundaki görevlerini yerine getirmekle sorumludurlar (Gallardo et al., 2016). Her durumda, uygun teknik ve organizasyonel önlemler uygulanarak

çevresel etkilerin en aza indirilmesi öncelikli hedefler arasında yer almalıdır (Alshuwaikhat and Abubakar, 2008).

## **2.7. Üniversite Kampüslerinde Su Yönetimi**

Küresel nüfusun her geçen gün artması, ekosistemler üzerinde oldukça önemli düzeyde baskılar oluşturmaktadır (Rosegrant et al., 2003; Bates et al., 2008). Ülkemiz açısından artan nüfus, sanayileşme ve iklim değişikliği, su kaynaklarını olumsuz yönde etkilemekte ve suyun kullanılırken sürdürülebilir şekilde korunmasını giderek artan bir ihtiyaç haline getirmektedir. Su sürdürülebilirliği, yalnızca mevcut su kaynaklarını sahada korumakla olarak algılanmamalıdır (Amr, 2016). Su kaynaklarının gün geçtikçe tüketimindeki artış, çevresel, ekonomik ve sosyal kalkınmasını kısıtlayan temel faktörlerden biri haline gelmiştir. Su kaynakları tüketimindeki büyüme oranının düşürülmesi bu konunun ciddiye alınması gerektiğinin göstergesidir. Bu bağlamda, su kaynakları tüketiminin artmasına veya azalmasına neden olan veya mevcut durumu etkileyen faktörlere dikkat edilmelidir. Su yönetimi üzerine yapılan birçok çalışmada, su kaynakları tüketiminde faktör yapı analizi, su kaynaklarının tüketimi ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişki, su kaynağı tüketiminin brüt olarak tahmin edilmesi, su kaynakları tüketiminin verimlilik analizi, atıksu deşarjının verimlilik analizi gibi konular üzerinde durulmuştur (Long et al., 2019).

Türkiye’de kişi başı yıllık tatlı suya erişim miktarı gelişmiş ülkeler ile kıyaslandığında dünya ortalamasının altında olduğu görülmektedir. Genel kamuoyu algısının aksine ülkemiz su kıtlığı sınırında yer alan bir ülkedir. Yerel kaynaklarda Türkiye su zengini bir ülke olarak gösterilmekle birlikte aslında kişi başına düşen su miktarı ile aynı zamanda su stresi yaşayan ülkeler arasında yer almaktadır (Muluk vd., 2013). Türkiye’de su talebi ve su kaynakları üzerindeki baskı giderek artarken, suların verimli kullanılması, korunması ve yeniden kullanımına ilişkin yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir.

Üniversite kampüslerinin bu konudaki mevcut durumları dikkate alınmakta ve yeşil ölçüm kategori ve göstergeleri arasında su yönetimi önemli bir yer tutmaktadır. Kampüslerde su kullanımı ve yönetimine yönelik ağırlık derecesi %10’dur. Amaç, su kullanımını azaltmak, koruma programları geliştirmek veya artırmak ve çevre dostu sistemleri yönelimi teşvik etmektir (Günerhan vd., 2019).

## 2.8. Üniversite Kampüslerinde Enerji Verimliliği

Günümüzde artan enerji maliyetleri ve çevresel endişeler enerjinin verimli kullanımını zorunlu kılmıştır. Dünyada enerji ihtiyacının önemli artışıyla birlikte yenilenemeyen enerji kaynaklarının tüketimi yenilenebilir yeni enerji kaynaklarının geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Günümüzde kullanılan enerjinin başlıca kaynaklarını petrol, doğalgaz, kömür, hidroelektrik ve nükleer santraller oluşturmaktadır. Enerji ihtiyacı özellikle kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıtlarla giderilmektedir. Ham petrol rezervlerinin azalması ve çıkarma güçlükleri ile işletiminin ciddi bir maliyet artışına neden olması bir sorun olarak ortaya çıkmaktadır (Laherrere, 2005). Ayrıca araştırmalar, petrol ve doğalgaz rezervlerinin hızla azaldığını ve birkaç yüzyıl içerisinde tükeneceğini göstermektedir. Bu nedenle, enerji tasarrufu sağlamak amacıyla yüksek enerji tüketimi olan üniversiteler odak nokta haline gelmiştir.

Üniversite kampüslerinde enerji taleplerinin azaltılması ve kampüs içinde enerji ihtiyaçlarının yenilenebilir enerji kaynakları kullanılması üzerine birçok çalışma vardır. Sürdürülebilir kampüs çalışmaları genellikle enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı üzerine yoğunlaşmaktadır (Anahtar, 2012). Üniversitelerde enerjinin verimli kullanılması ile hem enerji maliyetlerinin üniversite bütçesi üzerindeki ağırlığı kaldırılacak, hem de sürdürülebilir üniversite göstergelerini destekleyici bir adım atılmış olacaktır. Enerjinin etkin ve verimli kullanılması ile elde edilecek enerji tasarrufu daha ekonomik elde edilebilen bir kaynaktır ve ülke ekonomisi üzerindeki enerjiden kaynaklanan maliyetlerin azaltılmasının yanında sera gazı emisyonlarından kaynaklı iklim değişikliği sorununun önlenmesinde ve enerji arz güvenirliliğinin artırılmasına katkı sağlayacaktır (Rüşen vd., 2018). Konut, hastane, yaşam merkezleri ve eğitim veren binalarda tüketilen enerji dünyada olduğu gibi ülkemizde de toplam enerji tüketimindeki payı oldukça yüksektir. Dolayısıyla yapılardaki enerji tüketiminin azaltılması, binalarda kullanılan enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması, ısıtma için harcanan enerjinin azaltılması, gün ışığından faydalanmanın en uygun düzeye çıkarılması önem taşımaktadır. Bununla birlikte, binalarda verimli aydınlatma ve elektrikli cihazların kullanılması ve doğal havalandırmanın bina tasarımında kurgulanması gibi uygulamalar günümüzde yapılarda enerjinin verimli bir şekilde kullanılması için sıklıkla incelenen konulardır (Çakmanus vd., 2010).

Kampüslerinde olası enerji tüketim noktalarının ön plana çıkarılması ve bunlara yönelik verimlilik arttırıcı senaryo önerileri ile elde edilebilecek enerji tasarrufu miktarına dikkat çekilmesi gerekmektedir (Rüşen vd., 2018). Sürdürülebilir kampüs yaklaşımı ile üniversite kaynaklarını en ekonomik ve etkin bir şekilde değerlendirmeyi hedeflerken, bunların çevresel, ekonomik ve sosyal açıdan yaratabileceği olumsuz etkileri de en aza indirgenmesi sağlanmaktadır.

## **2.9. Üniversiteleri Yeşil ve Sürdürülebilir Kampüslere Dönüştürme Uygulamaları**

Greening Universities Toolkit farklı ülkelerde bulunan yeşil kampüs uygulamalarını incelemektedir. Çalışmaya göre sürdürülebilir üniversite “faaliyetleri ekolojik, sosyal ve kültürel olarak adil ve ekonomik açıdan uygulanabilir” olarak tanımlanmıştır (Osmond et al., 2013). Temel stratejileri ve hedefleri iklim değişikliğini ele alma, kaynak verimliliğini artırma, düşük karbon emisyonlu kurumlar, çevre yönetimi ve atıkları en aza indirme politikaları ile kendilerini yeşile dönüştürmek isteyen üniversiteler için tasarlanmıştır. Örnek üniversiteler projelerini de bu tanıma göre hayata geçirmektedirler. Söz konusu üniversitelerin sürdürülebilirlik yolunda gelişimi üniversitelerin bulunduğu ülke ve bölgenin sosyal, kültürel, ekonomik ve ekolojik koşullara esas alınarak değerlendirilmektedir. Ortak bir anlayış ile çalışan üniversiteleri birbirinden farklı kılan ise uygulamaların farklı ölçekte ve farklı topluluklara yönelik olmasıdır. Bu yaklaşımla üniversiteleri değerlendirirken her bir örnekte belirli bir araç seti kullanılmış ve bu araçlar değerlendirmede etkili olmuştur. Bunlar bu araştırma kapsamında enerji, geri dönüşüm, erişebilirlik, sürdürülebilir gıda ve çevre koruma olarak beş ana kategori altında toplanmıştır (Greening Universities Toolkit, 2013).

Avustralya’da New South Wales Üniversitesi kampüsün bir parçası olan Tyree Enerji Teknoloji Binaları yeşil binalar olarak işlev görmektedir. Bu binalar araştırma, eğitim ve sanayinin bir arada sürdürülebilir enerji kaynakları üretebileceği ve kullanabileceği bir ortam yaratmak hedefi ile yapılanmıştır. Sürdürülebilir enerji üretimi ağırlıklı çalışan bu birim, bunun yanı sıra enerji üretiminde atıkları yeniden kullanmak üzere geri dönüşümü hedef almaktadır.

Avustralya’da Bond Üniversitesi Sürdürülebilir Kalkınma Mirvac Okulu, yaşayan laboratuvarında öğrencinin ve toplumun geleceği kalkınma hedeflerini karşılamada araştırabileceği halka açık olan bu yapı geniş bir geri dönüşüm politikası esas

almaktadır. Geri dönüşümlü malzemelerin yaygın kullanımına ek olarak enerji ve su tüketiminin minimum seviyede tutulduğu binada, tüketilen enerji, su ve atıkları geri kazandırmaktadır.

Kanada’da Northern British Columbia Üniversitesi, yol haritası olarak yeşil strateji hedeflerini belirlemiştir. Yeşil üniversite hedefleri arasında kampüslerini sürdürülebilir bir hale dönüştürmeyi amaç edinmişlerdir. Bunun stratejileri arasında sürdürülebilirlik ölçütleri ve göstergeleri geliştirmek gibi hedef parametreleri de bulunmaktadır. Enerjiyi etkin kullanma, yenilebilir enerji kaynakları oluşturma, yemek israfını önleme, ambalajlama ve atık gibi oluşumları minimum seviyeye düşürme, kampüsleri temiz tutma, yeşil alanların korunması ve sürekliliğinin sağlanması, ulaşımında bireysel araç kullanımını azaltıcı teşvikler, karbon salınımını azaltma, suyun kullanımı ve tasarrufu, geri dönüşümü gibi konuları sürdürülebilir bir çerçevede değerlendirme gibi hedefler oluşturulmuştur.

Amerika’da Dallas Texas Üniversitesi, üniversite genelinde geri dönüşüm, yeşil bina uygulamaları, enerji ve su tüketimi ile çevre korunumu başlıkları çerçevesinde pek çok uygulama yürütülmektedir. Özellikle üniversitenin bulunduğu iklim koşulları göz önünde bulundurulduğunda, su korunumunun bölgedeki dönemsel kuraklık sıkıntısının önüne geçmek için oldukça önemli olduğu göze çarpmaktadır. Enerji verimliliğine dikkat eden bina tasarımları, uzun süren kuraklık dönemleri için su tasarrufunu ön planda tutan tasarımlar kullanılmıştır. Bina bazında yerli içme suyu ve yağmur suyu toplanması ile sulama suyu kullanımında %86 oranında su tasarrufu eldesi sağlanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada genelinde kampüslerde atık azaltma faaliyetlerini teşvik etmek amacıyla düzenlenen sekiz haftalık Recyclemania turnuvasına katılarak geri dönüşüme aktif olarak destek olunmaktadır. Kampüs genelinde organik atıklar, toplanan çim çırpıları, ağaç dalları ve yaprakları gibi atıkların ise kompost ve malç oluşturmak için kullanılması sağlanmıştır.

St.Louis - Washington Üniversitesi kampüs operasyonlarını daha sürdürülebilir hale getirebilmek için sürekli bir gelişim içerisinde. Üniversite, alternatif ve sürdürülebilir ulaşım kullanımını teşvik etmek için optimize edilmiştir. Büyük ölçekli geri dönüşüm uygulamaları ve kompostlama çalışmaları ile Washington Üniversitesi sıfır atık üretmeye daha da yaklaşmış bir enstitüdür. Teşvik edilen ve uygulanan bu sürdürülebilirlik stratejileri ile yalnızca sera gazı emisyonlarının azaltılması değil, aynı zamanda üniversitenin ekonomik kaynaklarının eğitim ve araştırma gibi birincil

misyonlara aktarılabilmesi için serbest bırakılması amaçlanmaktadır. Üniversite genelindeki uygulamalar; kampüs peyzajı düzenlemesi, enerji ve emisyon, yeşil binalar, geri dönüşüm/atık azaltma, sürdürülebilir gıda ve sürdürülebilirlik farkındalık komiteleri olarak karşımıza çıkmaktadır.

1746'da kurulan Princeton Üniversitesi 185.000 m<sup>2</sup> bir arazi içinde 180 binadan oluşmaktadır. Üniversite kampüsü yeni ve gelişen yaklaşımların uygulanabilirliğinin ölçüldüğü yaşayan bir laboratuvar olarak düşünülmüştür. 2006 yılında öğrenciler ve akademik personelden oluşan bir sürdürülebilirlik ofisi kurulmuş ve 2008 yılında bu ofis tarafından sürdürülebilir kampüs planı yapılmıştır. Bu plana göre kampüs için üç konu önceliklendirilmiştir. Sürdürülebilir kampüs planına göre bu konular sera gazı emisyon azaltımı, kaynak koruma ve araştırma, eğitim ve yönetim olarak sınıflandırılmıştır. Kampüse dışarıdan özel araçla olan erişimi %10 azaltarak hem karbon emisyonunu düşürmek hem de otopark alanlarının azaltılması planlanmıştır. Geri dönüşüm konusunda inşaat yapım ve yıkımlarında ortaya çıkan yeniden kullanılabilir malzemelerin değerlendirilerek yeniden kullanılması ve yeşil alanların sulamasını içme suyu yerine kullanılmış suyun kullanımı planda hedeflenenler arasındadır. Kaynakları korumada etkin bir rol oynamaya çalışan plana göre kampüs havzasındaki su akışının doğru peyzaj planlaması ile kontrol altına alınması ve biyofiltre yönteminin kullanılması amaçlanmıştır. Kampüs içinde doğada çözünebilir temizlik malzemelerinin kullanımı, kullan at ürünlerin kullanımının en aza indirilmesine öncelik tanınmıştır.

Harvard Üniversitesi 21000 öğrencisi ile 850000 m<sup>2</sup> bir kampüs alanında kurulmuştur. 100 adet LEED sertifikası ile dünyada en çok LEED sertifikası alan eğitim kurumu olma özelliği taşımaktadır. Üniversitedeki akademisyenler ve katıldıkları projeler 183 adet sürdürülebilirlik konulu ödülü almıştır. Enerji yönetim planı ile enerji kullanımı yıllık 9 milyon dolar azaltılmıştır. Kampüste kullanılan enerjinin %17'si rüzgar ve güneş enerjisi başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynakları ile üretilmektedir. 2050'de karbon emisyonlarının azaltım oranının %80 olması planlanmaktadır. Zararlı atıkların ve inşaat atıklarının geri dönüşümüne dikkat edilen kampüsün "zero waste" kampüs olması planlanmaktadır. Sürdürülebilir ulaşım planı ile kampüse olan ve kampüs içinde alternatif ulaşım yöntemleri desteklenmektedir. Öğrencilerin bilinçlendirilmesi ile yemekhanedeki gıda atıkları %54 oranında azaltılmıştır (Altıntaş vd., 2016).

## 2.10. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Toplumların, kuruluşların ve bunun genelinde insanların hayatlarında karşılarına çıkan problemler veya durumlar ele alındığında birçoğunun kendi özelinde birden fazla farklı hedef ve alternatiflere sahip olduğu bir gerçektir. Çok kriterli karar verme (ÇKKV) olarak nitelendirilen yaklaşım ise karar verme mekanizmalarının geniş seçim yelpazelerinden oluşan bir küme içerisinde minimum iki kriter ele alınarak gerçekleştirilen seçim, önceliklendirme veya önem sırasını belirleme işlemi olarak tanımlanabilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalarda birçok yaklaşım ve yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerin her birinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Karar vericilerin problem veya hedefin çözümünde belirledikleri yöntemi seçerken belirlenen amaca yönelik yapıya ve sürece dikkat edilmesi gerekmektedir. Çok kriterli karar verme yönteminde ele alınan problemler veya amaçlar doğrultusunda belirlenebilecek birçok kriter ve alt kriterler de mevcuttur. Sonuca ulaşmada karar vericilerin dikkat etmesi ve ele alması gereken çok sayıda etken olmasının yanısıra karar vericiler bu alanda önemli saydıkları parametreleri kriter olarak belirleyebilmektedirler. Belirlenen alternatiflerin hedefe yönelik ihtiyaçları karşılayabilme veya katkı sağlayabilme aşamasında tüm kriterler değerlendirilerek en uygun olan alternatifi seçmede kullanılan yöntem olarak yol gösterici olmaktadır. Bu yöntemle üç aşamada sonuca gitmek mümkündür. İlk olarak kriterlerin belirlenmesi ile önem derecelerinin tespiti, ikinci olarak alternatiflerin kriterleri ne ölçüde etkilediği ve son olarak tüm kriterler üzerinden her alternatifin sonucunun değerlendirilmesi ile en yüksek değere sahip alternatifin seçimi esasına dayanmaktadır (Ersöz ve Kabak, 2010).

Çok kriterli karar verme yöntemi gerektiren problem çözme yaklaşımları değer fayda temelli yöntemler, üstünlük yöntemleri, etkileşimli yöntemler ve diğer basit yöntemler olarak dört ana başlıkta toplanmıştır (Topel, 2006). Bu çalışmada bu yöntemler içerisinde bulunan analitik hiyerarşi ve bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak amaca yönelik alternatif önceliklerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Klasik analitik hiyerarşi prosesi ile bulanık analitik hiyerarşi prosesi yönteminin önemli bir adımı olan uzman katılımcıların da sürece dahil edilerek, seçim kararlarını sonuçlandırmada gerçekçi bir yaklaşım sağlama imkanı vermektedir. Bu yöntemler karar verme süreçlerine sistematik bir bakış açısı ile hız kazandırmaktadır. Çok sayıda kriterin ve grupların ortak karar mekanizmalarının belirlenmesinde iyi bir alternatiftir.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, üniversite kampüslerinde sürdürülebilirliğin sağlanması, yeşil kampüs olma hedefi ile mevcut durum tespiti ve yapılabilecek çalışmalar incelenmiştir. Bu amaçla uluslararası sıralama sistemi olan yeşil ölçüm (GreenMetric) kriterleri dikkate alınarak kampüs sürdürülebilirliği değerlendirilmiştir. Kampüste atık yönetiminin sağlanması aşamasında sıfır atık sisteminin kurulmasında gerekli envanterler toplanmıştır. Kampüste mevcut fakülte/birim vb. alanlarda oluşan atık tür ve miktarları incelenerek, kampüsün atık karakteristiği çıkarılmıştır. Atıkların döngüsel ekonomideki yeri belirlendikten sonra alternatif geri kazanım ve dönüşüm yöntemleri ile sıfır atık sisteminin uygulanmasının çevre yönetmeliklerine dayandırılarak sürdürülebilir bir sistemin kurulması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Su ve enerji yönetimi kapsamında tasarruf önerileri ile verimliliğin sağlanması yönünde tüketim verileri incelenmiştir. Bunların yanı sıra; sıfır atık sisteminin kurulmasından uygulama süreçlerine kadar olan sürecin PUKÖ döngüsüne entegrasyonu ile SWOT analizinin yapılması, yıllara göre enerji ve su tüketim verilerinin değerlendirilmesi, kampüs karbon salınım oranları, yağmur sularının yeşil alan sulamasında kullanım potansiyeli ve yeşil ölçüm verilerinin değerlendirilmesi üzerinde çalışılmıştır. Tüm bu çalışmaların devamında; sürdürülebilir yeşil kampüs uygulama alternatifleri kapsamında belirlenen uygulamalar çerçevesinde uzman görüşlerine başvuru anket verileri kullanılarak klasik ve bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılarak kampüs için uygulanabilirliklerinin önceliklendirilmesi incelenmiştir.

#### 3.1. Çalışma Alanı

Samsun Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ), Karadeniz Bölgesi'nin ekonomik, kültürel ve sosyal yaşamına yeni bir soluk getirmek ve katkı yapmak amacıyla 1975 yılında kurulan köklü bir devlet üniversitesidir. Bölge üniversitesi olarak kurulan ve misyonuna uygun olarak 45 yılı geride bırakan üniversite, bireylerin ve toplumun yararına yenilikler kazandırmak için evrensel değerleri benimseyen, titizlikle çalışan ülkemizin en güçlü araştırma ve öğretim kurumlarından biridir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde 19 fakülte, 1 yüksekokul, 12 meslek yüksekokulu, 2 enstitü, 1 konservatuvar ve 24 uygulama araştırma merkezi bulunmaktadır. 118 ülkeden gelen 5056 uluslararası öğrencisiyle de OMÜ, uluslararası bir üniversite olma yolunda emin adımlarla ilerlemektedir. Kurupelit Kampüsü yerleşim harita görseli Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsü

Kurupelit Yerleşkesi yeşil doğası, göletleri ve eşsiz bir doğa manzarası ile Merkez Kurupelit Yerleşkesine (8 bin 800 dönüm), Karadeniz kıyısından ilerleyerek çıkılmaktadır. Üniversitenin ayrıca deniz kenarında konumlanmış Güzel Sanatlar Kampüsü, Çarşamba ilçesinde Mustafa Kemal Güneşdoğdu yerleşkesi bulunmaktadır.

### 3.2. Uluslararası Yeşil Ölçüm Değerlendirme Yöntemi

UI GreenMetric Dünya Üniversite Sıralaması, 2010 yılında başlatılan Universitas Endonezya'nın bir girişimidir. Yeşil ölçüm sıralama göstergeleri altı ana başlık altında incelenmekte olup önem değerlerine karşılık yüzdelere ifade edilmektedir. Genel bilgi kısmında da yer verildiği gibi altyapı ve yerleşim %15, enerji ve iklim değişikliği %21, atıklar %18, su %10, ulaşım %18 ve eğitim araştırma %18 oranında bir paya sahiptir. Belirtilen altı ana kategorinin kendi içerisinde ayrıldığı çeşitli parametreler mevcuttur. Genel olarak parametrelerde belirlenen koşulların sağlanması ve uygulamaya konulma durumları dikkate alınarak değerlendirme puanlama sistemi üzerinden yapılmaktadır. Her parametrenin puanlandırılması sayısal olarak yapılmakta ve bu sayısal veriler sistemin kendi içerisinde kullanılan istatistiksel yöntemiyle değerlendirilmektedir. Ayrıca gösterge ve alt kriter içeriklerine bağlı olarak bazı ek bilgiler de sistem tarafından istenmektedir. Bazı parametrelerde birden fazla seçenek işaretlenerek veri girişi yapılabilmektedir. Sistemde gerekli göstergelerde veri girişlerinde hesaplama istenilen alanlar sonuçlar hesaplandıktan sonra girilmektedir. Yeşil ölçüm sıralama sistemi her yıl geliştirilip güncellenmekte olup katılımcı üniversitelerin geri dönüşleri ve alandaki son gelişmeler de dikkate alınarak içerik yönünden değişiklik gösterebilmektedir (UI GM, 2021).

UI GreenMetric 2021 Kılavuzu'na göre esas alınan kategoriler ve alt göstergeleri aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

#### **Yerleşim ve altyapı :**

Kampüs ortamı ve altyapı bilgileri, üniversitenin yeşil çevreye yönelik politikasının temel bilgilerini içermektedir. Bu gösterge aynı zamanda kampüsün Yeşil Kampüs olarak adlandırılmayı hak edip etmediğini de göstermektedir. Amaç, katılımcı üniversiteyi sürdürülebilir enerji geliştirmenin yanı sıra yeşillik ve çevrenin korunması için daha fazla alan sağlamaya teşvik etmektir. Gösterge kapsamında belirlenen alt kriterler:

- ✓ Açık alanların toplam alana oranı
- ✓ Ormanla kaplı kampüs alanı
- ✓ Yeşillendirilmiş kampüs alanı
- ✓ Su absorbe eden kampüs alanı
- ✓ Açık alanın kampüs nüfusuna oranı
- ✓ Sürdürülebilirlik çalışmalarına ayrılan üniversite bütçesi
- ✓ Covid-19 pandemisi süresince işletme ve bakım faaliyetlerinin yüzdesi
- ✓ Engelliler, özel ihtiyaçlar ve/veya doğum bakımı için kampüs imkanları
- ✓ Güvenlik ve emniyet imkanları
- ✓ Öğrenciler, akademisyenler ve idari personelin refahı için sağlık altyapı imkanları
- ✓ Koruma: bitki, hayvan ve yaban hayatı, orta veya uzun vadeli koruma tesislerinde güvence altına alınan gıda ve tarım için genetik kaynaklardır.

#### **Enerji ve iklim değişikliği :**

Üniversitenin enerji kullanımı ve iklim değişikliği konularındaki ilerleyişi bu sıralamada en yüksek ağırlığı almaktadır. Sistemde yer alan göstergeler ile üniversitelerin binalarında enerji verimliliği çabalarını artırmaları, doğaya ve enerji kaynaklarına daha fazla önem vermeleri beklenmektedir. Gösterge kapsamında belirlenen alt kriterler:

- ✓ Enerji verimliliğine sahip cihazların kullanımı
- ✓ Akıllı bina uygulamaları
- ✓ Kampüste yenilenebilir enerji kaynaklarının sayısı
- ✓ Toplam elektrik tüketiminin kampüs nüfusuna oranı

- ✓ Yenilenebilir enerji üretiminin toplam enerji tüketimine oranı
- ✓ Yeşil bina uygulamaları
- ✓ Sera gazları emisyonu azaltma programı
- ✓ Toplam karbon ayak izinin kampüs nüfusuna oranı
- ✓ Covid-19 salgını sırasında yenilikçi program(lar)ın sayısı
- ✓ İklim değişikliği konusunda etkili üniversite programları olarak belirlenmiştir.

#### **Atık :**

Atık yönetimi ve geri dönüşüm faaliyetleri sürdürülebilir bir çevreyi inşa eden en önemli faktörlerdir. Üniversite personelinin ve öğrencilerin kampüsteki faaliyetleri kampüslerde fazla atık üretimine neden olmaktadır. Bazı programlar ve atık yönetimi üniversitenin endişeleri arasında önemli bir yer tutmaktadır. Gösterge kapsamında belirlenen alt kriterler:

- ✓ Üniversite atıkları için geri dönüşüm programı
- ✓ Kampüste kağıt ve plastik kullanımını azaltma programı
- ✓ Organik atık işleme
- ✓ İnorganik atık işleme
- ✓ İşlenen zehirli atıklar
- ✓ Kanalizasyon bertarafı olarak belirlenmiştir.

#### **Su :**

Kampüsteki su kullanımı Greenmetric'deki bir diğer önemli göstergedir. Amaç, üniversitelerin su kullanımını azaltabilmesi, koruma programını artırabilmesi ve habitatı koruyabilmesidir. Gösterge kapsamında belirlenen alt kriterler:

- ✓ Su koruma programı uygulaması
- ✓ Su geri dönüşüm programı uygulaması
- ✓ Su verimli cihaz kullanımı
- ✓ Arıtılmış su tüketimi
- ✓ Covid-19 salgını sırasında ek el yıkama ve sanitasyon tesislerinin yüzdesi olarak belirlenmiştir.

#### **Ulaşım :**

Üniversitede karbon emisyonu ve kirletici düzeyi üzerinde ulaşım sistemi önemli bir rol oynamaktadır. Kampüs içindeki motorlu araç sayısını sınırlayacak

ulaşım politikası, kampüs otobüsü ve bisiklet kullanımı daha sağlıklı bir çevreyi teşvik edici planlamalar arasında yer almaktadır. Yaya politikası, öğrencileri ve personeli kampüste dolaşmaya ve özel araç kullanmaktan kaçınmaya teşvik edecek yönde geliştirilmelidir. Çevre dostu toplu ulaşımın kullanılması kampüs çevresindeki karbon ayak izinin azalmasına da katkı sağlayacaktır. Gösterge kapsamında belirlenen alt kriterler:

- ✓ Toplam araç sayısının toplam kampüs nüfusuna bölümü
- ✓ Servis hizmeti
- ✓ Kampüste Sıfır Emisyonlu Araçlar (ZEV) politikası
- ✓ Toplam Sıfır Emisyonlu Araç (ZEV) sayısının toplam kampüs nüfusuna bölümü
- ✓ Yer park alanının toplam kampüs alanına oranı
- ✓ Son 3 yılda kampüsteki park alanını sınırlama veya azaltma programı
- ✓ Kampüsteki özel araçların azaltılmasına yönelik girişim sayısı
- ✓ Kampüste yaya yolu olarak belirlenmiştir.

#### **Eğitim ve araştırma :**

Bu gösterge, sürdürülebilirlik konuları ile ilgili kaygının oluşmasında üniversitenin önemli bir role sahip olduğu düşüncesine dayanmaktadır. Gösterge kapsamında belirlenen alt kriterler:

- ✓ Sürdürülebilirlik derslerinin toplam ders/konuya oranı
- ✓ Sürdürülebilirlik araştırma fonunun toplam araştırma fonuna oranı
- ✓ Sürdürülebilirlik ile ilgili bilimsel yayın sayısı
- ✓ Sürdürülebilirlikle ilgili olay sayısı
- ✓ Sürdürülebilirlikle ilgili öğrenci organizasyonu sayısı
- ✓ Üniversite tarafından işletilen sürdürülebilirlik web sitesi
- ✓ Sürdürülebilirlik Raporu
- ✓ Kampüsteki kültürel etkinlik sayısı
- ✓ Covid-19 pandemisi ile başa çıkmak için üniversite program(lar)ı sayısı
- ✓ Düzenlenen ve/veya öğrencileri içeren sürdürülebilirlik toplum hizmetleri projesinin sayısı
- ✓ Sürdürülebilirlikle ilgili girişim sayısı olarak belirlenmiştir.

Ondokuz Mayıs Üniversite'sinin yukarıda sistemin dinamik ve güncel yapısının ayrıntılı içerikleri sunulan göstergeler doğrultusundaki mevcut durumu ve sıralama sonuçlarına bulgular ve tartışma bölümünde yer verilmiştir.

### 3.3. Kampüste Sıfır Atık Sistemi Kurulumu

Üniversite sahip olduğu nüfus ve kurulu alan büyüklüğü dikkate alındığında üretime paralel olarak tüketimin de fazla olduğu fakülteler, yüksekokullar, araştırma merkezleri gibi birçok birime sıfır atık sisteminin kurulup yönetiminin entegre bir şekilde yapılması kampüs sürdürülebilirliğinin sağlanmasında oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu amaçla, OMÜ’de sıfır atık yönetim sisteminin kurulması aşamasında izlenen yol Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından beyan edilen sırayla gerçekleştirilmiştir. Kampüste sıfır atık yönerge taslağı örneği Ek-1’de verilmiştir. Öncelikle çalışma ekibi ve odak noktaları belirlenmiş, mevcut durum analizi ve ihtiyaç analizini kapsayan planlama yapılması sürecine geçilmiş, daha sonrasında eğitim/bilinçlendirme çalışmaları düzenlenerek uygulamaya geçilmiştir. Sistem kontrolü ve yönetiminde izleme, kayıt tutma ve iyileştirme faaliyetlerine yönelik planlamalar yapılmıştır (Ek-3). Tüm bu süreçlerin kurulum sisteminde hiyerarşik olarak sıralanması bu bölümde detaylı olarak yer almaktadır.

Yakın gelecekte karşılaşılabilecek olumsuz senaryolara karşın atık yönetiminin sıfır atık prensibiyle bütüncül olarak günümüzde uygulanması olumlu yönde birçok kazanımı da beraberinde getirecektir. Sıfır atık yönetimine geçişin başlıca amaçları Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

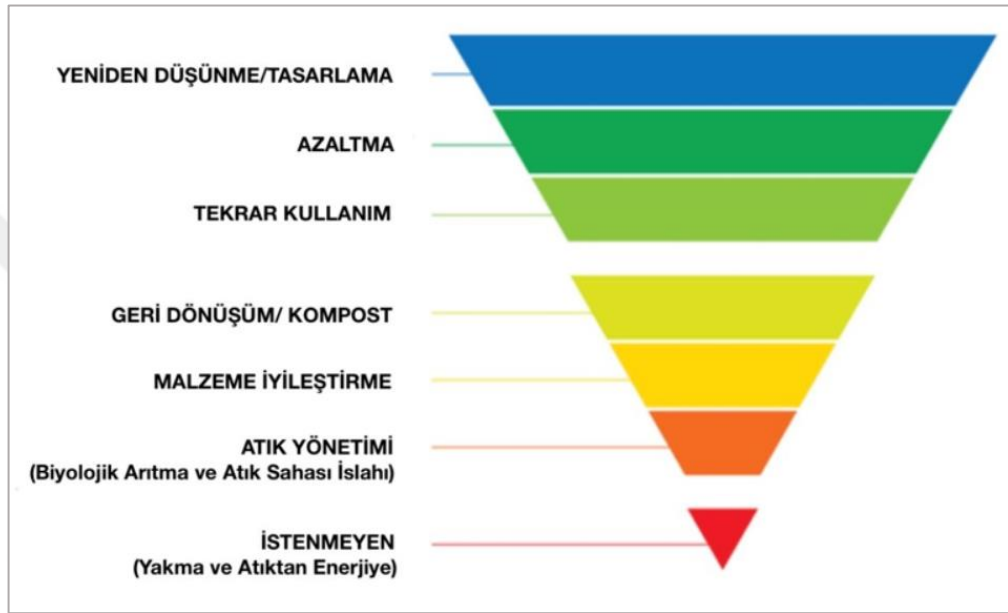


Şekil 3.2. Sıfır atık yönetiminin amaçları

Sıfır atık stratejisini kullanmak ve geliştirmek, öngörülen sürdürülebilir kampüsler için üniversitenin atık yönetimi politikasının odak noktasını oluşturmaktadır (Adeniran, 2017). Geri dönüşümü teşvik etmek ancak aynı zamanda

atıkların oluşmasını önlemek için politikalar uygulanmaktadır. Döngüsel ekonomiye geçişte, bugünün ekonomik büyümesiyle birlikte artan atık miktarını azaltmak için yeni bir yol olarak dünyada büyük ilgi gören sıfır atık yaklaşımında oldukça olumlu sonuçlar elde edilecektir (Kerdlap et al., 2019).

Sıfır atık yönetim hiyerarşisinde esas amaç Şekil 3.3’de verildiği gibi atığı kaynağında önleme ve minimizasyonunu sağlama, daha sonra geri dönüşüm ve kazanımı yönündedir.



Şekil 3.3. Sıfır atık hiyerarşisi

Kampüs sürdürülebilirliğinin sağlanmasında atıkların en aza indirilmesi , üniversiteler kapsamında sürdürülebilir kalkınma kavramının sürdürülebilir tüketimin daha somut sonuçlarına dönüştürülmesinde, kampüs faaliyetlerinden çevresel etkilerin azaltılmasında ve davranışsal değişim için elverişli kampüs ortamının yaratılmasında sürdürülebilirlik yönetiminin etkili bir göstergesi olduğu düşünülmektedir (Zen et al., 2016). Sıfır atık yönetiminin sürdürülebilir, profesyonel bir yaklaşımla çalışmaların gerçekleştirilebilmesi için aşağıdaki yedi aşamadan oluşan yol haritası esas alınmaktadır (ÇŞB, 2018). Üniversitenin sıfır atık tanıtım broşürü Ek-4’de verilmiştir.

➤ **Odak noktası-Çalışma Ekibinin Belirlenmesi:**

Kurumdaki sıfır atık yönetim sisteminin kurulmasından, etkin ve verimli bir şekilde uygulanmasından ve izlenmesinden sorumlu olacak bir asil, bir yedek olmak üzere en az iki kişi belirlenmiştir. Belirlenen bu kişiler tarafından, sıfır atık yönetimini

sağlayacak bir proje ekibi oluşturulmuştur. Odak noktalarının görev ve sorumlulukları arasında aşağıda verilen adımlar izlenmiştir:

- ✓ Sistemi yönetmek
- ✓ Koordinasyonu sağlamak
- ✓ Uygulamayı yürütmek
- ✓ Bilgi akışını sağlamak
- ✓ Raporlama yapmak yer almaktadır.

➤ **Mevcut Durum:**

Atığın özelliği, miktarı, kaynağı, atık biriktirme, toplama ve taşıma yöntemleri, atık geçici depolama alanları ile atıkların teslim edildiği yerlere ilişkin bilgileri içeren mevcut atık yönetimi hakkında gerekli envanterler oluşturulmalıdır.

➤ **Planlama:**

Mevcut durum esas alınarak kuruma özgü temin planı hazırlanmış olup, planında ihtiyaçların belirlenme ve temin edilme süresine, eğitim takvimine ve uygulama başlangıcına yer verilmelidir.

➤ **İhtiyaçların Belirlenmesi:**

Uygulamada kullanılacak tüm ihtiyaçlar belirlenir ve listelenir. Kumbara, poşet, taşıma aracı, konteyner vb. temin edilir. Uygulamanın ne şekilde, ne zaman, kimler tarafından gerçekleştirileceğine ilişkin talimatname hazırlanır. Atıkların geçici olarak depolanacağı alan mevzuata uygun olarak kurulur.

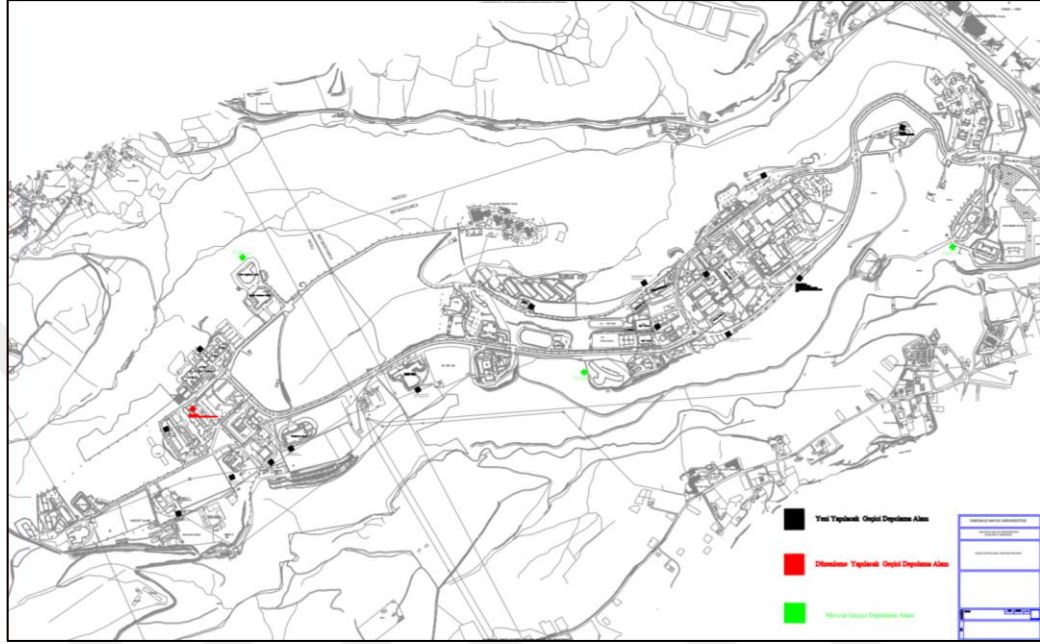
➤ **Eğitim-Bilinçlendirme:**

Uygulamada verimli bir çalışma gerçekleştirilebilmesi için hedef kitlelere göre eğitimin gerçekleştirilmesi çok büyük önem taşır. Hedef kitlelere yönelik uygulamalı eğitim ve bilgilendirme yapılır. Hedef kitle olarak odak noktaları, bakım onarım sorumluları, temizlik görevlileri, geçici depolama alanı sorumluları ve tüm çalışanlar esas alınır.

➤ **Uygulama:**

Biriktirme ekipmanları, ve tanıtım materyallerinde renk skalası uygulanır. Renklerin insanların algısı üzerinde büyük etkisi olduğundan ve uygulamada standarda erişmek adına renk skalası oluşturulmuştur.

Ayrı ayrı toplanan atıklar, geçici depolama alanında depolanır. OMÜ kampüsünde kurulan geçici depolama alanları Şekil 3.4’teki haritada gösterilmiştir. Geçici depolama alanına gelen ve çıkan tüm atıkların kayıtları tutulur. Değerlendirilebilir atıklar çevre lisanslı geri kazanım tesislerine, değerlendirilemeyen atıklar ise çevre lisanslı bertaraf tesislerine gönderilir.



Şekil 3.4. OMÜ kampüsünde kurulan geçici depolama alanları

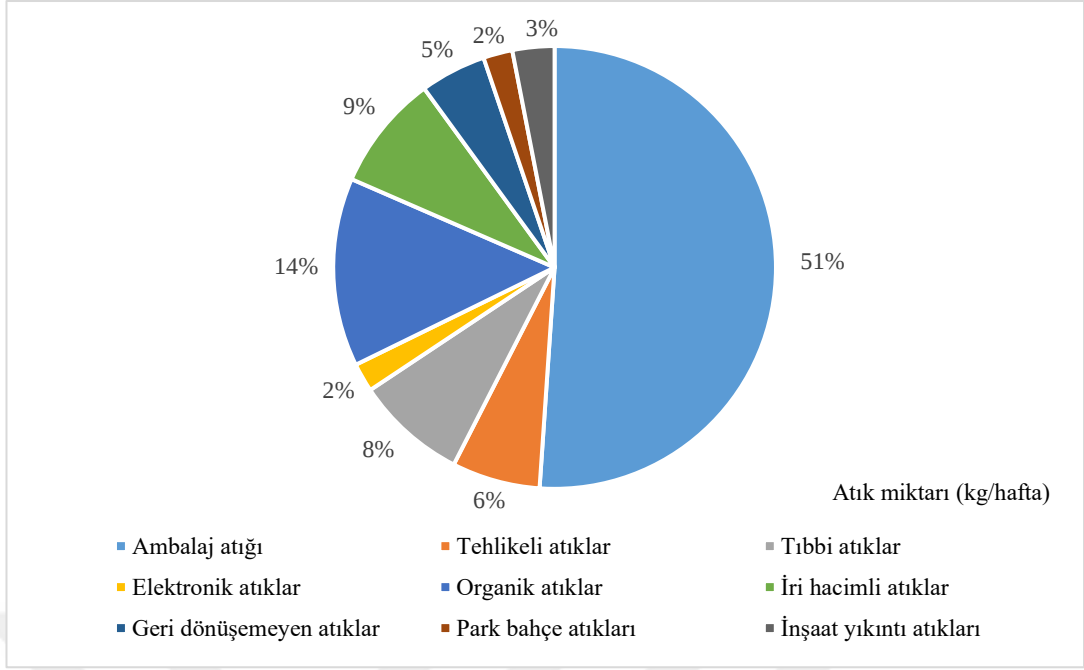
#### ➤ Değerlendirme:

Uygulamadaki tüm atıkların kayıtları tutulur. Uygulamanın etkinliğinin değerlendirilmesi amacıyla izleme ekipleri uygulamayı değerlendirir. Elde edilen verilere ilişkin raporlama yapılır; yıllık rapor hazırlanır; eksiklikler ve geliştirilecek taraflar tespit edilir ve önlemler alınır.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nde Sıfır Atık sistemine geçişte birim ve fakülteler genelinde atık envanteri çıkarılmıştır. Tablo 3.1’de gösterilen verilere göre 2018 yılı ilk etap verilerinde haftalık toplam 8596,83 kg atık üretimi olduğu hesaplanmıştır. Toplam atık miktarının büyük kısmını yaklaşık %51 oranla ambalaj atıkları oluşturduğu belirlenmiştir. Geri dönüşüm potansiyeli yüksek olan ambalaj atıkları üniversitede konumlandırılan ayırma kaplarında ayrı toplanmaktadır. Geçici depolama alanlarında biriktirilen atıkların döngüsel ekonomiye geri kazandırılması sağlanarak çevre dostu kampüs olma hedefiyle bu konuda hızla ilerlemektedir. Bunun yanı sıra geriye kalan atık türleri de bertaraf ve geri dönüşüme uygun prosedürler uygulanarak değerlendirilmektedir (Ardalı, 2019).

Tablo 3.1. Ondokuz Mayıs Üniversitesi tüm birimlerden elde edilen atık türler ve miktarları, 2018

| Atık türü                                                                                            | Atık miktarı<br>(kg/hafta) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Kağıt-karton                                                                                         | 3331.275                   |
| Plastik                                                                                              | 525.95                     |
| Cam                                                                                                  | 242.55                     |
| Metal                                                                                                | 170.45                     |
| Atık pil                                                                                             | 7.81                       |
| Atık aküler                                                                                          | 10                         |
| Kartuş-toner                                                                                         | 21.34                      |
| Organik atıklar                                                                                      | 717.75                     |
| Kompozit                                                                                             | 79.385                     |
| Ahşap                                                                                                | 34.25                      |
| Aydınlatma ekipmanları                                                                               | 11.25                      |
| Geri dönüşemeyen atıklar                                                                             | 414.625                    |
| Yemek artıkları                                                                                      | 296.5                      |
| Ekmek artıkları                                                                                      | 88                         |
| Kesiciler                                                                                            | 131.25                     |
| Enfeksiyonu önlemek amacı ile toplanmaları ve bertarafı özel işleme tabi olan atıklar                | 187.5                      |
| Sargılar, vücut alçıları, tek kullanımlık giysiler, alt bezleri                                      | 47.75                      |
| Kan torbaları ve kan yedekleri dahil vücut parçaları ve organları                                    | 230.25                     |
| Emiciler, filtre malzemeleri, temizleme bezleri, üstübler, koruyucu giysiler ve kontamine ambalajlar | 101.725                    |
| Tv- monitör                                                                                          | 24.07                      |
| Bilişim, telekomünikasyon ve tüketici ekipmanları                                                    | 54.3                       |
| Elektrikli elektronik aletler                                                                        | 5.125                      |
| Klima/havalandırma vb. kaynaklı toz filtresi                                                         | 48.875                     |
| Jeneratör vb. kaynaklı yağ filtresi                                                                  | 0.675                      |
| Atık motor, şanzıman ve yağlama yağları                                                              | 0.75                       |
| Yağ filtreleri                                                                                       | 0.025                      |
| Atık yağ                                                                                             | 35.625                     |
| İri hacimli atıklar                                                                                  | 725                        |
| Park-bahçe atıkları                                                                                  | 183.25                     |
| İnşaat-yıkıntı atıkları                                                                              | 262.5                      |
| İlaçlar                                                                                              | 5.55                       |
| Kimyasallar                                                                                          | 300                        |
| Laboratuvar kimyasalları                                                                             | 208.125                    |
| Diş tedavisinden kaynaklanan amalgam atıkları                                                        | 0.025                      |
| Hayvan dışkısı                                                                                       | 50                         |
| Hayvan altı saman                                                                                    | 30                         |
| Diğer                                                                                                | 13.375                     |



Şekil 3.5. OMÜ türlerine göre atık dağılım oranları, 2018

Şekil 3.5’de verilen grafikte kampüste Sıfır Atık sistemi kurulmasında birimlerden gelen verilere bakıldığında atık türlerinin dağılımı gösterilmiştir. Üniversitenin ambalaj atığı oranının yüksek olduğu geri dönüştürülebilir atıklarının etkin yönetimi ile deponi sahalarına gönderilen atık yükü azaltılmış olacaktır.

Üniversite kampüsünde ihtiyaca yönelik belirlenen, atıkların kaynağında ayrıştırılabilmesi adına her bir atık türü için ayrı biriktirmeye imkan sağlayacak şekilde; geri kazanılabilir (kağıt-karton, plastik, cam ve metal) atıklar için dört bölmeli; organik atıklar ve geri kazanımı mümkün olmayan atıklar için iki bölmeli olmak üzere Şekil 3.6’da verilen atık ayırma kutuları temin edilmiş ve yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Üniversite birimlerindeki atık ayırma kutuları

Üniversite kampüsünde 2018 sonrası kaydedilen atık verileri ile fakülte ve birimlerin atık karakterizasyonlarına bulgular ve tartışma bölümünde yer verilmiştir.

### 3.4. Üniversite Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi

İnsanlar yaşamlarını sürdürmek için gerçekleştirdikleri birçok faaliyet ile doğada çeşitli izler bırakmaktadırlar. Doğada bırakılan izlerin geri dönüşü yeryüzünün olumsuz etkilenmesine sebep olan gelen fosil yakıt tüketiminin en önemli faaliyetlerin başında geldiği görülmektedir (Hua et al., 2011). Kişiler dünya üzerindeki yaşamını devam ettirmek isterken doğal çevreyi hiç düşünmediği gibi kendisinin de o çevrenin bir parçası olduğu gerçeğini ne yazık ki göz ardı etmektedir. Bu yüzden çevrede sebep olduğu tahribatın yanında özellikle yenilenemez kaynakları sonu yokmuş gibi tüketme eğilimindedir. Gündemde olan çevre sorunlarından en belirgin olarak yaşanan iklim değişikliği, insan aktiviteleri sonucunda atmosfere kadar ulaşan ve biriken sera gazı emisyonlarından ileri gelmektedir (Rana et al., 2016).

İklim değişikliği, 1988'de Dünya Meteoroloji Ajansı ile işbirliği içinde Birleşmiş Milletler Çevre Koruma tarafından Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin (IPCC) kurulmasından bu yana küresel bir sorun haline gelmiştir. 1990'daki ilk değerlendirme raporunda, IPCC son yüzyılda dünyanın sıcaklığının 0,3-0,6 °C arasında artış gösterdiğini yayınlamıştır (IPCC, 1990). Bu tür yükselen sıcaklıklara neden olan faktörlerin başında atmosferde artış gösteren CO<sub>2</sub> konsantrasyonu seviyeleri olduğu belirtilmiştir (Ridhosari and Rahman, 2020).

Karbon ayak izi, aldığımız her ürün veya gerçekleştirdiğimiz her faaliyet için ihtiyaç duyulan enerjinin üretilmesi esnasında atmosfere salınan sera gazı emisyonunu ifade etmektedir (Bonamente et al., 2015). Her faaliyet farklı karbon ayak izine sahip olduğundan kişisel ya da kurumlar bazında çalışmalar yapılarak, elde edilmesi mümkün etkenlerin hesaplanması gerekmektedir (Wiedmann et al., 2008).

Karbon ayak izi hesaplamasında kullanılan uluslararası alanda çeşitli yöntem ve standartlar geliştirilmiştir. Kyoto Protokolünde altı ana sera gazının (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub>) ele alındığı standartların başında Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'nin yayınlamış olduğu yöntemlerin yanında, GHG Protokolü, ISO 14064, PAS 2050 yer almaktadır. İklim değişikliğinin alarm vermesi nedeniyle yeni uygulamalar, kanunlar ve vergiler gündeme gelecek, tedarikte veya alım/satımda kısıtlamalar oluşturulacak ve şirketler veya kurumlar karbon ayak izini hesaplamak mecburiyetinde kalacaklardır. Sera gazı emisyonlarının belirlenmesinde ortaya çıkan bir gösterge niteliğinde olan karbon ayak izi, doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonlarını da kapsayan bir önlemleri bir envanter olarak karşımıza çıkmaktadır

(Özçelik, 2017). Tablo 3.2’ de sera gazlarının, CO<sub>2</sub>-eş değeri ve bu gaz emisyonlarının kaynakları verilmektedir. Tabloda yer alan CO<sub>2</sub> eş değeri; CO<sub>2</sub> dışındaki diğer sera gazlarının aynı miktar CO<sub>2</sub> ile karşılaştırıldığında kaç kat daha fazla ısı tutabilme kapasitesine sahip olduğunu göstermektedir.

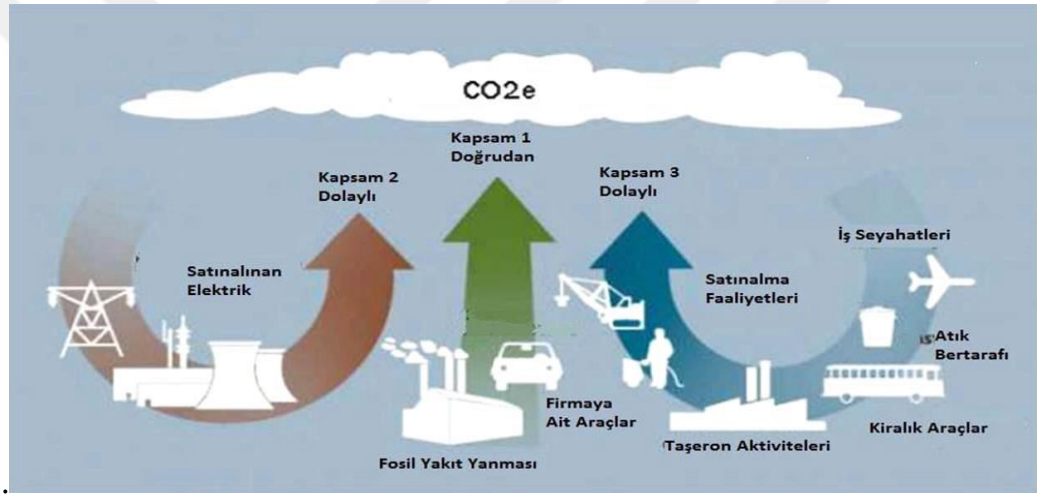
Tablo 3.2. Kyoto Protokolü’nde baz alınan sera gazları (WRI, 2015)

| Sembol           | İsim                 | CO <sub>2</sub> eşdeğeri | Ana kaynak                                                                                                                      |
|------------------|----------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CO <sub>2</sub>  | Karbondioksit        | 1                        | Fosil Yakıtların Yanması, Orman Yangınları, Çimento Üretimi                                                                     |
| CH <sub>4</sub>  | Metan                | 21                       | Düzenli Depolama Sahaları, Petrol ve Doğalgazın Üretimi ve Dağıtım, Çiftlik Hayvanlarının Sindirim Sistemlerindeki Fermantasyon |
| N <sub>2</sub> O | Diazot monoksit      | 310                      | Fosil Yakıtların Yanması, Gübreler, Naylon Üretimi                                                                              |
| HFCs             | Hidrofloro karbonlar | 140-11.700               | Buzdolabı Gazları, Alüminyum Eritme, Yarı İletken Üretimi                                                                       |
| PFCs             | Perfloro karbonlar   | 6.500-9.200              | Alüminyum Üretimi, Yarı İletken Üretimi                                                                                         |
| SF <sub>6</sub>  | Sülfür Heksaflorür   | 23.900                   | Elektrik İletim ve Dağıtım Sistemleri, Magnezyum Üretimi                                                                        |

CO<sub>2</sub> eşdeğeri kullanılarak, tüm sera gazlarının ortak bir birimde toplanması ve emisyon hesaplamalarının daha kolay hale getirilmesi sağlanmıştır. Bu tabloya göre en etkili sera gazı sülfür hekzaflorür, en az etkili olan gaz ise CO<sub>2</sub> olduğu görülmektedir (WRI, 2015). Ancak, miktar açısından CO<sub>2</sub> diğer sera gazlarından çok daha yüksek seviyede oluşması nedeniyle CO<sub>2</sub> gazı daha fazla önem taşımaktadır (Özçelik, 2017).

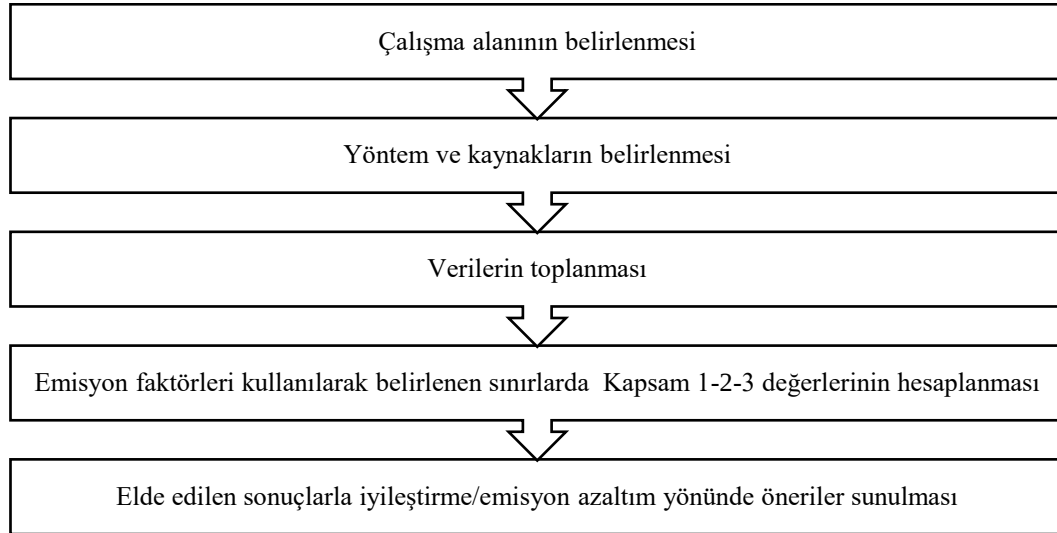
Bir kuruluşun faaliyetlerine atfedilebilen tüm emisyon çerçevesinin atanması ve hesaplanması oldukça karmaşık ve zor bir durumdur (Robinson et al., 2018). Kurumların yıllık faaliyetlerini ifade eden kurumsal ayak izini hesaplamak için IPCC, GHG Protokol gibi standartlarında belirttiği gibi üç parçadan oluşan (Tier 1, Tier 2, Tier 3) sistematik değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır. Bu çalışmada

hesaplamalar Tier 1 yöntemine göre yapılmıştır. Buna göre kapsam-1 doğrudan karbon ayak izi yaratan faaliyetleri içersinde tutmaktadır. Bu kategorinin içinde kurum, kuruluşların ısınma veya enerji ihtiyacı için kullandıkları fosil yakıtlar ve kuruluşun bünyesinde olan araçların yakıtlarının yarattığı emisyonlar yer almaktadır. Kapsam-2 dolaylı karbon ayak izi, kurumun başka bir kurum veya şirketten satın aldığı buhar, soğutma veya sıcak suya bağlı emisyonlar ile kurumu tükettiği elektrik enerjisinin neden olduğu emisyonlar bu kategori altında yer almaktadır. Kapsam-3 diğer dolaylı karbon ayak izi, doğrudan kurum veya kuruluşun emisyonu olmayan fakat kurumun faaliyetlerinden kaynaklanan ve hesaplanması en zor olan kapsam olmaktadır (Şekil 3.7). Bu kapsam içinde kurumun veya şirketin kendisine ait olmayıp kurum faaliyeti için emisyon yaratan faaliyetler dikkate alınmaktadır.



Şekil 3.7. ISO 14064 kapsamında sera gazı kaynakları (Kumaş vd., 2019)

Emisyon miktarlarının azaltılmasına yönelik çalışmaların, alınacak önlemlerin ve hedeflerin sağlıklı sonuçlar verebilmesi mevcut durumun gerçekçi ve güvenilir ölçüm ve hesaplamalara dayanan envanter çalışması ile mümkündür. Kurumların sera gazı emisyonu ile ilgili faaliyetlerine ilişkin verilerin tamlığı ve güvenilirliği envantere ait belirsizliklerin azaltılmasında büyük önem taşımaktadır. İyi bir veri toplama ve arşivleme sistemine sahip kuruluşlar sera gazı envanteri oluşturma çalışmalarını çok daha rahat yürütebileceklerdir. Kurumların bünyelerinde belirledikleri emisyon kaynakları ve sonucunda oluşan tüketim verileri karbon salınımını hesaplamada oldukça önemlidir. Karbon ayak izi hesaplamasında; İklim Değişikliği Hükümetler Arası Panel tarafından sağlanan sera gazı emisyonlarının hesaplama yöntemi kullanılmıştır. Bu hesaplama metodu, emisyon kaynaklarının verileri ile ilgili emisyon faktörleri arasındaki çarpımla bulunabilmektedir (DEFRA, 2019).



Şekil 3.8. Karbon ayak izi hesaplama adımları

Emisyon faktörleri her ülkede farklılık gösterebileceği gibi yıllar içinde değişkenlik gösterebilmektedir. Emisyon faktörleri için IPCC kılavuzu, GHG Protokolü ve DEFRA gibi kaynaklar kullanılmaktadır. Türkiye için bazı emisyon faktörleri olmadığından DEFRA emisyon faktörleri kullanılarak yaklaşık karbon ayak izi miktarı hesaplanmıştır. OMÜ'nün tüketim verileri doğrultusunda *Karbon Ayak İzi = Faaliyet Verisi \* Emisyon Faktörü* eşitliği kullanılarak emisyon miktarları hesaplanmış, sonuçlar bulgular ve tartışma bölümünde verilmiştir.

### 3.5. Yağmur Suyu Toplama

Sürdürülebilir su yönetiminin sağlanmasında önerilen başlıca uygulamalar arasında yer alan yağmur suyu toplama sistemleri, dünya ülkelerinde oldukça geniş ve yaygın bir kullanım alanı bulmuştur. Yağmur suyu toplama sistemleri, yağmur suyunun tutularak yeryüzünde veya yer altında, toprakta veya depolarda biriktirilmesi yöntemi olarak tanımlanmaktadır. Tipik bir yağmur suyu toplama sisteminde çatı alanları tutma havzası olarak kullanılmaktadır. Çatı yüzeyinden yağmur sularını toplama yönteminde yüzey alanına düşen yağış toplanmakta olup, oluklar yardımıyla yer üstünde bir tanka veya yer altında konumlandırılan depolarda biriktirilmektedir. Kurulan sistemlerde depolama tankları veya varillerde biriktirilen yağmur suları yeşil alan sulamalarında, uygun filtre kullanımı ile tuvalet rezervuarlarında, araba yıkamada ve soğutma teçhizatında soğutma suyu olarak oldukça avantajlı bir kullanım olanağı sağlamaktadır. Bundan hareketle Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit kampüsünde belirlenen bina çatılarından toplanabilecek yağmur sularının potansiyelinin

hesaplanması ile kampüs içi yeşil alanları sulama ihtiyacında kullanılabilirliğine etkisi belirlenmiştir. Binaların çatı alanları dikkate alınarak çatılardan toplanabilecek yağmur suyu miktarları aşağıda verilen eşitlikle hesaplanmıştır.

Bir yılda hasat edilebilecek yağmur hacminin belirlenmesinde Eşitlik 3.1 kullanılmaktadır:

$$YS (m^3) = \text{Ç}_A (m^2) * \text{Ç}_K * F_K * Y_M (mm/yıl) \quad (3.1)$$

YS: Toplanabilecek yağmur suyu miktarıdır.

Ç<sub>A</sub>: Binaların çatı alanıdır.

Y<sub>M</sub>: Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen toplam yıllık yağış miktarıdır.

Ç<sub>K</sub>: Alman standartları tarafından DIN1989’da 0.8 olarak belirtilen katsayıdır. Çatıya düşen bütün yağmurun geri dönüştürülemeyeceğini ifade etmektedir.

F<sub>K</sub>: Alman standartları tarafından DIN1989’da 0.9 olarak belirtilen katsayıdır.

Çatı yüzey alanlarından toplanan yağmur sularının beraberinde getirebileceği katı maddelerin ortamdaki uzaklaştırılması için geçişin sağlandığı filtrenin verimlilik katsayısıdır. Toplanan yağmur suyunun belli bir miktarının bu kısımdan geçemeyeceği hesaplanarak oluşturulan bir katsayıdır.

### 3.6. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi çok kriterli karar problemlerinin çözümünde kullanılmak üzere Thomas L. Saaty tarafından 1977’de ileriye kaydedilmiş bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde başta işletmelerde karşılaşılan problemler olmak üzere birçok alanda problemlerin çözümünde AHP yönteminin kullanım alanında yer bulduğu görülmektedir. AHP çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde temel olarak kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırmalara dayalı olarak karar vermede etkin sonuçlar veren bir yöntemdir. Bu nedenle AHP, alternatiflerin ve kriterlerin görece önem düzeylerinin tespit edilmesi için karar problemi konusunda uzmanlaşmış kişilerin görüşlerine ihtiyaç duyulan bir analitik süreçtir.

AHP, mühendislik alanının yanı sıra ekonomi, yönetim ve finans gibi sosyal bilim alanlarındaki karar problemlerinin çözümünde de sıkça kullanılmaktadır. AHP, karmaşık karar problemlerini daha basite indirgeyerek karar vericilerin karar problemlerini daha iyi anlamalarına imkan sağlamaktadır. AHP’de mevcut birçok faktör, kişilerin fikirlerine paralel olarak ikili karşılaştırma matrisleri aracılığıyla daha

anlaşılır hale dönüştürülmektedir. AHP, oluşturulan ikili karşılaştırma yapılarıyla kriter ve alternatiflerin birbirlerine göre önem dereceleri ile seçimleri belirlemede yol göstericidir. AHP, karmaşık ve iyi yapılandırılmamış bir konunun etkenlerini ve değişkenlerini belirli bir düzende sunarak, her bir alternatifin kıyaslamalı önem derecelerine ilişkin kişisel değerlere kantitatif değerler yükleyerek ve elde edilen değerlerin sonucuna göre değişkenlerin önceliklendirme sıralamalarını ortaya çıkarmada yardımcı yönüyle sentez yapma metodu olarak çalışmalarda oldukça önem taşımaktadır (Alp ve Gündoğdu, 2012).

AHP, hedeflenen amaç için belirlenen kriterler altında oluşturulan yapıyı ele almaktadır. AHP karar vericilere belirlenen konuya bağlı amacın ve buna bağlı kriter ve alternatifler arasındaki bağlantıyı modelleyerek veri, bilgi birikimi, anlayış ve düşüncelerin bütüncül bir şekilde uygulanmasına fırsat tanımaktadır (Özdemir ve Saaty, 2006). AHP’de karar probleminin unsurları olan amaç, karar üzerinde etkili ana kriterler, ana kriterlerin altında yer alan alt kriterler ve alternatifler hiyerarşik yapı şeklinde bir model ile verilmektedir. Yöntem karara etki eden kriterleri birbirleri ile karşılaştırarak değerlendirmekte ve alternatifleri kriterlerin değerlendirme sonucuna göre analiz edilerek sonuca ulaşılmaktadır (Karakış, 2016).

AHP’nin temeli dört aksiyomdan oluşmaktadır:

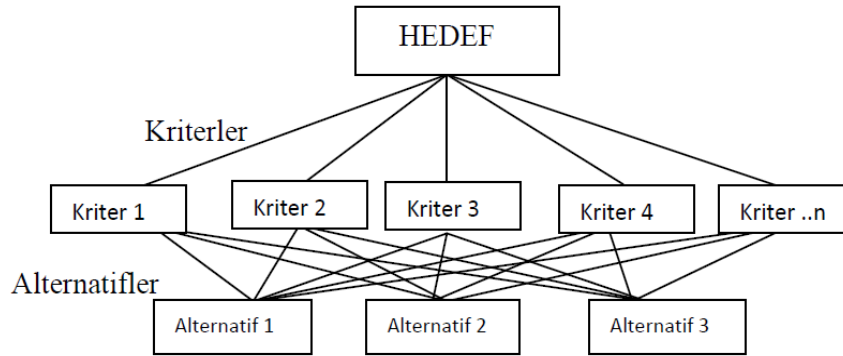
1. *Aksiyom*: Ters karşılaştırma (Reciprocal comperation): Bu aksiyoma göre, A kriteri B kriterine göre  $m$  kat önemli ise, B kriteri A kriterine göre  $1/m$  kat önemlidir. Yani A kriteri B kriterinden 3 kat önemli ise B kriteri de A kriterinden  $1/3$  kat önemlidir.
2. *Aksiyom*: Homojenlik (Homogenalty): Karşılaştırılacak olan elemanlar arasında çok fazla farklılığın bulunmaması gerekir. Burada tercihler arasında çok ciddi bir fark bulunmaması esastır.
3. *Aksiyom*: Beklentiler (Expectations): Beklentilere cevap verebilmesi için hiyerarşide tüm kriterler ve alternatiflerin yer alması gerekir. Yani alınacak kriterler amaca yönelik olmalıdır.
4. *Aksiyom*: Bağımsızlık (Independence): Karşılaştırılan seçenekler ve kriterlerin birbirinden bağımsız olduğu düşünülür (Göksu, 2008).

AHP’de hiyerarşik yapı temel kriterler ile alt kriterler arasındaki ilişkileri ve kriterlerin üstünlüklerini sıralayan bir yapı bütünüdür. Hiyerarşik yapı karar probleminin genel hatlarıyla sunmak amaçlıdır. Hiyerarşik yapı, karar vericilerin değerlendirmeleri ile belirlenen ana kriter ilişkilerini ve alt kriterler ölçeğinde daha alt

seviyedeki ilişkileri tanımlamaktadır. AHP, problemi birden çok kriterli bir hiyerarşik yapı ile sunabilme özelliği taşımaktadır. Amacın yanısıra buna yönelik oluşturulan hiyerarşik yapının seviye sayısı oluşturulmaktadır. AHP’de her karar problemi için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve alternatiflerden oluşan bütüncül bir yaklaşımla hedefe yönelik yapıyı sunmaktadır (Saaty, 1990). Hiyerarşik yapının kurulması ile karmaşık ve zor problemler daha anlaşılır ve kolay bir nitelik kazanmaktadır. Fonksiyonel ilişkilerin yer aldığı hiyerarşik yapıda Şekil 3.9’da gösterildiği gibi en üstte hedef, ve alt seviyede karar alternatiflerine ait kriterler yer almaktadır. Hiyerarşinin en altında ise alternatifler bulunmaktadır. Karar alternatiflerine etki eden kriterler, bir kriterler kümesini içeriyorsa bu grupların içinde daha küçük alt kriterler yer almaktadır.

Genel olarak dört adımdan oluşan bir hiyerarşik yapı mevcuttur. Bu adımlar en üstten en alta doğru şu şekilde sıralanmaktadır:

- ✓ Karar verilecek hedef
- ✓ Ana kriterler
- ✓ Alt kriterler
- ✓ Alternatifler



Şekil 3.9. AHP hiyerarşi modeli

Hiyerarşik yapı, problemi tanımlayacak ve temsil edecek içeriğe sahip olmalıdır. Karara etki eden tüm kriterlerin hiyerarşik yapı içerisinde yer alması önem taşımaktadır. Belirsizlikler ve diğer etkileyici kriterler, tecrübe ve sezgilerden de yararlanarak hiyerarşik yapıya eklenebilmektedir. AHP yalnızca karmaşıklığın yapılandırılmasında bir yöntem olarak değil, karar sürecindeki objektif ve subjektif kriterlerin birleştirilmesinde de dengeleyici bir metodoloji olma özelliğine sahiptir (Yıldırım ve Önder, 2014). Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra kriterlerin ikili karşılaştırılmalarının yapılmasına geçilmektedir.

### 3.6.1. İkili Karşılaştırma Matrisi ve Temel Özellikleri

AHP’de oluşturulan ikili karşılaştırmalar matrisi Tablo 3.3’de görüldüğü gibidir.

Tablo 3.3. İkili karşılaştırmalar matrisi (Vargas, 1990)

|          | Kriter 1  | Kriter 2  | ..... | Kriter n  |
|----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| Kriter 1 | $w_1/w_1$ | $w_1/w_2$ | ..... | $w_1/w_n$ |
| Kriter 2 | $w_2/w_1$ | $w_2/w_2$ | ..... | $w_2/w_n$ |
| .....    | .....     | .....     | ..... | .....     |
| Kriter n | $w_n/w_1$ | $w_n/w_2$ | ..... | $w_n/w_n$ |

Matris köşegeninde bulunan değerler her bir kriterin kendisiyle karşılaştırma değeri olduğu için ‘1’ değerini almaktadır. Matrisin köşegeninin altında yer alan karşılaştırma değerleri, karşılık olma özelliği gereği ters çevrilerek bulunur. Bu nedenle n elemanlı bir matriste  $n*(n-1)/2$  adet karşılaştırma yapılır (Karakış, 2016).

İkili karşılaştırma yargılarının oluşturulmasında bir kriterin diğer bir kriterle göre ne kadar önemli olduğu Saaty tarafından oluşturulan (Tablo 3.4) ve 1-9 arasında puanlama yapılmasını sağlayan tercih ölçeği ile yapılmaktadır. AHP’de karşılaştırma yapmak için farklı ölçekler tercih edildiği görülmekle birlikte Saaty tarafından önerilen ve aşağıdaki tabloda görülen sayılar ile ifade edilen ölçek yaygın olarak kullanılmaktadır (Saaty, 2008).

Tablo 3.4. İkili karşılaştırma ölçeği

| İkili Karşılaştırma Tercihleri | Önem Derecesi | Açıklama                                               |
|--------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| Eşit derecede önemli           | 1             | İki faktör önemi eşittir.                              |
| Az önemli                      | 3             | Bir faktör diğerinden biraz daha önemlidir.            |
| Oldukça önemli                 | 5             | Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.         |
| Çok önemli                     | 7             | Bir faktör diğerinden yüksek derecede önemlidir.       |
| Çok yüksek derece önemli       | 9             | Bir faktör diğerinden çok yüksek derecede önemlidir.   |
| Ara değer                      | 2,4,6,8       | İki faktör arasında tercihte küçük önem farkı bulunur. |

İkili karşılaştırmalar ölçeği kullanılarak farklı kriterlerin karşılaştırılması ile elde edilen matris ikili karşılaştırmalar matrisi olarak adlandırılmaktadır. Ele alınacak n tane eleman varsa ikili karşılaştırma yapılacağından n elemanın ikili kombinasyonu kadar karşılaştırma yapılması gerekir.

$C(n, 2) = n! / (n-2)! \cdot 2! , (n \geq 2)$  bu formül düzenlenirse  $n.(n-1)/2$  ifadesi elde edilir.

İkili karşılaştırma matrisinde  $A_1, A_2, \dots, A_n$  kriterler olsun.  $A = (a_{ij})$ ,  $ij = 1, 2, 3 \dots n$ ,  $n \times n$  boyutunda bir matriste kriterlerin önem dereceleri  $A_1, A_2, \dots, A_n$  olarak tanımlansın. Matrisin elemanları olan  $a_{ij}$  aşağıdaki iki özelliğe sahip olmalıdır (Saaty ve Özdemir, 2003).

- ✓ Eğer  $a_{ij} = k$  ise;  $a_{ji} = 1/k$  olmalıdır. ( $k \neq 0$ )
- ✓ Eğer  $A_i$  ile  $A_j$  eşit öneme sahip ise;  $a_{ij} = 1$  ve  $a_{ji} = 1$  olmalı ve hepsi  $a_{ii} = 1$  olarak alınmalıdır. Bu özellikleri sağlayan A matrisi:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{n1}} & \frac{1}{a_{n2}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

şeklinde oluşturulmaktadır.

Tutarlılık, ikili karşılaştırmalar neticesinde elde edilen ağırlıkların yani önceliklerin birbirleriyle olan mantıksal ve matematiksel kurgusu şeklinde ifade edilebilmektedir. İkili karşılaştırma matrisinin görelî önem vektörü bulunduktan sonra, elde edilen ağırlıkların tutarlılık durumlarını belirlemek için tutarlılık oranlarına bakılmaktadır. Bunun için elde edilen görelî önem vektörü ile ikili karşılaştırma matrisi çarpılarak yeni bir vektör eldesi sağlanmaktadır. Bu son elde edilen vektörün birinci elemanı, dört metottan her hangi birisiyle bulunan görelî önem vektörünün birinci elemanına, ikinci elemanı ikinciye ve n. elemanı n.'ye bölünerek üçüncü bir vektör elde edilmektedir. Bu üçüncü vektörün elemanları toplanır ve eleman sayısına bölünürse, en büyük öz değer  $\lambda$  için yaklaşık bir değer hesaplanmış olmaktadır. Bu  $\lambda_{\max}$  değeri n değerine ne kadar çok yakınsa bulunan sonuçlar da o kadar tutarlı sonuçlar vermektedir (Göksu, 2008). Belirlenen her kriterin tutarlılık indeksi (CI) ve tutarlılık oranı (CR) hesabı yapılmaktadır. CI, CR hesaplamalarında kullanılan formüller Eşitlik 3.2 ve 3.3'de verilmiştir. "n" ise vektör boyutunu ifade etmektedir.  $\lambda_{\max}$  değerinin eldesinden sonra tutarlılığı hesaplamak için tutarlılık göstergesi, tesadüfîlik göstergesine bölünmektedir. Sonuç olarak elde edilen değerler 0,10'dan küçük çıkarsa yapılan sonuçların tutarlı olduğuna kanaat getirilir.

$$\text{Tutarlılık göstergesi (CI)} = \lambda_{\max} - n / n - 1 \quad (3.2)$$

$$\text{Tutarlılık oranı (CR)} = \frac{\text{Tutarlılık göstergesi (CI)}}{\text{Tesadüfîlik göstergesi (CR)}} \quad (3.3)$$

Tutarlılık göstergesi ve tutarlılık oranı yukarıda verilen formüller yardımıyla bulunur. Burada tesadüfilik göstergesi Tablo 3.5'te görüldüğü gibi en çok on beş boyutlu matrisler için hesaplama yapılmıştır (Saaty and Tran, 2007).

Tablo 3.5. RI değerleri

| Matris Boyutu          | 1 | 2 | 3    | 4   | 5   | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   |
|------------------------|---|---|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tesadüfilik Göstergesi | 0 | 0 | 0,58 | 0,9 | 1,1 | 1,24 | 1,35 | 1,40 | 1,45 | 1,49 | 1,52 | 1,54 | 1,56 |

Tutarlılık oranının 0,10'dan daha büyük çıkması durumunda ikili karşılaştırma değerleri tekrar gözden geçirilerek hesaplamalar yeniden yapılır ve tutarlı sonuç elde edilinceye kadar devam edilmektedir.

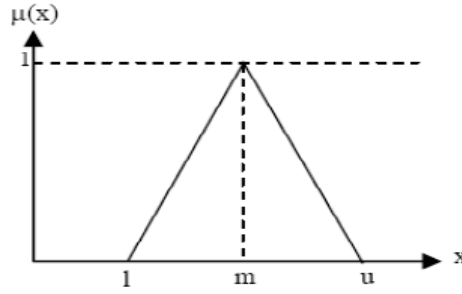
### 3.6.2. Bulanık Mantık

Karar mekanizmaları hangi farklı boyut ve şartlar çerçevesinde karar vermiş olurlarsa olsunlar bir belirsizlik ortamı içinde bu işlevlerini yerine getirmek sorumluluğunu üstlenmektedirler. Birçok karar verme ve problem çözme yönteminin sayısal olarak anlaşılmalıdırılması zor bir durumdur. Genellikle insanların netlik taşımayan ifadelerde çözüme ulaşma eğilimi göstermektedirler (Kahraman vd., 2004). Mevcut belirsizlikler içinde verilen kararların doğruluğu yansıması, ancak mevcut belirsizliğin karar verme sürecine dâhil edilmesiyle ortadan kaldırılabilir. Bu bağlamda, genel anlamda karar süreçlerinde net olmayan durumların nasıl öngörüleceği ve mevcut karar süreçlerinin bir parçası haline getirilebileceği yolunda en önemli çalışma ilk olarak 1965 yılında Loutfi Zadeh tarafından geliştirilmiştir. Böylece, klasik karar verme sürecinde kullanılan klasik mantığın sıfır bir aralığındaki önermelerine karşılık, bulanık mantığın üç veya daha fazla sayıda önerme oluşturmasıyla, karar verme sürecinin doğada oluşan belirsizlikleri de içine alarak içeriğin kuvvetlendirilmesi ile hedefe yönelik sonuçların sayısal verilerle desteklenmesine imkan sağlayacaktır (Başlıgil vd., 2005).

Bulanık kümelerin kullanılması ile kesinlik ifade edemeyen bilginin ortaya konulabilmesi birçok mühendislik ve karar problemlerini basit bir hale dönüştürmeye katkı sağlamıştır. Bulanık küme kuramında sınırları kesin olarak belirlenmemiş veri sınıfları veya grupları kullanılmaktadır. Klasik küme kuramı, aritmetik veya programlama gibi net tanımlamaları kullanan herhangi bir yöntem veya kuram bulanıklaştırılarak bulanık küme kuramına dönüştürülebilmektedir (Kahraman vd., 2004).

Bulanık kümelerde işlem kolaylığı sağlamak açısından bulanık sayılar kullanılmaktadır. Bulanık sayı türleri arasından üçgen (triangular) ve yamuk (trapezoid) bulanık sayılar en önemlileri olarak ifade edilebilmektedir. Yapılan çalışmalarda bu amaçla büyük ölçüde üçgensel bulanık sayılar kullanılmaktadır.

Şekil 3.10’da verilen üçgensel bulanık sayılar, bulanık sayıların özel bir sınıfıdır, üçgensel bir bulanık sayı ( $\tilde{A}$ ) üç kesin sayı ( $l \leq m \leq u$ ) ile ifade edilir ve üyelik fonksiyonu da bu sayılara bağlı olarak tanımlanır.



Şekil 3.10. (l,m,u) bulanık üçgen sayısı

Üçgensel bulanık sayıların lineer gösterimleri sol ve sağ kısımlarda olmak üzere aşağıda Eşitlik 3.4 ile belirtilen üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir (Dağdeviren, 2007; Zimmermann, 1990):

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)}{(m-l)}, & l \leq x \leq m \\ \frac{(u-x)}{(u-m)}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad (3.4)$$

(l, m, u) ile ifade edilen  $\tilde{A}$  bulanık sayısı yaklaşık A olarak ifade edilmektedir ve, m bulanık sayının en mümkün değerini, l ve u değerleri ise sırasıyla alt ve üst sınırları yani bulanıklığın kapsamını göstermektedir.  $\tilde{A} = (l_a, m_a, u_a)$  ve  $B = (l_b, m_b, u_b)$  iki üçgensel bulanık sayı iken bulanık sayılar üzerindeki temel bulanık operasyonlar aşağıdaki Eşitlik 3.5 ile tanımlanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Toplama: } \tilde{A} + B &= (l_a + l_b, m_a + m_b, u_a + u_b) \\ \text{Çıkarma: } \tilde{A} - B &= (l_a - l_b, m_a - m_b, u_a - u_b) \\ \text{Çarpma: } \tilde{A} \times B &= (l_a l_b, m_a m_b, u_a u_b) \\ \text{Bölme: } \tilde{A} / B &= (l_a / u_b, m_a / m_b, u_a / l_b) \end{aligned} \quad (3.5)$$

Tersini alma işlemi ise Eşitlik 3.6’da verilmiştir:

$$\tilde{A}^{-1} = \left[ \frac{1}{u_a}, \frac{1}{m_a}, \frac{1}{l_a} \right] \quad (3.6)$$

### 3.7. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP)

Bulanık AHP sosyal, ekonomik, mühendislik ve yönetim bilimleri gibi birçok alanda yapılandırılmamış problemleri modellemede yararlanılan bir metod olarak Saaty'nin AHP modelinden üretilen ileri bir analitik teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. AHP'nin çok ölçütlü karar alma problemlerindeki hem sayısal hem de niteliksel değişkenleri değerlendirmedeki tutarlılığının yanında, karar vericinin kesin olmayan yargılarının bulanıklığı ve belirsizliği konusu geleneksel AHP'de değerlendirilmeye dahil edilememektedir. Bu nedenle, birçok araştırmacı, belirsizliğin arttığı durumlarda karar verme sürecine etkilerini gözlemlemede çok yönlü tanımlamaları yapmaya imkan tanıyan Bulanık AHP olarak ifade edilen Saaty'nin geliştirdiği AHP teorisinin bulanık uzantısı üzerine yoğunlaşmaya başlamışlardır.

Bulanık AHP problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılan yöntem Chang'ın (1996) genişletilmiş analiz yöntemidir. Bu çalışmada kullanılan bulanık ölçek Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Bulanık karşılaştırma ölçeği

| Sözel Önem                   | Bulanık ölçek | Karşılık ölçek |
|------------------------------|---------------|----------------|
| Eşit önem                    | (1,1,1)       | (1/1,1/1,1/1)  |
| Biraz daha fazla önemli      | (2,3,4)       | (1/4,1/3,1/2)  |
| Kuvvetli derecede önemli     | (4,5,6)       | (1/6,1/5,1/4)  |
| Çok kuvvetli derecede önemli | (6,7,8)       | (1/8,1/7,1/6)  |
| Tamamıyla önemli             | (8,9,9)       | (1/8,1/9,1/9)  |

Chang'ın (1996) Genişletilmiş Bulanık AHP yönteminin çözüm adımları açıklamanın devamında verilmiştir.

$X = \{ x_1, x_2, x_3, \dots, x_n \}$  nesneler kümesi ve  $U = \{ u_1, u_2, u_3, \dots, u_m \}$  kümesi olsun. Chang'ın mertebe analizine göre her nesne teker teker ele alınmakta ve mertebe analizi her amaç ( $g_i$ ) için ayrı ayrı sırayla yapılmaktadır. Bu durumda, her nesne için  $m$  mertebe analizi değerleri aşağıdaki seri ile elde edilebilmektedir.

$M_{gi}^j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) ise hepsi üçgensel bulanık sayıdır. Chang'ın mertebe analizinin adımları aşağıda yer almaktadır.

**1. Adım:** i. kritere göre bulanık sentetik değeri Eşitlik 3.7'de verildiği gibidir:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (3.7)$$

$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j$  elde edebilmek için, belirli bir matris için m tane mertebe analizi değerine bulanık toplama işlemi Eşitlik 3.8 kullanılarak yapılır:

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left( \sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3.8)$$

İşlemin tersini elde etmek için de  $M_{gi}^j (j= 1,2,3,...,m)$  değerlerinin bulanık toplama işlemi Eşitlik 3.9 ile mümkündür:

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right] = \left( \sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (3.9)$$

ve daha sonra da yukarıdaki vektörün tersi Eşitlik 3.10 ile hesaplanır:

$$\left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad \forall u_i, m_i, l_i > 0 \quad (3.10)$$

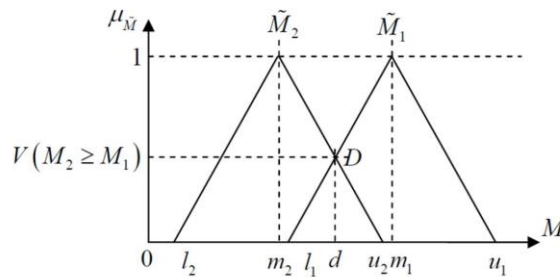
**2. Adım:**  $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  olabilirlik derecesi Eşitlik 3.11'deki gibi açıklanır.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (3.11)$$

ve aynı zamanda aşağıda Eşitlik 3.12'de verildiği şekilde de ifade edilebilmektedir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \\ 0, & l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_1}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{diğer} \end{cases} \quad (3.12)$$

$\mu_{M_1}$  ve  $\mu_{M_2}$  noktaları arasındaki D noktasının en yüksek kesişim noktasının ordinatı d ise  $M_1$  ve  $M_2$  'yi karşılaştırabilmek için her iki  $V(M_1 \geq M_2)$  ve  $V(M_2 \geq M_1)$  değere de ihtiyaç vardır ve bu durum Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11.  $M_1$  ve  $M_2$ 'nin kesişimleri

**3. Adım:** Dış bükey bulanık sayının  $M_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ )  $k$  dış bükey bulanık sayılarından daha büyük olma derecesi Eşitlik 3.13 ile tanımlanmaktadır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \cap (M \geq M_2) \dots (M \geq M_k)] = \min(M \geq M_i), i = 1, 2, \dots, k \quad (3.13)$$

Varsayalım ki (Eşitlik 3.14);

$$k = 1, 2, \dots, n; \quad k \neq i \text{ için } d(A_1) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (3.14)$$

Buna göre ağırlık vektörü Eşitlik 3.15'de verildiği şekilde elde edilir.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (3.15)$$

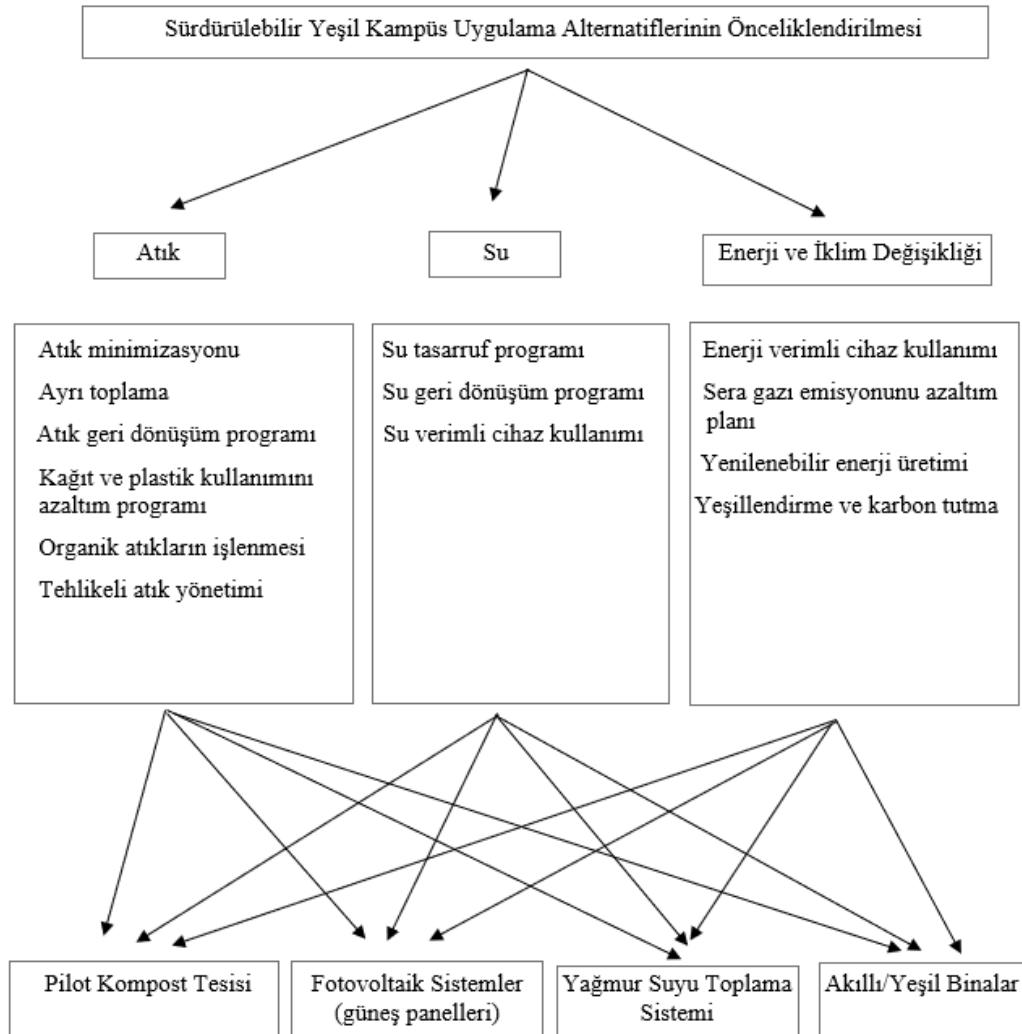
$A_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )

**4. Adım:** Normalizasyon işlemi sonucu elde edilecek normalleşmiş ağırlıklar Eşitlik 3.16'daki gibidir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (3.16)$$

### 3.8. Uygulama Hiyerarşik Yapısının Oluşturulması

Dünya ve ülke bazında üniversitelerde sürdürülebilir yeşil kampüs olma yolunda uygulamalar dikkate alınarak hem uluslararası sıralamalarda daha iyi bir performansa ulaşabilmek hem de daha sürdürülebilir çevreci bir kampüs için uygulanabilecek çevre dostu uygulamaların önceliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık AHP yöntemi kullanılarak çıkan sonuçların çalışmaya analitik açıdan katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Anket çalışmasında dört uygulama belirlenerek kriterler arasından önem dereceleri arasından seçim yapılması sağlanmıştır. Belirlenen kriterler ve alt kriterler kullanılarak dört farklı uygulama arasından seçim yapılması için uzman kişilere anket çalışması ile görüş alınarak önem derecelerine göre seçim yapılması sağlanmıştır (Ek-5). Alınan yanıtlar doğrultusunda ile klasik ve bulanık AHP yöntemi yardımıyla uygulamaların önceliklendirilmesi sağlanmıştır.



Şekil 3.12. Analitik hiyerarşik yapı

Tablo 3.7. Karşılaştırma matrislerinde kullanılan kısaltmalar

| Ana kriterler                           | Alt kriterler                                        | Kısaltma |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|----------|
| Atık ana kriteri                        | <i>Atık minimizasyonu</i>                            | AK1      |
|                                         | <i>Ayrı toplama</i>                                  | AK2      |
|                                         | <i>Atık geri dönüşüm programı</i>                    | AK3      |
|                                         | <i>Kağıt ve plastik kullanımını azaltım programı</i> | AK4      |
|                                         | <i>Organik atıkların işlenmesi</i>                   | AK5      |
|                                         | <i>Tehlikeli atık yönetimi</i>                       | AK6      |
| Su ana kriteri                          | <i>Su tasarruf programı</i>                          | SK1      |
|                                         | <i>Su geri dönüşüm programı</i>                      | SK2      |
|                                         | <i>Su verimli cihaz kullanımı</i>                    | SK3      |
|                                         | <i>Enerji verimli cihaz kullanımı</i>                | EK1      |
| Enerji ve iklim değişikliği ana kriteri | <i>Sera gazı emisyonunu azaltım planı</i>            | EK2      |
|                                         | <i>Yenilenebilir enerji üretimi</i>                  | EK3      |
|                                         | <i>Yeşillendirme ve karbon tutma</i>                 | EK4      |
|                                         | <i>Atık</i>                                          | A1       |
| Ana kriterler                           | <i>Su</i>                                            | A2       |
|                                         | <i>Enerji ve iklim değişikliği</i>                   | A3       |
|                                         | <i>Pilot Kompost Tesisi</i>                          | U1       |
| Alternatifler                           | <i>Fotovoltaik Sistemler (güneş panelleri)</i>       | U2       |
|                                         | <i>Yağmur Suyu Toplama Sistemi</i>                   | U3       |
|                                         | <i>Akıllı/Yeşil Binalar</i>                          | U4       |

Yukarıda Tablo 3.7’de anket çözümünde kullanılan kısaltmalara yer verilmiştir. Anket çalışması ve ağırlıkların belirlenmesi işlemleri şu şekilde yapılmıştır:

- ✓ Ana kriterlerin kendi arasında ikili olarak değerlendirilmesi
- ✓ Ana kriterlere ait alt kriterlerin kendi arasında ikili olarak değerlendirilmesi
- ✓ Ana kriterler ile alternatif uygulamaların ikili olarak değerlendirilmesi
- ✓ Ana kriterlere ait alt kriterlerin alternatif uygulamalar ile ikili olarak değerlendirilmesi

Yapılan anket sonucunda elde edilen değerlerin geometrik ortalamaları alınarak ortalama karşılaştırma matrisleri oluşturulmuş ve kullanılan yöntemlere uygun halde hazırlanmıştır. Hiyerarşik yapı (Şekil 3.12) kapsamında oluşturulan anket ve karşılaştırma matrisleri Ekler kısmında verilmiştir.

#### **4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Sürdürülebilir gelişme hedeflerine ulaşmada katkı sağlayan paydaşlardan biri olan üniversiteler çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlar karşısında önemli sorumluluklara sahip kurumlardır. Sürdürülebilir kampüsler, enerji tüketimi ve emisyonların azaltılmasında, atık yönetiminin iyileştirilmesinde, kampüs içinde ve dışında farklı birimlerin birlikte çalışmasında, teknoloji üretiminde sürdürülebilir yöntemlerin uygulanmasına öncülük etme özelliği de taşımaktadırlar. Doğal kaynakların kullanımında ve çevresel bütünlüğün korunması esaslı döngüsel bir kampüs ekonomisi ve yüksek hayat kalitesi şartlarına olanak sağlayan yönetim sistemlerini amaç edinmektedirler. Akademik programlarda, araştırmalarda, kampüs hayatında atık yönetimi ve minimizasyonu, geri dönüşüm, kaynak verimliliği kapsamında sürdürülebilirliğin sağlanması aşamasında stratejik yaklaşımların üretildiği alanlardır. Kampüslerde yeşil yaklaşım odaklı planlamalar yapılarak; buna paralel gerçekleştirilecek uygulamalar ile çevre dostu daha yeşil ve sürdürülebilir üniversite kampüslerinin oluşturulmasına önemli derecede katkı sağlanmış olacaktır.

Bu bölümde, Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde kurulan sıfır atık sistemiyle birlikte kayıt altına alınan atık tür ve miktar oranlarının olduğu alanlara göre dağılımları ile sıfır atık sistem değerlendirmesinde SWOT analizinin yapılması ve PUKÖ döngüsüne entegrasyonu, üniversitenin her yıl yayınlanan OMÜ İdare Faaliyet Raporları'ndan elde edilen tüketim verileri ile bu verilerin yıllara göre değişimlerinin gözlenmesine ek olarak atık, su ve enerji tüketimi sınırlarında üniversitede oluşan yaklaşık karbon ayak izinin dağılımları, kampüste belirlenen bina çatılarından toplanabilecek yağmur sularının yeşil alanlarda kullanım potansiyeli araştırılmıştır. Tüm bunlara ek olarak uluslararası dünya üniversiteleri sıralama sistemi GreenMetric göstergeleri açısından üniversitenin mevcut durumu ile iyileştirme yönünde yapılabilecek uygulama alternatiflerinin hazırlanan anket sonucunda uzman görüşlerinden yararlanılarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve BAHF yöntemleri ile önceliklendirilmiştir.

##### **4.1. Üniversitenin Atık Toplama Sistemi**

Sıfır atık yönetim sistemine geçilmeden önce OMÜ oluşturduğu atıklarını hiçbir ayrıştırmaya tabi tutmadan belediyeler tarafından çöp kamyonları aracılığıyla ilde

yerleşim yerlerine uzak bir konumda bulunan Şekil 4.1’de gösterilen Yılanlı Dere mevkisine transferi sağlanmaktaydı.



Şekil 4.1. Samsun Yılanlı Dere görseli

Üniversite bünyesinde 2018 yılına kadar atık yönetimi konusunda tam olarak istenilen hedefe ulaşamadığı görülmektedir. Sistemlerin tam olarak kurulamaması nedeniyle istenilen hedefte atık toplama, ayırma ve geçici depolama işlemleri gerçekleştirilememiştir. Üniversitenin atığını kendi içerisinde doğru ve sürdürülebilir bir şekilde yönetebilmesi çevresel açıdan elde edilecek birçok kazanım için de oldukça önemlidir. Kampüste oluşan atıklar ve transfer bölgelerinin atık yükü göz önüne alındığında bu alanların depolama yükünü azaltmaya yönelik koyacakları katkı önemli bir örnek teşkil edecektir. Pilot bölgeler olarak nitelendirilen üniversite kampüslerinde atıkların doğru yönetilip ülke ve şehir ekonomisine kazandırılması hedeflenmektedir.

OMÜ’nün de 2018 yılı itibarıyla dahil olduğu “Sıfır Atık Projesi” ile üniversite kampüsünde sıfır atık sistemlerin kurulması ve atıkların kaynağında ayrı toplanması ile atıkların etkin bir şekilde yönetimi çalışmaları başlatılmıştır. Atıkları türlerine göre ayrı toplanması için gerekli ayırma kapları ihtiyaç miktarlarına göre temin edilmiştir. Ayırma kaplarında biriken atıklar için üniversite kampüsü içerisinde belirlenen uygun noktalara geçici depolama alanları kurulmuştur. Geçici depolama alanlarından atık getirme merkezlerinde toplanan atıklar, lisanslı firmalar tarafından işlenerek döngüsel ekonomiye geri kazandırılması sağlanmaktadır. Bu amaçla daha çevre dostu sistemlerin devamlılığı sağlanarak sürdürülebilir kampüs olma yolunda belirleyici adımlar atılmaktadır. Destekleyici olarak üniversitede sıfır atık konusunda yetkin kişiler ve liderler tarafından eğitimlerin gerçekleştirilmesi, bu konuda vizyon oluşturulması ve sürdürülebilirlik sağlanarak kampüs yaşamına adapte edilmesi aşamasında da birçok çalışma sürdürülmektedir.

#### 4.2. Üniversite Kampüsünde Atık Envanterinin Miktar Ölçeğinde Dağılımı

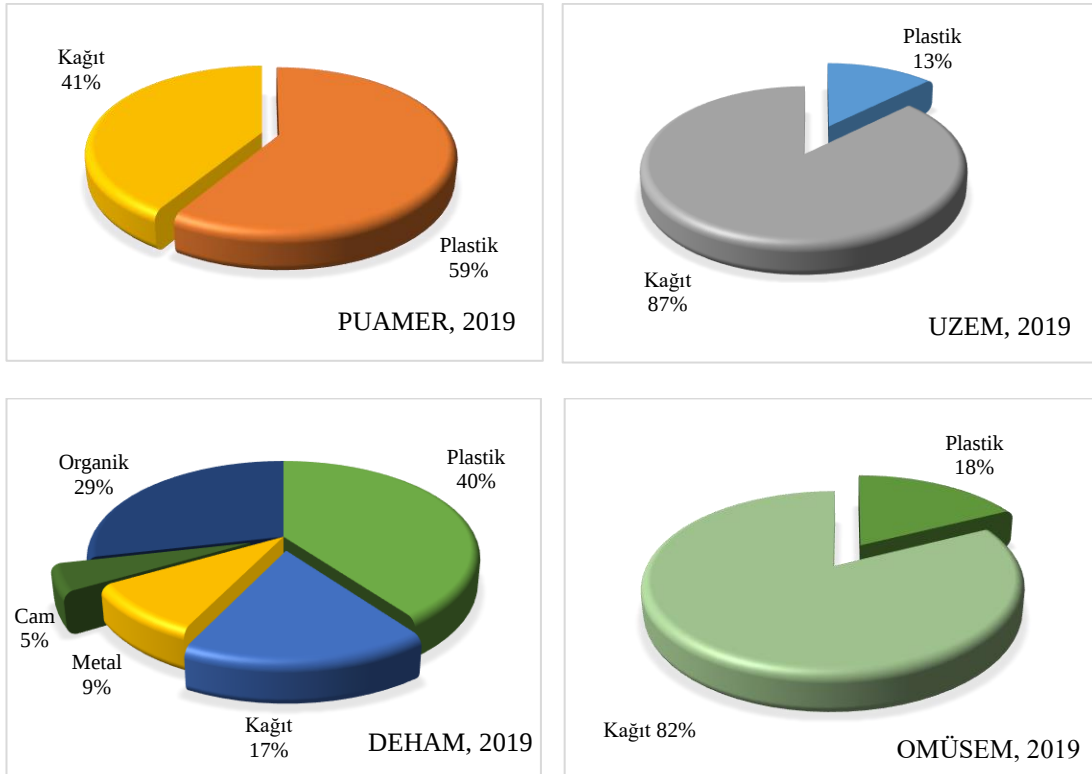
Kampüste oluşan atıkların kalitesi, miktarı ve bileşimindeki farklılıklar, ilgili birimlerin atık üretme kaynaklarının çeşitliliği ile ilişkilendirilmektedir. Buna ilaveten birçok etken doğrultusunda bu aşamada dikkate alınacak en iyi atık yönetimi uygulaması senaryosunu da belirlemektedir (Coker et al., 2016). Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nde 2018 yılı itibariyle başlanan sıfır atık çalışmalarıyla birlikte üretilen atıkların miktar envanterleri her birimden temin edilip türüne göre ayrı ayrı hesaplanmış olup materyal ve yöntem bölümünde üniversitenin proje kapsamında ilk toplanan yaklaşık atık tür ve miktar verilerinin içeriği verilmiştir. Bununla birlikte kaydedilen atık tür ve miktarlarının toplam atık üretiminin içerisindeki yüzdelik oranları da bu kapsamda belirlenmiştir. Yönetim birimleri ve fakülte binalarında üretilen atıkların büyük bir kısmının elde edilen atık envanterlerinden hareketle geri dönüştürülebilir ambalaj atıklarından oluştuğu görülmüştür. Özellikle kağıt-karton ve plastik kullanımından kaynaklı atıkların kampüs içerisindeki oluşum miktarı ve sıklığı göz önüne alındığında atıkların geri dönüşüme kazandırılması çevresel yükü kampüste azaltmada önemli bir adım olacaktır. Kampüs bünyesinde oluşan başlıca atık türleri ambalaj atıkları, organik atıklar, tehlikeli atıklar, geri dönüşemeyen atıklar, hafriyat atıkları ve tıbbi atıklardır. Tüm atık türleri için gerekli ekipman ve geçici depolama alanları sıfır atık sisteminin kurulması ile kampüste belirlenen alanlara konumlandırılmıştır.

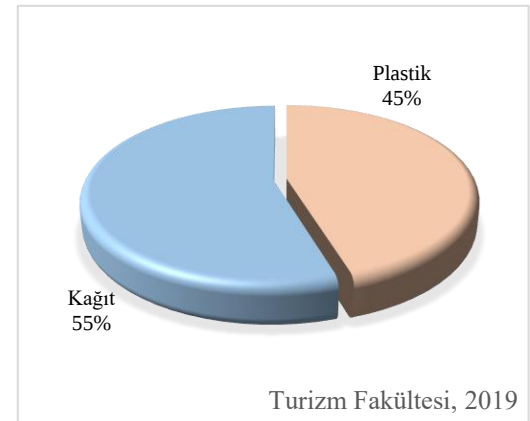
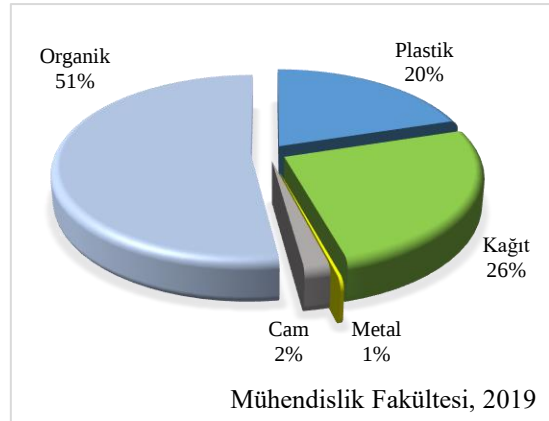
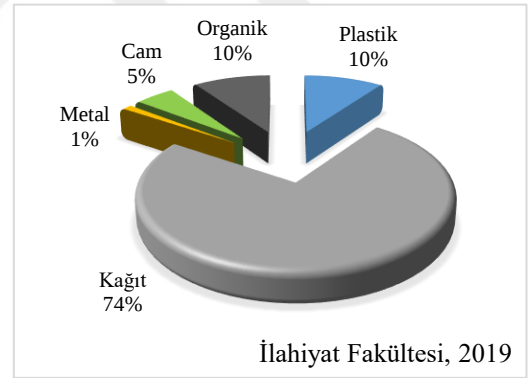
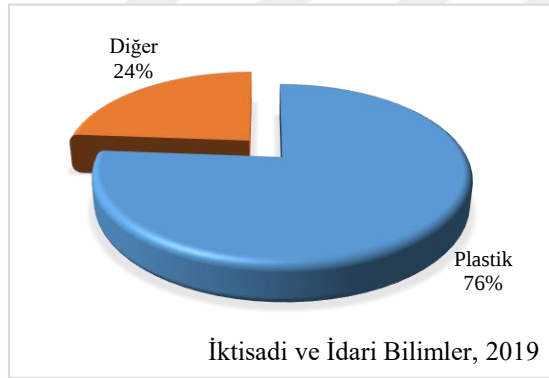
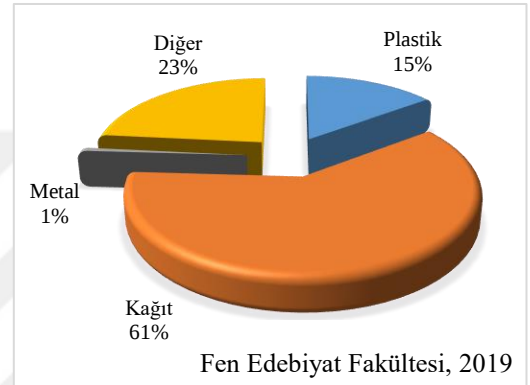
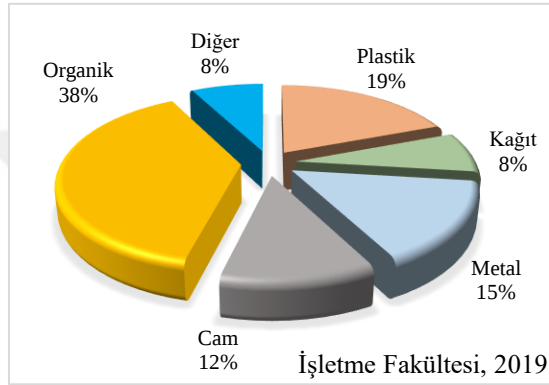
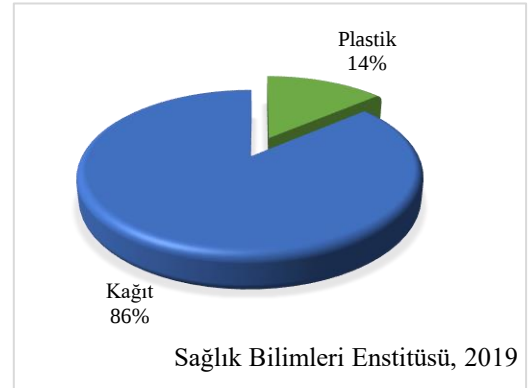
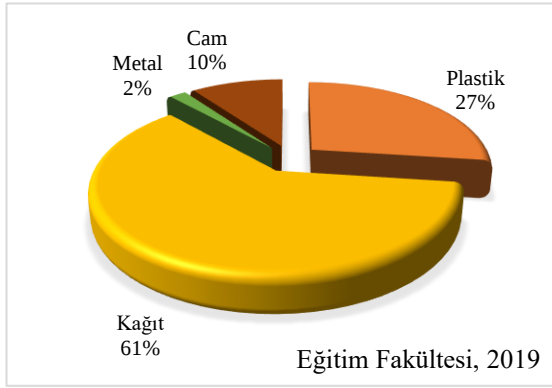
Tıbbi atıkların OMÜ Tıp Fakültesi Hastanesi bünyesinde belirlenen uygun alanlarda oluşturulan tıbbi atık biriktirme ve toplama alanları ile atıkların yönetmeliğe uygun şekilde yönetilmesi kampüs içerisinde önem taşımaktadır. Kampüste fakülte ve birimlerde oluşan atıkları bulundukları alanlarda inşa edilen veya onarılan geçici depolama alanlarında biriktirmektedirler. Kampüste ayrı toplanan tıbbi ve tehlikeli atıklar belediyeler veya yetkili olan kurum/kuruluşlar tarafından teslim alınana kadar oluşturulan geçici depolama alanlarında bekletilmektedirler. Tıbbi atıklar, lisans almış özel olarak dizayn edilmiş araçlarla mevzuatlara uygun şekilde transferi yapılmaktadır (ÇŞB, 2016). Oluşan tüm atıkları toplama, taşıma, kayıt altına alma vb. işlemleri birim ve fakültelerde belirlenen görevli kişiler tarafından gerçekleştirilmektedir. Kampüs içi geçici depolama alan görsellerine örnek olarak Şekil 4.2'de Rektörlük geçici depolama alanı verilmiştir.

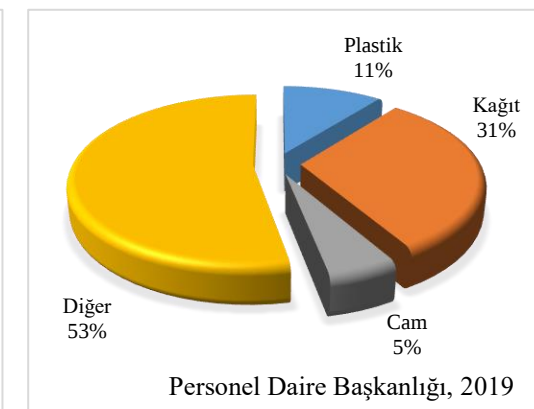
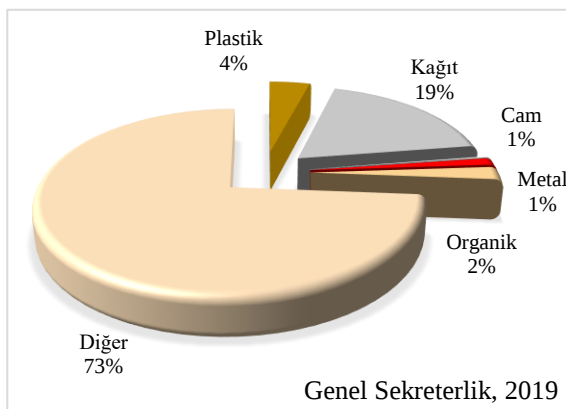
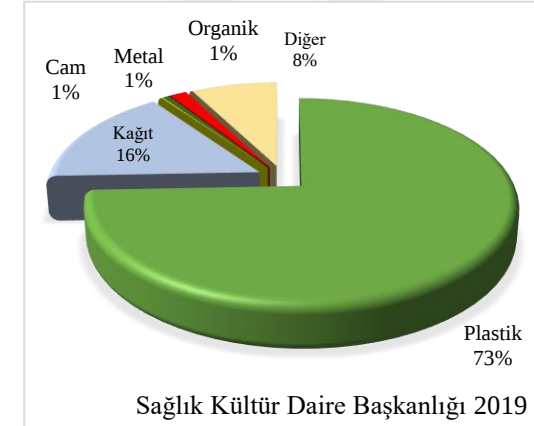
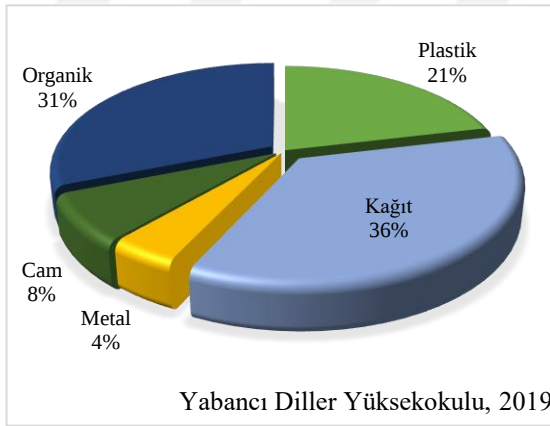
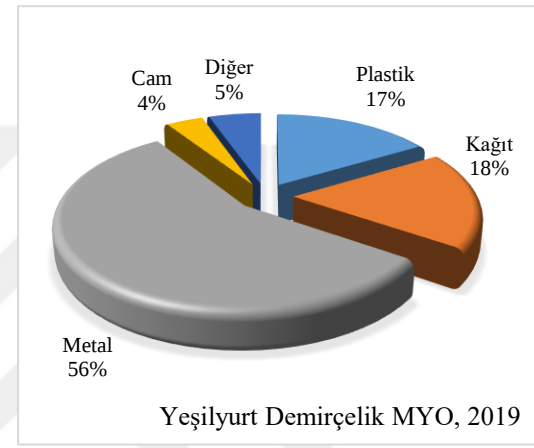
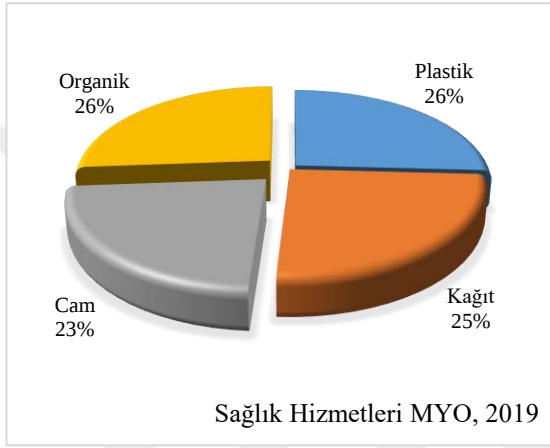
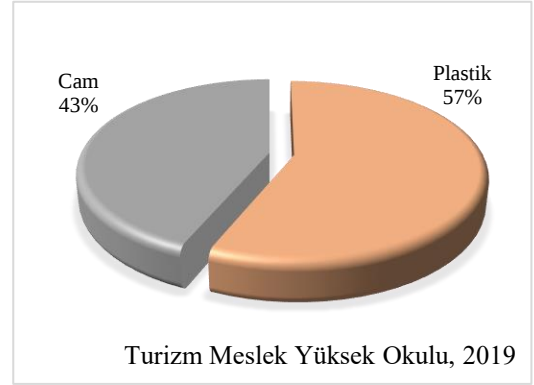
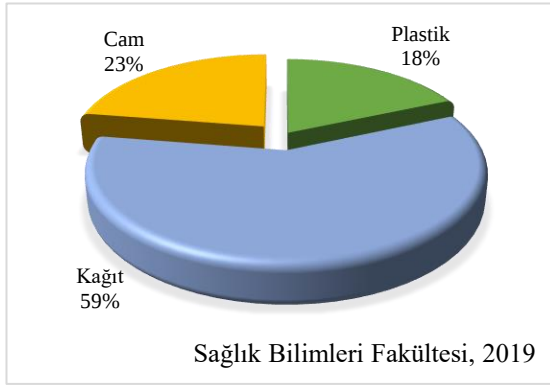


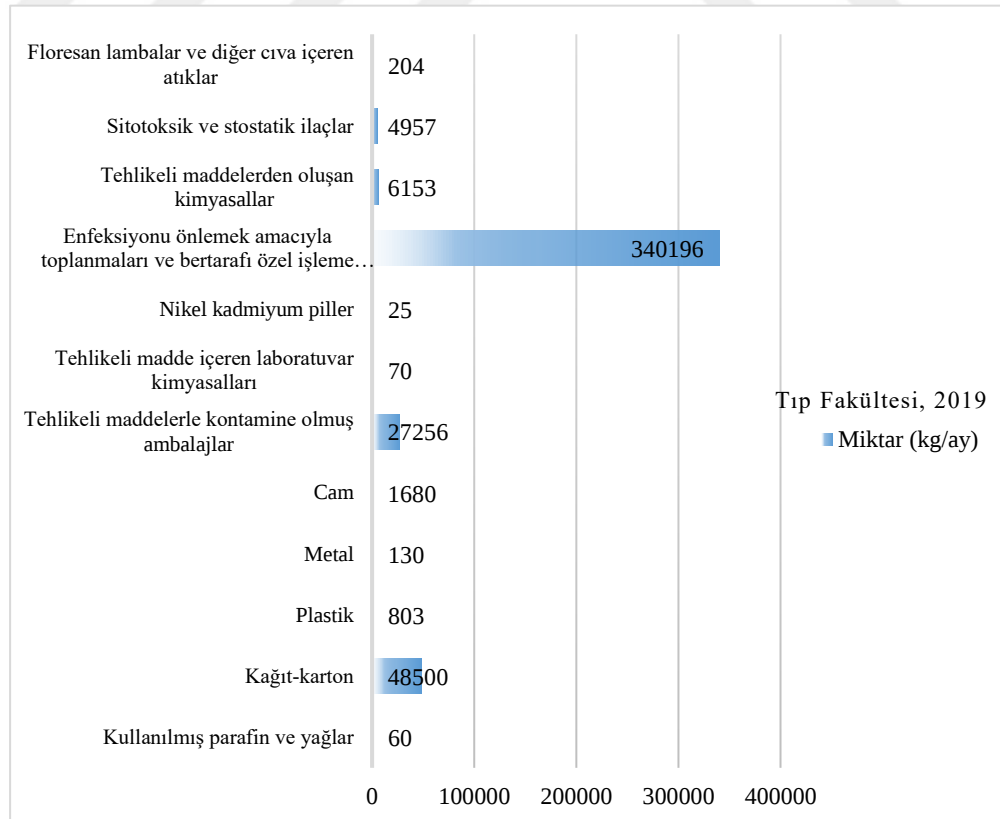
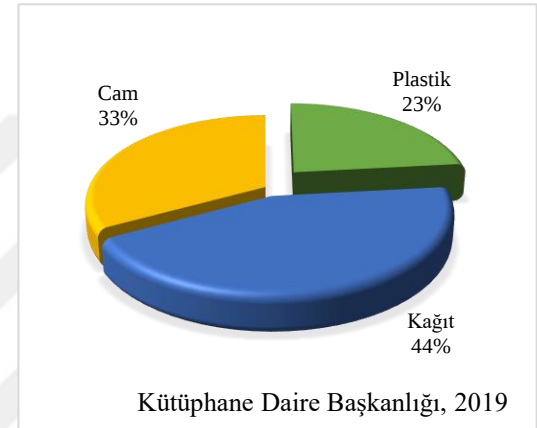
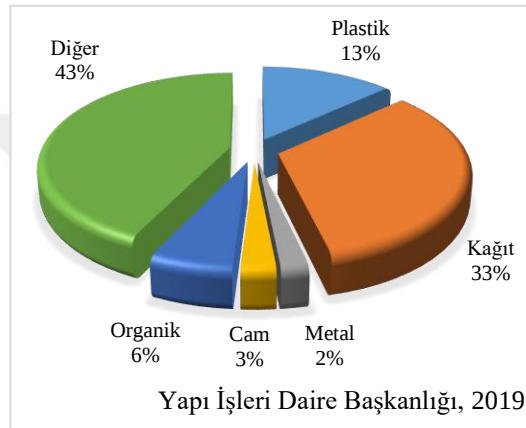
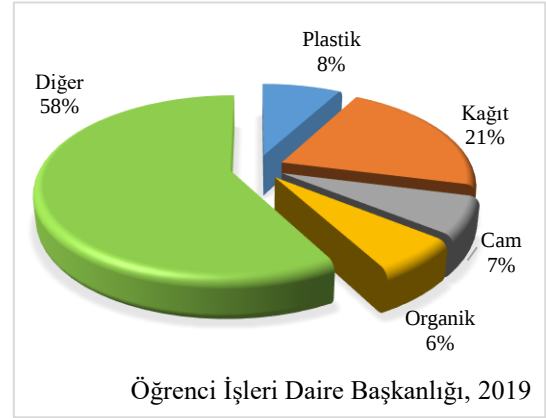
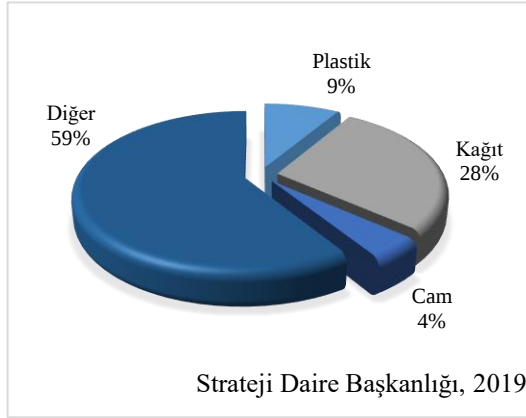
Şekil 4.2. Rektörlük geçici depolama alanı

Üniversite kampüsünde atıkların etkin yönetimi sıfır atık anlayışına hem yönetim hemde üniversitenin sahip olduğu nüfus tarafından destek verilmesi sayesinde daha başarılı politikalara doğru ilerleyiş devam etmektedir. Sıfır atık projesi ile birlikte bu çabanın daha fazla karşılık bulduğu ve kampüs içerisinde gerekli tüm ekipmanların temin edilmesiyle birlikte sistematik bir şekilde süreç yönetilmektedir. 2018 yılı itibariyle uygulanmaya başlanan sıfır atık sistemi ile 2019 yılında üniversite birimlerinden toplanan aylık atık miktar verilerinden oluşturulan atık miktar yüzdeleri de aşağıda Şekil 4.3’de verilen grafiklerde gösterilmiştir.



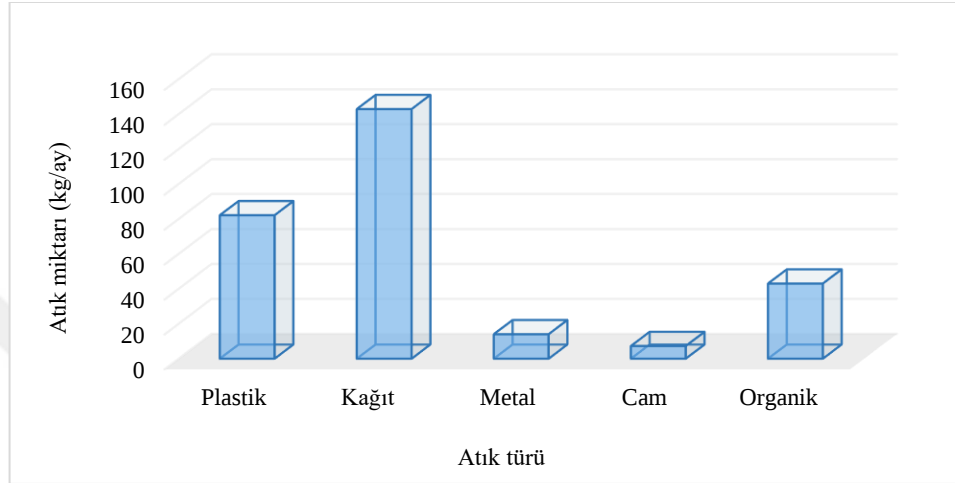




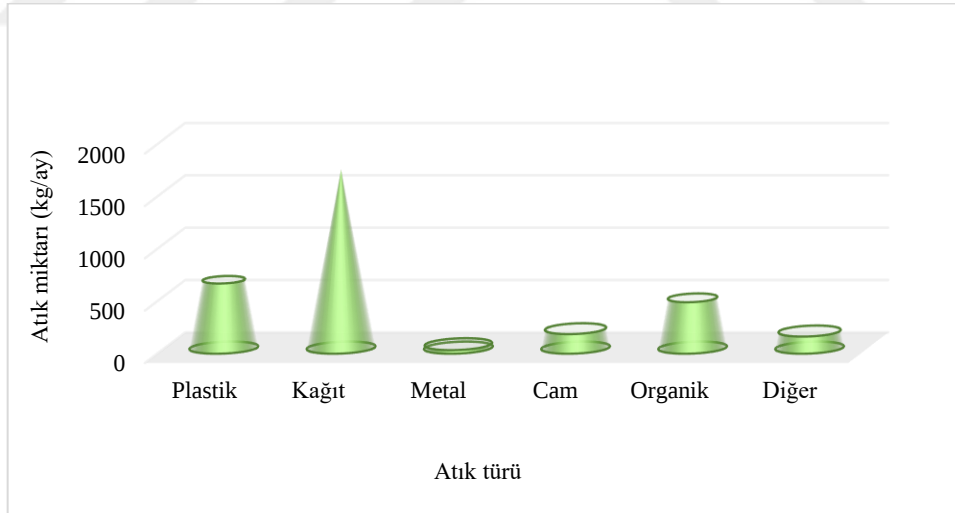


Şekil 4.3. Fakülte ve birimlerde oluşan atık miktarlarının dağılımı (%), 2019

Atık yönetiminde sürdürülebilirliği sağlama atık önleme, tekrar kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanıma öncelik vermek ile atık hiyerarşisini üst sıralara taşımayı hedef almaktadır. Bu amaçla, kampüste açığa çıkan birçok atık türüne bakıldığına, kaynak bazlı olarak ambalaj atıkları önemli bir kısmını oluşturmaktadır. 2019 yılı içerisinde atık miktar verilerinin birimler kapsamında gruplandırılarak belirlenen yüzdeleri Şekil 4.4-5-6-7 arasındaki grafiklerde sunulmuştur.



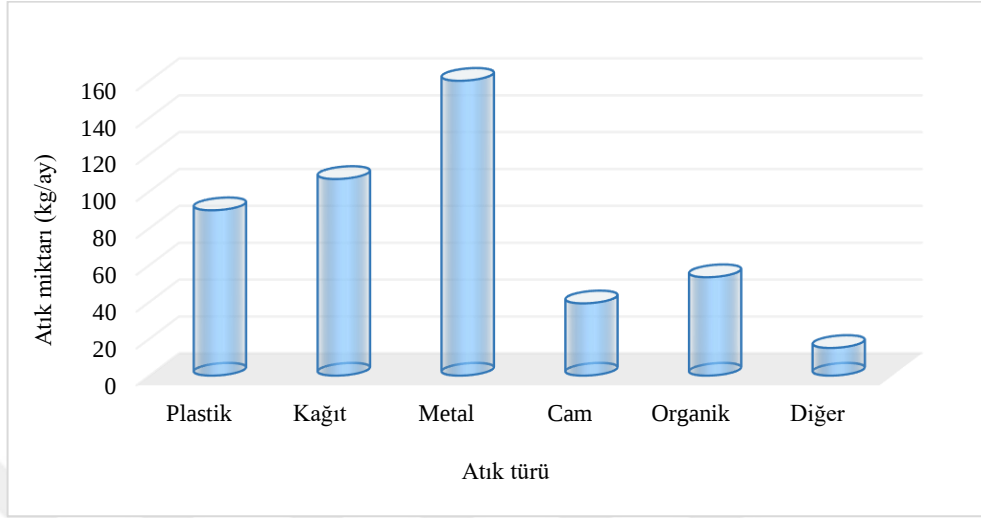
Şekil 4.4. Araştırma merkezleri atık türleri ve dağılımları, 2019



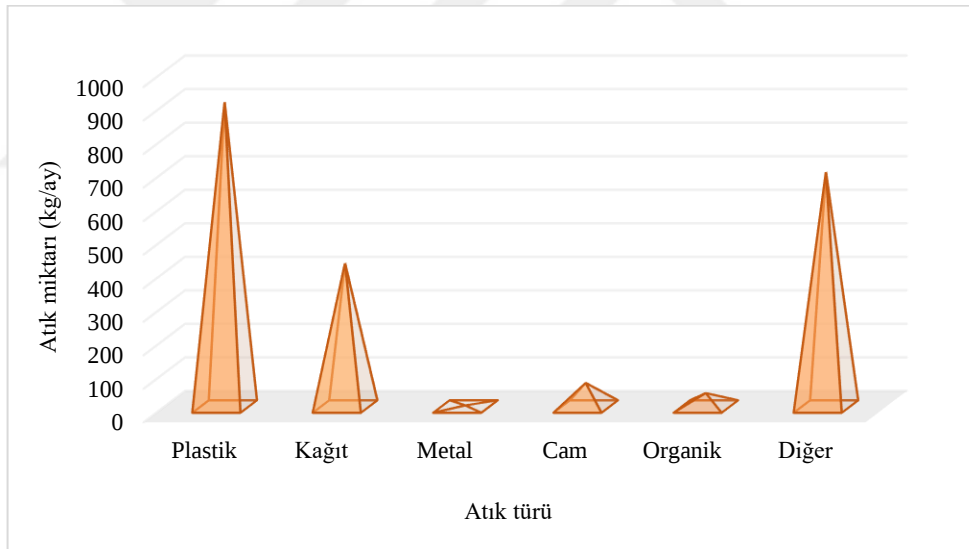
Şekil 4.5. Fakültelerin atık türleri ve dağılımları, 2019

Araştırma merkezlerinde üretilen atık miktarları incelendiğinde kullanım kaynaklı olarak en fazla açığa çıkan tür kağıt-karton ve plastik atık olduğu görülmektedir. Aynı şekilde fakültelerde oluşan atık yoğunluğunun kağıt-karton ve plastik atık olarak yüksek miktarda olduğu görülmüştür. Kompost olabilen organik atıklar ise öğrenci ve çalışan akademik ve idari personelin yeme-içme/yemekhaneler

kaynaklı ürettiği atık miktarlarını ifade etmektedir. Oluşan atıkların geri kazanım oranları yüksek atık türleridir. Atık yükünü azaltmak açısından bu atıkların etkin yönetimi ve değerlendirilmesi kampüste sağlanmaktadır.



Şekil 4.6. Meslek yüksekokulları atık türleri ve dağılımları, 2019



Şekil 4.7. İdari birimler atık türleri ve dağılımları, 2019

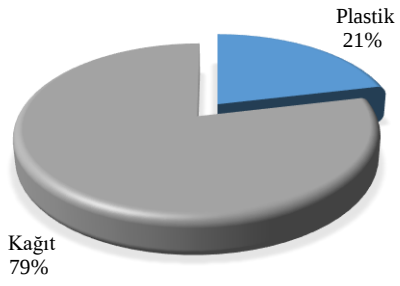
Meslek yüksekokullarında açığa çıkan atık türleri olarak diğer birimlerden farklı olarak cam ve metal atık üretimindeki miktar artışı bu kurumların bünyesinde uygulama amaçlı kullandıkları birçok materyalden kaynaklandığı söylenebilir. Kampüs genelinde atıkların büyük miktarının tür bakımından geri dönüştürülebilir, geri kazanılabilir ve kompostlanabilir özellikler taşıması üniversitenin sıfır atık yönetim politikasıyla elde edeceği kazanımları artıracaktır.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin Sıfır Atık yönetimi kapsamında 2020 yılı pandemi dönemini kapsayan zaman diliminde birimlerden gelen atık tür ve miktarları olarak toplanan veriler Tablo 4.1'de verilmiştir.

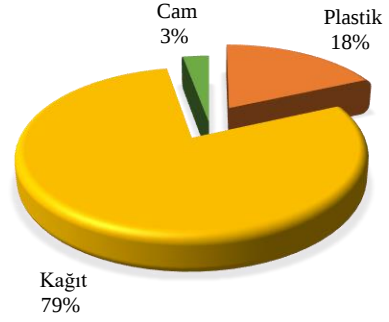
Tablo 4.1. 2020 yılı ortalama atık miktar verileri (kg/ay)

| Birim                                                      | Plastik | Kağıt  | Cam   | Metal | E- Atık | Tehlikeli Atık | Tıbbi Atık | Atık Yağ |
|------------------------------------------------------------|---------|--------|-------|-------|---------|----------------|------------|----------|
| Eğitim Fakültesi                                           | 32,25   | 118,91 |       |       |         |                |            |          |
| Fen Edebiyat Fakültesi                                     | 84,91   | 366,83 | 13,60 |       |         |                |            |          |
| Mühendislik Fakültesi                                      | 3,75    | 53,75  | 0,83  |       |         |                |            |          |
| Ziraat Fakültesi                                           | 0,41    | 20,83  |       |       |         |                |            |          |
| Kütüphane Binası                                           | 3,33    | 102,91 | 2,08  |       |         |                |            |          |
| Sağlık Bilimleri Fakültesi ve Sağlık Hizmetleri MYO Binası | 29,00   | 36,91  | 11,50 |       |         |                |            |          |
| Diş Hekimliği Fakültesi                                    | 17,33   | 25,83  | 2,50  |       |         |                | 460,83     |          |
| Veteriner Fakültesi ve Hayvan Hastanesi                    | 26,66   | 40     | 8,33  |       |         |                | 609,66     |          |
| Türkçe Araştırma ve Uygulama Merkezi Binası                | 14,16   | 39,58  | 1,66  |       |         |                |            |          |
| Gelişimsel Eğitim Merkezi Binası                           | 2,08    | 2,91   |       |       |         |                |            |          |
| Sağlık Kültür Beslenme Hizmetleri                          | 34,91   | 29,50  | 0,41  |       |         |                |            | 104,16   |
| Hastane                                                    | 110,41  | 3194   | 54,58 |       |         | 3107           | 38702      |          |
| Rektörlük                                                  | 5,91    | 19,58  | 6,16  | 13765 | 685     |                |            |          |

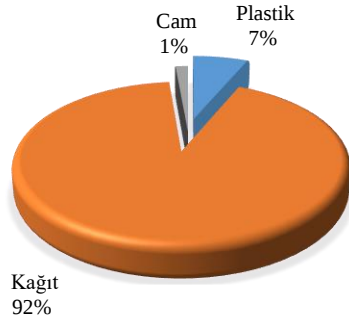
Üniversitenin 13 farklı biriminden alınan verilere bakıldığında tüketim verilerinde de olduğu gibi atık miktarlarında da azalma gözlemlenmiştir. Bunun en önemli faktörlerinin başında kampüsteki insan popülasyonunun pandemi nedeniyle azalmış olması gelmektedir. Kaynak kullanımlarının ve tüketimlerin azalma göstermesine paralel olarak atık miktarlarında düşüş görülmektedir. Yukarıdaki Tablo 4.3'te verilen atık türlerinin yüzde oranları birimlere göre dağılım grafikleri Şekil 4.8'de verilmiştir.



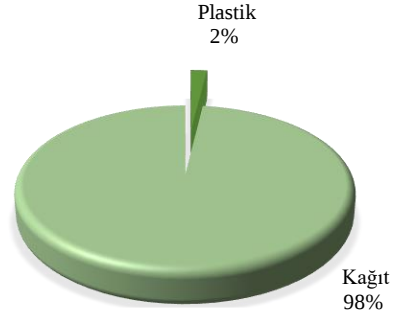
Eğitim Fakültesi, 2020



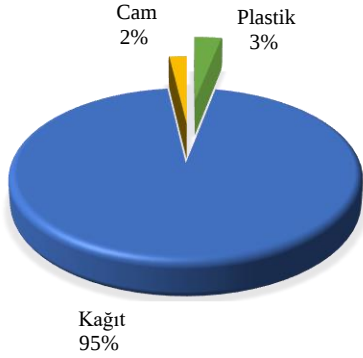
Fen Edebiyat Fakültesi, 2020



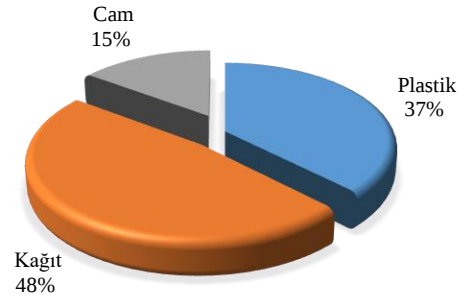
Mühendislik Fakültesi, 2020



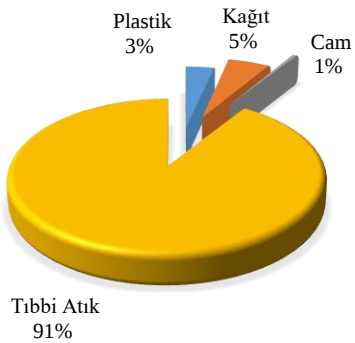
Ziraat Fakültesi, 2020



Kütüphane Binası, 2020



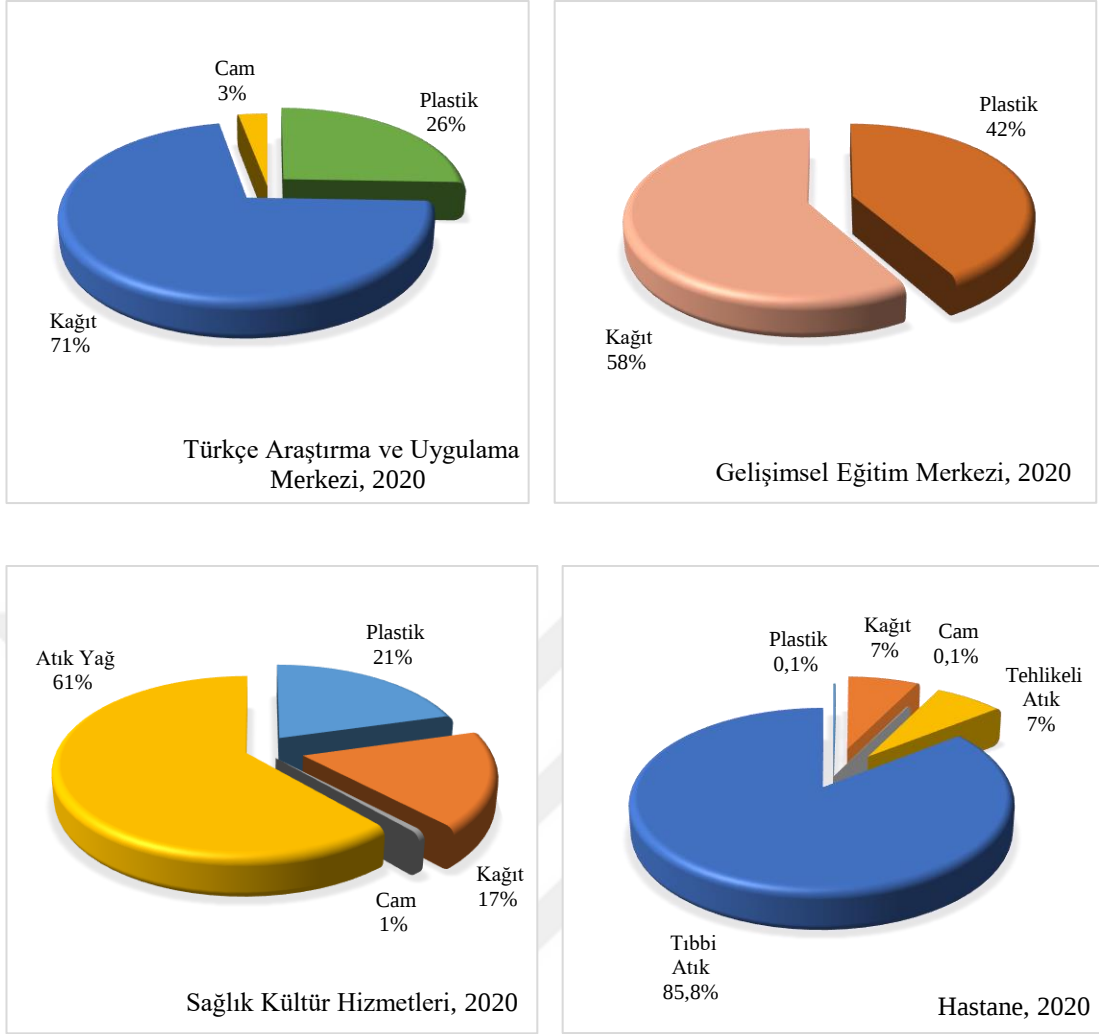
Sağlık Bilimleri Fakültesi ve Sağlık Hizmetleri MYO Binası, 2020



Diş Hekimliği Fakültesi, 2020



Veteriner Fakültesi ve Hayvan Hastanesi, 2020



Şekil 4.8. Fakülte ve birimlerde oluşan atık miktarlarının dağılımı (%), 2020

Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nde atık veri girişlerinde yaşanan aksaklıklar yıllık miktarları karşılaştırmada güçlükler yol açmaktadır. Veri girişlerinin daha sistematik ve düzenli olarak yapılması, atık miktarlarındaki izlenebilirliğin sağlanması ile sistem yönetiminin sürdürülebilirliği ele alınması gereken önemli bir nokta olarak görülmektedir. Üniversite kampüsünde oluşan atıkların birim ve fakülteler kapsamındaki dağılımlarının sağlıklı bir şekilde değerlendirilmesinde verilerin belirlenen prosedürlere göre toplanması ve bütüncül yönetimin oluşturulması oldukça büyük önem taşımaktadır. Atık oluşum kaynaklarına dayalı atık karakteristiğini belirlemede ve ileriye yönelik planlamaların şekillendirilmesinde dikkat edilmesi gereken bir adımdır. Bu bağlamda üniversitenin 2018 yılında sistem kurulumu aşamasında tüm fakülte ve birimlerden elde edilen atık verileri 2019 ve 2020 yıllarında farklılıklar göstermiştir. 2019 ve 2020 yılında üniversitenin atık verilerinin alındığı birim ve fakülteler Tablo 4.2’de verilmiştir.

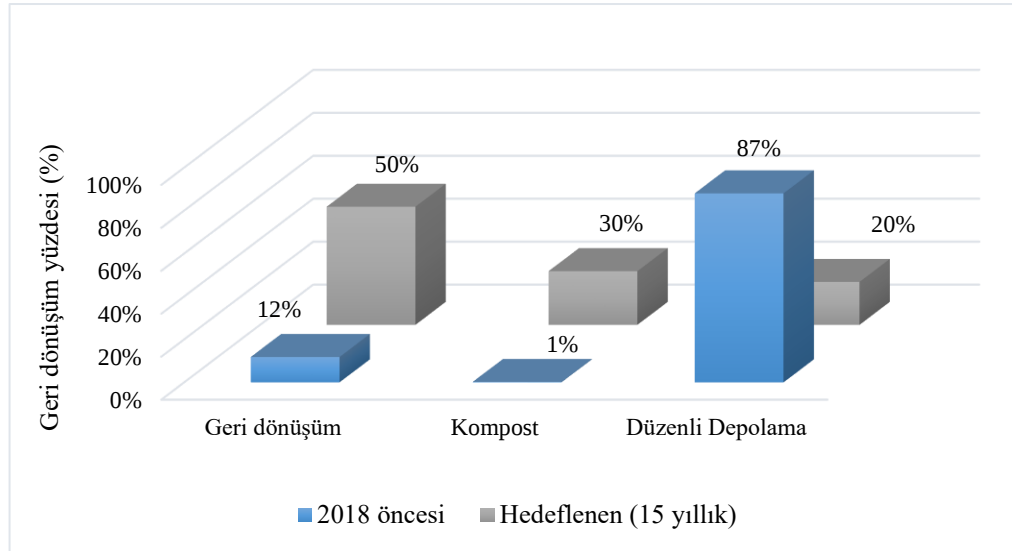
Tablo 4.2. Atık veri girişleri alınan birim ve fakülteler

| Fakülte/Birim                          | 2019 yılı | 2020 yılı |
|----------------------------------------|-----------|-----------|
| Deham                                  | ✓         |           |
| Omüsem                                 | ✓         |           |
| Puamer                                 | ✓         |           |
| Uzem                                   | ✓         |           |
| Sağlık Bilimleri Enstitüsü             | ✓         |           |
| Bafra İşletme Fakültesi                | ✓         |           |
| Eğitim Fakültesi                       | ✓         | ✓         |
| Fen Edebiyat Fakültesi                 | ✓         | ✓         |
| İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi   | ✓         |           |
| İlahiyat Fakültesi                     | ✓         |           |
| Mühendislik Fakültesi                  | ✓         | ✓         |
| Sağlık Bilimleri Fakültesi             | ✓         | ✓         |
| Turizm Fakültesi                       | ✓         |           |
| Sağlık Kültür Beslenme Hizmetleri      | ✓         | ✓         |
| Rektörlük                              |           | ✓         |
| Genel Sekreterlik                      | ✓         |           |
| Personel Daire Başkanlığı              | ✓         |           |
| Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı        | ✓         |           |
| Strateji Daire Başkanlığı              | ✓         |           |
| Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı | ✓         |           |
| Kütüphane Daire Başkanlığı             | ✓         | ✓         |
| Türkçe Araş.ve Uygulama Merkezi        | ✓         | ✓         |
| Gelişimsel Eğitim Merkezi Binası       |           | ✓         |
| Veteriner Fakültesi ve Hastanesi       |           | ✓         |
| Bafra Turizm MYO                       | ✓         |           |
| Sağlık Hizmetleri MYO                  | ✓         | ✓         |
| Yeşilyurt Demirçelik MYO               | ✓         |           |
| Tıp Fakültesi                          | ✓         | ✓         |
| Yabancı Diller Yüksekokulu             | ✓         |           |
| Diş Hekimliği Fakültesi                |           | ✓         |
| Ziraat Fakültesi                       |           | ✓         |

Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin oldukça kalabalık bir nüfusa sahip olması ve geniş bir alana kurulmasının, sıfır atık sisteminin kurulum aşamasında zor bir süreç oluşturabileceği düşünülmüştür. Ancak, yapılan çalışmalar sonucunda üniversitenin tüm kampüslerinde sistem kurulumu başarı ile uygulamaya geçirilmiştir. Sıfır atık uygulaması ile üniversitenin kendi atık karakteristiğini belirleme ve atıklarını ayrı toplamaya ve geri dönüşüme kazandırmaya yönelik 2018'de kurulan sistemin sürdürülebilirliğinde sıkıntılar yaşandığı görülmektedir. 2019 ve 2020 yıllarına bakıldığında atık oluşum miktarlarını ilgili birime ileten fakültelerin, kampüste bu alanda belirlenen eksikliği yansıttığı açıkça görülmektedir. Yıllar kapsamında tüm atık oluşum kaynakları ve türlerinde beyan edilen verilerin, gerek atık türü gerekse miktar yönüyle kendi içlerinde farklılık gösterdiği görülmektedir.

Sıfır atık sisteminin kurulumundan sonra kampüste toplanan atık verileri incelendiğinde, görülen dalgalanmaların yanında atık türlerinde de birimlere göre yıllar bazında değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Tüm bunların yanı sıra kampüste 2019 yılında yirmi beş birimden toplanan atık envanterleri hastane kaynaklı tıbbi ve tehlikeli atıklar haricinde; binalarda plastik, kağıt, cam, metal, diğer ve organik atık türleri olmak üzere toplanmıştır. Yıllık oluşum miktarları yaklaşık olarak plastik atıkta 30 ton, kağıt atıkta 610 ton, metal atıkta 4 ton, cam atıkta 23 ton, diğer atıkta 10 ton ve organik atıkta 7 ton olarak kaydedilmiştir. Kağıt atıkların bu zaman dilimindeki fazlalığının en önemli etkeninin hastane kaynaklı oluşumdan ileri geldiği belirlenmiştir. 2020 yılında veri alınan on üç birimin atık türlerinin sınıflandırılması ise plastik, kağıt, cam, metal, e-atık, atık yağ, tehlikeli atık ve tıbbi atık olarak ayrılmıştır. Ayrı toplanan atık türlerinin yıllık miktar dağılımı 2020’de yaklaşık; plastik atıkta 4 ton, kağıt atıkta 48 ton, metal atıkta 165 ton, cam atıkta 1 ton, atık yağda 1 ton, e-atıkta 8 ton, tıbbi atıkta 477 ton ve tehlikeli atıkta 37 ton olarak belirtilmiştir. Atık verilerindeki değişkenliklerin sisteminin başarısızlığının bir göstergesi olarak değil izlenebilirlik sisteminin olmayışı ile sürdürülebilirliğinin sağlanamamasından kaynaklandığı görülmüştür. Atık karakteristiklerinin verildiği grafiklerde de görüldüğü üzere, her yıl atık veri beyanını yapan fakülte ve binaların atık karakteristiğinin de farklılık göstermesi sağlıklı veri teminindeki eksikliği işaret etmektedir. Buna örnek olarak Mühendislik Fakültesi atık envanteri incelendiğinde; sistemin kurulduğu yıl toplanan veriler doğrultusunda atık türleri ambalaj atıkları, iri hacimli atıklar, e-atık, tehlikeli atık ve kompozit olarak belirtilmiştir. Devam eden süreçte 2019 yılında plastik, kağıt, cam ve organik atıklar, 2020 de ise plastik, kağıt ve cam atıklar kapsamında veri girdisi yapılmıştır. Fakültenin son iki yıldaki atık miktarındaki azalma, pandemi ve esnek mesai faktörlerinden kaynaklanmıştır. Bunun yanı sıra kaydedilen miktarlar arasındaki değer aralıklarının fazla olması kampüste veri takibinin düzgün yapılmaması sonucu sağlıklı veriye ulaşamama ile yakından ilişkilendirilmiştir.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nde sıfır atık çalışmaları çerçevesinde elde edilen verilere göre atıkların geri dönüşüm, kompost ve düzenli depolama oranları kampüste sistemin kurulumu öncesinde üniversite tarafından mevcut durumun yaklaşık oranına karşılık, gelecek on beş yıllık süreçte ileriye yönelik belirlenen tahmini hedef yüzdeleri olarak Şekil 4.9’daki gibi öngörülmektedir.



Şekil 4.9. OMÜ’de hedeflenen tahmini atık geri dönüşüm oranları

Hedeflenen geri dönüşüm oranlarını sağlamaya yönelik planlamalar ile sıfır atık yönetiminin sistematik bir şekilde sürdürülebilirliği, üniversite kampüsündeki atıkların önemli ölçüde döngüsel ekonomiye geri kazandırılması aşamasına katkı sağlayacaktır. Bu amaçla kampüsteki atıkları kaynağında önleyip, minimizasyonunu sağlamaktan sonra en önemli adım kaynaktan ayrı toplamayı doğru ve etkili bir şekilde gerçekleştirmektir. Üniversitenin atık yönetimi çerçevesinde anlaştığı lisanslı firmalar tarafından toplanan geri dönüştürülebilir atıklar ile kampüste mevcut atığın düzenli depolamaya gitme oranları düşürülerek, bu alanlardaki atık yükünü azaltmaya da katkı sağlanmaktadır.

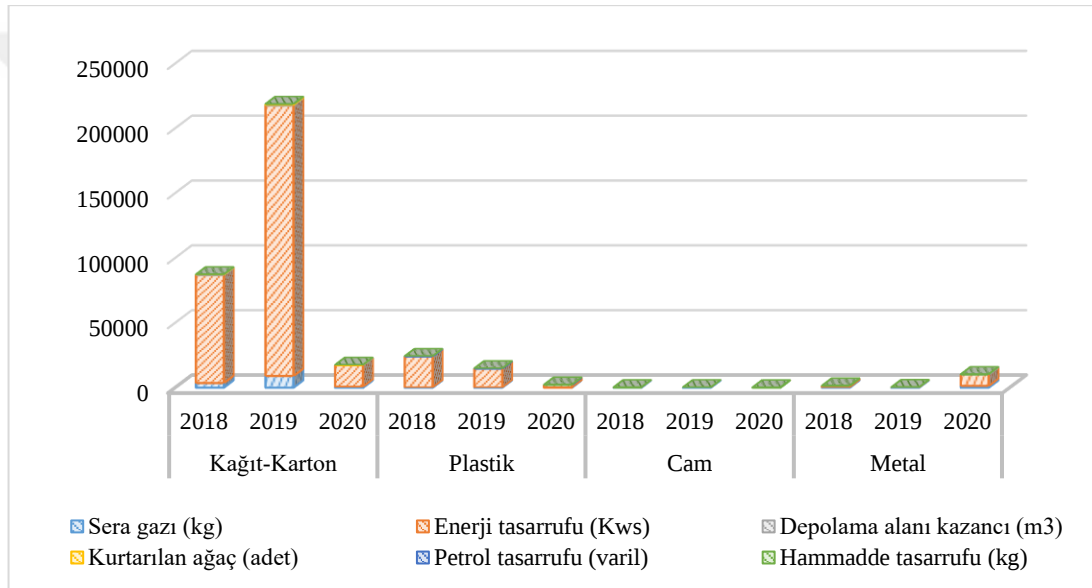
#### 4.3. Ayrı Toplanan Atık Türlerinden Elde Edilen Çevresel Kazanımlar

Entegre bir atık yönetimiyle üniversitede ayrı olarak toplanan bazı atık türlerinden elde edilebilecek olan birçok çevresel kazanım miktarları Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın hesaplama araçlarından olan sıfır atık sayacı kullanılarak hesaplanmıştır. Oluşan atık miktarlarının son üç yıla göre kağıt-karton, cam, metal ve plastik türler bazında kaydedilen miktarları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. 2018-2020 yılları arası geri dönüşebilir atık miktarları

| Atık Türü    | 2018 (kg/ay) | 2019 (kg/ay) | 2020 (kg/ay) |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Kağıt-karton | 20295.7      | 50886.79     | 4051.75      |
| Plastik      | 4145         | 2532.35      | 365.16       |
| Cam          | 1638.7       | 1977.80      | 101.75       |
| Metal        | 1877.13      | 340.43       | 13765.16     |

Geri dönüştürülebilir atık miktarları incelendiğinde yıllar arasında artış ve azalışlardaki dalgalanmalar dikkat çekmektedir. Bunun en önemli sebepleri arasında yaşanan pandemi koşulları ile veri girişlerindeki düzensizliğin ve izlenebilirlik sisteminin olmayışı yer almaktadır. Yıllara göre toplanan atık verilerine bakıldığında, fakülte ve birim sayıları ile atık envanterlerinin değişiklik gösterdiği görülmektedir. Üniversitenin 2018-2020 yılları arasında oluşturduğu kağıt-karton, plastik, cam ve metal atıkların ayrı toplanmasına karşılık gelen çevresel kazanımlar hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçlar doğrultusunda elde edilen değerler sera gazı, enerji tasarrufu, depolama alanı kazancı, hammadde tasarrufu, petrol tasarrufu vb. alanlardaki kazanımlar grafiksel olarak Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

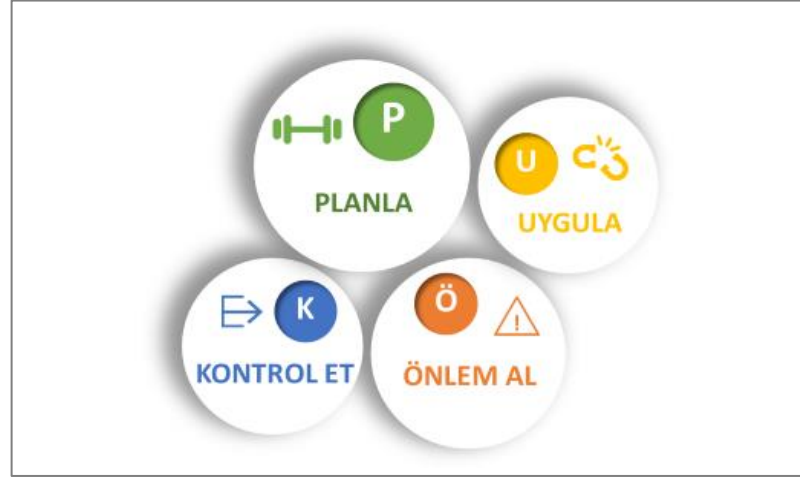


Şekil 4.10. Yıllara göre toplanan atık türlerinden elde edilecek kazanımlar

Kağıt atıklardan 13316 kg, plastik atıklardan 289 kg, cam atıklardan 111 kg ve metal atıklardan 1518 kg sera gazından kazanıma katkı sağlanmıştır. Enerji tasarrufu yönündeki katkı; kağıtta 308449 kWsa, plastikte 40634 kWsa, camda 156 kWsa ve metalde 10258 kWsa olarak hesaplanmıştır. Depolama alanı kazançları; kağıtta 188 m<sup>3</sup>, plastikte 15 m<sup>3</sup>, camda 5 m<sup>3</sup>, metalde ise 48 m<sup>3</sup> olarak bulunmuştur. Üniversitede bu yıllar içerisinde ayrı topladığı kağıt-karton atıklar ile 1279 adet ağaç kurtarılmasına destek sağlamıştır. Ayrı toplanan plastik atıklardan yaklaşık 115 varil petrol tasarrufuna katkı sağlanmıştır. Cam atıklardan bu aralıkta yaklaşık 4.5 kg ve metal atıklardan ise 20 kg hammadde tasarrufu elde edilmiştir. Buna ek olarak kampüste sıfır atık yönetim sistemi uygulamasının değerlendirmesi üzerine yapılan SWOT analizi sonuçları da Tablo 4.4'de verilmiştir.

#### 4.4. Sürdürülebilirlik Açısından Sıfır Atık Yönetiminin PUKÖ Döngüsüne Entegrasyonu

PUKÖ döngüsü planlama, uygulama, kontrol etme ve önlem alma aşamalarından oluşan sistematik bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Hedefe yönelik sonuca ulaşmada gerekli planlamaların takibinde yol gösterici bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Şekil 4.11-12).



Şekil 4.11. PUKÖ döngüsü

##### Sıfır Atık Öncesi Atık Oluşum Durumunun Tespiti

- Fakülte ve birimlerde atık oluşma noktalarının belirlenmesi
- Oluşan atık miktarlarının ayrıştırma yapılmadan önce tespit edilmesi

##### Sıfır Atık Sisteminin Kurulması

- Binalarda atık toplama alanlarının tespiti ve ayırma kutularının ihtiyaç oranlarında binalara yerleştirilmesi
- Odak noktalarının belirlenmesi
- Bina dışına atık getirme merkezlerinin konumlandırılması
- Ayrı toplanan atık miktarlarının belirlenmesi
- Mobil atık getirme merkezlerinin oluşturulması
- Kampüste uygun noktalara geçici depolama alanlarının kurulması

##### Eğitim ve Bilinçlendirme Çalışmaları

- Akademik personele eğitim
- İdari personele eğitim
- Öğrencilere eğitim

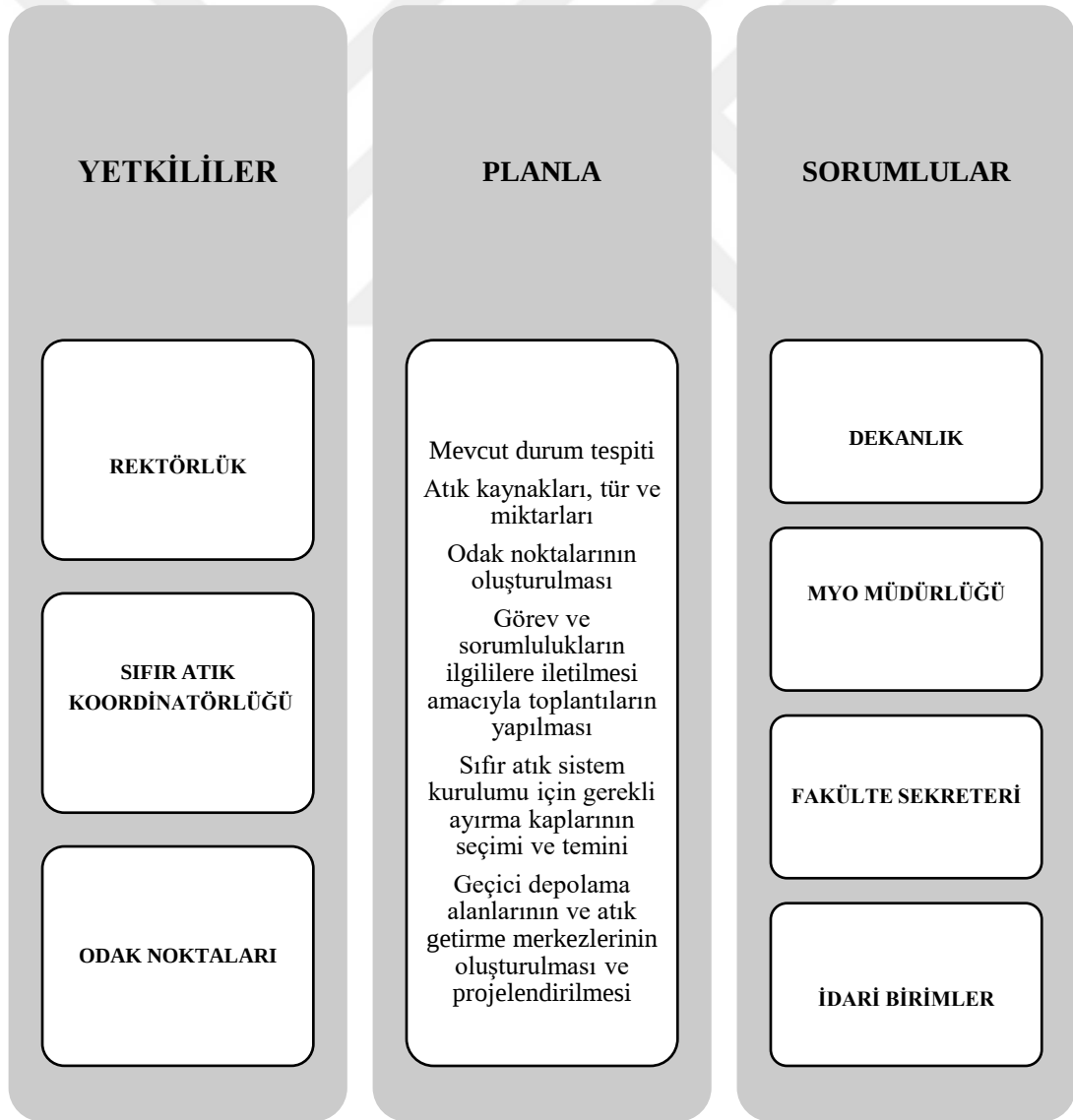
##### Farkındalık ve Ölçme Çalışmaları

- Akademik ve idari personele anket uygulanması
- Öğrencilere anket uygulanması

Şekil 4.12. Kampüste sıfır atık yönetimi aşamalarının şematik gösterimi

✓ **Planla adımı:**

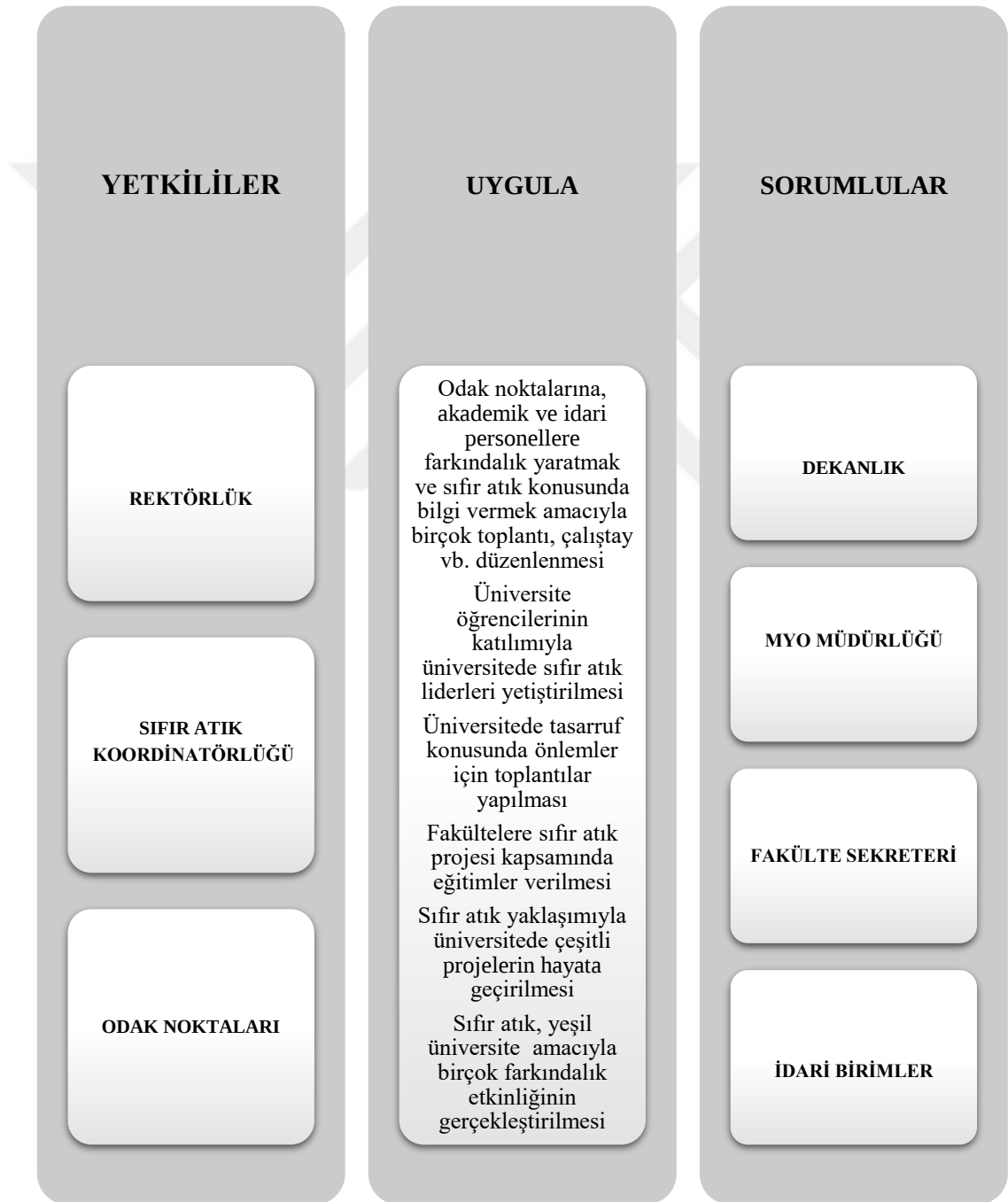
PUKÖ döngüsünün başlangıç noktası ve en önemli aşamasını oluşturan adımdır. Bu aşamada planlanan işin kimler tarafından, neden, nasıl, nerede, ne zaman, ne süreçte tamamlanacağı belirlenmektedir. Planlama aşamasında tüm etkenlerin dikkate alınması, sorumlulukların paylaşımı ve hedeflerin tam olarak belirlenmesi ile döngünün son adımını oluşturan önlem al aşamasında yapılacakları minimuma düşürecektir. Planlama aşamasında yeterli dikkat gösterilmez ise kontrol et ve önlem al aşamalarında yapılacak olan uygulamaların geri dönüşleri fazla olacaktır. Hedefler doğrultusunda yapılacak çalışmalar belirlenirken alınacak olan kararlar gerçek verilere dayalı ve güvenilir olmalıdır. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin planlama aşaması Şekil 4.13’de verilmiştir.



Şekil 4.13. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin planlama aşaması

✓ **Uygula adımı:**

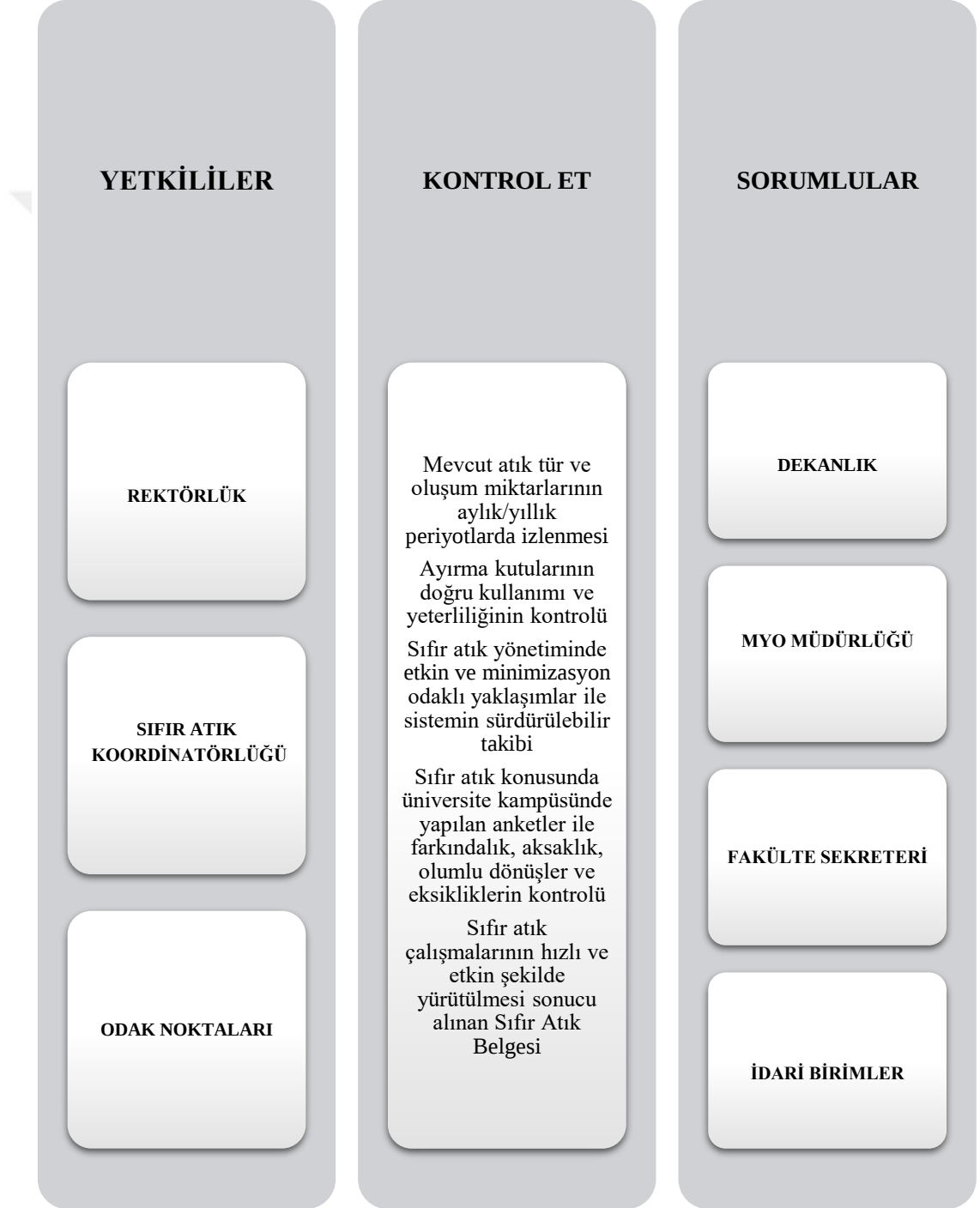
PUKÖ döngüsünün ikinci adımı uygulama aşamasıdır. Planlama adımıyla amaçlanan faaliyetlerin belirlenen zamanda ve kişilerle uygulamaya geçirildiği aşamadır. Uygulama aşamasında kullanılan istatistiksel metotlardan sağlanan veri envanterleri PUKÖ döngüsünün bir sonraki adımı olan kontrol et aşamasının girdisini oluşturmaktadır. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin uygula aşaması Şekil 4.14’te verilmiştir.



Şekil 4.14. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin uygula aşaması

✓ **Kontrol et:**

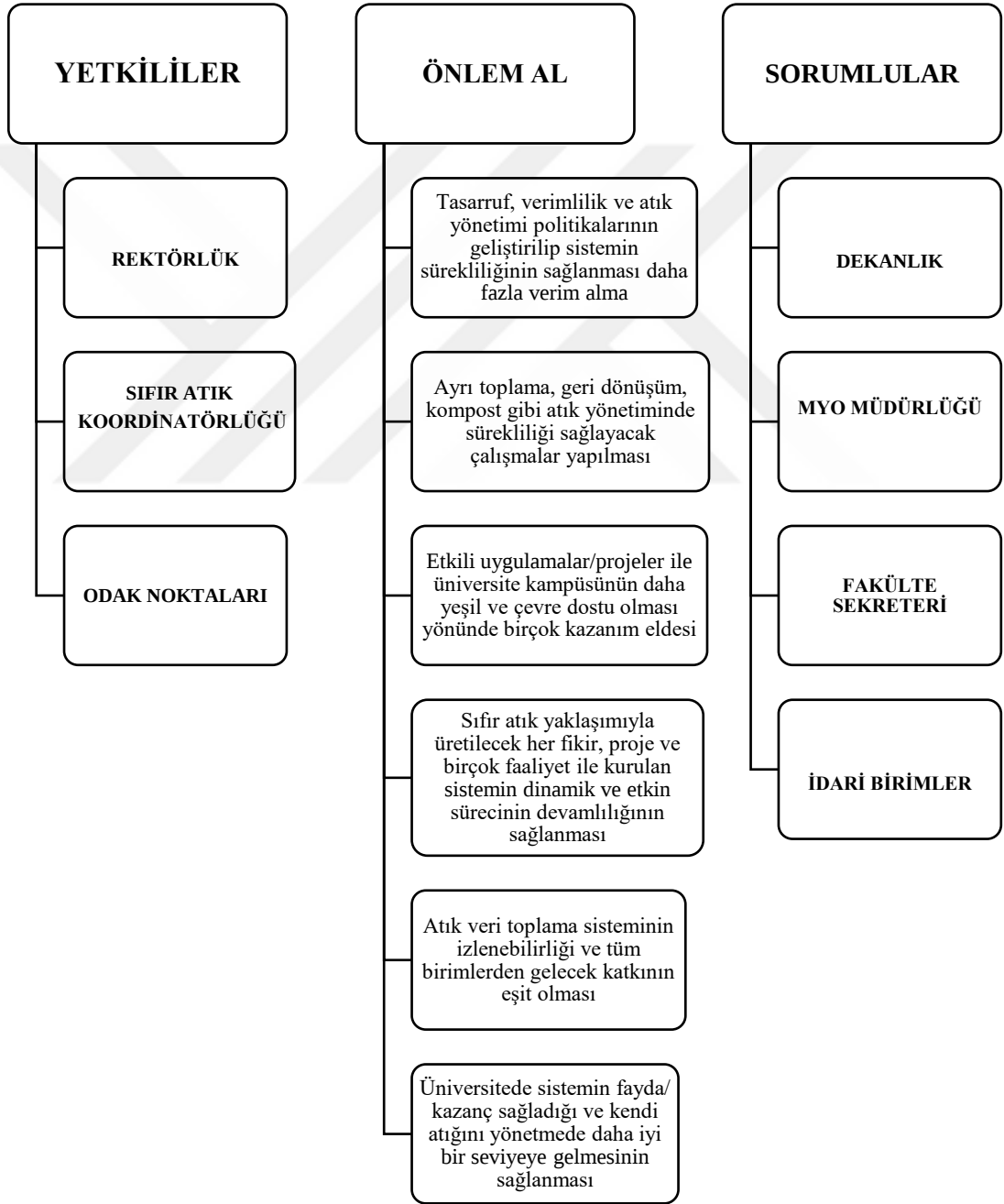
PUKÖ döngüsünün üçüncü aşamasıdır. Planlanan hedeflere ne derecede ulaşıldığı belirlenir. Hedefe yönelik yapılan çalışmalarda aşama kaydedilen alanlar ile işleyişin kontrolü takip edilir. Eğer hedeflere ulaşıldıysa yapılan uygulama faaliyetleri kontrol edilir ve standartlaştırılır. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin uygulama aşaması Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4.15. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin kontrol et aşaması

✓ **Önlem al adımı:**

PUKÖ döngüsünün dördüncü adımı olan son aşamasıdır. Bütüncül olarak içinde PUKÖ döngüsünü barındırmaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalar ile planlanan faaliyetler arasındaki farklılıkların tespit edilmesi ve oluşan sapmaların kaynaklandığı nedenlerin araştırılması esastır. Tüm bunların ortadan kaldırılmasına yönelik planlamaların başlatılması sağlanır. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin önlem al aşaması Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin önlem al aşaması

Tablo 4.4. SWOT Analizi

| Güçlü Yönler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Zayıf Yönler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Üniversitede sıfır atık farkındalığı</li> <li>✓ Yerel yönetimlerin ve yöneticilerinin atık yönetimi konusundaki farkındalıklarının güçlü olması ve üniversite ile işbirliği içerisinde faaliyetlere olumlu bakılması</li> <li>✓ Üst yönetimin desteği</li> <li>✓ Güncel gelişmelerin takibi</li> <li>✓ UI GreenMetric (World University Rankings) değerlendirme sistemine katılım sağlanması</li> <li>✓ Elektronik belge yönetim sisteminin kullanımı</li> <li>✓ Ayır toplama ve minimizasyon</li> <li>✓ Geçici depolama alanları</li> <li>✓ Gelişen ve değişen yönetmelikler</li> <li>✓ İhtiyaç analizi ve sürekli gelişime destek</li> <li>✓ Yeşil kampüs uygulamaları</li> <li>✓ Öğrenci ilgi ve destekleri</li> <li>✓ Proje geliştirme ve uygulama</li> <li>✓ Sıfır atık yönetimini kampüse entegre etme başarısı</li> <li>✓ Tıbbi ve tehlikeli atık depolama alanlarının bulunması</li> <li>✓ Tıbbi atık üreten birimlerin, oluşturdukları atıkları atık yönetimi çerçevesinde çevreye ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yönetmeleri</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nüfus bazlı kalabalık bir üniversite olması</li> <li>✓ Kişilerin atık azaltma, tekrar kullanımına ve geri dönüşümüne yeterli katkıyı sağlamaması</li> <li>✓ Sıfır atık birimi eksikliği</li> <li>✓ Veri toplamada görülen sıkıntılar</li> <li>✓ Birimlerden gelen atık tür ve miktar verilerinde yaşanan aksaklık ve eksiklikler</li> <li>✓ Bütçe yetersizliği</li> <li>✓ İzlenebilirlik</li> <li>✓ Çevre yönetimi konusunda maliyetlerinin yüksek olması</li> <li>✓ Kampüste yenilenebilir enerji üretiminin olmayışı</li> <li>✓ Kampüste kağıt ve plastik kullanımını azaltma uygulamalarının artırılması</li> <li>✓ Akıllı bina uygulamalarının eksikliği</li> <li>✓ Atık yönetiminin tek bir birim altında toplanmaması</li> <li>✓ Atık, atıksu, emisyon yönetim planlarının bulunmaması</li> <li>✓ Sorumluluk alınmaması, genellikle gönüllülük esasına dayanması</li> <li>✓ Sürdürülebilirliğin sağlanamaması</li> <li>✓ Su yönetimi ve geri kazanımı alanında uygulamaların olmaması</li> <li>✓ Yağmur suyu toplama sisteminin olmaması</li> <li>✓ Bütüncül yaklaşım eksikliği</li> </ul> |
| Fırsatlar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Tehditler                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Değişim ve süreç gelişimi isteği</li> <li>✓ Devletten veya çeşitli sektörlerden sıfır atık projesinin geliştirilebilmesi için dış destek sağlama imkanı</li> <li>✓ Kaynak verimliliği</li> <li>✓ Geri dönüşüme katkı</li> <li>✓ Yeşil kampüse uygunluk</li> <li>✓ Proje ve teknoloji üretimine yatkınlık</li> <li>✓ Sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma</li> <li>✓ Üniversite yönetiminin çevre ile ilgili faaliyetlere olumlu bakması ve GreenMetric sıralamasındaki yerini üst sıralara taşıma isteği</li> <li>✓ Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi'nin aktif olması</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Kampüs alanının büyüklüğü ve fakülte/birim sayısının fazla olması</li> <li>✓ Zamanlama</li> <li>✓ Artan çevre sorunları</li> <li>✓ Doğal kaynakların azalması</li> <li>✓ Tüketim hızındaki aşırı artış</li> <li>✓ Düzenli depolama sahalarında yükün artması</li> <li>✓ Uygulamaya geçiş aşamasında yaşanan durağanlık</li> <li>✓ İklim değişikliği</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

#### 4.5. Üniversitenin Su ve Enerji Tüketimindeki Değişim

Üniversitenin 2012-2020 yılları arasındaki su ve enerji kapsamındaki tüketim miktarları üniversitenin her yıl yayınlanan İdare Faaliyet Raporlarından temin edilmiş olup ilgili veriler Tablo 4.5 ve Tablo 4.6’da verilmiştir.

Tablo 4.5. Üniversitenin yıllara göre tüketim verileri

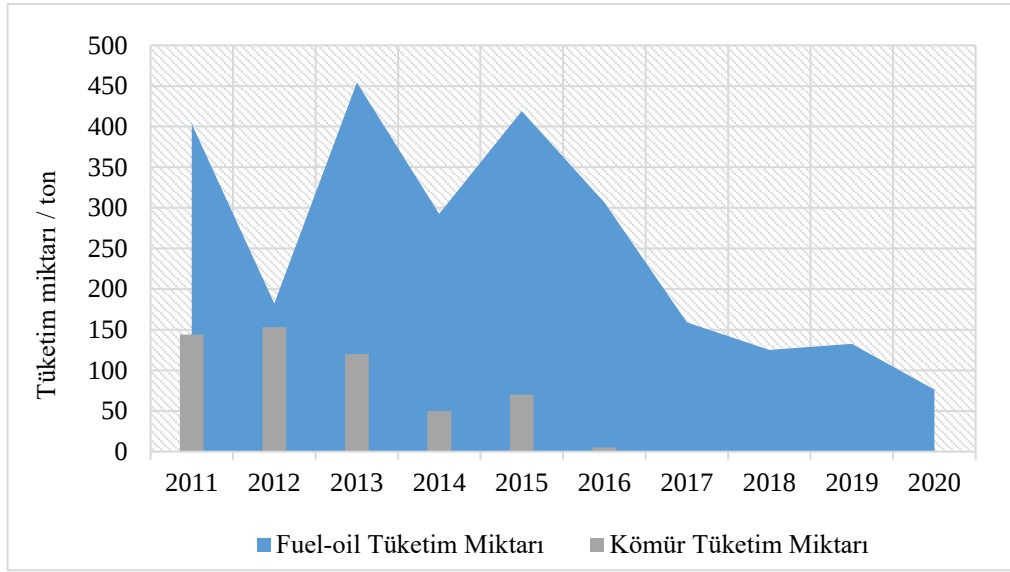
| Yıllar                              | 2012       | 2013       | 2014       | 2015       | 2016       | 2017       | 2018       |
|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Su tüketimi (m <sup>3</sup> )       | 54.220     | 29.099     | 45.893     | 49.244     | 59.473     | 54.421     | 52.536     |
| Elektrik tüketimi (kWsa)            | 23.731.942 | 22.388.431 | 25.355.793 | 26.637.241 | 26.408.472 | 29.353.942 | 33.202.399 |
| Doğalgaz tüketimi (m <sup>3</sup> ) | 2.947.192  | 8.100.335  | 2.294.401  | 2.668.527  | 2.248.131  | 2.041.796  | 1.622.783  |
| Fuel-oil tüketimi (ton)             | 182,19     | 454,26     | 292,66     | 419,28     | 306,65     | 158,94     | 125,37     |
| Kömür tüketimi (ton)                | 153        | 120        | 50         | 70         | 5          | -          | -          |

2020 itibariyle yaşanan pandemi salgınında üniversitenin İdare Faaliyet Raporu’nda yayınlanan verilere göre son iki yılda tüketim miktarlarında meydana gelen değişim oranları ise Tablo 4.6’da sunulmuştur.

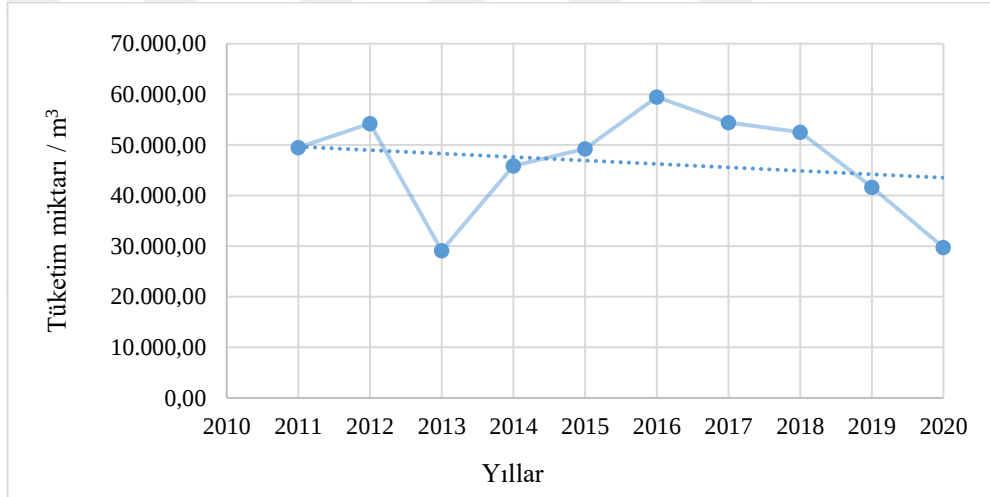
Tablo 4.6. Üniversitenin 2020 yılı tüketim verilerindeki değişim yüzdesi (%)

| Yıllar                                        | 2019          | 2020          | 2019 yılına göre 2020 yılındaki değişim (%) |
|-----------------------------------------------|---------------|---------------|---------------------------------------------|
| Su tüketim miktarları (m <sup>3</sup> )       | 41.658,06     | 29.762,00     | -28.56%                                     |
| Elektrik tüketim miktarları (kWsa)            | 31.554.447,25 | 27.248.398,80 | -13.65%                                     |
| Doğalgaz tüketim miktarları (m <sup>3</sup> ) | 1.888.991,91  | 1.370.727,82  | -27.44%                                     |
| Fuel-oil tüketim miktarları (ton)             | 132,65        | 76,28         | -42.50%                                     |

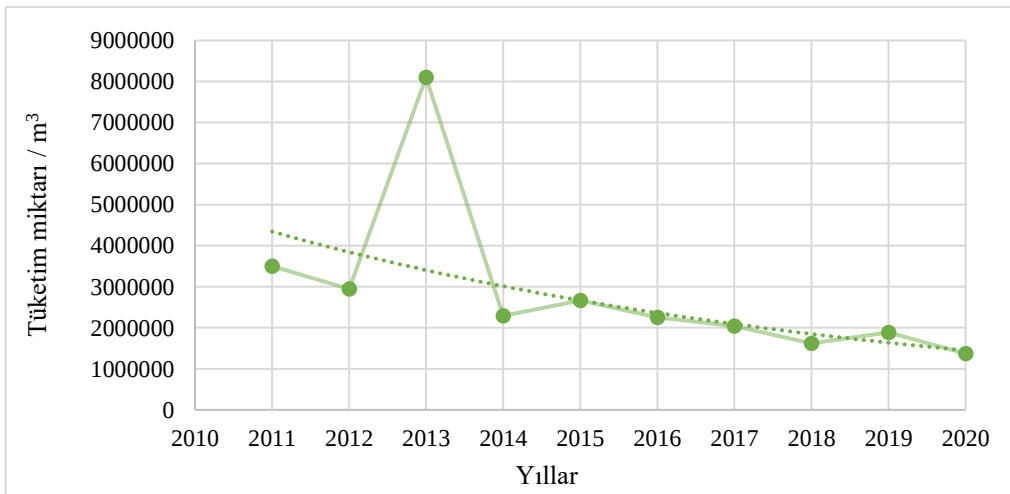
2019 yılı tüketim miktarları ile karşılaştırıldığında 2020 yılında dünya genelinde yaşanan pandemi salgınının üniversite kampüsleri üzerinde tüketim açısından önemli değişimleri ve azalmaları da beraberinde getirdiği açıkça görülmektedir. Kaydedilen veriler incelendiğinde suda % 28.56, elektrikte % 13.65, doğalgazda % 27.44, fuel-oilde ise % 42.50 oranında düşüş yaşandığı dikkat çekmektedir.



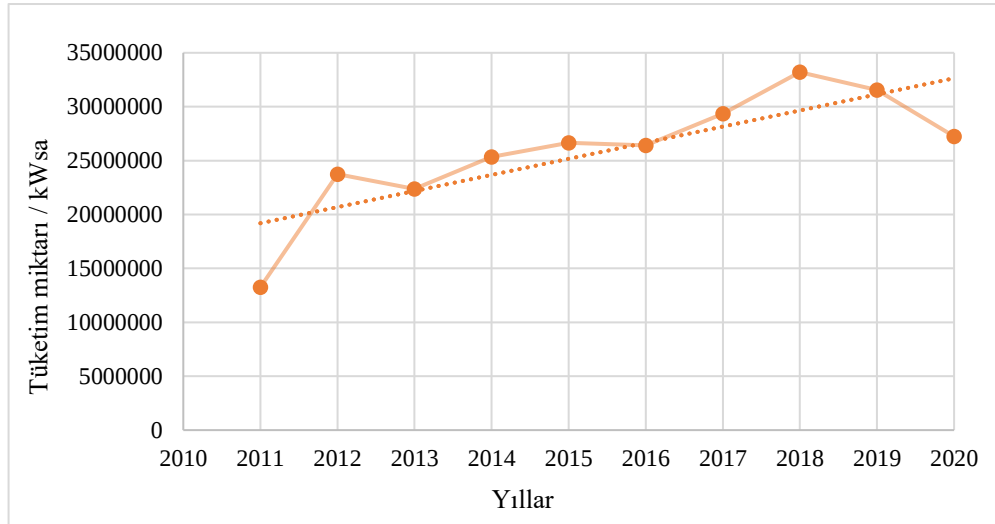
Şekil 4.17. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün fuel-oil ve kömür tüketim miktarlarındaki değişim



Şekil 4.18. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün su tüketim miktarlarındaki değişim



Şekil 4.19. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün doğalgaz tüketim miktarlarındaki değişim



Şekil 4.20. 2011-2020 yılları arasında OMÜ'nün elektrik tüketim miktarlarındaki değişim

Şekil 4.17-17-18-20 arasında verilen grafiklerde 2011 yılı itibariyle 2020 yılında etkin olan faktörlerin getirilerine paralel olarak kampüs dinamikliğinin azalmasıyla birlikte tüketimdeki düşüşlerin kampüs faaliyetlerinden kaynaklı karbon salınımlarının azalmasına da katkı sağlamıştır.

#### 4.6. Üniversitenin Karbon Ayak İzi

Üniversitenin karbon salınımının 2018 ve 2020 yılları arasında kapsam1, kapsam 2 ve kapsam 3 çerçevesinde belirlenen sınırlara göre materyal ve yöntem bölümünde bahsedilen emisyon faktörleri ile tüketim verilerininin çarpımından elde edilen yaklaşık sonuçlar Eşitlik 4.1 kullanılarak hesaplanmıştır.

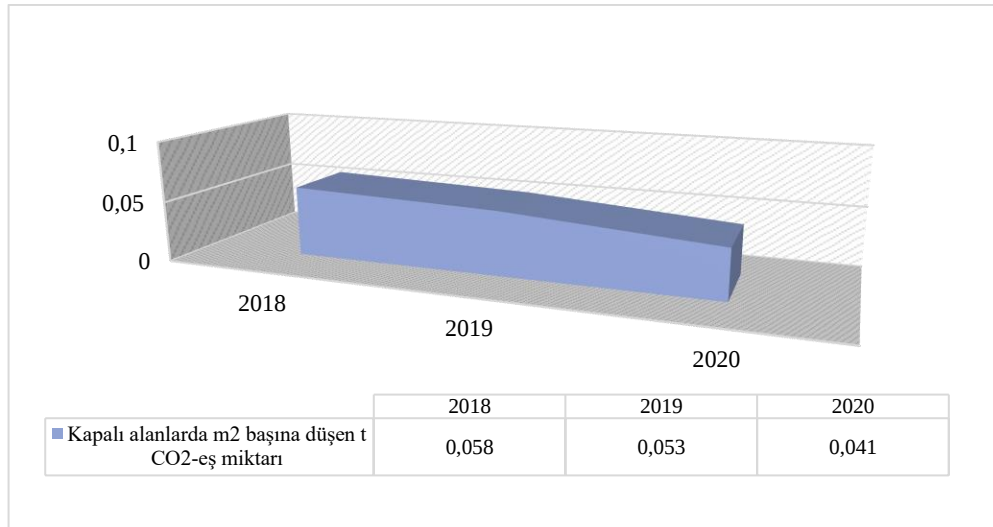
$$\text{Emisyonlar} = \text{Faaliyet Verisi (FV)} * \text{Emisyon Faktörü (EF)} \quad (4.1)$$

eşitliği kullanılarak karbon salınımlarının yaklaşık değerleri bulunmuştur. Üniversitenin Kapsam 1 sınırlarında ele alınan ısınma kaynaklı doğalgaz ve fuel-oil tüketim miktarları dikkate alınarak son üç yıl üzerinden hesaplama yapılmıştır. Kapsam 2 dahilinde ise üniversitenin yıllık elektrik tüketim miktarları kullanılmıştır. Kapsam 3 sınırlarında ele alınan elektrik iletim ve dağıtımından kaynaklı emisyonlar, su tüketimi ve evsel atık kaynaklı kampüste açığa çıkan yaklaşık karbaon salınım miktarları hesaplanmıştır. Tüketim verileri kullanılarak CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O cinsinden de hesaplamaların tümü toplam CO<sub>2</sub>-eş değerlerine dönüştürülmüştür. Tüm bu çerçevede elde edilen sonuçların t CO<sub>2</sub>-eş karşılıkları Tablo 4.7'de verilmiştir.

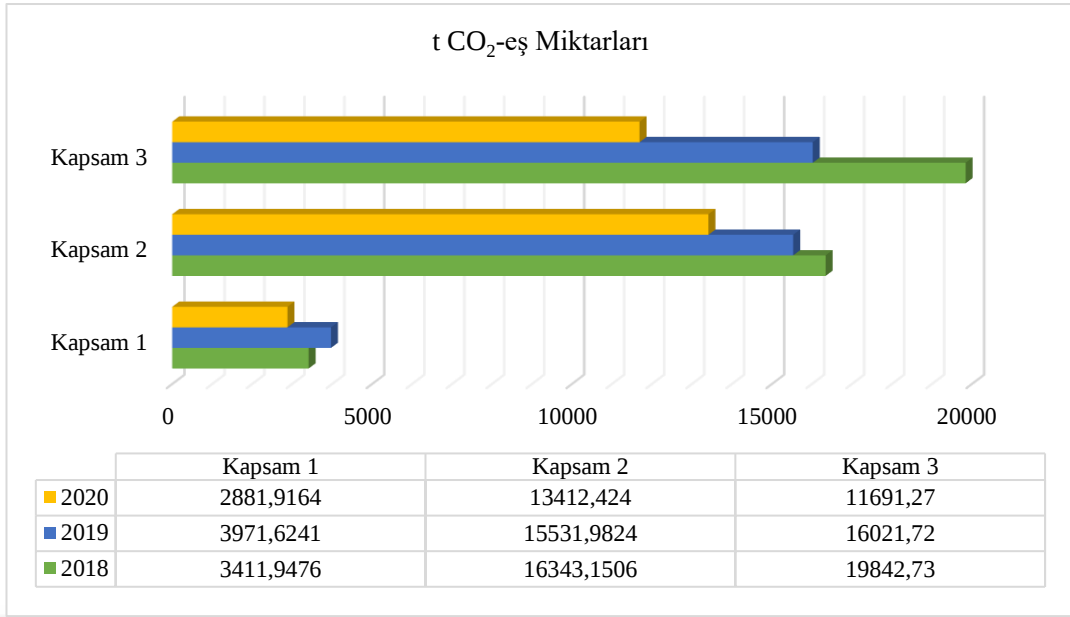
Tablo 4.7. Karbon ayakizi hesaplamaları sonucunda elde edilen t CO<sub>2</sub>-eş miktarları

|              | Kaynaklar               | 2018 (t CO <sub>2</sub> -eş) | 2019 (t CO <sub>2</sub> -eş) | 2020 (t CO <sub>2</sub> -eş) |
|--------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Kapsam 1     | Doğalgaz tüketimi       | 3411,628137                  | 3971,286025                  | 2881,722                     |
|              | Fuel-oil tüketimi       | 0,319526165                  | 0,338080451                  | 0,194403                     |
|              | Kapsam 1- Toplam        | 3411,9476                    | 3971,6241                    | 2881,9164                    |
| Kapsam 2     | Elektrik tüketimi       | 16343,1506                   | 15531,9824                   | 13412,424                    |
|              | Kapsam 2- Toplam        | 16343,1506                   | 15531,9824                   | 13412,424                    |
| Kapsam 3     | Elektrik iletim-dağıtım | 1765,06027                   | 1677,45410                   | 1448,541                     |
|              | Su tüketimi             | 18072,63                     | 14330,37                     | 10238,128                    |
|              | Evsel atık              | 5041,0332                    | 13896,7920                   | 4,6075                       |
|              | Kapsam 3- Toplam        | 24878,72                     | 29904,61                     | 11691,27                     |
| Genel Toplam |                         | 44633,81                     | 49408,21                     | 27985,61                     |

Tablo 4.7’de verilen sonuçlar kullanılarak üniversitenin son üç yılda mevcut kapalı alanlarda m<sup>2</sup> başına düşen t CO<sub>2</sub>-eş miktarları Şekil 4.21’de verilmiştir.

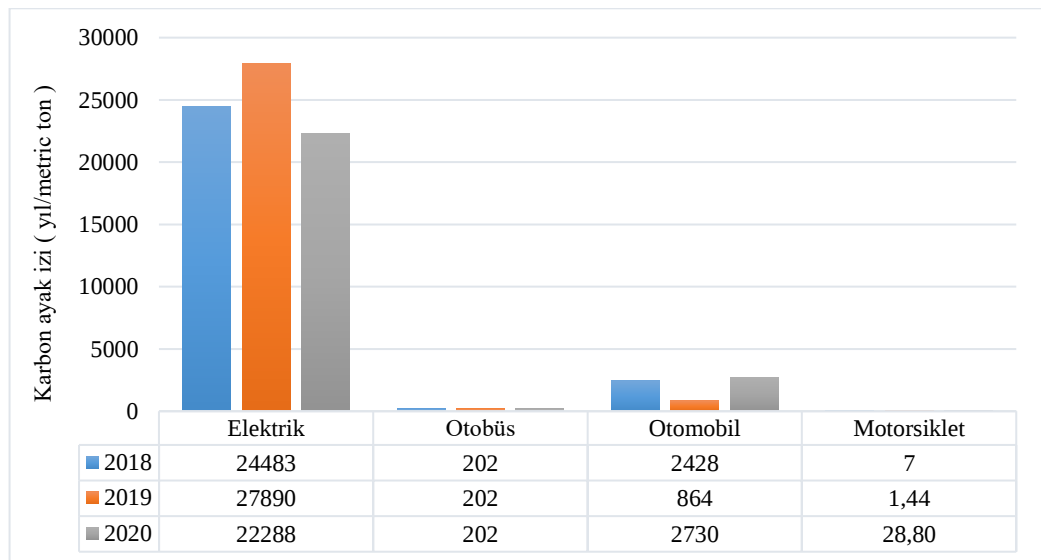


Şekil 4.21. Kapalı alanlarda m<sup>2</sup> başına düşen t CO<sub>2</sub>-eş miktarları



Şekil 4.22. OMÜ'nün yıllara göre karbon ayak izi miktarları

Şekil 4.22'de verilen karşılaştırma grafiği değerlendirildiğinde kapsam1, kapsam 2 ve kapsam 3 sınırlarında kullanılan tüketim miktarlarının karbon emisyon karşılıklarına bakıldığında, 2020 yılının 2018'e göre yaklaşık %30, 2019 yılının 2018'e göre %11 ve 2020'de 2019'a göre %21 oranda yaklaşık bir düşüş göstermiştir. Özellikle 2020 yılında kampüs nüfusunun pandemi sebebiyle olmayışı, esnek mesai uygulamalarına paralel azalan tüketimin karbon salınımlarının azalmasına bir yönüyle olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Yeşil ölçüm kılavuzunda verilen kampüslerde karbon ayak izi hesaplama yöntemi de kullanılarak Şekil 4.23'de OMÜ'nün elektrik ve ulaşım kaynaklı yıllara göre oluşturduğu salınım miktarları verilmiştir.



Şekil 4.23. Yeşil ölçüm hesaplama yöntemine göre hesaplanan karbon ayak izi miktarları

UI GreenMetric kılavuzunda verilen hesaplama yöntemi de kullanılarak yıllık karbon ayak izi miktarları elektrik tüketimi ve ulaşım (otobüs, otomobil, motorsiklet) kaynaklı olmak üzere hesaplanmıştır. Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin kılavuzda yer alan yöntem kullanılarak hesaplanmış karbon salınım miktarlarının 2018 ile 2020 yılları arasında değişkenlik gösterdiği görülmektedir. Buna ek olarak dünyada üniversite kampüslerinde farklı sınırlar ve kaynaklar baz alınarak hesaplanan t CO<sub>2</sub>-eş miktarları ise Tablo 4.8'de verilmiştir.

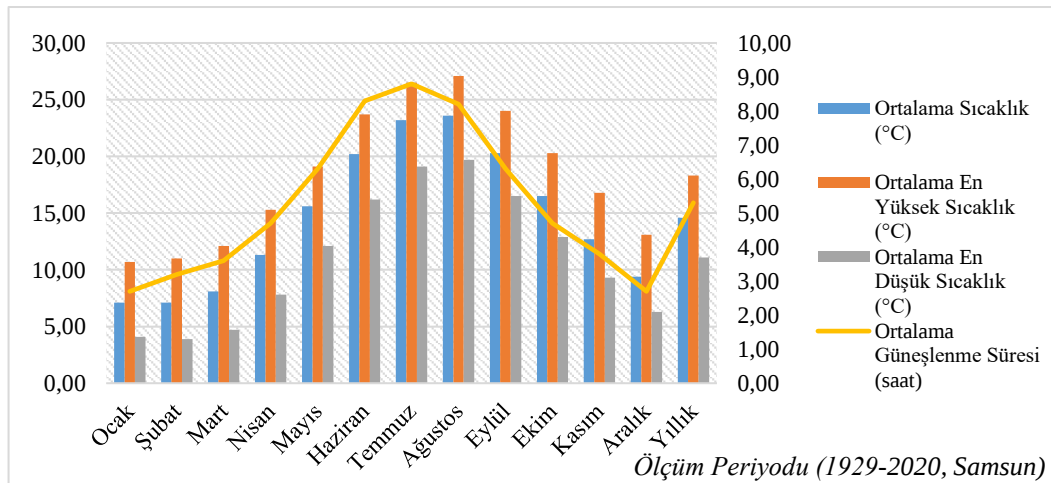
Tablo 4.8. Dünya üniversitelerinde hesaplanan t CO<sub>2</sub>-eş miktarları (Helmes et al., 2021)

| Üniversite                                       | Personel sayısı | Öğrenci Sayısı | Yapılandırılmış kapalı alan (m <sup>2</sup> ) | Yıllar  | t CO <sub>2</sub> -eş |
|--------------------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------------------------|---------|-----------------------|
| ETH Zürich, İsviçre                              | 8.620           | 20.607         | 691.000                                       | 2017    | 32.869                |
| Talca Üniversitesi, Chile, Güney Amerika         | 928             | 6.941          | 98.000                                        | 2016    | 5.920                 |
| Leuphana Üniversitesi Lüneburg, Almanya          | 1100            | 9.239          | 83.300                                        | 2015    | 7.593                 |
| Universiti Teknologi Johor Bahru, Malezya        | 4.894           | 19.433         | 813.352                                       | 2011    | 45.991                |
| University College of Cork, İrlanda              | 2.697           | 18.464         | 193.781                                       | 2016/17 | 31.425                |
| Umwelt-Campus Birkenfeld, Almanya                | 281             | 2.450          | 24.268                                        | 2015/17 | 2.696                 |
| King's College London, Birleşik Krallık          | 8.500           | 31.377         | 251.154                                       | 2018/19 | 50.556                |
| Tongji Üniversitesi, Shanghai, Çin               | 6.000           | 47.000         | 1.600.000                                     | 2014    | 180.480               |
| Maryland College Park MD Üniversitesi, Amerika   | 14.000          | 40.521         | 1.300.000                                     | 2018    | 232.000               |
| Monash Üniversitesi, Melbourne, Avustralya       | 7.678           | 63.246         | 728.193                                       | 2015    | 188.416               |
| Yale University, New Haven CT, Amerika           | 16,184          | 12,458         | 1.342.297                                     | 2016    | 234.024               |
| Duquesne Üniversitesi Pittsburgh PA, Amerika     | 2.078           | 9.214          | 145.011                                       | 2018    | 51.883                |
| Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Türkiye              | 6.603           | 51.631         | 668.691                                       | 2020    | 27.985                |
| University of Cape Town, Güney Afrika            | 5.041           | 26.000         | 668.165                                       | 2013    | 88.752                |
| University of Leuven (KU), Belçika               | 13.457          | 39.383         | 1.000.000                                     | 2010    | 153.436               |
| Minnesota State Üniversitesi Mankato MN, Amerika | 855             | 14.712         | 157.930                                       | 2017    | 44.831                |

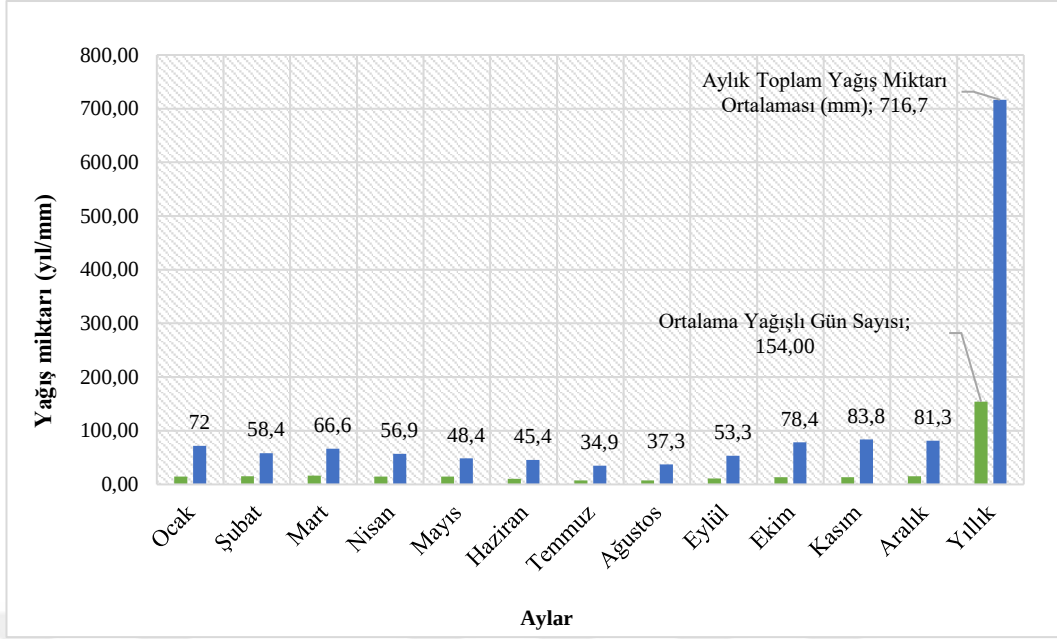
Dünya üniversitelerinin kapalı alan değerleri ile belirledikleri farklı kaynaklardan ileri gelen karbon salınımları doğrultusunda bazı üniversite kampüslerinde farklı yıllarda hesaplanan miktarlar incelendiğinde, Amerika’da bulunan Yale Üniversitesi’nin 1.342.297 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip olduğu ve 2017 yılında hesaplanan değer 234.024 t CO<sub>2</sub>-eş olduğu görülmektedir. Alansal büyüklük olarak birbirlerine yakın olan Maryland College Park Üniversitesi (1.300.000 m<sup>2</sup>) kampüsünde ise 2018 yılında hesaplanan karbon salınım miktarı 232.000 t CO<sub>2</sub>-eş olarak kaydedilmiştir. Minnesota State Üniversitesi ise 157.930 m<sup>2</sup> kapalı alana ve 44.831 t CO<sub>2</sub>-eş, Çin’de bulunan Tongji Üniversitesi’nin karşılaştırma tablosunda yer alan 1.600.000 m<sup>2</sup>’lik en fazla kapalı alana sahip olmasının yanında 2014 yılı için hesaplanan miktarın 180.480 t CO<sub>2</sub>-eş olması dikkat çekmektedir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nin 2020 yılı itibariyle mevcut 668.691 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip olduğu ve 27.985 t CO<sub>2</sub>-eş salınımı hesaplanmıştır. Tüm bu sonuçlar dahilinde belirlenen ve hesaplamalarda kullanılan kapsam sınırlarının farklılık gösterdiği de dikkate alınması gereken bir durumdur.

#### 4.7. Yeşil Alanlarda Çatı Yağmur Sularının Kullanım Potansiyeli

Samsun Meteoroloji 10. Bölge Müdürlüğü resmi web sayfasında yer alan yağış istatistikleri üzerinden bölgeye düşen yağış miktar verilerine erişim sağlanmıştır. Elde edilen verilere bakıldığında, Samsun’un 1929-2020 yılları arasındaki aylık ölçüm periyodunda bölgenin yıllık ortalama 716,7 mm yağış aldığı belirtilmiştir. Belirtilen yıllar aralığındaki aylık yağış miktarları Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’te verilmiştir. Kampüste toplanan yağmur suyu kullanılarak yeşil alanların sulama ihtiyacını ne kadar karşılayabileceğini hesaplamak amacıyla m<sup>2</sup> başına 5 L su kullanıldığı varsayılmıştır.

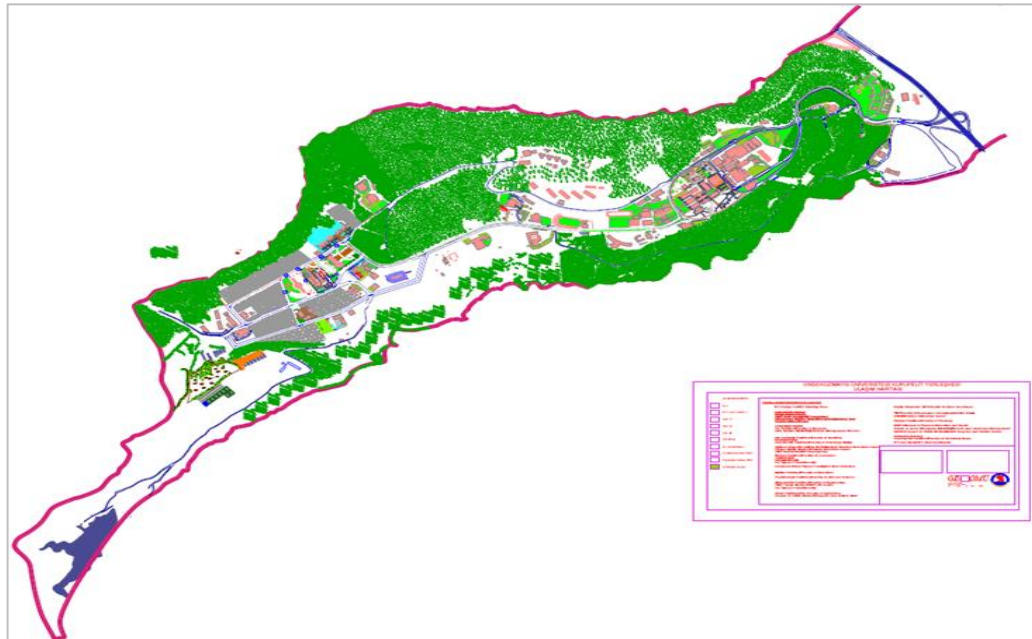


Şekil 4.24. 1929-2020 yılları arası veri istatistikleri (Meteoroloji 10. Bölge Müdürlüğü)



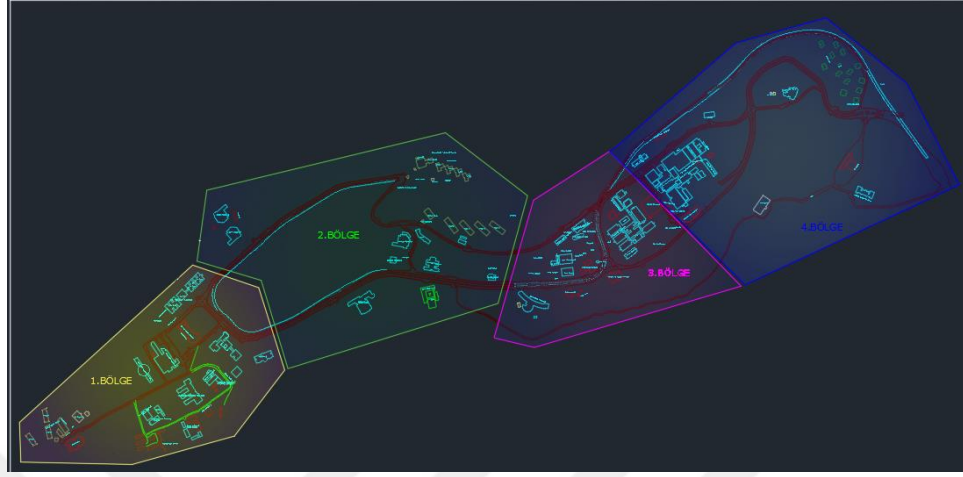
Şekil 4.25. Samsun için 1929-2020 yılları arası aylık ortalama yağış miktarları

Grafiklerden anlaşılacağı üzere ortalama yağışın en fazla olduğu ayın Kasım olduğu görünmektedir. Ortalama yağışlı gün sayısının en fazla olduğu ayın ise Mart'tır. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kurupelit kampüsünün toplam yerleşke alanı yaklaşık olarak 7.705.107 m<sup>2</sup>'dir. Toplam alan içerisinde 1.726.209 m<sup>2</sup>'lik kısmı planlanan inşaatlar, mevcut binalar ve akademik amaçlı kullanılan alanlar oluşturmaktadır. 3.043.473 m<sup>2</sup>'lik alan orman bitki örtüsüyle kaplı olup, 2.000.000 m<sup>2</sup>'lik alan ekili bitki örtülerinden sahip olup Şekil 4.26'da gösterilmiştir.



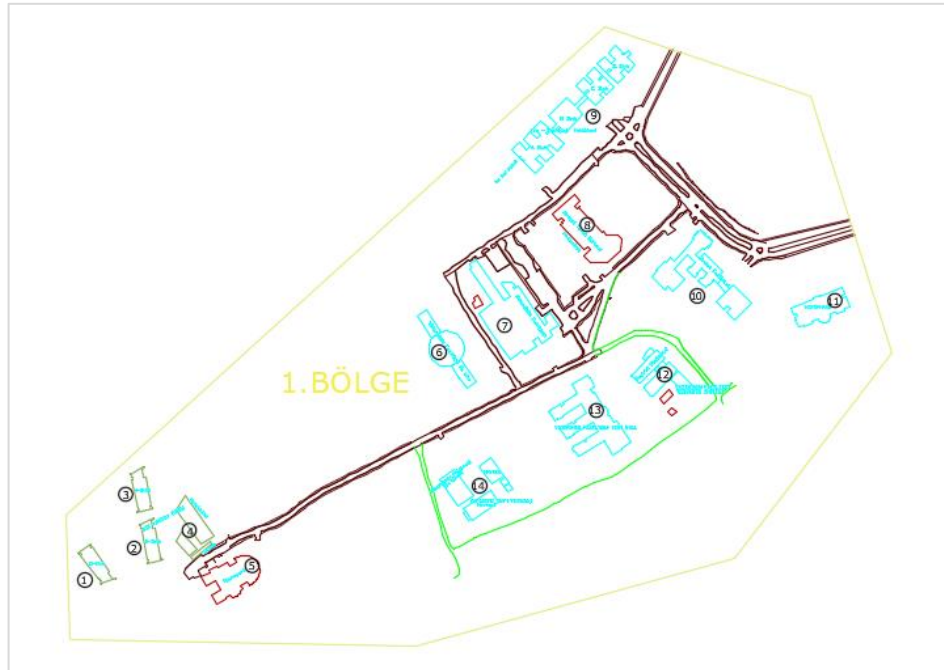
Şekil 4.26. OMÜ kampüs gelişim planı

Kurupelit Kampüsü oldukça büyük bir alana sahip olduğundan çalışma alanında mevcut bina ve yeşil alanların dağınık olması yerleşkenin dağılımı da göz önüne alarak Autocad programı kullanılarak Şekil 4.27’deki gibi dört bölgeye ayrılmıştır.

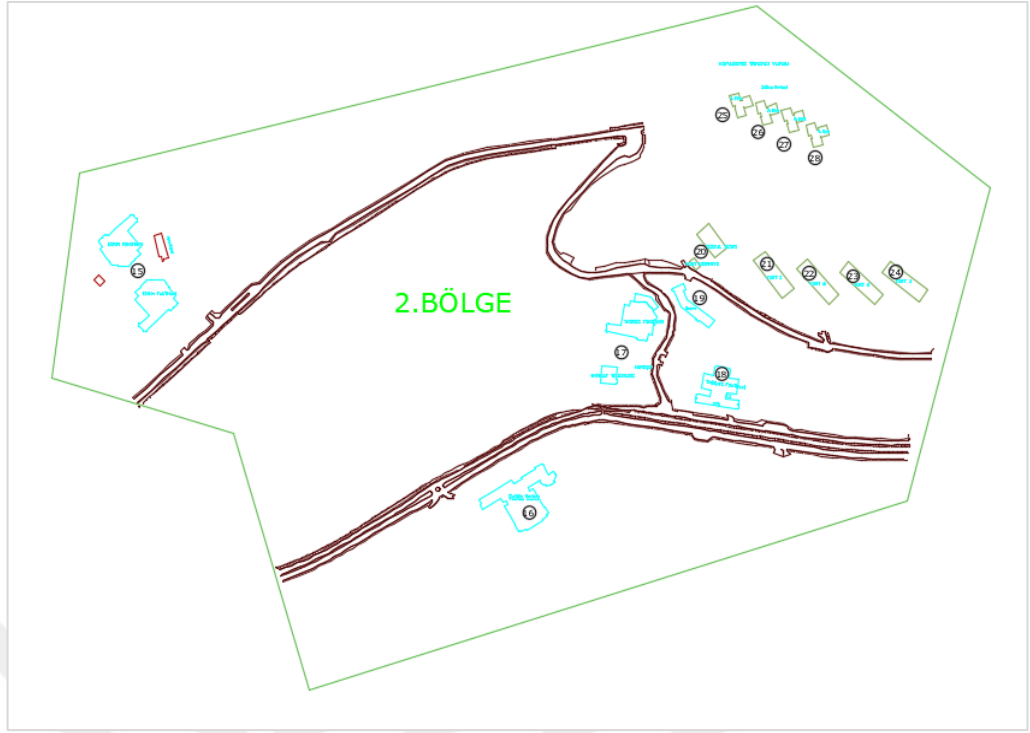


Şekil 4.27. OMÜ Kurupelit Kampüsü bölgesel ayrımı

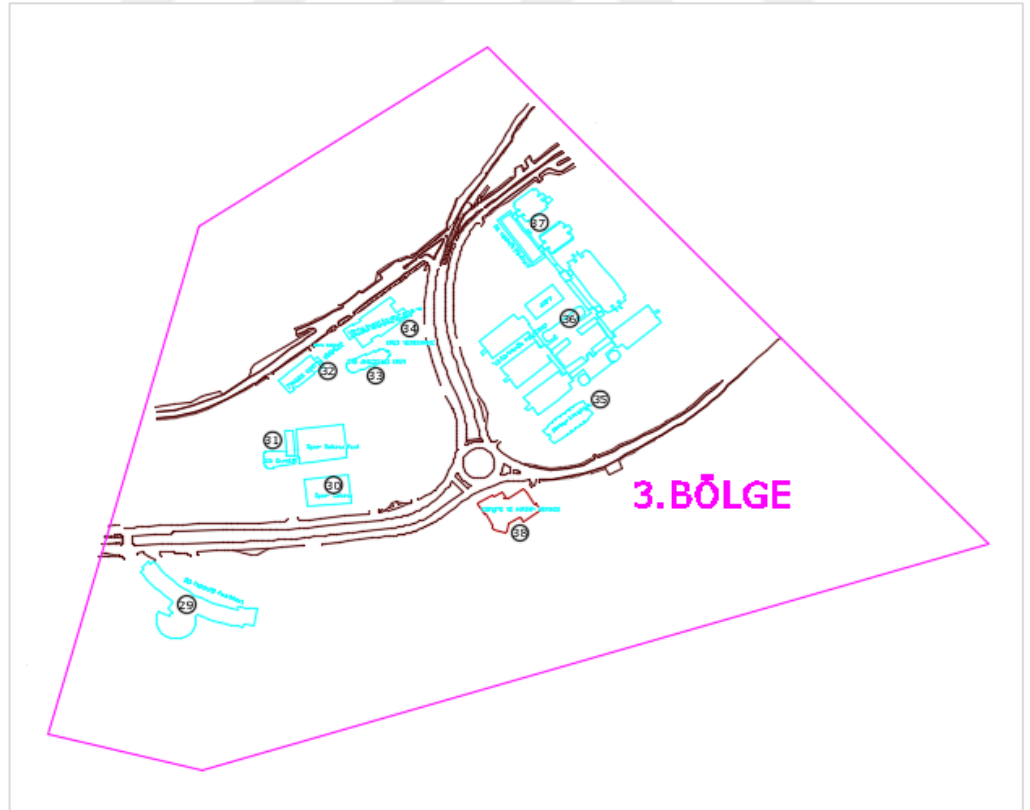
Kampüs alanı bölgelere ayrıldıktan sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yapı İşleri Daire Başkanlığı’ndan temin edilen yerleşke gelişim planından Autocad programı kullanılarak her bir bölge içinde seçilen binaların toplam çatı alanları yaklaşık olarak belirlenmiş ve seçilen binalardan toplanabilecek yaklaşık yağmur suyu miktarları hesaplanmıştır. Kampüsün bölgelere ayrımının her bölge için gösterimi ile abölgelerde seçili bina sayıları Şekil 4.28-27-28-31’de verilmiştir.



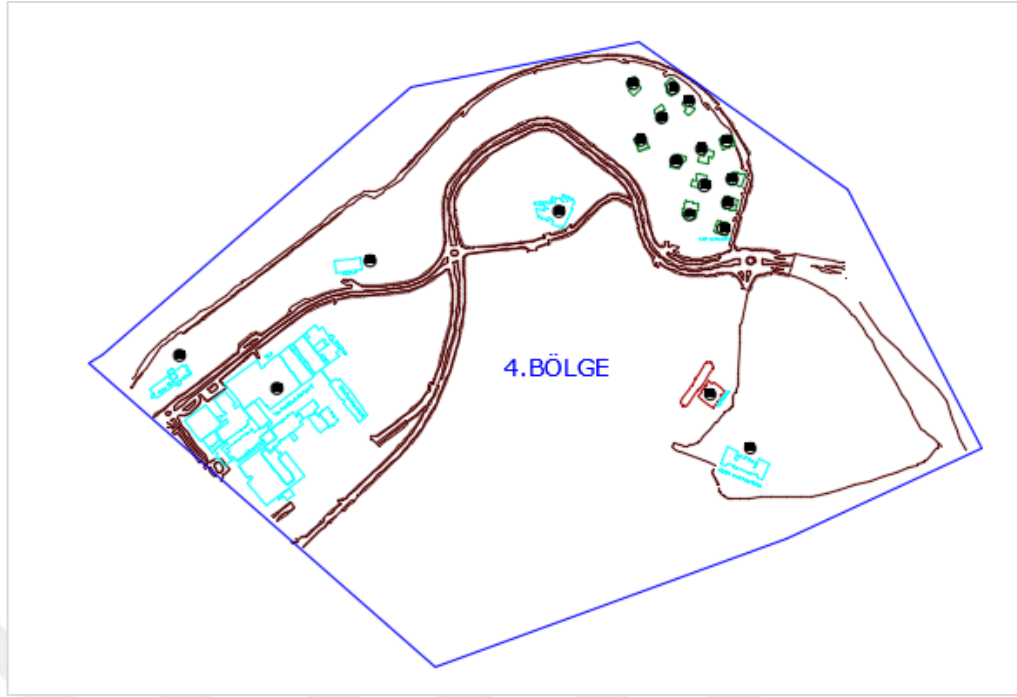
Şekil 4.28. Birinci bölgede seçilen binaların görseli



Şekil 4.29. İkinci bölgede seçilen binaların görseli



Şekil 4.30. Üçüncü bölgede seçilen binaların görseli



Şekil 4.31. Dördüncü bölgede seçilen binaların görseli

Şekil 28-27-28-31 arasında her bir bölge ve bölgelerde yer alan bina sayıları ayrı ayrı gösterilmiştir. Her bir bölgede yer alan bina sayıları; 1. bölgede 14, 2. bölgede 14, 3. bölgede 10, 4. bölgede 19 olmak üzere toplam 57 bina seçilmiştir. Tablo 4.9’da her bir bölgede yer alan binaların yaklaşık toplam çatı alanları ve yıllık toplanabilecek yaklaşık çatı yağmur suyu miktarları verilmiştir.

Tablo 4.9. Bölgelere göre bina sayıları, çatı alanları ve çatı yağmur suyu miktarları

| Bölge  | Bina sayısı | ~ Çatı alanı (m <sup>2</sup> ) | ~ Çatı yağmur suyu miktarı (m <sup>3</sup> /yıl) |
|--------|-------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|
| 1      | 14          | 42913                          | 22120                                            |
| 2      | 14          | 26142                          | 13471                                            |
| 3      | 10          | 29225                          | 15062                                            |
| 4      | 19          | 45364                          | 23811                                            |
| Toplam | 57          | 143644                         | 74464                                            |

Buna göre 1. bölgedeki binaların toplam çatı alanları 42913 m<sup>2</sup>, 2. bölgedeki binaların toplam çatı alanları 26142 m<sup>2</sup>, 3. bölgedeki binaların toplam çatı alanları 29225 m<sup>2</sup>, 4. bölgedeki binaların toplam çatı alanları ise 45364 m<sup>2</sup> olarak ölçülmüştür. Dört bölgeden seçilen 57 binanın çatı alanlarından toplanabilecek yaklaşık yıllık yağmur suyu miktarları 74464 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Çatılardan toplanan yağmur sularının kampüste yeşil alanların sulamasında kullanımı amaçlanmıştır.

Üniversitenin GreenMetric envanterlerinden elde edilen verilere bakıldığında kampüste ekili bitki alanı yaklaşık 2000000 m<sup>2</sup> olarak belirtilmiştir. Yeşil alanların bölgelere göre dağılımı yüzde olarak hesaplanıp, Tablo 4.10’da yüzdesel olarak kabul alınan yaklaşık alan verilerine dönüştürülmüştür. Kampüs genelinde mevcut binaların 57’si seçilerek çalışmada sonuç hesaplanmıştır. Bu nedenle yeşil alan büyüklükleri hem tüm kampüs için belirtilen toplam alan ile hem de tüm alanın seçilen binalar kapsamında kabul edilen belirli bir alanı dikkate alınarak iki farklı kabul için de hesaplamalar yapılmıştır.

Tablo 4.10. Bölgelere göre yeşil alanlar ve gerekli su ihtiyacı miktarları- I

| Bölge  | ~ Yeşil alan (m <sup>2</sup> ) | ~ Yeşil alan su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) |
|--------|--------------------------------|--------------------------------------------|
| 1      | 400000                         | 2000                                       |
| 2      | 300000                         | 1500                                       |
| 3      | 600000                         | 3000                                       |
| 4      | 700000                         | 3500                                       |
| Toplam | 2000000                        | 10000                                      |

Tablo 4.10’da her bölge için yeşil alanların büyüklükleri ve her bir bölgedeki yeşil alanlar tek bir sulama için toplam su ihtiyaçları sunulmuştur. Buna göre toplam yeşil alan tüm kampüs için 2000000 m<sup>2</sup> , bütün bölgelerdeki yeşil alanların toplam su ihtiyacı ise 10000 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır. Burada kullanılan yeşil alan verileri bölgesel ayırımıda belirli yüzde kabulleri yapılarak hesaplanmıştır.

Tablo 4.11. Bölgelere göre sulama suyu ihtiyacı ve karşılanan su miktar yüzdeleri- I

| Bölge  | Her gün sulama                |                            | Haftada iki kez               |                            | Haftada bir kez               |                            |
|--------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|        | Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) | Karşılanan su ihtiyacı (%) | Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) | Karşılanan su ihtiyacı (%) | Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) | Karşılanan su ihtiyacı (%) |
| 1      | 730000                        | 3.03                       | 208000                        | 10.63                      | 104000                        | 21.26                      |
| 2      | 574500                        | 2.34                       | 156000                        | 8.63                       | 78000                         | 17.27                      |
| 3      | 1095000                       | 1.37                       | 312000                        | 4.82                       | 156000                        | 9.65                       |
| 4      | 1277500                       | 1.86                       | 364000                        | 6.54                       | 182000                        | 13.08                      |
| Toplam | 3677000                       | 8.6                        | 1040000                       | 30.62                      | 520000                        | 61.26                      |

Tablo 4.11’de her bir bölgede toplanabilecek yaklaşık yağmur suyu miktarlarının her gün, haftada iki ve haftada bir kez olmak üzere yeşil alanlarda kullanımında karşılayacağı su ihtiyaç yüzdeleri verilmiştir. Tüm bu hesaplamalarda seçilen binaların tüm kampüse oranı da göz önüne alınarak yeşil alan miktarının farklı kabulü ile de Tablo 4.12 ve Tablo 4.13’de sonuçlar gösterilmiştir.

Tablo 4.12. Bölgelere göre yeşil alanlar ve gerekli su ihtiyacı miktarları- II

| Bölge  | ~ Yeşil alan (m <sup>2</sup> ) | ~ Yeşil alan su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) |
|--------|--------------------------------|--------------------------------------------|
| 1      | 148000                         | 740                                        |
| 2      | 111000                         | 555                                        |
| 3      | 222000                         | 1110                                       |
| 4      | 259000                         | 1295                                       |
| Toplam | 740000                         | 3700                                       |

Tablo 4.12’de her bölge için yeşil alanların büyüklükleri ve her bir bölgedeki yeşil alanlar tek bir sulama için toplam su ihtiyaçları sunulmuştur. Buna göre toplam yeşil alan tüm kampüs için 740000 m<sup>2</sup> , bütün bölgelerdeki yeşil alanların toplam su ihtiyacı ise 3700 m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

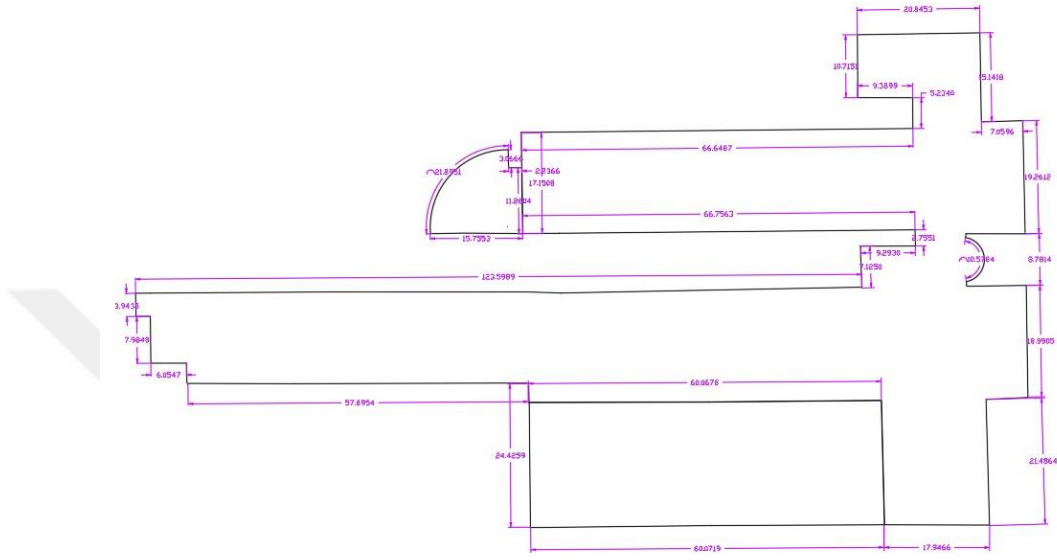
Tablo 4.13. Bölgelere göre sulama suyu ihtiyacı ve karşılanan su miktar yüzdeleri- II

| Bölge  | Her gün sulama                |                            | Haftada iki kez               |                            | Haftada bir kez               |                            |
|--------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
|        | Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) | Karşılanan su ihtiyacı (%) | Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) | Karşılanan su ihtiyacı (%) | Su ihtiyacı (m <sup>3</sup> ) | Karşılanan su ihtiyacı (%) |
| 1      | 270100                        | 8.20                       | 76960                         | 28.74                      | 38480                         | 57.48                      |
| 2      | 202575                        | 6.65                       | 57720                         | 23.33                      | 28860                         | 46.67                      |
| 3      | 405150                        | 3.81                       | 115440                        | 13.05                      | 57720                         | 26.10                      |
| 4      | 472675                        | 5.04                       | 134680                        | 17.69                      | 67340                         | 35.36                      |
| Toplam | 1350500                       | 23.70                      | 384800                        | 82.81                      | 192400                        | 165.61                     |

İçme ve kullanma amaçlı tüketilen suyun %70’i tuvaletler, bahçe sulama, araç ve çamaşır yıkama gibi işler için kullanılmaktadır. Yağmur sularının yalnızca %30’u yeraltı sularına katılmakla beraber %70’lik kısmı ise kanalizasyona karışmaktadır (Eren vd., 2016). Tüm bunlar düşünüldüğünde yağmur sularının depolanması ve çeşitli alanlarda kullanım olanağı sağlaması yönüyle günümüzde ve yakın gelecekte önemli bir konu olan su kıtlığını önlemede destekleyici çevre dostu uygulamalar olarak dikkat çekmektedir.

Üniversitenin kampüsünde belirlenen bölgelerde seçilen binalar sınırlarında çatılardan hasat edilebilecek yağmur suyu miktarlarına dikkate alınarak; Tablo 4.11 ve Tablo 4.13’de verilen değerlerin her gün, haftada iki kez ve haftada bir kez sulama amaçlı kullanımında karşılanacak su ihtiyacı sırasıyla %2.15, %7.65 ve %15.31 olarak belirlenmiştir. Buna ek olarak Tablo 4.11’de kabul edilen yeşil alan dağılım oranlarına göre su ihtiyacını karşılama değerleri de sırasıyla %6.00, %20.7 ve %41.40 olarak bulunmuştur.

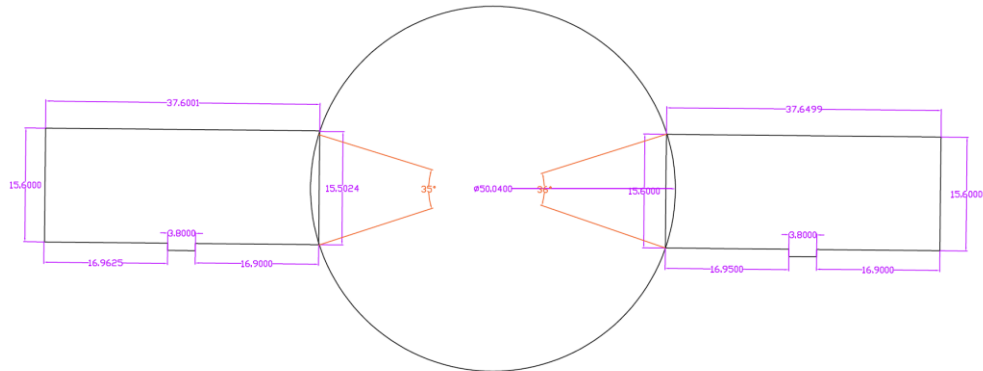
Kampüs binalarından Mühendislik Fakültesi ele alınarak; çatı alanından toplanabilecek yaklaşık yağmur suyu miktarına ek olarak örnek teşkil etmesi amacıyla gerekli olan yağmur suyu depo hacmi hesaplanmıştır. Mühendislik Fakültesi ile ek bina çatı alanları (Şekil 4.32-33) Yapı İşeri Daire Başkanlığı'ndan temin edilmiş olup, Autocad programı kullanılarak OMÜ mastır plan üzerinden çizilmiştir.



Şekil 4.32. Mühendislik Fakültesi çatı alanı üstten görünümü

Sistemin depo hacmi hesabı ( $V_{\text{depo}}$ ), maksimum yağışın olduğu Samsun'a en fazla yağış aldığı Kasım ayı düşünülerek yapılmıştır. Yukarıda daha önce Şekil 4.24'de verilen aylık ortalama yağış miktarlarından Kasım ayının ortalama yağış miktarının 83.8 mm olduğu görülmektedir.

$V_{\text{depo}} = 83.8 \text{ mm} \times 6447 \text{ m}^2 \times 0.9 \times 0.8 = 388 \text{ m}^3$  hacimli depo gerekmektedir.



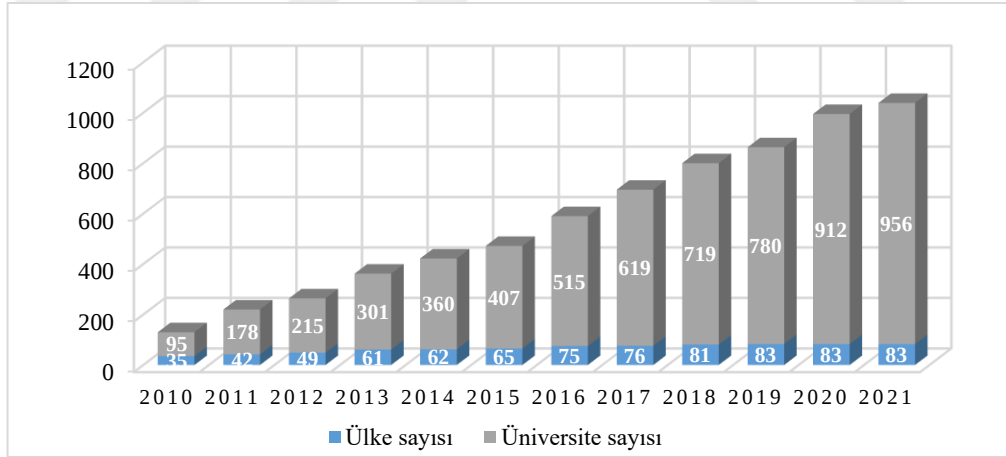
Şekil 4.33. Mühendislik Fakültesi ek bina çatı alanı üstten görünümü

$V_{\text{depo}} = 83.8 \text{ mm} \times 2639 \text{ m}^2 \times 0.9 \times 0.8 = 159 \text{ m}^3$  hacimli depo gerekmektedir.

#### 4.8. Yeşil Ölçüm Göstergeleri Kapsamında Sürdürülebilir Üniversite Modelinin Performans Boşlukları

Dünya üniversite sıralamaları çerçevesinde önemli bir ölçüt olan GreenMetric, içerdiği kategori ve göstergeler ile kampüsleri daha çevre odaklı ve sürdürülebilir olma yönünde teşvik edici bir sistem niteliği taşımaktadır. İçeriğinde dikkate aldığı birçok parametre karşısında üniversitelerin bu bağlamda mevcut durumlarının yanısıra yaptıkları/yapacakları çalışmaları belirlenen ölçekte değerlendirip uluslararası bir sıralama sistemini ortaya çıkarmışlardır.

Üniversitelerin dünya çapında çevresel boyutta sıralandırılmasında en yaygın olarak kullanılan puanlama ve değerlendirme sistemi Universitas Indonesia GreenMetric değerlendirmesi ve Türkiye’den sıralamaya katılım sağlayan üniversitelerden biri olan Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nin bu kapsamdaki değerlendirme sonuçları incelenmiş ve katılım sağlayan ülke ve üniversite sayıları Şekil 4.34’de verilmiştir. GreenMetric sıralama sistemi göstergeleri baz alınarak Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nin daha sürdürülebilir yeşil bir üniversite olması için mevcut durum envanterlerinin toplanarak değerlendirilmesi sonucunda ileriye yönelik yapılabilecek iyileştirme yöntemleri öneri olarak çalışma içeriğinde sunulmuştur.



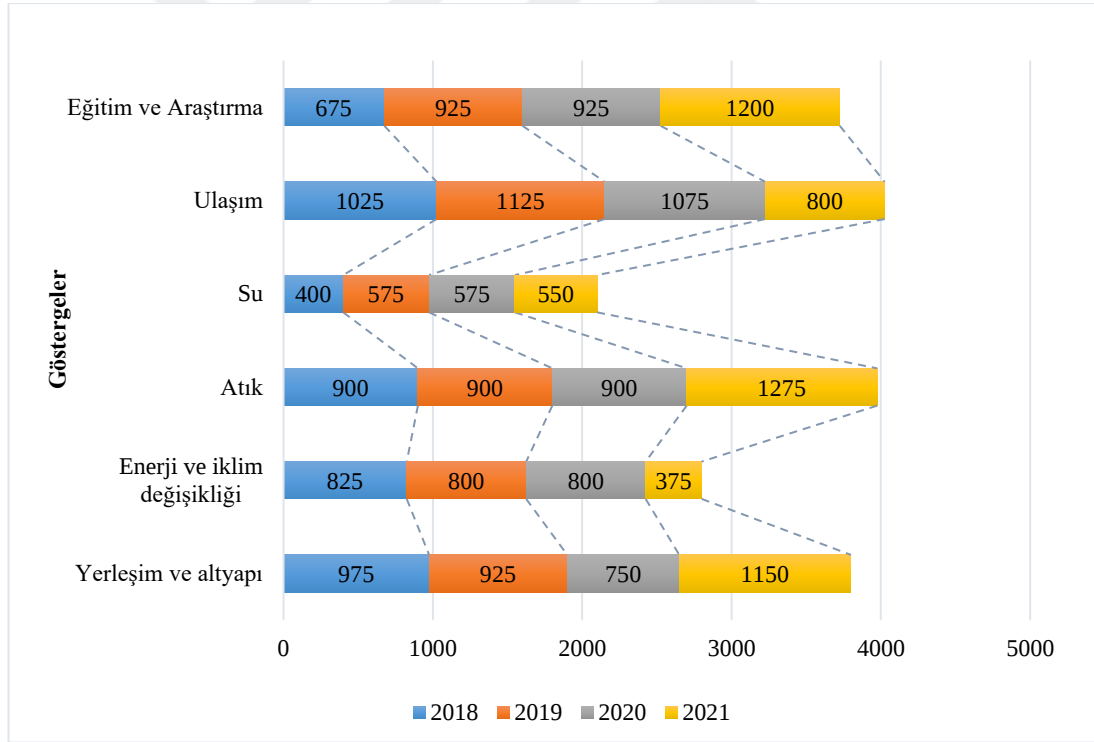
Şekil 4.34. Yıllara göre katılım sağlayan ülke ve üniversite sayıları

2010 yılı ile başlayan GreenMetric dünya üniversiteleri sıralamasında günümüze kadar ülke ve üniversite katılımlarında düzenli bir artış görülmektedir. Dünya çapında katılımların yanısıra sıralamalarında ülke bazında da ayrı sıralamalara ulaşılmaktadır. GreenMetric sistemine bakıldığında Türkiye genelinde 2017 ile 2021 yılları arasındaki katılım sayısı ve üniversitenin sıralamadaki yeri Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.14. Ulusal ve uluslararası kapsamda GM katılım sayıları ve sıralamalar

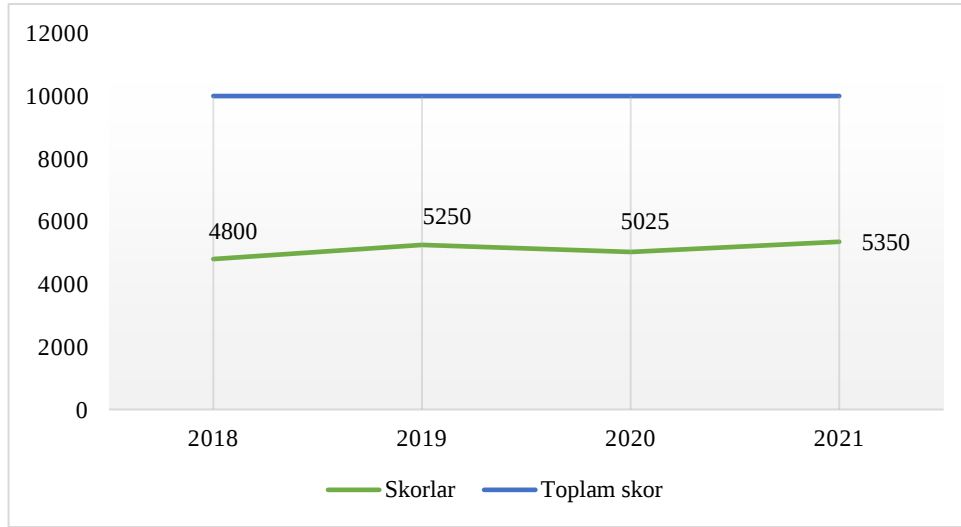
| Yıllar | Ulusal Katılım | Ulusal Sıralama | Uluslararası Katılım | Uluslararası Sıralama |
|--------|----------------|-----------------|----------------------|-----------------------|
| 2017   | 23             | 16              | 619                  | 435                   |
| 2018   | 30             | 10              | 719                  | 339                   |
| 2019   | 43             | 15              | 780                  | 341                   |
| 2020   | 56             | 28              | 912                  | 501                   |
| 2021   | 71             | 41              | 956                  | 519                   |

Tablo 4.14’deki verilerden yararlanarak üniversitenin 2017 yılında dahil olduğu dünya üniversiteleri sıralama sistemi ulusal ölçekte incelendiğinde 2017’de %69’luk dilimde yer alan OMÜ; 2018’de %33, 2019’da %35, 2020’de %50 ve son olarak 2021’de ise %57’lik oranla ulusal sıralamada yerini aldığı görülmektedir. Uluslararası değerlendirmeye bakıldığında ise 2017’de %70, 2018’de %47, 2019’da %43, 2020 ve 2021’de ise %54’lük dilim içerisinde sıralamaya girdiği hesaplanmıştır.



Şekil 4.35. Göstergeler bazında OMÜ’nün puanlama skorları

Üniversitenin 2018 ve 2021 yılları arasındaki GreenMetric değerlendirme sonuçlarının gösterge bazında skorları Şekil 4.34’de ve toplam skora göre yıllık aldıkları puanların karşılaştırılması da Şekil 4.36’da gösterilmiştir.



Şekil 4.36. OMÜ' yeşil ölçüm skorunun toplam skorla karşılaştırılması

Grafiklerden de anlaşılacağı üzere üniversitenin son durum puanlamalarında özellikle enerji ve iklim değişikliği ile su koruma/tasarruf alanındaki düşüşlerin dikkate alınarak, atık, ulaşım ve diğer kriterlerinde iyileştirilmesi yönünde çalışmalar gerekmektedir. Çalışmanın devamında değerlendirme göstergeleri ve OMÜ'nün güncel verileri toplanarak mevcut durumu tablolarda verilmiştir. Altyapı ve yerleşim kategorisinde yer alan alt kriterler ve bunlara karşılık skor, puanları ile üniversitenin bu alandaki yanıtları Tablo 4.15'de verilmiştir.

Tablo 4.15. Altyapı ve yerleşim (SI)

| No              | Alt kriterler                                             | Mevcut durum      | Puan | Skor     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|------|----------|
| <b>Ek bilgi</b> | Yükseköğretim kurumu türü                                 | Kapsamlı          |      |          |
|                 | İklim                                                     | Nemli subtropikal |      |          |
|                 | Kampüs yerleşim sayısı                                    | 4                 |      |          |
|                 | Kampüs yerleşimi                                          | Yarı kırsal       |      |          |
|                 | Toplam kampüs alanı (m <sup>2</sup> )                     | 7705107           |      |          |
|                 | Binaların toplam kampüs zemin kat alanı (m <sup>2</sup> ) | 243264            |      |          |
|                 | Toplam kampüs bina alanı (m <sup>2</sup> )                | 844980            |      |          |
| <b>SI1</b>      | Açık alanın toplam alana oranı                            |                   |      | 0        |
|                 | ≤ 1%                                                      |                   |      | 0.25×200 |
|                 | > 1 - 80%                                                 | > 95%             | 200* | 0.50×200 |
|                 | > 80 -90%                                                 |                   |      | 0.75×200 |
|                 | > 90 -95%                                                 |                   |      | 1.00×200 |
|                 | > 95%                                                     |                   |      |          |
| <b>SI2</b>      | Orman bitki örtüsü ile kaplı kampüsteki toplam alan       |                   |      | 0        |
|                 | ≤ 2%                                                      | >35%              |      | 0.25×100 |
|                 | >2-9%                                                     |                   | 100* | 0.50×100 |
|                 | >9-22%                                                    |                   |      | 0.75×100 |
|                 | >22-35%                                                   |                   |      | 1.00×100 |
|                 | >35%                                                      |                   |      |          |

Tablo 4.15. Altyapı ve yerleşim (devamı) (SI)

| No              | Alt kriterler                                                                                                                                                                                                      | Mevcut durum                    | Skor | Puan                                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|---------------------------------------------------|
| <b>SI3</b>      | Yerleşkede ekili bitki örtüsüyle kaplı toplam alan<br>≤ 10%<br>> 10 - 20%<br>> 20 - 30%<br>> 30 - 40%<br>> 40%                                                                                                     | > 40%                           | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>SI4</b>      | Orman ve bitki örtüsünün yanı sıra su emilimi için kampüsteki toplam alan<br>≤ 2%<br>> 2 - 10%<br>> 10 - 20%<br>> 20 - 30%<br>> 30%                                                                                | > 10 - 20%                      | 100* | 0<br>0.25×100<br>0.50×100<br>0.75×100<br>1.00×100 |
| <b>Ek bilgi</b> | Toplam normal öğrenci sayısı<br>Toplam çevrimiçi öğrenci sayısı<br>Toplam akademik ve idari personel sayısı<br>Covid-19 salgını sırasında kampüsteki tahmini toplam nüfus                                          | 51631<br>49049<br>6582<br>10289 |      |                                                   |
| <b>SI5</b>      | Toplam açık alanının toplam kampüs nüfusuna bölümü<br>≤ 10 m <sup>2</sup> /kişi<br>> 10 – 20 m <sup>2</sup> /kişi<br>> 20 – 40 m <sup>2</sup> /kişi<br>> 40 – 70 m <sup>2</sup> /kişi<br>> 70 m <sup>2</sup> /kişi | > 70 m <sup>2</sup> /kişi       | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>Ek bilgi</b> | Toplam üniversite bütçesi<br>Sürdürülebilirlik çabası için üniversite bütçesi (ABD doları cinsinden)                                                                                                               | 7340984<br>1301437              |      |                                                   |
| <b>SI6</b>      | Sürdürülebilirlik çabaları için üniversite bütçesinin yüzdesi<br>≤ 1%<br>> 1 -5%<br>> 5 -10%<br>> 10 -15%<br>> 15%                                                                                                 | > 15%                           | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>SI7</b>      | Covid-19 pandemisi süresince işletme ve bakım faaliyetlerinin yüzdesi<br>< 25%<br>> 25 - 50%<br>> 50 - 75%<br>> 75 - 99%<br>100%                                                                                   | < 25%                           | 100* | 0<br>0.25×100<br>0.50×100<br>0.75×100<br>1.00×100 |
| <b>SI8</b>      | Engelliler, özel ihtiyaçlar ve/veya doğum bakımı için kampüs imkanları                                                                                                                                             | İmkanlar mevcut                 | 100* | 0<br>0.25×100<br>0.50×100<br>0.75×100<br>1.00×100 |

Tablo 4.15. Altyapı ve yerleşim (devamı) (SI)

| No          | Alt kriterler                                                                                                                               | Mevcut durum                     | Skor | Puan                                              |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------|---------------------------------------------------|
| <b>SI9</b>  | Güvenlik ve emniyet imkanları                                                                                                               | Güvenlik altyapısı mevcut        | 100* | 0<br>0.25×100<br>0.50×100<br>0.75×100<br>1.00×100 |
| <b>SI10</b> | Öğrenciler, akademisyenler ve idari personelin refahı için sağlık altyapı imkanları                                                         | Sağlık altyapısı mevcut          | 100* | 0<br>0.25×100<br>0.50×100<br>0.75×100<br>1.00×100 |
| <b>SI11</b> | Koruma: bitki, hayvan ve yaban hayatı, orta veya uzun vadeli koruma tesislerinde güvence altına alınan gıda ve tarım için genetik kaynaklar | Koruma programı %25-50 uygulandı | 100* | 0<br>0.25×100<br>0.50×100<br>0.75×100<br>1.00×100 |

Üniversitemizin toplam kampüs alanı, binaların toplam kampüs zemin kat alanı ve toplam kampüs bina alanı sayısal değerleri;  $((7705107-243264)/7705107)*100\%$  şeklinde hesaplanarak kampüsteki açık alanların toplam alanlara göre oransal yüzdesi %96.8 olarak hesaplanmıştır.

Kampüste ekili bitki örtüsüyle kaplı toplam alan tüm kampüs alanının %74.4'üne, orman ve bitki örtüsünün yanı sıra su Emilimi için kampüsteki toplam alan ise % 12,92'sine karşılık gelmektedir.

Altyapı ve yerleşim göstergeleri geneline bakıldığında üniversitenin bu alanda sürdürülebilirliğin sağlanması yönünde yapılacak çalışmalar için en önemli faktörlerden biri olan bütçenin yönünden ayrılan desteğin artırılmasıdır. Üniversiteler bünyesinde gerçekleştirilen sürdürülebilirlik çalışmaları üniversitelerin eğitim-öğretim, araştırma faaliyetleri standartlarını artırmaya ek olarak toplum için değer yaratan ve toplumun gelişimi ve kalkınması için üstlendikleri sorumluluğu daha etkin bir şekilde yerine getirmeleri için gereken uygulamaları içermektedir. Sürdürülebilirlik çalışmaları için yapılan yatırımlar çevre ve sürdürülebilirlik projeleri, bahçe malzemesi alımları, bahçe işleri ve yeşillendirme, atık bertarafı ile ilgili diğer mal ve hizmet alımları, altyapı projeleri ve büyük çaplı onarımlar vb. oluşmaktadır. Bu harcama kalemleri için ayrılan bütçe miktarları incelendiğinde toplam bütçenin %17.73'lük payının sürdürülebilirlik alanına ayrıldığı görülmektedir. Enerji ve iklim değişikliği göstergesinin alt kriterleri Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Enerji ve iklim değışikliğı (EC)

| No              | Alt kriterler                                                                                                                                                 | Mevcut durum                                           | Skor | Puan                                              |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------|
| <b>EC1</b>      | Enerji verimli cihaz kullanımı<br>< 1%<br>1 - 25%<br>> 25-50%<br>> 50 -75%<br>> 75%                                                                           | 1 - 25%                                                | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>Ek bilgi</b> | Toplam kampüsün akıllı bina alanı (m <sup>2</sup> )                                                                                                           | 26261                                                  |      |                                                   |
| <b>EC2</b>      | Akıllı bina uygulaması yüzdesi<br>< 1%<br>1 - 25%<br>> 25 - 50%<br>> 50 - 75%<br>> 75%                                                                        | 1 - 25%                                                | 300* | 0<br>0.25×300<br>0.50×300<br>0.75×300<br>1.00×300 |
| <b>EC3</b>      | Kampüsteki yenilenebilir enerji kaynaklarının sayısı<br>Hiçbiri<br>1 kaynak<br>2 kaynak<br>3 kaynak<br>> 3 kaynak                                             | 1 kaynak<br>Güneş enerjisi<br>116 kWh                  | 300* | 0<br>0.25×300<br>0.50×300<br>0.75×300<br>1.00×300 |
| <b>EC4</b>      | Toplam elektrik kullanımının toplam kampüs nüfusuna bölünmesi (kWh/kişi)<br>≥ 2424 kWh<br>> 1535 -2424 kWh<br>> 633 -1535 kWh<br>> 279 -633 kWh<br>< 279 kWh  | > 279 -633 kWh                                         | 300* | 0<br>0.25×300<br>0.50×300<br>0.75×300<br>1.00×300 |
| <b>EC5</b>      | Yenilenebilir enerji üretiminin yıllık toplam enerji kullanımına oranı<br>≤ 0.5%<br>> 0.5 - 1%<br>> 1 - 2%<br>> 2 - 25%<br>> 25%                              | ≤ 0.5%                                                 | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>EC6</b>      | Tümünde yansıtıldığı gibi yeşil bina uygulamasının unsurları inşaat ve yenileme politikaları<br>Hiçbiri<br>1 element<br>2 element<br>3 element<br>> 3 element | Hiçbiri                                                | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>EC7</b>      | Sera gazı emisyonlarını azaltım programı                                                                                                                      | Program hazırlanıyor (fizibilite çalışması ve tanıtım) | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |

Tablo 4.16. Enerji ve iklim değişikliği (devamı) (EC)

| No   | Alt kriterler                                              | Mevcut durum                                          | Skor | Puan     |
|------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------|----------|
| EC8  | Toplam karbon ayak izi toplam                              |                                                       |      | 0        |
|      | kampüs nüfusuna bölümü                                     |                                                       |      | 0.25×200 |
|      | ≥ 2.05 metrik ton                                          | > 0.42 - 1.11                                         | 200* | 0.50×200 |
|      | > 1.11 - 2.05 metrik ton                                   |                                                       |      | 0.75×200 |
|      | > 0.42 - 1.11 metrik ton                                   |                                                       |      | 1.00×200 |
|      | > 0.10 - 0.42 metrik ton                                   |                                                       |      |          |
|      | < 0.10 metrik ton                                          |                                                       |      |          |
| EC9  | Covid-19 salgını sırasında yenilikçi program(lar)ın sayısı | 1 program                                             | 100* | 0        |
|      |                                                            |                                                       |      | 0.25×100 |
|      |                                                            |                                                       |      | 0.50×100 |
|      |                                                            |                                                       |      | 0.75×100 |
|      |                                                            |                                                       |      | 1.00×100 |
| EC10 | İklim değişikliği konusunda etkili üniversite programları  | Ulusal düzeyde eğitim ve öğretim materyali sağlanması | 100* | 0        |
|      |                                                            |                                                       |      | 0.25×100 |
|      |                                                            |                                                       |      | 0.50×100 |
|      |                                                            |                                                       |      | 0.75×100 |
|      |                                                            |                                                       |      | 1.00×100 |

Enerji ve iklim değişikliği konusunda kampüsün mevcut durumuna bakıldığında geliştirmeye yönelik çalışmaların üzerine yoğunlaşılması gereken bir alan olduğu görülmektedir. Ondokuz Mayıs Üniversitesi'nin enerji yönetimine önem vererek enerji kullanımını en aza indirmeyi hedefleyen uygulamalar kapsamında hareket sensörlü LED aydınlatma, aydınlatmanın öncelikli olmadığı yerlere yerleştirilmiştir. Kampüste LED aydınlatma cihazlarının toplam sayısı 225000 iken, enerji verimli cihazların toplam sayısı 1564 olarak belirtilmiştir. Bu da toplam aydınlatma cihazlarının yaklaşık % 0.7'sinin enerji verimliliğine olan katkısını göstermektedir.

Yenilenebilir enerji kaynağı ile enerji üretimine Yeşilyurt Meslek Yüksekokulu bina çatısına yerleştirilen güneş panelleri üniversite açısından olumlu bir örnek olarak gösterilebilir. Bina çatısında konumlandırılan güneş panellerinden üretilen yenilenebilir enerji miktarı 210.175 kWsa olarak ölçülmüştür. Üretilen miktarın toplam enerji tüketimine oranı hesaplandığında %0.8'lik kısmını karşıladığı görülmüştür.

Yeşil ölçüm değerlendirme sisteminde enerji ve iklim değişikliğinin alt kriterlerinde önemli bir diğer başlık olan akıllı binalar yer almaktadır. Akıllı bina gereksinimleri otomasyon, güvenlik, enerji, su, iç ortam ve aydınlatma olmak üzere altı ana başlık altında toplanmıştır. Bir bina aşağıda Tablo 4.17'de verilen özelliklerden en az beşine sahipse akıllı bina olarak değerlendirme sisteminde sınıflandırılabilir.

Tablo 4.17. Akıllı bina gereksinimleri

| Alan                | Gereklilik | Açıklama                                                                                                                         |
|---------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>B</b> Otomasyon  | B1         | BMS<br>Bina Yönetim Sistemi (BMS)<br>Bina Bilgi Modellemesi (BIM)<br>Bina Otomasyon Sistemi (BAS)<br>Tesis Yönetim Sistemi (FMS) |
|                     | B2         | APP veya çevrimiçi hizmet aracılığıyla kullanıcılar için interaktif destek                                                       |
| <b>S</b> Güvenlik   | S1         | Hırsız Alarm Sistemi                                                                                                             |
|                     | S2         | Yangın söndürme                                                                                                                  |
|                     | S3         | Video izleme                                                                                                                     |
|                     | S4         | Anti-sel                                                                                                                         |
| <b>E</b> Enerji     | E1         | İzleme                                                                                                                           |
|                     | E2         | Yönetim                                                                                                                          |
| <b>A</b> Su         | A1         | İzleme                                                                                                                           |
|                     | A2         | Geri kazanım                                                                                                                     |
| <b>I</b> İç ortam   | I1         | Termal konfor                                                                                                                    |
|                     | I2         | Hava kalitesi                                                                                                                    |
|                     | I3         | Geçek zaman                                                                                                                      |
|                     | I4         | Pasif Sistem                                                                                                                     |
| <b>L</b> Aydınlatma | L1         | LED'ler                                                                                                                          |
|                     | L2         | Sensörler                                                                                                                        |
|                     | L3         | Koruyucu                                                                                                                         |
|                     | L4         | Doğal ışık                                                                                                                       |

Yukarıda Tablo 4.17’de verilen özelliklerden en az beş parametreyi sağlayan üniversite binaları Tablo 4.18’de mevcut sistemleriyle birlikte verilmiştir.

Tablo 4.18. Üniversitede mevcut akıllı binalar ve göstergeleri

| No | Bina Adı                                                             | Otomasyon |    | Güvenlik |    |    |    | Enerji |    | Su |    | İç ortam |    |    |    | Aydınlatma |    |    |    | Bina Alanı<br>(m <sup>2</sup> ) |
|----|----------------------------------------------------------------------|-----------|----|----------|----|----|----|--------|----|----|----|----------|----|----|----|------------|----|----|----|---------------------------------|
|    |                                                                      | B1        | B2 | S1       | S2 | S3 | S4 | E1     | E2 | A1 | A2 | I1       | I2 | I3 | I4 | L1         | L2 | L3 | L4 |                                 |
| 1  | Ondokuz<br>Mayıs<br>Üniversitesi<br>Mühendislik<br>Fakültesi         |           |    |          | X  | X  |    |        |    |    |    |          |    |    |    | X          | X  |    | X  | 9210                            |
| 2  | Ondokuz<br>Mayıs<br>Üniversitesi<br>Fen Edebiyat<br>Fakültesi        |           |    |          | X  | X  |    | X      |    |    |    |          |    |    |    | X          | X  |    | X  | 14910                           |
| 3  | Ondokuz<br>Mayıs<br>Üniversitesi<br>Eğitim<br>Bilimleri<br>Fakültesi |           |    |          | X  | X  |    |        |    |    |    |          |    |    |    | X          | X  |    | X  | 13555                           |

Üniversitedeki akıllı bina uygulama yüzdesi;

$$(37675 / 844980) \times 100\% = 4.46\%$$

olarak hesaplanmıştır. Özellikle akıllı bina gereksinimlerinde otomasyon alanında kampüsümüzde mevcut bir sistemin bulunmadığı görülmektedir. Bina otomasyon sistemlerinin üniversite kampüslerindeki uygulama kapsamı ve alanları incelendiğinde; ortak ısıtma ve soğutma, havalandırma, su temin sistemlerinin kontrolü, ortak iç dış aydınlatma kontrolü, alarm, çalışma süresi, kullanıcı müdahaleleri vb. raporlama, uzak nokta çevre aydınlatma, pompa, soğutma grubu, su deposu vb. ekipmanların kontrolü ve izlenmesi, bahçe sulama kontrolü, yurtlarda su, elektrik ve ısı sarfiyatlarının takibi ve faturalanması olarak sayılabilmektedir. Üniversitenin enerji ve iklim değişikliği alanında akıllı bina gereksinimlerinin alt parametreleri arasında yer alan enerji verimliliği izleme, su tasarrufu ve geri kazanım uygulamalarının eksikliği mevcuttur. Atık kategorisinde üniversitenin mevcut durumu Tablo 4.19’da verilmiştir.

Tablo 4.19. Atık (WS)

| No         | Alt kriterler                                          | Mevcut durum                    | Skor | Puan     |
|------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------|------|----------|
| <b>WS1</b> | Üniversite atıkları için geri dönüşüm programı         |                                 |      | 0        |
|            | Hiçbiri                                                | Kapsamlı > 75%                  | 300* | 0.25×300 |
|            | Kısmi 1 - 25%                                          |                                 |      | 0.50×300 |
|            | Kısmi > 25 - 50%                                       |                                 |      | 0.75×300 |
|            | Kısmi > 50 - 75%                                       |                                 |      | 1.00×300 |
|            | Kapsamlı > 75%                                         |                                 |      |          |
| <b>WS2</b> | Kampüste kağıt ve plastik kullanımını azaltma programı | 3'den fazla program             | 300* | 0        |
|            |                                                        |                                 |      | 0.25×300 |
|            |                                                        |                                 |      | 0.50×300 |
|            |                                                        |                                 |      | 0.75×300 |
|            |                                                        |                                 |      | 1.00×300 |
| <b>WS3</b> | Organik atık                                           |                                 |      |          |
|            | Hiçbiri                                                |                                 |      | 0        |
|            | Kısmi 1 - 25%                                          | Kısmi > 50 - 75%                | 300* | 0.25×300 |
|            | Kısmi > 25 - 50%                                       |                                 |      | 0.50×300 |
|            | Kısmi > 50 - 75%                                       |                                 |      | 0.75×300 |
|            | Kapsamlı > 75%                                         |                                 |      | 1.00×300 |
| <b>WS4</b> | İnorganik atık                                         |                                 |      |          |
|            | Hiçbiri                                                |                                 |      | 0        |
|            | Kısmi 1 - 25%                                          | Kapsamlı > 75%                  | 300* | 0.25×300 |
|            | Kısmi > 25 - 50%                                       |                                 |      | 0.50×300 |
|            | Kısmi > 50 - 75%                                       |                                 |      | 0.75×300 |
|            | Kapsamlı > 75%                                         |                                 |      | 1.00×300 |
| <b>WS5</b> | Tehlikeli atık                                         |                                 |      |          |
|            | Hiçbiri                                                |                                 |      | 0        |
|            | Kısmi 1 - 25%                                          | Kısmi > 50 - 75%                | 300* | 0.25×300 |
|            | Kısmi > 25 - 50%                                       |                                 |      | 0.50×300 |
|            | Kısmi > 50 - 75%                                       |                                 |      | 0.75×300 |
|            | Kapsamlı > 75%                                         |                                 |      | 1.00×300 |
| <b>WS6</b> | Kanalizasyon bertarafı                                 | Geri dönüşüm için teknik arıtım | 300* | 0        |
|            |                                                        |                                 |      | 0.25×300 |
|            |                                                        |                                 |      | 0.50×300 |
|            |                                                        |                                 |      | 0.75×300 |
|            |                                                        |                                 |      | 1.00×300 |

Kampüste sıfır atık yönetim sisteminin bütüncül bir şekilde ele alınması ve etkin yönetimi kampüse bu alanda önemli bir katkı sağlamıştır. Kağıt ve plastik azaltım programının yaygınlaştırılması ve geri dönüşüme destekli her faaliyetin kampüse ve çevreye katacağı değer kaçınılmazdır. Organik atıkların işlenmesi ve geri kazanımının kampüs içerisinde sağlanması bu konuda iyi bir alternatiftir. Organik atıkların biyogaz üretimine uygun içeriklerinin bu kapsamda değerlendirilmesi bir avantajdır. Alt kriterlerin bu alanda eşit puanlamada olması yapılacak her uygulamanın getirisi olacağını göstermektedir. Su kategorisinin alt kriterleri Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. Su (WR)

| No         | Alt kriterler                                                               | Mevcut durum                  | Skor | Puan     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------|----------|
| <b>WR1</b> | Su koruma programı ve uygulamaları                                          |                               |      | 0        |
|            | Hiçbiri                                                                     | Program hazırlanıyor          | 200* | 0.25×200 |
|            | Program hazırlanıyor                                                        |                               |      | 0.50×200 |
|            | 1 - 25% ilk aşama                                                           |                               |      | 0.75×200 |
|            | > 25 - 50% su koruma                                                        |                               |      | 1.00×200 |
|            | > 50% su koruma                                                             |                               |      |          |
| <b>WR2</b> | Su geri dönüşüm programı uygulaması                                         |                               |      | 0        |
|            | Hiçbiri                                                                     | Program hazırlanıyor          | 200* | 0.25×200 |
|            | Program hazırlanıyor                                                        |                               |      | 0.50×200 |
|            | 1 - 25% ilk aşama                                                           |                               |      | 0.75×200 |
|            | > 25 - 50% su geri dönüştürülmüş                                            |                               |      | 1.00×200 |
|            | > 50% su geri dönüştürülmüş                                                 |                               |      |          |
| <b>WR3</b> | Su verimli cihaz kullanımı                                                  |                               |      | 0        |
|            | Hiçbiri                                                                     | Hiçbiri                       | 200* | 0.25×200 |
|            | Program hazırlanıyor                                                        |                               |      | 0.50×200 |
|            | 1 - 25% su verimli cihaz kuruldu                                            |                               |      | 0.75×200 |
|            | > 25 - 50% su verimli cihaz kuruldu                                         |                               |      | 1.00×200 |
|            | > 50% su verimli cihaz kuruldu                                              |                               |      |          |
| <b>WR4</b> | Artırılmış su kullanımı                                                     |                               |      | 0        |
|            | Hiçbiri                                                                     | > 25 - 50%                    | 200* | 0.25×200 |
|            | 1 - 25%                                                                     |                               |      | 0.50×200 |
|            | > 25 - 50%                                                                  |                               |      | 0.75×200 |
|            | > 50 - 75%                                                                  |                               |      | 1.00×200 |
|            | > 75%                                                                       |                               |      |          |
| <b>WR5</b> | Covid-19 pandemisi sırasında ilave el yıkama ve dezenfekte uygulama yüzdesi |                               |      | 0        |
|            | Hiçbiri                                                                     | Toplam bina sayısının > 75%'i | 200* | 0.25×200 |
|            | Toplam bina sayısının 1 - 25%                                               |                               |      | 0.50×200 |
|            | Toplam bina sayısının > 25 - 50%                                            |                               |      | 0.75×200 |
|            | Toplam bina sayısının > 50 - 75%                                            |                               |      | 1.00×200 |
|            | Toplam bina sayısının > 75%'i                                               |                               |      |          |

Su parametresi ele alındığında eksiklik görülen göstergelerden biridir. Su tasarrufu ve su geri dönüşüm program uygulaması ve su verimliliğine sahip cihazların kullanılmasına yönelik kriterleri baz almaktadır. Su koruma programı kapsamında kampüste yağmur sularını toplama sisteminin uygulama planlarının çalışmaları sürdürüldüğü belirtilmiştir. Kampüste su verimli cihaz kullanımının kaynakların korunması yönünde basit ölçekli fakat etkili adımlar olacağı söylenebilir. Ulaşım kategorisi alt kriterleri Tablo 4.21’de verilmiştir.

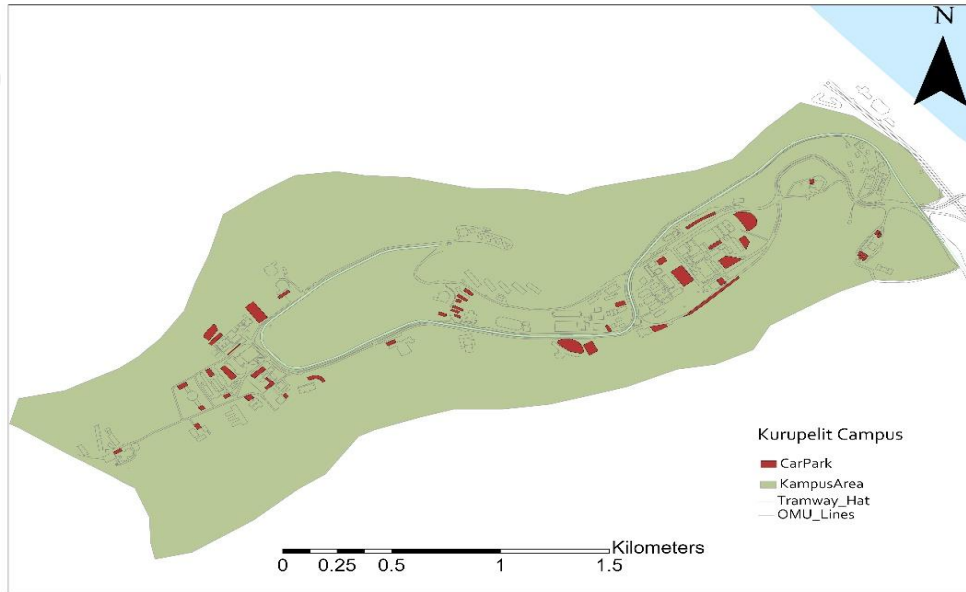
Tablo 4.21. Ulaşım (TR)

| No              | Alt kriterler                                                                                                                                                       | Mevcut durum                                                                               | Skor | Puan                                              |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------|
| <b>Ek bilgi</b> | Üniversite tarafından aktif olarak kullanılan ve yönetilen araç sayısı                                                                                              | 78                                                                                         |      |                                                   |
|                 | Üniversiteye günlük giren araç sayısı                                                                                                                               | 9482                                                                                       |      |                                                   |
|                 | Üniversiteye günlük giren motosiklet sayısı                                                                                                                         | 200                                                                                        |      |                                                   |
| <b>TR1</b>      | Toplam araç sayısının (arabalar ve motosikletler) toplam kampüs nüfusuna bölümü<br>$\geq 1$<br>$> 0.5 - 1$<br>$> 0.125 - 0.5$<br>$> 0.045 - 0.125$<br>$< 0.045$     | $> 0.045 - 0.125$                                                                          | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>TR2</b>      | Servis hizmeti                                                                                                                                                      | Üniversite tarafından sağlanmaktadır, düzenli ve çevre dostudur                            | 300* | 0<br>0.25×300<br>0.50×300<br>0.75×300<br>1.00×300 |
| <b>TR3</b>      | Kampüste Sıfır Emisyonlu Araçlar (ZEV) politikası<br><br>Kampüsteki günlük ortalama sıfır emisyonlu araç sayısı                                                     | Sıfır emisyonlu araçlar mevcuttur, ancak üniversite tarafından sağlanmamaktadır.<br><br>20 | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>TR4</b>      | Toplam Sıfır Emisyonlu Araç (ZEV) sayısının toplam kampüs nüfusuna bölümü<br>$\leq 0.002$<br>$> 0.002 - 0.004$<br>$> 0.004 - 0.008$<br>$> 0.008 - 0.02$<br>$> 0.02$ | $\leq 0.002$                                                                               | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>TR5</b>      | Otopark alanının toplam kampüs alanına oranı<br>$> 11 \%$<br>$> 7 - 11 \%$<br>$> 4 - 7 \%$<br>$> 1 - 4 \%$<br>$< 1 \%$                                              | $> 1 - 4 \%$                                                                               | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| <b>TR6</b>      | Son 3 yıldır kampüsteki park alanını sınırlamak veya azaltmak için tasarlanmış ulaşım programı                                                                      | Program hazırlanıyor                                                                       | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |

Tablo 4.21. Ulaşım (devamı) (TR)

| No       | Alt kriterler                                                                | Mevcut durum                                                                                                           | Skor | Puan                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------|
| TR7      | Kampüsteki özel araçların azaltılmasına yönelik ulaşım girişimlerinin sayısı | 3 program                                                                                                              | 200* | 0<br>0.25×200<br>0.50×200<br>0.75×200<br>1.00×200 |
| TR8      | Kampüste yaya yolu                                                           | Güvenlik, rahatlık için tasarlanmış ve bazı bölümlerinde engelli dostu özelliklerle donatılmış yaya yolları mevcuttur. | 300* | 0<br>0.25×300<br>0.50×300<br>0.75×300<br>1.00×300 |
| Ek bilgi | Bir aracın yalnızca kampüs içindeki yaklaşık günlük seyahat mesafesi         | 3 km                                                                                                                   |      |                                                   |

Kampüste sıfır emisyonlu araçlar mevcuttur, ancak üniversite tarafından sağlanmamaktadır. Güvenlik, rahatlık için tasarlanmış ve bazı bölümlerinde engelli dostu özelliklerle donatılmış yaya yolları mevcuttur. Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsünde mevcut park alanları Şekil 4.37’de kırmızı puntolarla gösterilmiştir.



Şekil 4.37. Kampüsteki toplam park alanları

Toplam otopark alanının (120350 m<sup>2</sup>) toplam kampüs alanına (7705107 m<sup>2</sup>) oranı 0.015 olarak hesaplanmıştır. Son üç yıldır kampüsteki park alanını sınırlamak veya azaltmak için tasarlanmış bir ulaşım programı olmamakla birlikte yeni programların hazırlık aşamasındadır. Eğitim ve araştırma alanındaki alt kriterler Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22. Eğitim ve araştırma (ED)

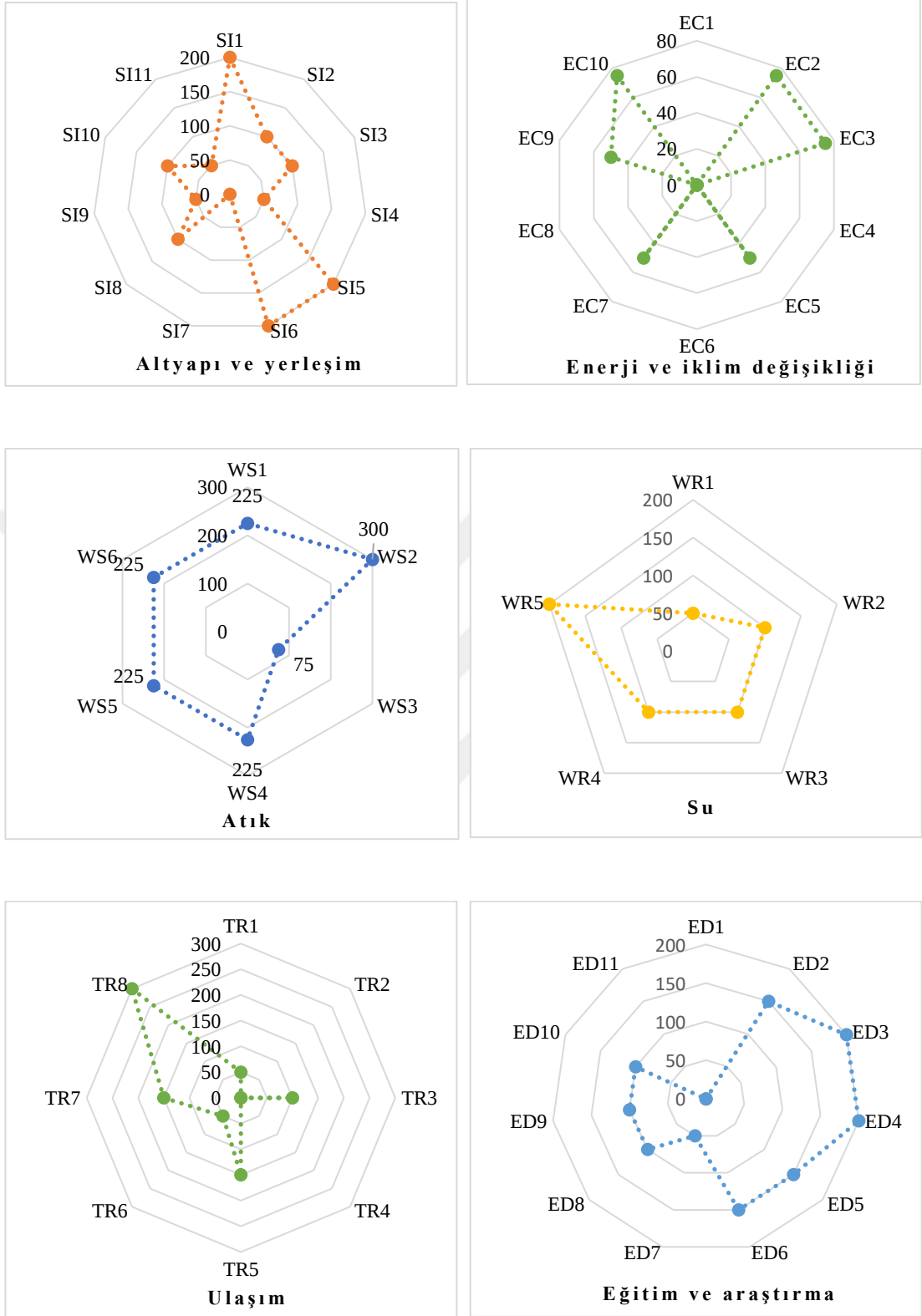
| No              | Alt kriterler                                                                          | Mevcut durum                                                           | Skor | Puan     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|----------|
| <b>Ek bilgi</b> | Sürdürülebilirlikle ilgili sunulan ders/konu sayısı                                    | 123                                                                    |      |          |
|                 | Sunulan toplam ders/konu sayısı                                                        | 17155                                                                  |      |          |
|                 | Sürdürülebilirlik araştırmalarına ayrılan toplam araştırma fonu (ABD Doları cinsinden) | 215037                                                                 |      |          |
|                 | Toplam araştırma fonu (ABD Doları cinsinden)                                           | 3959272                                                                |      |          |
| <b>ED1</b>      | Sürdürülebilirlik derslerinin toplam derslere/konulara oranı                           |                                                                        |      |          |
|                 | ≤ 1%                                                                                   |                                                                        |      | 0        |
|                 | > 1 - 5%                                                                               | > 20%                                                                  |      | 0.25×300 |
|                 | > 5 - 10%                                                                              |                                                                        | 300* | 0.50×300 |
|                 | > 10 - 20%                                                                             |                                                                        |      | 0.75×300 |
|                 | > 20%                                                                                  |                                                                        |      | 1.00×300 |
| <b>ED2</b>      | Sürdürülebilirlik araştırma fonunun toplam araştırma fonuna oranı                      |                                                                        |      |          |
|                 | ≤ 1%                                                                                   |                                                                        |      | 0        |
|                 | > 1 - 8%                                                                               | > 20 - 40%                                                             |      | 0.25×200 |
|                 | > 8 - 20%                                                                              |                                                                        | 200* | 0.50×200 |
|                 | > 20 - 40%                                                                             |                                                                        |      | 0.75×200 |
|                 | > 40%                                                                                  |                                                                        |      | 1.00×200 |
| <b>ED3</b>      | Sürdürülebilirlik konusunda yayınlanan bilimsel yayın sayısı                           |                                                                        |      |          |
|                 | 0                                                                                      |                                                                        |      | 0        |
|                 | 1 - 20                                                                                 | > 300                                                                  |      | 0.25×200 |
|                 | 21 - 83                                                                                |                                                                        | 200* | 0.50×200 |
|                 | 84 - 300                                                                               |                                                                        |      | 0.75×200 |
|                 | > 300                                                                                  |                                                                        |      | 1.00×200 |
| <b>ED4</b>      | Sürdürülebilirlikle ilgili faaliyet sayısı                                             | 54                                                                     |      |          |
|                 |                                                                                        |                                                                        | 200* | 0        |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 0.25×200 |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 0.50×200 |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 0.75×200 |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 1.00×200 |
| <b>ED5</b>      | Sürdürülebilirlikle ilgili öğrenci organizasyonu sayısı                                |                                                                        |      |          |
|                 | 0                                                                                      |                                                                        |      | 0        |
|                 | 1 - 2                                                                                  | 5 - 10                                                                 |      | 0.25×200 |
|                 | 3 - 4                                                                                  |                                                                        | 200* | 0.50×200 |
|                 | 5 - 10                                                                                 |                                                                        |      | 0.75×200 |
|                 | > 10                                                                                   |                                                                        |      | 1.00×200 |
| <b>ED6</b>      | Üniversite tarafından işletilen sürdürülebilirlik web sitesi                           | Web sitesi kullanılabilir, erişilebilir ve düzenli olarak güncellenir. |      |          |
|                 | http://yesiluniversite.omu.edu.tr/                                                     |                                                                        | 200* | 0        |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 0.25×200 |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 0.50×200 |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 0.75×200 |
|                 |                                                                                        |                                                                        |      | 1.00×200 |

Tablo 4.22. Eğitim ve araştırma (devamı) (ED)

| No          | Alt kriterler                                                                               | Mevcut durum                        | Skor | Puan     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------|----------|
| <b>ED7</b>  | Sürdürülebilirlik Raporu                                                                    | Sürdürülebilirlik Raporu yayınlandı | 100* | 0        |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.25×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.50×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.75×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 1.00×100 |
| <b>ED8</b>  | Kampüsteki kültürel etkinlik sayısı                                                         | Yılda 3'den fazla etkinlik          | 100* | 0        |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.25×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.50×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.75×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 1.00×100 |
| <b>ED9</b>  | Covid-19 pandemisi ile başa çıkacak üniversite program(lar)ı                                | 3'den fazla program                 | 100* | 0        |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.25×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.50×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.75×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 1.00×100 |
| <b>ED10</b> | Düzenlenen ve/veya öğrencileri içeren sürdürülebilirlik toplum hizmetleri projesinin sayısı | 3'den fazla proje                   | 100* | 0        |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.25×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.50×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.75×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 1.00×100 |
| <b>ED11</b> | Sürdürülebilirlikle ilgili girişimlerin sayısı                                              | 3'den fazla proje                   | 100* | 0        |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.25×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.50×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 0.75×100 |
|             |                                                                                             |                                     |      | 1.00×100 |

Sürdürülebilir yeşil üniversite yalnızca kendi sınırları dahilindeki alana değil kentlerin ve yer aldığı bölgenin sürdürülebilir gelişimine de katkı sağlamaktadır. Üniversitelerin sürdürülebilirlik kavramı üzerinden biçimlendirilmesi, fiziksel, eğitimsel ve yönetsel tüm kurgularının sürdürülebilir bir yaklaşımla ortaya konması yalnızca bulunduğu çevrenin fiziksel gelişimine değil buna paralel olarak çevresel, toplumsal ve ekonomik gelişimindeki dönüşümüne de yön vermektedir.

Tüm mevcut bilgi ve veriler ile üniversitenin 2021 yılı çerçevesinde gösterge sonuçlarının altyapı ve yerleşim alanında %76'sının, enerji ve iklim değişikliğinde %18'inin, atıkta %70'inin, suda %55'inin, ulaşımda %44'ünün ve eğitim/araştırmada ise %66'sının sağlandığı elde edilen puanlama skorlarından anlaşılmaktadır. Özellikle enerji ve iklim değişikliği, su ve ulaşım parametreleri ile ilgili uygulamaların kampüse entegre edilip, hayata geçirilmesi üniversite kampüsünü daha yeşil ve sürdürülebilir olma yolunda destekleyici adımlar olacağı açıkça görülmektedir. Şekil 4.38'de verilen grafiklerde; her bir eksen üzerinde işaretlenen noktalar, alt kriterlere karşılık gelen puanlama skorlarının sonuçlarını göstermektedir.



Şekil 4.38. 2021 yılı altı ana göstergeye göre alt kriterlerin değerlendirme sonuçları

Yukarıda Şekil 4.38’de verilen grafiklerde görüldüğü üzere bazı alt kriterlerin değerlendirme sonuçları sıfır olarak atanmıştır. Bunun nedeni olarak veri girişlerinde hazırlanan gerekli kanıt dökümanlarında mevcut bazı uzantılara erişim sağlamada yaşanan sıkıntılardan ileri geldiği belirtilmiştir.

#### 4.9. Analitik Hiyerarşi Prosesi Sonuçları

Analitik hiyerarşi prosesi yöntemi kullanılarak ilk adımda ana kriterlerin karşılaştırmaları yapılmış olup, daha sonra tüm alt kriterlere yönelik oluşturulan çözüm matrislerine geçilmiştir. Materyal ve yöntem bölümünde tablolarda kısaltmaları verilen tüm kriterlerin açıklamalarına yer verilmiştir. Kriterlerin ikili karşılaştırması uzman cevaplarının geometrik ortalamaları alınarak Tablo 4.23 ve Tablo 4.42 arasında gösterildiği gibi ortak matrisler oluşturulmuştur. Hedefe yönelik alternatiflerin önceliklendirilmesine ilişkin uzman görüşlerinden elde edilen diğer ikili karşılaştırma matrislerinin tümüne bu bölümünde yer verilmiştir. Bunun yanı sıra tüm alt kriterler ve ana kriterlerin öncelikli ağırlık vektörleri ( $w$ ) ile en büyük özdeğer ( $\lambda_{\max}$ ) sonuçları hesaplanmıştır. Elde edilen tüm ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları (CR) hesaplanmış ve tutarlılık oranlarının % 0.10'dan düşük olduğu matrislerin tutarlı olduğu kabul edilmiştir.

Tablo 4.23. Atık ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|     | AK1 | AK2 | AK3 | AK4 | AK5 | AK6 | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------------------|------|
| AK1 | 1   | 1   | 1   | 1/5 | 1/3 | 1/5 | 0.077 | 6.455            | 0.07 |
| AK2 | 1   | 1   | 1   | 1/3 | 1   | 1/3 | 0.102 |                  |      |
| AK3 | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 0.155 |                  |      |
| AK4 | 5   | 3   | 1   | 1   | 1   | 1/3 | 0.195 |                  |      |
| AK5 | 3   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1/3 | 0.140 |                  |      |
| AK6 | 5   | 3   | 1   | 3   | 3   | 1   | 0.326 |                  |      |

Tablo 4.24. Su ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|     | SK1 | SK2 | SK3 | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|-----|-----|-----|-----|-------|------------------|------|
| SK1 | 1   | 3   | 3   | 0.574 | 3.099            | 0.08 |
| SK2 | 1/3 | 1   | 3   | 0.285 |                  |      |
| SK3 | 1/3 | 1/3 | 1   | 0.138 |                  |      |

Tablo 4.25. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|     | EK1 | EK2 | EK3 | EK4 | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------------------|------|
| EK1 | 1   | 1/3 | 1/5 | 1/5 | 0.075 | 4.260            | 0.09 |
| EK2 | 3   | 1   | 1   | 3   | 0.350 |                  |      |
| EK3 | 5   | 1   | 1   | 3   | 0.386 |                  |      |
| EK4 | 5   | 1/3 | 1/3 | 1   | 0.187 |                  |      |

Tablo 4.26. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | A1 | A2 | A3  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|----|-----|-------|------------------|------|
| A1 | 1  | 1  | 1/3 | 0.224 | 3.100            | 0.08 |
| A2 | 1  | 1  | 1   | 0.323 |                  |      |
| A3 | 3  | 1  | 1   | 0.453 |                  |      |

Tablo 4.27. Atık minimizasyonu alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1  | U2 | U3  | U4 | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|-----|----|-----|----|-------|------------------|------|
| U1 | 1   | 5  | 1   | 3  | 0.423 | 4.182            | 0.06 |
| U2 | 1/5 | 1  | 1/3 | 1  | 0.111 |                  |      |
| U3 | 1   | 3  | 1   | 1  | 0.292 |                  |      |
| U4 | 1/3 | 1  | 1   | 1  | 0.174 |                  |      |

Tablo 4.28. Ayır toplama alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1  | U2 | U3  | U4 | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|-----|----|-----|----|-------|------------------|------|
| U1 | 1   | 3  | 1/3 | 3  | 0.266 | 4.104            | 0.03 |
| U2 | 1/3 | 1  | 1/5 | 1  | 0.101 |                  |      |
| U3 | 3   | 5  | 1   | 3  | 0.515 |                  |      |
| U4 | 1/3 | 1  | 1/3 | 1  | 0.118 |                  |      |

Tablo 4.29. Atık geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1  | U2 | U3  | U4 | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|-----|----|-----|----|-------|------------------|------|
| U1 | 1   | 3  | 3   | 3  | 0.611 | 4.090            | 0.03 |
| U2 | 1/3 | 1  | 1   | 1  | 0.202 |                  |      |
| U3 | 1/3 | 1  | 1   | 3  | 0.265 |                  |      |
| U4 | 1/3 | 1  | 1/3 | 1  | 0.171 |                  |      |

Tablo 4.30. Kağıt ve plastik azaltım programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2 | U3 | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|----|----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1  | 1  | 1   | 0.241 | 4.153            | 0.05 |
| U2 | 1  | 1  | 1  | 1   | 0.241 |                  |      |
| U3 | 1  | 1  | 1  | 1/3 | 0.193 |                  |      |
| U4 | 1  | 1  | 3  | 1   | 0.325 |                  |      |

Tablo 4.31. Organik atıkların işlenmesi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1  | U2 | U3  | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|-----|----|-----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1   | 5  | 5   | 3   | 0.543 | 4.229            | 0.08 |
| U2 | 1/5 | 1  | 1/3 | 1/3 | 0.075 |                  |      |
| U3 | 1/5 | 3  | 1   | 1/3 | 0.135 |                  |      |
| U4 | 1/3 | 3  | 3   | 1   | 0.243 |                  |      |

Tablo 4.32. Tehlikeli atık yönetimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2 | U3 | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|----|----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1  | 1  | 1   | 0.241 | 4.152            | 0.05 |
| U2 | 1  | 1  | 1  | 1/3 | 0.191 |                  |      |
| U3 | 1  | 1  | 1  | 1   | 0.241 |                  |      |
| U4 | 1  | 3  | 1  | 1   | 0.325 |                  |      |

Tablo 4.33. Su tasarrufu programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2 | U3  | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|----|-----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1  | 1/7 | 1/5 | 0.070 | 4.113            | 0.04 |
| U2 | 1  | 1  | 1/5 | 1/5 | 0.080 |                  |      |
| U3 | 7  | 5  | 1   | 3   | 0.547 |                  |      |
| U4 | 5  | 5  | 1/3 | 1   | 0.298 |                  |      |

Tablo 4.34. Su geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2 | U3  | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|----|-----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1  | 1/3 | 1/5 | 0.105 | 4.200            | 0.07 |
| U2 | 1  | 1  | 1/5 | 1/3 | 0.095 |                  |      |
| U3 | 3  | 5  | 1   | 3   | 0.500 |                  |      |
| U4 | 5  | 3  | 1/3 | 1   | 0.300 |                  |      |

Tablo 4.35. Su verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2  | U3  | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|-----|-----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1/3 | 1/3 | 1/5 | 0.082 | 4.105            | 0.03 |
| U2 | 3  | 1   | 1/3 | 1/3 | 0.162 |                  |      |
| U3 | 3  | 3   | 1   | 1   | 0.357 |                  |      |
| U4 | 5  | 3   | 1   | 1   | 0.398 |                  |      |

Tablo 4.36. Enerji verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2  | U3  | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|-----|-----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1/3 | 1/3 | 1/5 | 0.082 | 4.105            | 0.03 |
| U2 | 3  | 1   | 3   | 1   | 0.357 |                  |      |
| U3 | 3  | 1/3 | 1   | 1/3 | 0.160 |                  |      |
| U4 | 5  | 1   | 3   | 1   | 0.398 |                  |      |

Tablo 4.37. Sera gazı emisyonu azaltım planı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2  | U3 | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|-----|----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1/3 | 1  | 1/3 | 0.128 | 4.147            | 0.05 |
| U2 | 3  | 1   | 1  | 1   | 0.304 |                  |      |
| U3 | 1  | 1   | 1  | 1/3 | 0.178 |                  |      |
| U4 | 3  | 1   | 3  | 1   | 0.387 |                  |      |

Tablo 4.38. Yenilenebilir enerji üretimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2  | U3  | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|-----|-----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1/7 | 1/3 | 1/5 | 0.057 | 4.092            | 0.03 |
| U2 | 7  | 1   | 5   | 3   | 0.573 |                  |      |
| U3 | 3  | 1/5 | 1   | 1   | 0.158 |                  |      |
| U4 | 5  | 1/3 | 1   | 1   | 0.209 |                  |      |

Tablo 4.39. Yeşillendirme ve karbon tutma alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1  | U2 | U3 | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|-----|----|----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1   | 3  | 1  | 3   | 0.390 | 4.224            | 0.09 |
| U2 | 1/3 | 1  | 1  | 1/3 | 0.145 |                  |      |
| U3 | 1   | 1  | 1  | 1   | 0.233 |                  |      |
| U4 | 1/3 | 3  | 1  | 1   | 0.232 |                  |      |

Tablo 4.40. Atık ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1  | U2 | U3  | U4 | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|-----|----|-----|----|-------|------------------|------|
| U1 | 1   | 3  | 1   | 1  | 0.306 | 4.150            | 0.05 |
| U2 | 1/3 | 1  | 1/3 | 1  | 0.143 |                  |      |
| U3 | 1   | 3  | 1   | 1  | 0.306 |                  |      |
| U4 | 1   | 1  | 1   | 1  | 0.243 |                  |      |

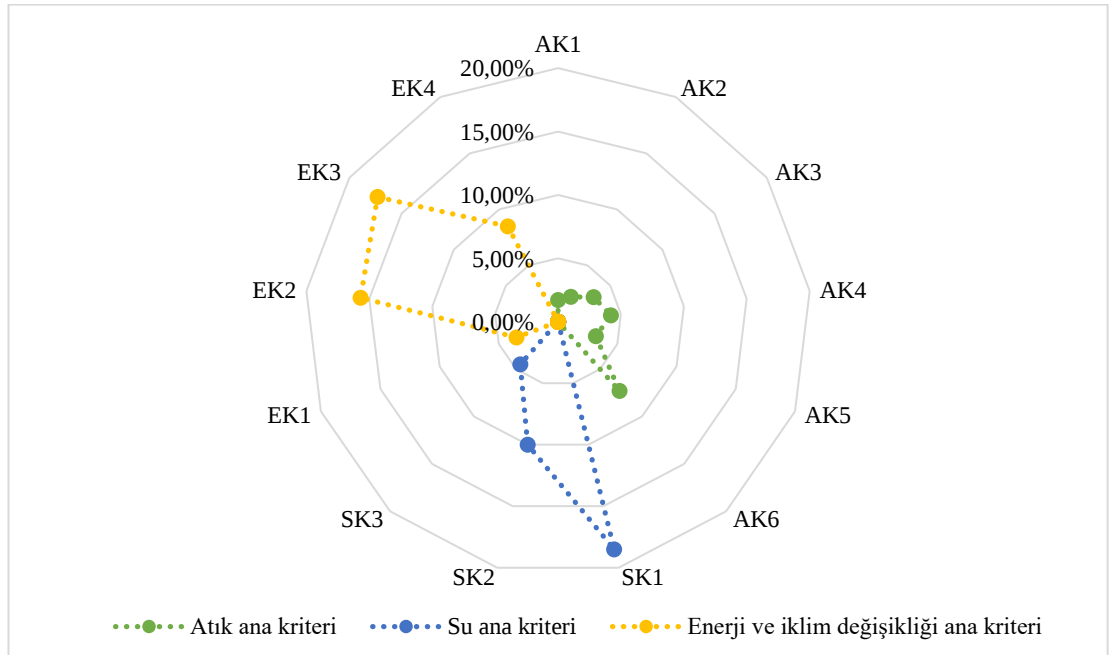
Tablo 4.41. Su ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2 | U3  | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|----|-----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1  | 1/7 | 1/5 | 0.069 | 4.139            | 0.05 |
| U2 | 1  | 1  | 1/7 | 1/3 | 0.074 |                  |      |
| U3 | 7  | 7  | 1   | 5   | 0.630 |                  |      |
| U4 | 5  | 3  | 1/5 | 1   | 0.223 |                  |      |

Tablo 4.42. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları-I

|    | U1 | U2  | U3 | U4  | w     | $\lambda_{\max}$ | CR   |
|----|----|-----|----|-----|-------|------------------|------|
| U1 | 1  | 1/3 | 1  | 1/5 | 0.111 | 4.181            | 0.06 |
| U2 | 3  | 1   | 1  | 1   | 0.290 |                  |      |
| U3 | 1  | 1   | 1  | 1/3 | 0.171 |                  |      |
| U4 | 5  | 1   | 3  | 1   | 0.423 |                  |      |

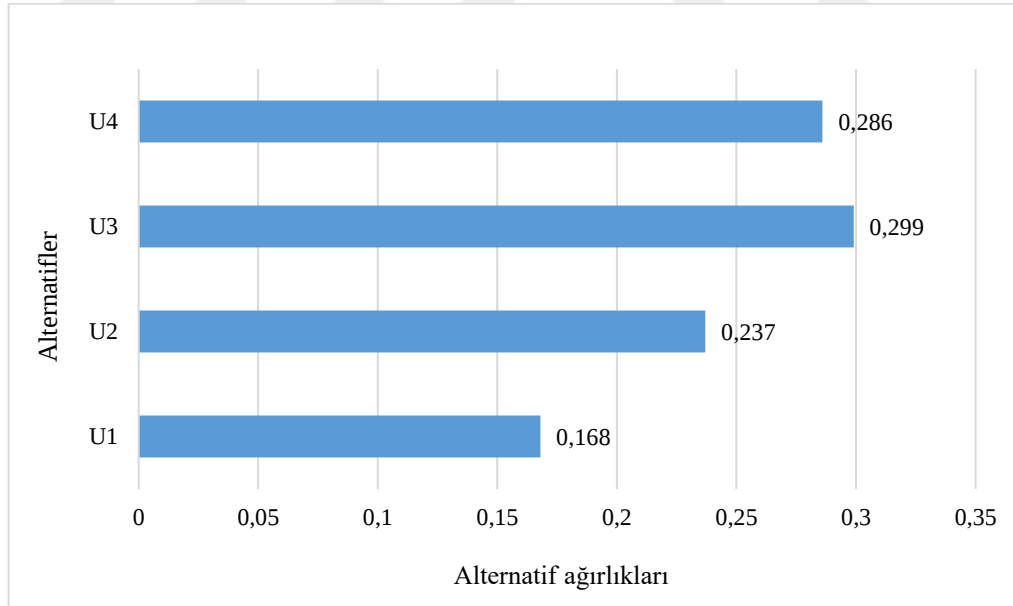
Yukarıda Tablo 4.23 ile Tablo 4.42 arasında verilen karşılaştırma matrislerinin alternatiflere yönelik tüm ana kriter ve alt kriter ağırlıklarının yüzdesel dağılımları Şekil 4.39’da verilmiştir. Tüm bu çözümlere ek olarak Super Desicions Version 3.2.0 paket yazılım programı kullanılarak AHP verileri bu sistemde de yaklaşık aynı değerler ile aynı sıralama sonucunu vermiştir. Super Desicions Version 3.2.0 program çıktılarının yer aldığı tablolara ise Ek-6’da yer verilmiştir.



Tablo 4.43. Uygulama alternatiflerinin genel ağırlıkları, AHP

| Ana kriterler               | Alt kriterler | Alt kriter ağırlıkları | U1    | U2    | U3    | U4    | Ağr. U1 | Ağr. U2 | Ağr. U3 | Ağr. U4 |
|-----------------------------|---------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|
| Atık                        | AK1           | 0.077                  | 0.423 | 0.111 | 0.290 | 0.174 | 0.007   | 0.002   | 0.005   | 0.003   |
|                             | AK2           | 0.102                  | 0.266 | 0.101 | 0.513 | 0.118 | 0.006   | 0.002   | 0.012   | 0.002   |
|                             | AK3           | 0.155                  | 0.611 | 0.202 | 0.265 | 0.171 | 0.021   | 0.007   | 0.009   | 0.007   |
|                             | AK4           | 0.195                  | 0.241 | 0.241 | 0.193 | 0.325 | 0.010   | 0.010   | 0.008   | 0.014   |
|                             | AK5           | 0.140                  | 0.543 | 0.075 | 0.135 | 0.243 | 0.016   | 0.002   | 0.004   | 0.007   |
|                             | AK6           | 0.326                  | 0.241 | 0.191 | 0.241 | 0.325 | 0.017   | 0.013   | 0.020   | 0.023   |
| Su                          | SK1           | 0.574                  | 0.070 | 0.079 | 0.547 | 0.298 | 0.013   | 0.014   | 0.100   | 0.055   |
|                             | SK2           | 0.285                  | 0.105 | 0.095 | 0.500 | 0.300 | 0.009   | 0.008   | 0.045   | 0.027   |
|                             | SK3           | 0.138                  | 0.082 | 0.162 | 0.357 | 0.398 | 0.003   | 0.007   | 0.015   | 0.017   |
| Enerji ve iklim değişikliği | EK1           | 0.075                  | 0.082 | 0.357 | 0.160 | 0.398 | 0.003   | 0.012   | 0.005   | 0.013   |
|                             | EK2           | 0.350                  | 0.128 | 0.304 | 0.178 | 0.387 | 0.020   | 0.048   | 0.030   | 0.062   |
|                             | EK3           | 0.386                  | 0.057 | 0.573 | 0.158 | 0.209 | 0.010   | 0.100   | 0.027   | 0.036   |
|                             | EK4           | 0.187                  | 0.390 | 0.145 | 0.233 | 0.232 | 0.033   | 0.012   | 0.019   | 0.020   |
| Toplam                      |               |                        |       |       |       |       | 0.168   | 0.237   | 0.299   | 0.286   |

Yukarıda Tablo 4.43’de AHP uygulama alternatiflerinin tüm matris çözümlerinde elde edilen sonuçları ile genel ağırlıklarının hesaplanması sonucunda dört alternatifin birbirleri üzerindeki öncelik sıralaması Şekil 4.40’da gösterilmiştir.



Şekil 4.40. Uygulama alternatiflerinin toplam ağırlıkları

Hedefe yönelik karşılaştırma matrislerinin analizinde sonuçlar  $U3 > U4 > U2 > U1$  şeklinde elde edilmiştir. Kampüste yağmur suyu toplama sistemi, uygulama alternatiflerinin önceliklendirilme sırasında ilk sırada yer almıştır. Bu sıralamayı akıllı bina, fotovoltaik sistemler ve pilot kompost tesisi uygulama alternatifleri izlemiştir.

#### 4.10. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Sonuçları

Belirlenen hedefe yönelik alternatiflerin önceliklendirilmesini sağlamak amacıyla AHP'ye ek olarak dilsel ifadelerin dikkate alındığı, bulanık sayıların kullanıldığı BAHF'de Chang'ın (1996) genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmıştır. Uygulamalarına sıkça rastlanılan üçgensel bulanık sayılar tercih edilmiştir. Uygulamada uzman görüşlerinin ortak matrisleri ile sonuçlar yukarıda klasik AHP yöntemi ile değerlendirilmiş olup, yapılan çözümlere ek bu bölümde bulanık veriler kullanılmış ve genişletilmiş analiz yöntemi ile de değerlendirme yapılmıştır. Bulanık AHP de kullanılan matrisler ve çözümleri Tablo 44 ve Tablo 64 arasında verilmiştir.

Tablo 4.44. Atık ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|     | AK1     | AK2     | AK3     | AK4           | AK5           | AK6           |
|-----|---------|---------|---------|---------------|---------------|---------------|
| AK1 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/6,1/5,1/4) | (1/4,1/3,1/2) | (1/6,1/5,1/4) |
| AK2 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1)       | (1/4,1/3,1/2) |
| AK3 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1)       | (1,1,1)       |
| AK4 | (4,5,6) | (2,3,4) | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1)       | (1/4,1/3,1/2) |
| AK5 | (2,3,4) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1)       | (1/4,1/3,1/2) |
| AK6 | (4,5,6) | (2,3,4) | (1,1,1) | (2,3,4)       | (2,3,4)       | (1,1,1)       |

Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri için bulanık sentetik derece değerleri bulunur;

$$S_1 = (3.57, 3.73, 4.00) \otimes (1/57, 1/49.05, 1/41.57) = (0.062, 0.075, 0.096)$$

$$S_2 = (4.5, 4.66, 5.00) \otimes (1/57, 1/49.05, 1/41.57) = (0.078, 0.094, 0.120)$$

$$S_3 = (6.00, 6.00, 6.00) \otimes (1/57, 1/49.05, 1/41.57) = (0.105, 0.121, 0.144)$$

$$S_4 = (9.25, 11.33, 13.50) \otimes (1/57, 1/49.05, 1/41.57) = (0.161, 0.229, 0.324)$$

$$S_5 = (6.25, 7.33, 8.50) \otimes (1/57, 1/49.05, 1/41.57) = (0.109, 0.148, 0.204)$$

$$S_6 = (12.00, 16.00, 20.00) \otimes (1/57, 1/49.05, 1/41.57) = (0.210, 0.324, 0.480)$$

şeklinde hesaplanır. Bulunan bu vektörleri kullanarak,

$$V(S_1 \geq S_2) = 0 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0 ; V(S_1 \geq S_5) = 0 ; V(S_1 \geq S_6) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 0.357 ; V(S_2 \geq S_4) = 0 ; V(S_2 \geq S_5) = 0.169 ;$$

$$V(S_2 \geq S_6) = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 0 ; V(S_3 \geq S_5) = 0.564 ; V(S_3 \geq S_6) = 0$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1 ; V(S_4 \geq S_5) = 1 ; V(S_4 \geq S_6) = 0.545$$

$$V(S_5 \geq S_1) = 1 ; V(S_5 \geq S_2) = 1 ; V(S_5 \geq S_3) = 1 ; V(S_5 \geq S_4) = 0.346 ; V(S_5 \geq S_6) = 0$$

$$V(S_6 \geq S_1) = 1 ; V(S_6 \geq S_2) = 1 ; V(S_6 \geq S_3) = 1 ; V(S_6 \geq S_4) = 1 ; V(S_6 \geq S_5) = 1$$

değerleri elde edilir. Karşılaştırma işlemi sonucunda elde edilen değerler ağırlık vektörüne dönüştürülür.

$$\min V (S_1 \geq S_2, S_3, S_4, S_5, S_6) = 0$$

$$\min V (S_2 \geq S_1, S_3, S_4, S_5, S_6) = 0$$

$$\min V (S_3 \geq S_1, S_2, S_4, S_5, S_6) = 0$$

$$\min V (S_4 \geq S_1, S_2, S_3, S_5, S_6) = 0.545$$

$$\min V (S_5 \geq S_1, S_2, S_3, S_4, S_6) = 0$$

$$\min V (S_6 \geq S_1, S_2, S_3, S_4, S_5) = 1$$

$W' = (0, 0, 0, 0.545, 0, 1)^T$  vektörü normalize edildiğinde;

$W = (0, 0, 0, 0.353, 0, 0.647)^T$  bulunur. Tüm karşılaştırma matrislerine bu çözüm metodu uygulanır.

Tablo 4.45. Su ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|     | SK1           | SK2           | SK3     |
|-----|---------------|---------------|---------|
| SK1 | (1,1,1)       | (2,3,4)       | (2,3,4) |
| SK2 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1)       | (2,3,4) |
| SK3 | (1/4,1/3,1/2) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) |

$$S_1 = (5.00, 7.00, 9.00) \otimes (1/16.5, 1/12.99, 1/9.75) = (0.303, 0.538, 0.922)$$

$$S_2 = (3.25, 4.33, 5.50) \otimes (1/16.5, 1/12.99, 1/9.75) = (0.196, 0.332, 0.563)$$

$$S_3 = (1.50, 1.66, 2.00) \otimes (1/16.5, 1/12.99, 1/9.75) = (0.091, 0.127, 0.205)$$

$$V (S_1 \geq S_2) = 1 ; V (S_1 \geq S_3) = 1$$

$$V (S_2 \geq S_1) = 0.557 ; V (S_2 \geq S_3) = 1$$

$$V (S_3 \geq S_1) = 0 ; V (S_3 \geq S_2) = 0.0420$$

$$\min V (S_1 \geq S_2, S_3) = 1$$

$$\min V (S_2 \geq S_1, S_3) = 0.557$$

$$\min V (S_3 \geq S_1, S_2) = 0$$

$$W' = (1, 0.557, 0)^T ; W = (0.642, 0.358, 0)^T$$

Tablo 4.46. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|     | EK1     | EK2           | EK3           | EK4           |
|-----|---------|---------------|---------------|---------------|
| EK1 | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1/6,1/5,1/4) | (1/6,1/5,1/4) |
| EK2 | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1,1,1)       | (2,3,4)       |
| EK3 | (4,5,6) | (1,1,1)       | (1,1,1)       | (2,3,4)       |
| EK4 | (4,5,6) | (1/4,1/3,1/2) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1)       |

$$\begin{aligned}
S_1 &= (1.57, 1.73, 1.90) \otimes (1/31.90, 1/26.39, 1/21.07) = (0.048, 0.065, 0.089) \\
S_2 &= (6.00, 8.00, 10.00) \otimes (1/31.90, 1/26.39, 1/21.07) = (0.186, 0.304, 0.470) \\
S_3 &= (8.00, 10.00, 12.00) \otimes (1/31.90, 1/26.39, 1/21.07) = (0.248, 0.380, 0.564) \\
S_4 &= (5.50, 6.66, 8.00) \otimes (1/31.90, 1/26.39, 1/21.07) = (0.170, 0.253, 0.376) \\
V(S_1 \geq S_2) &= 0 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0 \\
V(S_2 \geq S_1) &= 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 0.745 ; V(S_2 \geq S_4) = 1 \\
V(S_3 \geq S_1) &= 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1 \\
V(S_4 \geq S_1) &= 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 0.788 ; V(S_4 \geq S_3) = 0.502 \\
\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) &= 0 \\
\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) &= 0.745 \\
\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) &= 1 \\
\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) &= 0.502 \\
W' &= (0, 0.745, 1, 0.502)^T ; W = (0, 0.332, 0.445, 0.223)^T
\end{aligned}$$

Tablo 4.47. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | A1      | A2      | A3            |
|----|---------|---------|---------------|
| A1 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) |
| A2 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| A3 | (2,3,4) | (1,1,1) | (1,1,1)       |

$$\begin{aligned}
S_1 &= (2.25, 2.33, 2.50) \otimes (1/11.5, 1/10.33, 1/9.25) = (0.195, 0.225, 0.270) \\
S_2 &= (3.00, 3.00, 3.00) \otimes (1/11.5, 1/10.33, 1/9.25) = (0.260, 0.290, 0.324) \\
S_3 &= (4.00, 5.00, 6.00) \otimes (1/11.5, 1/10.33, 1/9.25) = (0.347, 0.484, 0.648) \\
V(S_1 \geq S_2) &= 0.133 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 \\
V(S_2 \geq S_1) &= 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 \\
V(S_3 \geq S_1) &= 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 \\
\min V(S_1 \geq S_2, S_3) &= 0 \\
\min V(S_2 \geq S_1, S_3) &= 0 \\
\min V(S_3 \geq S_1, S_2) &= 1 \\
W' &= (0, 0, 1)^T ; W = (0, 0, 1)^T
\end{aligned}$$

Tablo 4.48. Atık minimizasyonu alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1            | U2      | U3            | U4      |
|----|---------------|---------|---------------|---------|
| U1 | (1,1,1)       | (4,5,6) | (1,1,1)       | (2,3,4) |
| U2 | (1/6,1/5,1/4) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) |
| U3 | (1,1,1)       | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1,1,1) |
| U4 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1) |

$$S_1 = (8.00, 10.00, 12.00) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.316, 0.457, 0.642)$$

$$S_2 = (2.41, 2.53, 2.75) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.095, 0.115, 0.147)$$

$$S_3 = (5.00, 6.00, 7.00) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.198, 0.274, 0.374)$$

$$S_4 = (3.25, 3.33, 3.50) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.128, 0.152, 0.187)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 1 ; V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 0 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 ; V(S_2 \geq S_4) = 0.339$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 0.241 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 0 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 0$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 1$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 0.241$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0$$

$$W' = (1, 0, 0.241, 0)^T ; W = (0.805, 0, 0.195, 0)^T$$

Tablo 4.49. Ayrı toplama alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1            | U2      | U3            | U4      |
|----|---------------|---------|---------------|---------|
| U1 | (1,1,1)       | (2,3,4) | (1/4,1/3,1/2) | (2,3,4) |
| U2 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1/6,1/5,1/4) | (1,1,1) |
| U3 | (2,3,4)       | (4,5,6) | (1,1,1)       | (2,3,4) |
| U4 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) |

$$S_1 = (5.25, 7.33, 9.50) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.173, 0.298, 0.494)$$

$$S_2 = (2.41, 2.53, 2.75) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.079, 0.102, 0.143)$$

$$S_3 = (9.00, 12.00, 15.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.297, 0.488, 0.781)$$

$$S_4 = (2.55, 2.66, 3.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.082, 0.108, 0.156)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 0.509 ; V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 0 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 ; V(S_2 \geq S_4) = 0.910$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 0 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 0$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0.509$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 1$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0$$

$$W' = (0.509, 0, 1, 0)^T ; W = (0.337, 0, 0.663, 0)^T$$

Tablo 4.50. Atık geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1            | U2      | U3            | U4      |
|----|---------------|---------|---------------|---------|
| U1 | (1,1,1)       | (2,3,4) | (2,3,4)       | (2,3,4) |
| U2 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1) |
| U3 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1,1,1)       | (2,3,4) |
| U4 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) |

$$S_1 = (7.00, 10.00, 13.00) \otimes (1/26.00, 1/21.32, 1/17.00) = (0.268, 0.469, 0.764)$$

$$S_2 = (3.25, 3.33, 3.50) \otimes (1/26.00, 1/21.32, 1/17.00) = (0.124, 0.156, 0.205)$$

$$S_3 = (4.25, 5.33, 6.50) \otimes (1/26.00, 1/21.32, 1/17.00) = (0.163, 0.249, 0.382)$$

$$S_4 = (2.50, 2.66, 3.00) \otimes (1/26.00, 1/21.32, 1/17.00) = (0.096, 0.124, 0.176)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 1 ; V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 0 ; V(S_2 \geq S_3) = 0.311 ; V(S_2 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 0.341 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 0 ; V(S_4 \geq S_2) = 0.619 ; V(S_4 \geq S_3) = 0.094$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 1$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 0.341$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0$$

$$W' = (1, 0, 0.341, 0)^T ; W = (0.745, 0, 0.255, 0)^T$$

Tablo 4.51. Kağıt ve plastik azaltım programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2      | U3      | U4            |
|----|---------|---------|---------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| U2 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| U3 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) |
| U4 | (1,1,1) | (1,1,1) | (2,3,4) | (1,1,1)       |

$$\begin{aligned}
S_1 &= (4.00, 4.00, 4.00) \otimes (1/18.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.216, 0.230, 0.246) \\
S_2 &= (4.00, 4.00, 4.00) \otimes (1/18.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.22166, 0.230, 0.246) \\
S_3 &= (3.25, 3.33, 3.50) \otimes (1/18.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.175, 0.192, 0.215) \\
S_4 &= (5.00, 6.00, 7.00) \otimes (1/18.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.270, 0.346, 0.430) \\
V(S_1 \geq S_2) &= 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 1 ; V(S_1 \geq S_4) = 0 \\
V(S_2 \geq S_1) &= 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 1 ; V(S_2 \geq S_4) = 0 \\
V(S_3 \geq S_1) &= 0 ; V(S_3 \geq S_2) = 0 ; V(S_3 \geq S_4) = 0 \\
V(S_4 \geq S_1) &= 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1 \\
\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) &= 0 \\
\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) &= 0 \\
\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) &= 0 \\
\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) &= 1 \\
W' &= (0, 0, 0, 1)^T ; W = (0, 0, 0, 1)^T
\end{aligned}$$

Tablo 4.52. Organik atıkların işlenmesi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1            | U2      | U3            | U4            |
|----|---------------|---------|---------------|---------------|
| U1 | (1,1,1)       | (4,5,6) | (4,5,6)       | (2,3,4)       |
| U2 | (1/6,1/5,1/4) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1/4,1/3,1/2) |
| U3 | (1/6,1/5,1/4) | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1/4,1/3,1/2) |
| U4 | (1/4,1/3,1/2) | (2,3,4) | (2,3,4)       | (1,1,1)       |

$$\begin{aligned}
S_1 &= (11.00, 14.00, 17.00) \otimes (1/34.50, 1/27.72, 1/21.32) = (0.317, 0.504, 0.797) \\
S_2 &= (1.66, 1.86, 2.25) \otimes (1/34.50, 1/27.72, 1/21.32) = (0.019, 0.067, 0.105) \\
S_3 &= (3.41, 4.53, 5.75) \otimes (1/34.50, 1/27.72, 1/21.32) = (0.098, 0.163, 0.269) \\
S_4 &= (5.25, 7.33, 9.50) \otimes (1/34.50, 1/27.72, 1/21.32) = (0.151, 0.264, 0.445) \\
V(S_1 \geq S_2) &= 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 1 ; V(S_1 \geq S_4) = 1 \\
V(S_2 \geq S_1) &= 0 ; V(S_2 \geq S_3) = 0.067 ; V(S_2 \geq S_4) = 0 \\
V(S_3 \geq S_1) &= 0 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 0.538 \\
V(S_4 \geq S_1) &= 0.347 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1 \\
\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) &= 1 \\
\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) &= 0 \\
\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) &= 0 \\
\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) &= 0.347 \\
W' &= (1, 0, 0, 0.347)^T ; W = (0.743, 0, 0, 0.257)^T
\end{aligned}$$

Tablo 4.53. Tehlikeli atık yönetimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2      | U3      | U4            |
|----|---------|---------|---------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| U2 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) |
| U3 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| U4 | (1,1,1) | (2,3,4) | (1,1,1) | (1,1,1)       |

$$S_1 = (4.00, 4.00, 4.00) \otimes (1/14.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.275, 0.230, 0.246)$$

$$S_2 = (3.25, 3.33, 3.50) \otimes (1/14.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.223, 0.192, 0.215)$$

$$S_3 = (4.00, 4.00, 4.00) \otimes (1/14.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.275, 0.230, 0.246)$$

$$S_4 = (5.00, 6.00, 7.00) \otimes (1/14.5, 1/17.33, 1/16.25) = (0.344, 0.346, 0.430)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 1 ; V(S_1 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 0 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 ; V(S_2 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 0$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 1$$

$$W' = (0, 0, 0, 1)^T ; W = (0, 0, 0, 1)^T$$

Tablo 4.54. Su tasarruf programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2      | U3            | U4            |
|----|---------|---------|---------------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/8,1/7,1/6) | (1/6,1/5,1/4) |
| U2 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/6,1/5,1/4) | (1/6,1/5,1/4) |
| U3 | (6,7,8) | (4,5,6) | (1,1,1)       | (2,3,4)       |
| U4 | (4,5,6) | (4,5,6) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1)       |

$$S_1 = (2.28, 2.34, 2.41) \otimes (1/37.41, 1/32.07, 1/26.85) = (0.061, 0.072, 0.089)$$

$$S_2 = (2.32, 2.40, 2.50) \otimes (1/37.41, 1/32.07, 1/26.85) = (0.062, 0.074, 0.093)$$

$$S_3 = (13.00, 16.00, 19.00) \otimes (1/37.41, 1/32.07, 1/26.85) = (0.347, 0.497, 0.706)$$

$$S_4 = (9.25, 11.33, 13.50) \otimes (1/37.41, 1/32.07, 1/26.85) = (0.246, 0.352, 0.502)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 0 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 ; V(S_2 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 0.516$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 1$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0.516$$

$$W' = (0, 0, 1, 0.516)^T ; W = (0, 0, 0.659, 0.341)^T$$

Tablo 4.55. Su geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2      | U3            | U4            |
|----|---------|---------|---------------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1/6,1/5,1/4) |
| U2 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/6,1/5,1/4) | (1/4,1/3,1/2) |
| U3 | (2,3,4) | (4,5,6) | (1,1,1)       | (2,3,4)       |
| U4 | (4,5,6) | (2,3,4) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1)       |

$$S_1 = (2.41, 2.53, 2.75) \otimes (1/32.00, 1/26.39, 1/21.07) = (0.075, 0.095, 0.130)$$

$$S_2 = (2.41, 2.53, 2.75) \otimes (1/32.00, 1/26.39, 1/21.07) = (0.075, 0.095, 0.130)$$

$$S_3 = (9.00, 12.00, 15.00) \otimes (1/32.00, 1/26.39, 1/21.07) = (0.280, 0.453, 0.711)$$

$$S_4 = (7.25, 9.33, 11.50) \otimes (1/32.00, 1/26.39, 1/21.07) = (0.226, 0.352, 0.545)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 ; V(S_2 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 0.724$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 1$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0.724$$

$$W' = (0, 0, 1, 0.724)^T ; W = (0, 0, 0.580, 0.420)^T$$

Tablo 4.56. Su verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2            | U3            | U4            |
|----|---------|---------------|---------------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1/4,1/3,1/2) | (1/6,1/5,1/4) |
| U2 | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1/4,1/3,1/2) | (1/4,1/3,1/2) |
| U3 | (2,3,4) | (2,3,4)       | (1,1,1)       | (1,1,1)       |
| U4 | (4,5,6) | (2,3,4)       | (1,1,1)       | (1,1,1)       |

$$\begin{aligned}
S_1 &= (1.66, 1.86, 2.25) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.054, 0.075, 0.117) \\
S_2 &= (3.50, 4.66, 6.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.115, 0.189, 0.312) \\
S_3 &= (6.00, 8.00, 10.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.198, 0.325, 0.521) \\
S_4 &= (8.00, 10.00, 12.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/19.16) = (0.264, 0.407, 0.625) \\
V(S_1 \geq S_2) &= 0.017 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0 \\
V(S_2 \geq S_1) &= 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 0.456 ; V(S_2 \geq S_4) = 0.187 \\
V(S_3 \geq S_1) &= 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 0.771 \\
V(S_4 \geq S_1) &= 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1 \\
\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) &= 0 \\
\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) &= 0.187 \\
\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) &= 0.771 \\
\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) &= 1 \\
W' &= (0, 0.187, 0.771, 1)^T ; W = (0, 0.096, 0.393, 0.511)^T
\end{aligned}$$

Tablo 4.57. Enerji verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2            | U3            | U4            |
|----|---------|---------------|---------------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1/4,1/3,1/2) | (1/6,1/5,1/4) |
| U2 | (2,3,4) | (1,1,1)       | (2,3,4)       | (1,1,1)       |
| U3 | (2,3,4) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1)       | (1/4,1/3,1/2) |
| U4 | (4,5,6) | (1,1,1)       | (2,3,4)       | (1,1,1)       |

$$\begin{aligned}
S_1 &= (1.66, 1.86, 2.25) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/18.98) = (0.054, 0.075, 0.118) \\
S_2 &= (6.00, 8.00, 10.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/18.98) = (0.198, 0.325, 0.526) \\
S_3 &= (3.32, 4.66, 6.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/18.98) = (0.109, 0.189, 0.312) \\
S_4 &= (8.00, 10.00, 12.00) \otimes (1/30.25, 1/24.52, 1/18.98) = (0.264, 0.407, 0.631) \\
V(S_1 \geq S_2) &= 0 ; V(S_1 \geq S_3) = 0.073 ; V(S_1 \geq S_4) = 0 \\
V(S_2 \geq S_1) &= 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 1 ; V(S_2 \geq S_4) = 0.761 \\
V(S_3 \geq S_1) &= 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 0.456 ; V(S_3 \geq S_4) = 0.180 \\
V(S_4 \geq S_1) &= 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1 \\
\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) &= 0 \\
\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) &= 0.761 \\
\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) &= 0.180 \\
\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) &= 1
\end{aligned}$$

$$W' = (0, 0.761, 0.180, 1)^T ; W = (0, 0.392, 0.093, 0.515)^T$$

Tablo 4.58. Sera gazı emisyonu azaltım planı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2            | U3      | U4            |
|----|---------|---------------|---------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) |
| U2 | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| U3 | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) |
| U4 | (2,3,4) | (1,1,1)       | (2,3,4) | (1,1,1)       |

$$S_1 = (2.50, 2.66, 3.00) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.106, 0.133, 0.179)$$

$$S_2 = (5.00, 6.00, 7.00) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.212, 0.250, 0.417)$$

$$S_3 = (3.25, 3.33, 3.50) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.138, 0.166, 0.209)$$

$$S_4 = (6.00, 8.00, 10.00) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.255, 0.400, 0.597)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 0 ; V(S_1 \geq S_3) = 0.554 ; V(S_1 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 1 ; V(S_2 \geq S_4) = 0.519$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 0 ; V(S_3 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0.519$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 0$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 1$$

$$W' = (0, 0.519, 0, 1)^T ; W = (0, 0.519, 0, 0.658)^T$$

Tablo 4.59. Yenilenebilir enerji üretimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2            | U3            | U4            |
|----|---------|---------------|---------------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1/8,1/7,1/6) | (1/4,1/3,1/2) | (1/6,1/5,1/4) |
| U2 | (6,7,8) | (1,1,1)       | (4,5,6)       | (2,3,4)       |
| U3 | (2,3,4) | (1/6,1/5,1/4) | (1,1,1)       | (1,1,1)       |
| U4 | (4,5,6) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1)       | (1,1,1)       |

$$S_1 = (1.53, 1.67, 1.91) \otimes (1/35.66, 1/30.2, 1/24.94) = (0.042, 0.055, 0.076)$$

$$S_2 = (13.00, 16.00, 19.00) \otimes (1/35.66, 1/30.2, 1/24.94) = (0.364, 0.529, 0.760)$$

$$S_3 = (4.16, 5.20, 6.25) \otimes (1/35.66, 1/30.2, 1/24.94) = (0.116, 0.172, 0.250)$$

$$S_4 = (6.25, 7.33, 8.50) \otimes (1/35.66, 1/30.2, 1/24.94) = (0.175, 0.242, 0.340)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 0 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 1 ; V(S_2 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 0 ; V(S_3 \geq S_4) = 0.517$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 0 ; V(S_4 \geq S_3) = 1$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 1$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 0$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0$$

$$W' = (0, 1, 0, 0)^T ; W = (0, 1, 0, 0)^T$$

Tablo 4.60. Yeşillendirme ve karbon tutma alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1            | U2      | U3      | U4            |
|----|---------------|---------|---------|---------------|
| U1 | (1,1,1)       | (2,3,4) | (1,1,1) | (2,3,4)       |
| U2 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) |
| U3 | (1,1,1)       | (1,1,1) | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| U4 | (1/4,1/3,1/2) | (2,3,4) | (1,1,1) | (1,1,1)       |

$$S_1 = (6.00, 8.00, 10.00) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.252, 0.400, 0.590)$$

$$S_2 = (2.5, 2.66, 3.00) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.105, 0.133, 0.177)$$

$$S_3 = (4.00, 4.00, 4.00) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.168, 0.200, 0.236)$$

$$S_4 = (4.25, 5.33, 6.50) \otimes (1/23.50, 1/19.99, 1/16.75) = (0.178, 0.266, 0.383)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 1 ; V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 0 ; V(S_2 \geq S_3) = 0.803 ; V(S_2 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 0 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 0.467$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 0.494 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 1$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 0$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0.494$$

$$W' = (1, 0, 0, 0.494)^T ; W = (0.669, 0, 0, 0.331)^T$$

Tablo 4.61. Atık ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1            | U2      | U3            | U4      |
|----|---------------|---------|---------------|---------|
| U1 | (1,1,1)       | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1,1,1) |
| U2 | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) |
| U3 | (1,1,1)       | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1,1,1) |
| U4 | (1,1,1)       | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1) |

$$S_1 = (5.00, 6.00, 7.00) \otimes (1/21.00, 1/18.66, 1/16.50) = (0.235, 0.265, 0.420)$$

$$S_2 = (2.5, 2.66, 3.00) \otimes (1/21.00, 1/18.66, 1/16.50) = (0.117, 0.141, 0.180)$$

$$S_3 = (5.00, 6.00, 7.00) \otimes (1/21.00, 1/18.66, 1/16.50) = (0.235, 0.265, 0.420)$$

$$S_4 = (4.00, 4.00, 4.00) \otimes (1/21.00, 1/18.66, 1/16.50) = (0.188, 0.212, 0.240)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 1 ; V(S_1 \geq S_3) = 1 ; V(S_1 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 0 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 ; V(S_2 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 0.086 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 0.086$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 1$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 1$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0.086$$

$$W' = (1, 0, 1, 0.086)^T ; W = (0.479, 0, 0.479, 0.042)^T$$

Tablo 4.62. Su ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2      | U3            | U4            |
|----|---------|---------|---------------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/8,1/7,1/6) | (1/6,1/5,1/4) |
| U2 | (1,1,1) | (1,1,1) | (1/8,1/7,1/6) | (1/4,1/3,1/2) |
| U3 | (6,7,8) | (6,7,8) | (1,1,1)       | (4,5,6)       |
| U4 | (4,5,6) | (2,3,4) | (1/6,1/5,1/4) | (1,1,1)       |

$$S_1 = (2.29, 2.34, 2.41) \otimes (1/39.32, 1/34.01, 1/28.82) = (0.058, 0.068, 0.083)$$

$$S_2 = (2.37, 2.47, 2.66) \otimes (1/39.32, 1/34.01, 1/28.82) = (0.061, 0.072, 0.092)$$

$$S_3 = (17.00, 20.00, 23.00) \otimes (1/39.32, 1/34.01, 1/28.82) = (0.431, 0.588, 0.795)$$

$$S_4 = (7.16, 9.20, 11.25) \otimes (1/39.32, 1/34.01, 1/28.82) = (0.181, 0.270, 0.389)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 0.846 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 0 ; V(S_2 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 1 ; V(S_3 \geq S_4) = 1$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 0$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 1$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 0 ; W' = (0, 0, 1, 0)^T ; W = (0, 0, 1, 0)^T$$

Tablo 4.63. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi-II

|    | U1      | U2            | U3      | U4            |
|----|---------|---------------|---------|---------------|
| U1 | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) | (1,1,1) | (1/6,1/5,1/4) |
| U2 | (2,3,4) | (1,1,1)       | (1,1,1) | (1,1,1)       |
| U3 | (1,1,1) | (1,1,1)       | (1,1,1) | (1/4,1/3,1/2) |
| U4 | (4,5,6) | (1,1,1)       | (2,3,4) | (1,1,1)       |

$$S_1 = (2.41, 2.53, 2.75) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.095, 0.115, 0.147)$$

$$S_2 = (5.00, 6.00, 7.00) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.198, 0.274, 0.374)$$

$$S_3 = (3.25, 3.33, 3.50) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.128, 0.152, 0.187)$$

$$S_4 = (8.00, 10.00, 12.00) \otimes (1/25.25, 1/21.86, 1/18.66) = (0.316, 0.457, 0.642)$$

$$V(S_1 \geq S_2) = 0 ; V(S_1 \geq S_3) = 0 ; V(S_1 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_2 \geq S_1) = 1 ; V(S_2 \geq S_3) = 1 ; V(S_2 \geq S_4) = 0.240$$

$$V(S_3 \geq S_1) = 1 ; V(S_3 \geq S_2) = 0 ; V(S_3 \geq S_4) = 0$$

$$V(S_4 \geq S_1) = 1 ; V(S_4 \geq S_2) = 1 ; V(S_4 \geq S_3) = 1$$

$$\min V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4) = 0$$

$$\min V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4) = 0.240$$

$$\min V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4) = 0$$

$$\min V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3) = 1$$

$$W' = (0, 0.240, 0, 1)^T ; W = (0, 0.194, 0, 0.806)^T \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Tablo 4.64. Uygulama alternatiflerinin genel ağırlıkları, BAHF

| Ana kriterler               | Alt kriterler | Alt kriter ağırlıkları | U1    | U2    | U3    | U4    | Ağr. U1 | Ağr. U2 | Ağr. U3 | Ağr. U4 |
|-----------------------------|---------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|
| Atık                        | AK1           | 0.000                  | 0.805 | 0.000 | 0.195 | 0.000 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | AK2           | 0.000                  | 0.337 | 0.000 | 0.663 | 0.000 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | AK3           | 0.000                  | 0.745 | 0.000 | 0.255 | 0.000 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | AK4           | 0.353                  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | AK5           | 0.000                  | 0.743 | 0.000 | 0.000 | 0.257 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | AK6           | 0.647                  | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| Su                          | SK1           | 0.642                  | 0.000 | 0.000 | 0.659 | 0.341 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | SK2           | 0.358                  | 0.000 | 0.000 | 0.580 | 0.420 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | SK3           | 0.000                  | 0.000 | 0.096 | 0.393 | 0.511 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
| Enerji ve iklim değişikliği | EK1           | 0.000                  | 0.000 | 0.392 | 0.093 | 0.515 | 0.000   | 0.000   | 0.000   | 0.000   |
|                             | EK2           | 0.332                  | 0.000 | 0.519 | 0.000 | 0.658 | 0.000   | 0.172   | 0.000   | 0.220   |
|                             | EK3           | 0.445                  | 0.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000   | 0.445   | 0.000   | 0.000   |
|                             | EK4           | 0.223                  | 0.669 | 0.000 | 0.000 | 0.331 | 0.149   | 0.000   | 0.000   | 0.074   |
| Toplam                      |               |                        |       |       |       |       | 0.149   | 0.617   | 0.000   | 0.294   |

Elde edilen sonuçlara bakıldığında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP ve BAHP yöntemi, nicel ve nitel ölçekte belirlenen tüm kriterleri bütüncül olarak değerlendirmeye imkan sağlamaktadır. BAHP değerlendirmesinde bulanık ölçekte kullanılan değer tablosu hazırlanarak diğer bütün etkenler ile çözüme gidilmiştir. Her iki çözümde de bu alanda uzman görüşlerinin alındığı yanıtların geometrik ortalamaları ile oluşturulmuş karşılaştırma matrisleri çözüme girdi olarak kaydedilmiştir. Böylece Bulanık AHP ile yapılan çözümde de aynı tutarlı matrislerin kullanımı sağlanmıştır. BAHP yöntemiyle tüm kriterler ve alternatiflerin hesaplanan ağırlıkları da Tablo 4.64’de verilmiştir. Tüm kriterlerin göreceli önem ağırlıkları hesaplandığında, karşılaştırmada kullanılan bulanık sayıların dağınık yapısından kaynaklı bazı kriterler için sonuca sıfır değeri yansıdığı görülmüştür. Bu aşamada dilsel değişkenler kullanılarak sayısal ifadelerle dönüştürülen bulanık sayı aralıklarının ikili karşılaştırmalarda alınacak sonuçları etkileyebileceği görülmüştür. Bu yöntemlerin kullanılması ile karar verme süreçlerindeki kompleks yapıların sonuca ulaşması aşamasında iyi bir alternatif olduğu düşünülmektedir.

AHP ve BAHP yöntemleri kullanılarak sürdürülebilir yeşil kampüsler için çevre dostu uygulamaların önem öncelikleri oluşturulan matrisler sonucunda belirlenmiştir. Üniversitede bu alanla ilgili uzmanların görüşleri doğrultusunda oluşturulan matrislerin matematiksel çözümleri yapılmıştır. Hem klasik AHP hem de BAHP metodu yardımıyla birçok kriterin birbirleri üzerindeki önem ağırlıkları ele alınarak karşılaştırma matrisleri çözülmüş ve sonuçlar ayrıntılı olarak yukarıdaki tablolarda verilmiştir. Üniversite kampüsüne katkı sağlayacak uygulamaların yine etkin bir çok kriterle karşılaştırılarak öncelik değerlerinin belirlenerek, mevcutta en uygun alternatifin seçilmesi sağlanmıştır. Bulanık ölçek kullanılarak çözümlenen matrislerin sonucunda U3 alternatifinin önem ağırlık derecesinin sıfır çıktığı görülmektedir. Bunun nedeni olarak birçok çalışmada bulanık değer aralığının esneklendiğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. BAHP yöntemiyle yapılan çözümde su ana kriterinin ağırlık vektörünün sıfır olması sonucunun oluşturduğu etki ile yağmur suyu toplama sistemlerinin sıfır çıkmasından kaynaklı öncelik sıralamaları; fotovoltaiik sistemler, akıllı bina sistemleri ve pilot kompost tesisi olarak belirlenmiştir. Bulanık AHP ile çözümde üçüncü alternatif değerinin sıfır çıkmasının haricinde genel sonuçlar değerlendirildiğinde, amaca yönelik kriter ve alt kriterlerin sıralama sonuçları ile AHP yönteminin sıralama sonuçlarının paralellik gösterdiği görülmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde dünya üniversitelerinin hızla kampüslerine entegre etmeye çalıştıkları konulardan biri olan çevresel sürdürülebilirlik yaklaşımı gün geçtikçe daha da önemli bir boyut kazanmıştır. Gündemdeki yerini özellikle yirmi birinci yüzyılın başlarında sağlamlaştıran ve üniversitelerde birçok araştırmaya da konu olan üniversite kampüslerinin sürdürülebilirliği dikkatleri üzerine çekmeyi başarmıştır. Sürdürülebilir yeşil üniversite kampüsleri; çevresel parametreler göz önüne alınarak sıfır karbon emisyonunu hedefleyen, su yönetimi ve tasarrufu planlamalarını yapan, çevre dostu ulaşım sistemlerine yönelimin arttığı, yenilenebilir enerji kaynakları kullanabilen, doğal kaynakların kullanımında tedbirli, geri dönüşüm odaklı bir atık yönetim sistemi uygulayan, çevre ve canlı sağlığına önem veren ve bu kapsamda çalışmalar yapan üniversiteler olarak ifade edilmektedir. Bu tez kapsamında, Ondokuz Mayıs Üniversitesi kampüsünün sürdürülebilir yeşil kampüs çalışmaları çerçevesinde sıfır atık yönetimi, karbon ayak izi, yağmur sularının yeşil alanların sulanmasında kullanım potansiyellerinin belirlenmesi, kampüs sürdürülebilirliğinin çevresel kapsamda mevcut durumun belirlenmesi ile uluslararası yeşil ölçüm göstergeleri de dikkate alınarak değerlendirilmesi ile iyileştirme yönünde çevre dostu uygulama alternatiflerinin AHP ve BAHF yöntemiyle önceliklendirilmesi üzerinde çalışılmıştır.

Üniversiteler kurulu oldukları alan, sahip oldukları öğrenci, akedemik ve idari personel nüfusu ile oldukça kalabalık kurumlar olarak bulundukları bölgeye hizmet etmektedirler. Bünyesindeki nüfus yoğunluğunun yanında mevcut binalar, yol ve otopark alanları vb. yapısal alanlar ile çok geniş alanlara konumlandırılmaktadırlar. Tüm bu yoğunlukların sebep olduğu ve beraberinde getirdiği çevresel kirletici yükler de üniversitelerin bulundukları bölgeye sağladıkları faydaların yanında olumsuz etkilerini de ortaya çıkarmaktadır. Açığa çıkan kirletici unsurların takibinin yapıp yönetilmesi aşamasında üniversitelerde çevresel çerçevede sürdürülebilirliğin sağlanması ön plana çıkmaktadır. Üniversite kampüslerinde oluşan çevresel etkinin nicel bir forma getirilmesi ve özellikle tüketim kaynaklı veriler ile buna etki eden birçok faktörün kayıt altına alınması yaşanan önemli sorunlar arasında görülmektedir. Sürdürülebilirliği kampüse entegre etmek işleyiş ve dönüşüm açısından çok da kolay olmayan bir süreçtir. Bu nedenle yapılacak çalışmalar ve kampüsün sahip olduğu öğrenci ve personel nüfusunun bu alanda bilinçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Sürdürülebilirliğin çevresel açıdan değerlendirilmeye başlanmasından itibaren üniversitelerin bu alanda göstermiş oldukları performanslarda ne derece yeterlilik sağladığının ve belirlenen eksikliklerin giderilmesi kapsamında değerlendirilmesi gerekmektedir. Kampüslerin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan ve bu çalışmaları çevresel boyutta ele alan yeşil ölçüm değerlendirme sistemi göstergelerinin önemli bir yol gösterici olduğu açıkça görülmektedir. OMÜ kampüsü de yeşil ölçüm göstergeleri çerçevesinde değerlendirilen bu sisteme 2017 yılında dahil olmuştur. Günümüzde de her yıl bu kapsamda yürüttüğü çalışmalarla altyapı ve yerleşim, enerji ve iklim değişikliği, atık, su, ulaşım ile eğitim ve araştırma alanlarında oluşturulmuş bu sisteme dünya üniversiteleri ile birlikte katılım sağlamaktadır. Yeşil ölçüm sıralama sistemine katılımın sağlanmasından bu yana kampüste uluslararası ölçekte 2017’de % 70’lik kısımda yer alan OMÜ, 2019 yılında % 43’lük dilime yükselmiştir fakat 2020 ve 2021 yılları dahilinde yapılan değerlendirmelerde %54’lük dilime gerilediği görülmektedir. Ulusal ölçekte yer aldığı sıralamada da üniversitenin benzer bir 2017’de %69’luk paydan 2019’da %35 civarlarına artış göstererek olumlu bir ilerleme kaydetmiştir, fakat uluslararası ölçekte olduğu gibi 2020 ve 2021 yıllarında %50-%57 aralığına düşüş göstermiştir. Bunun sebepleri arasında yer alan olan faktörler; veri girişlerindeki aksaklıklar, web sitesinin yenilenmesi ile oluşan veri kaybı ve özellikle 2020 yılındaki pandemi salgını nedeniyle veri sürecinin yeterince etkin yönetiminin sağlanamamasından kaynaklandığı söylenebilir. Kampüs sürdürülebilirlik çalışmalarında elde edilen skorlara bakıldığında on bin tam puanın son dört yıl içerisinde yaklaşık olarak %53’ünün sağlanabildiği belirlenmiştir. Üniversitede özellikle enerji ve iklim değişikliği, su ve ulaşım, atık yönetimi alanında yapılacak çalışmalar ile kampüsün çevresel performansının daha iyiye ulaştırılmasına katkı sağlanmalıdır. Enerji verimliliğinin sağlanmasıyla iklim değişikliğine yansiyacak katkının önemi vurgulanırken, kampüste enerji verimli cihaz kullanımının oldukça düşük seviyede olması enerji verimliliğinin sağlanmasında basit gibi görünen fakat verimliliğe etkin katkı sağlayan bir faktördür. Bunun yanı sıra fosil yakıt kullanımının azaltılması ile yenilenebilir enerji üretimi uygulamaları, yeşil bina yapılanmaları, akıllı bina otomasyon sistemlerinin kampüs binalarında kullanılması için sağlanacak bütçe destekleriyle uygulanabilirliğini belirlemede fizibilite çalışmaları yapılarak enerji ve iklim değişikliği yönünden daha iyi bir seviyeye ulaşmak mümkündür. Tüm bu parametrelerin doğrudan karbon salınımını azaltmada etkileyici faktörler olduğu düşünüldüğünde çevresel açıdan sürdürülebilirliğin

sağlanmasında önemli girişimler olacağı öngörülmektedir. Kampüs karbon ayak izinin son üç yıla bakıldığında ısıtma kaynaklı tüketimler ile elektrik tüketimi, iletim dağıtımı gibi sınırlarda hesaplanan miktarlarında azalma görülmüştür. Yeşil ölçüm göstergeleri kapsamında kullanılan yöntemle yapılan hesaplamalarda ulaşım kaynaklı emisyonların kampüse giren araç dinamikliğinin sürekliliğinden ileri gelmektedir. Bunun başlıca nedeni bölgenin en büyük sağlık merkezinin kampüs içerisinde bulunması ve kişisel araç kullanımı sınırlayıcı politikaların geliştirilmemiş olmasından kaynaklanmaktadır. Emisyonların azaltılmasında fosil yakıt tüketiminden, yenilenebilir enerji üretimi ve tercihinin geçişi hızlandıracak planlamaların yapılması gerekmektedir. Kaynak verimliliğini hedefleyen, yeşil çevre dostu ulaşım kaynaklarını kampüse entegre eden yaklaşımlar geliştirilerek, uygulamaya geçişte teşvik edici mekanizmalar oluşturulmalıdır. Kampüste park alanlarının azaltılması, sıfır emisyonlu araçlar kullanılması, kişisel araçlar yerine toplu taşıma, tramvay vb. ulaşım araçlarının yönelimin artırılmasına yönelik planlamalar yapılmalıdır. Kampüste enerji ve iklim değişikliği alanında iyi bir yol katetmek için kısa vadede yapılabilecek çalışmalara öneri olarak, özellikle binalarda enerji tüketiminin izlenmesi ile kayıp ve kaçakların tespitinin yapılması verilebilir. Buna ek olarak tasarruf ile emisyonları minimize edecek önlemlerin belli süre aralıklarında hedefler oluşturularak izlenmesi sağlanabilir. Uzun vadede ise kampüste yenilenebilir enerji kaynağı yatırımlarının yapılması ve karbon salınımlarına neden olan tüm kaynakların belirlenip, oluşturulacak envanterler doğrultusunda mevcut durumdan hareketle azaltım teknolojilerinin araştırılması ve geliştirilmesi ile üretilecek her bilgi ve stratejinin karbon nötr yaklaşımına destek sağlaması ve kampüste uygulanabilirliğine katkı sağlanması önem taşımaktadır. Eğitim ve araştırma alanında yapılacak her türlü yayın, araştırma, tez çalışmaları ile sürdürülebilirliğin müfredatlarla bütünleştirilip yeşil müfredat oluşturulması; bunun yanında destekleyici projeler, etkinlikler ve programlar ile üniversite kampüsünde çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlanabilir.

Kampüste sıfır atık yönetiminin uygulamaya geçirilmesiyle birlikte atıkların türlerine göre ayrı toplanıp, oluşturulan geçici depolama alanlarından geri dönüşüme kazandırılması ile kampüs sürdürülebilirliğine katkı sağlanmaktadır. Kampüste oluşan atıkların tür ve miktarlarının birimler genelindeki değişimleri oldukça dikkat çekmiştir. Atık miktarlarında yıllar bazında görülen dalgalanmalardaki en önemli etki faktörünün toplanan verilerin temininde yaşanan aksaklıklar olduğu görülmüştür.

Envanter toplama aşamasında her fakülte ve birimin kampüste atık yönetimine eşit katkıyı vermediği ve sürdürülebilirliğinin sağlanamadığı görülmektedir. Atık verilerinin kampüste düzenli toplanması ile takibinin yapılmasının sürdürülebilirliğe ve sistem yönetiminin verimliliğine etkisi önem taşımaktadır. Pilot kompost tesisinin olmayışı, oluşan organik atıkların kampüste entegre bir şekilde yönetilmesine imkan tanımamaktadır. Yemek artıklarının hayvan barınaklarına gönderilmesi uygulaması ise organik atıkları değerlendirme aşamasında önem taşımaktadır. Özellikle kampüs binalarında ve ortak alanlarda kağıt ve plastik kullanımını azaltıcı planlamaların uygulanması atık minimizasyonunun sağlanmasında teşvik edici programlardır. Ayrı toplanan atıklar; plastik, kağıt, cam, metal, elektronik atıklar, tehlikeli ve tıbbi atıklar ile atık yağlar lisanslı firmalar tarafından toplanıp geri dönüştürülerek kampüse, ekonomiye ve çevreye katkı sağlanmaktadır. Organik atıkların komposta dönüştürülmesine ek olarak biyogaz üretimine uygun organik atık içerikleri olan yemek atıkları, hayvansal, bitkisel ve bahçe atıkları vb. ile bu alana da katkı sağlanabileceği öngörülmektedir. Atık yönetimi konusunda kısa vadede kampüse adapte edilebilecek öneriler arasında yeşil satın alma tercihi, ambalaj atıklarını azaltmaya yönelik hedeflerin konulması, yapılan projelere veya çalışmalara atık yönetimi bütçesinin de eklenmesi, laboratuvarlarda oluşan tehlikeli atıkları yönetmede standart bir sistemin oluşturulması sıralanabilir. Uzun vadede yapılabilecek çalışmalara ise pilot ölçekli bir kompost tesisi ve/veya biyogaz tesisinin kurulması yönünde gerekli planlamaların yapılması ve maliyet yönlü bütçe desteğinin sağlanması verilebilir. Atığı azaltma ya da önlemenin dışında, oluşan atığı kendi sınırları içerisinde yönetebilen, kendine yetebilen, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlayan bir kampüs haline dönüşmek öncelikli olarak amaçlanmalıdır.

Kaynaklarını etkin ve verimli kullanabilen bir kampüs planı oluşturmada önemli bir yere sahip olan su kaynaklarının korunması ve yönetimi; kampüste uygulama alanı bulabilecek yağmur suyu, gri su ve içme suyu ile ilgili birçok çalışma ve projeyi içeren sürdürülebilirlik planlarının içerisinde yer almalıdır. Üniversitenin kampüs binalarında yaptığı su tasarrufu çalışmaları incelendiğinde, tüketimin azaltılmasında etkili uygulamalar olduğu görülmektedir. Temel ihtiyaçların başında gelen suya olan ihtiyaç, kaynaklarımızı daha bilinçli kullanmaya mecbur kılmaktadır. OMÜ kampüsünde içme ve kullanma suyu Karakavuk Göleti'nden sağlanmaktadır. Günlük tüketimin 3000 m<sup>3</sup>/gün olarak belirlenmiştir. Kampüs binalarında halihazırda mevcut

olan armatür ve rezervuarlarında tüketilen miktarları en aza indirmek, tasarrufu sağlamak için mevcut sistemlerin düşük akışlı cihazlar ve sensör sistemleri ile değiştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Üniversitenin Rektörlük binalarında yapılan tasarruf çalışmalarında önlem alınmadan önce yapılan ölçümlerde ortalama 43.66 m<sup>3</sup>/gün olan tüketim 100 lavabo bataryasına 2 L/dk ayarlı tasarruf kartuşu takıldıktan sonra 40.35 m<sup>3</sup>/gün olarak ölçülmüştür. Klozet rezervuarları ayarlandıktan sonra ise 30.81 m<sup>3</sup>/gün olarak ölçülmüştür. Toplam 1727 adet 2 L/dakika tasarruf perlatörü monte edilmiştir. Günlük ortalama 12.85 m<sup>3</sup> yani yaklaşık %29.43 oranında tasarruf sağlandığı görülmüştür. Tasarruf uygulamalarının yanında su geri dönüşümü ve geri kazanımı yönünde projeler ile su yönetiminin kampüste daha etkin planlanması sağlanabilir. Yağmur sularının yüzeysel akışa geçip kanalizasyon sistemlerine karışmasının önüne geçilmesi yönünde çalışmalar yapılmalıdır. Kampüs bina çatılarından toplanacak yağmur sularının yeşil alanların sulanması amacıyla kullanıma potansiyelinin su geri kazanımına yönelik yapacağı olumlu etki sürdürülebilirliğin sağlanmasında uygulanabilecek etkili bir yöntem olacağı görülmüştür.

Kampüste sürdürülebilirliğin sağlanmasında çevre dostu alternatif uygulamaların önceliklendirilmesinde uzman görüşlerinden faydalanılarak, karar kriterleri arasındaki ilişkileri dikkate alan ve tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldıran çok kriterli karar verme yöntemlerinden AHP yöntemi ile BAHF yöntemi kullanılarak sonuçlar sayısal olarak ifade edilmiştir. Tüm kriterlerin birbirleriyle önem derecelerinin kıyaslandığı matrisler ile hedefe yönelik seçimlerin belirlenmesi sağlanmıştır. Uygulama alternatifleri olarak pilot kompost tesisi, fotovoltaik sistemler (güneş panelleri), yağmur suyu toplama, akıllı ve yeşil binalar belirlenmiştir. Yeşil ölçüm göstergeleri çerçevesinde eksik yönlerin tespit edilip, mevcut durum değerlendirildiğinde uygulanması öngörülen alternatifler ve ilgili kriterlerin değerlendirilmesi sağlanmıştır. AHP yöntemiyle yapılan çözümde U1 %20.7, U2 %20.9, U3 %30.6 ve U4 %27.8 olarak hesaplanmıştır. Burada yüzdeler arasındaki yakınlık da dikkate alınarak, yağmur suyu toplama sistemi sürdürülebilir yeşil kampüs çalışmalarında öncelikli alternatif olarak seçilmiştir. Atık ana kriterinin alt kriterlerin kampüste önem sıralaması ise tehlikeli atık yönetimi, kağıt ve plastik kullanımını azaltım programı, geri dönüşüm programı oluşturma, organik atıkların işlenmesi, ayrı toplama ve minimizasyon olarak belirlenmiştir. Tehlikeli atıkların

çevresel açıdan oluşturdukları tehditi etkin bir yönetim politikası oluşturarak kontrol altına almak mümkündür. Su ana kriteri altında ise sıralamayı; su tasarruf programı, su geri dönüşüm programı ve su verimli cihaz kullanımı takip etmiştir. Su yönetim planlarının güncellenmesi, suyun yeniden kullanımı ve geri kazanımı ile özellikle tasarruf ve koruma aşamasında oluşturulacak etki mekanizmalarının uygulamaya geçirilmesi kritik öneme sahiptir. Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinde ilk sırayı kampüste yenilenebilir enerji üretimi alırken, sera gazı emisyonlarını azaltım planı, yeşillendirme ve karbon tutma ile enerji verimli cihaz kullanımı izlemiştir. Atık ana kriterinde öncelik sıralamasında tehlikeli atıkların yönetimi kampüste üzerinde durulması gereken bir durumdur. Kriterlerin ağırlıklarının bulanık AHP yönteminde kullanılan ölçek aralığının bazı hesaplamalarda sıfır sonucunu vermesi yapılan diğer birçok çalışmada karşılaşılan bir durumdur. Tüm hesaplamada kriterlerin AHP ile belirlenen ağırlıklarına paralel olarak oluşturulan önem sırası bulanık AHP’de de aynıdır. Ancak tüm kriterlerin birbirleri üzerinde yapılan işlemlerde sıfırın etkisinin sonuca götürmede eksiklik yarattığı görülmektedir. İkili karşılaştırmalardaki dilsel değişkenleri sayısal değerlere dönüştürürken kullanılan bulanık sayı aralığının sonucu etkileyebileceği dikkate alınmalıdır. Bu nedenle, Bulanık AHP yöntemindeki esneklik payı da göz önüne alınarak yapılan çözümlerde bulanık sayı aralığının sonuca etkisi değişkenlik gösterebilmektedir.

Üniversitelerin kampüslerinde sürdürülebilirliği sağlamak yönünde çevresel hedefleri ön planda tutmaları esas hedefleri arasında yer almalıdır. Üniversitede üst yönetimin desteği ile tüm bu bahsedilen parametreler bütüncül bir şekilde ele alınmalıdır. Gerek ulusal gerekse uluslararası platformlarda iyi bir yer edinmek ve çevresel sürdürülebilirliğe gerekli katkıyı verebilen bir kampüs haline gelmede üniversitelerin bütüncül bir yaklaşımla gerekli destek ve çabayı vermesi gerekmektedir. Kampüslerin çevreye duyarlı, daha yeşil ve sürdürülebilir bir hale getirilmesi üzerine çizilecek model ile teşkil edeceği örnek her türlü çalışma, uygulama ve araştırmalar üniversitelerin bu alanda kendilerini yönetebilme ve çevresel kazanımlarını artırıcı politikalarına destek sağlayacaktır. Kampüslerin strateji geliştirmede eylem planlarına, çevresel sürdürülebilirliğe yönelik belirleyecekleri hedefleri esas alan göstergeler oluşturarak izlenebilirliği sağlanmalıdır. Kampüslerin çevre dostu yaklaşımlar ile yönetilmesi, farkındalığın artırılmasıyla doğru işleyen, somut ve kalıcı çözümler ile bu çerçevede hayata geçirilecek alternatif projelerin uzun ve kısa vadede gerçekçi hedefler konularak uygulamaya geçirilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adams, W. M. (2001). Green Development: Environment and Sustainability in the Third World. London, Routledge.
- Adeniran, A. E. Nubi, A. T. and Adelopo, A. O. (2017). Solid Waste Generation and Characterization in the University of Lagos for A Sustainable Waste Management. Waste Management, 67, 3-10.
- Aksu, C. (2011). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre. Güney Ege Kalkınma Ajansı, [http://cevre.mf.duzce.edu.tr/Dokumanlar/cevre\\_mf/Dosyalar/S%C3%9CRD%C3%9CR%C3%9CLEB%C4%B0L%C4%B0R%20Kalk%C4%B1nma%20ve%20%C3%87evre.pdf](http://cevre.mf.duzce.edu.tr/Dokumanlar/cevre_mf/Dosyalar/S%C3%9CRD%C3%9CR%C3%9CLEB%C4%B0L%C4%B0R%20Kalk%C4%B1nma%20ve%20%C3%87evre.pdf) , Erişim:16 Nisan 2021.
- Alshuwaikhat, H. M. and Abubakar, I. (2008). An Integrated Approach to Achieving Campus Sustainability: Assessment of the Current Campus Environmental Management Practices. Journal of Cleaner Production, 16, 16, 1777-1785.
- Alp, S. ve Gündoğdu, C. (2012). Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14, 1, 7-25.
- Altıntaş, M. Baloglu, M. Etemadi, A. H. Jefri, M. Tiryaki, M. E. Uslu, D. D. ve Zıvalı, T. (2016). İTÜ Yeşil Kampüs Uygulamasının Sürdürülebilirlik Bilincine Etkisi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü.
- Amaral, A. R. Rodriguez, E. Gaspar, A. and Gomes, A. (2019). A Review of Empirical Data of Sustainability Initiatives in University Campus Operations, Journal of Cleaner Production 119558, 119558.
- Amr, A. I. Kamelb, S. Goharyc, G. E. and Hamhaberd, J. (2016). Water as an Ecological Factor for a Sustainable Campus Landscape, Procedia - Social and Behavioral Sciences 216, 181 – 193.
- Anahtar, (2012). Dünyada ve Türkiye'de Sürdürülebilir Kampüs Uygulamaları, Erişim: 14 Aralık 2019. <http://anahtar.sanayi.gov.tr/tr/news/dunyada-ve-turkiyede-surdurulebilirkampusuygulamaları/53>
- Ardalı, Y. (2019). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sıfır Atık Faaliyet Raporu. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Samsun, Türkiye.
- Bahcelioglu, E. Bugdaycı, E. S. Dogan, N. B. Simsek, N. Kaya, S. O. and Alp, E. (2020). Integrated Solid Waste Management Strategy of A Large Campus: A Comprehensive Study on METU Campus, Turkey, Journal of Cleaner Production, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121715>.
- Başlıgil, H. (2005). Bulanık AHP ile Yazılım Seçimi. Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, 23, 3, 24-33.
- Benilay, A. ve Gezer, N. B. (2019). Üniversite Yerleşkeleri için Çevresel Sürdürülebilirlik Dizinleri: Akdeniz Üniversitesi Örneği. Peyzaj - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi, 2, 40-49.

- Bonamente, E. Pelliccia, L. and Merico, C. M. (2015). The Multifunctional Environmental Energy Tower: Carbon Footprint and Land Use Analysis of an Integrated Renewable Energy Plant, *Sustainability*, 7, 13564-13584.
- Bui, T. D. Tsai, F. M. Tseng, M-L. and Ali, M. H. (2020). Identifying Sustainable Solid Waste Management Barriers in Practice Using the Fuzzy Delphi Method. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104625.
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), (2021). Erişim: 10 Aralık 2021. <https://www.breeam.com/discover/how-breeam-certification-works/>
- Clougston, R. M. and Calder, W. (1999). "Critical Dimensions of Sustainability in Higher Education". *Sustainability and University Life*, Peter Lang Scientific Publishers, Bern, 15-31.
- Coker, A. O. Achi, C. G. Sridhar, M. K. C. and Donnet, C. J. (2016). Solid Waste Management Practices at A Private Institution of Higher Learning in Nigeria. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 28-39.
- Curran, T. and Williams, I. D. (2012). A Zero Waste Vision for Industrial Networks in Europe. *Journal of Hazardous Materials*, 207-208, 3-7.
- Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency (CASBEE), (2021). Erişim: 10 Aralık 2021. <https://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/basicconceptE.htm>
- Çakmanus, İ. Kaç, İ. Künar, A. ve Gülbeden, A. (2010). Yüksek Performanslı Sürdürülebilir Binalara İlişkin Bir Değerlendirme. *Yeşil Bina Dergisi*, 3,4, 461-462.
- Çavuş, M. F. ve Tancı, N. (2013). Yeşil İşletme ve Çevre Yönetim Sistemleri. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 48, 1, 73-82.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), (2016). Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planı 2023, Ankara.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB), (2018). Erişim: 18 Nisan 2021. <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/>
- Çillioğlu Karademir, A. ve Dağ, A. (2021). Sürdürülebilirlik Uygulaması Olarak Yeşil Bina ve LEED Sertifikasyonu Üzerine Türkiye’de İnşaat Sektöründe Bir Çalışma . *Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi* , 7, 1, 63-83 .
- Dagiliute, R. and Liobikiene, G. (2015). University Contributions to Environmental Sustainability: Challenges and Opportunities from the Lithuanian Case. *Journal of Cleaner Production*, 108, Part A, 891-899.
- Dağdeviren, M. (2007). Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi ile Personel Seçimi ve Bir Uygulama. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22, 4, 791-799.
- DEFRA, (2019). Department for Environment, Food & Rural Affairs, UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting. Erişim: 28 Kasım 2020. <https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2019>
- EPA, (2017). What is Sustainability?, Erişim: 14 Aralık 2019. <https://www.epa.gov/sustainability/learn-about-sustainability#what>

- Ersöz, F. ve Kabak, M. (2010). Savunma Sanayi Uygulamalarında Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Literatür Araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi* , 9, 1 , 97-125.
- Eşkin, Ö. P. (2019). Sürdürülebilirlik Nedir?, <https://ekolojist.net/surdurulebilirlik-nedir/>, Erişim: 2 Aralık 2019.
- Faghihi, V. Hessami, A. R. and Ford, D. N. (2015). Sustainable Campus Improvement Program Design Using Energy Efficiency and Conservation. *Journal of Cleaner Production*, 107,400-409.
- Gallardo, A. Edo-Alcon, N. Carlos, M. and Renau, M. (2016). The Determination of Waste Generation and Composting as An Essential Tool to Improve the Waste Management Plan of A University. *Waste Management*, 53, 3-11.
- Gomez, N. Cadarso, M. A. and Monsalve, F. (2016). Carbon footprint of a university in a multiregional model: the case of the University of Castilla-La Mancha. *Journal of Cleaner Production*, 138, 119-130.
- Goodland, R. and Daly, H. (1996). Environmental Sustainability: Universal and Non-Negotiable. *Ecological Applications*, 6, 4, 1002-1017.
- Göksu, A. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. Doktora Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, Türkiye.
- Greening Universities Toolkit, (2013). Transforming Universities into Green and Sustainable Campuses: A Toolkit for Implementers. United Nations Environment Programme.
- Grindsted, T. (2011). Sustainable Universities-from Declarations on Sustainability in Higher Education on National Law. *Journal of Environmental Economics*, 2, 29-36.
- Gül, B. (2019). Sürdürülebilir Sıfır Atık Yönetimi için Eğitim Alanlarında Katı Atık Oluşumu ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ.
- Günerhan, S. ve Günerhan, H. (2019). Türkiye için Sürdürülebilir Üniversite Modeli, *Mühendis ve Makina* , 57 (682) , 54-62.
- Helmes, E. Chang, C. C. and Dauwels, J. (2021). Carbon Footprint of Universities Worldwide: Part I-Objective Comparison by Standardized Metrics. *Environmental Sciences Europe*, 33, 30.
- Hua, G. Chenga, T. C. E. and Wang, S. (2011). Managing Carbon Footprints in Inventory Management. *International Journal of Production Economics*, 132, 2, 178-185.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), (1990). Climate Change. The IPCC Scientific Assessment Cambridge University Press, UK.
- Işıldar, G. (2015). Sürdürülebilir Kentler için Üniversite Yerleşkelerinin Rolü, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/yerelpolitikalar/issue/13661/165279> Erişim:17 Kasım 2019.
- Kahraman, C., Cebeci, U. and Ruan, D. (2004). Multi-attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The case of Turkey. *International Journal of Production Economics*, 87 (2): 171-184.

- Kalaycı, E. (2020). “Sosyal Hizmet Perspektifi İle Sürdürülebilir Kalkınmayı Düşünmek: Yeşil Kampüsler Örneği”. Öktem, M. K. ve Mutdoğan A. S. (eds.). *Yeşil Kampüs Kapsam Uygulama Yönetim*. (s.127-146). Hacettepe Üniversitesi.
- Karakış, E. (2016). Bankaların Ticari Kredi Verme Davranışlarının Bulanık Mantık Topsis ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, Türkiye.
- Kaya, S. Dal, M. ve Aşkın, A. (2019). Türkiye’deki Devlet ve Vakıf Üniversite Kampüslerinin Sürdürülebilir-Ekolojik Parametreleri Açısından Karşılaştırılması, BAUN Fen Bil. Enst. Dergisi, 21, 1, 106-125.
- Kerdlap, P. Low, J. S. C. and Ramakrishna, S. (2019). Zero Waste Manufacturing: A Framework and Review of Technology, Research, and Implementation Barriers for Enabling a Circular Economy Transition in Singapore, Resources, Conservation and Recycling, 151, 104-438.
- Kiraz, M. ve Alp, E. (2017). Orta Doğu Teknik Üniversitesinde Su-Enerji Bağı: Zorluklar ve İmkanlar, Çevre Bilim ve Teknoloji Teknik Dergisi, 2, 2, 82-96.
- Koc, H. (2014). Environmental Sustainability of University Campuses: A Practical Assessment Tool. Master Thesis, Natural and Applied Sciences, Middle East Technical University.
- Kumaş, K. Akyüz, A. Ö. Zaman, M. ve Güngör, A. (2019). Sürdürülebilir Bir Çevre için Karbon Ayak İzi Tespiti: MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği. El-Cezeri , 6, 1 , 108-117.
- Kurdoğlu, B. Yurdakul, N. M. ve Bayramoglu, M. (2018). Investigation of Green Campus Approach with a Special Evaluation Method, Social Sciences Studies Journal, 4, 19, 2064-2071.
- Laherrere, J. (2005). Forecasting production from discovery. In: ASPO.
- Lauder, A. Sari, R. F. Suwartha, N. and Tjahjono, G. (2015). Critical Review Of A Global Campus Sustainability Ranking: Greenmetric, Journal Of Cleaner Production, 108, 852-863.
- Long, H. Lin, B. Ou, Y. and Chen, Q. (2019). Spatio-temporal analysis of driving factors of water resources consumption in China, Science of the Environment, 690, 1321-1330.
- Lozano, R. (2006). A Tool for A Graphical Assessment of Sustainability in Universities (GASU). Journal of Cleaner Production, 14, 9-11, 963-972.
- Marans, R. W. and Edelstein, J. Y. (2010). The Human Dimension of Energy Conservation and Sustainability. International Journal of Sustainability in Higher Education, 11, 1, 6-18.
- Marrone, P. Orsini, F. Asdrunbali, F. and Guattari, C. (2018). Environmental Performance of Universities: Proposal for Implementing Campus Urban Morphology as an Evaluation Parameter in Green Metric, Sustainable Cities and Society, 42, 226-239.
- Morelli, J. (2011). Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals. Journal of Environmental Sustainability, 1, 1, 1-9.

- Muluk, B. Kurt, B. Turak, A. Türker, A. Çalışkan, M. A. Balkız, Ö. Gümrükçü, S. Sarıgül, G. ve Zeydanlı, U. (2013). Türkiye’de suyun durumu ve su yönetimine yeni yaklaşımlar: Çevresel perspektif, Golden Medya Matbaacılık ve Ticaret A.Ş. Doğa Koruma Merkezi, 112.
- Mutdoğan, A. S. (2020). “Yeşil Yerleşkelerde Sertifika Sistemleri”. Öktem, M. K. ve Mutdoğan A. S. (eds.). *Yeşil Kampüs Kapsam Uygulama Yönetim*. (s.31-49). Hacettepe Üniversitesi.
- Orr, D. (2010). “Dünyanın Durumu 2010: Kültürleri Dönüştürmek”, Worldwatch Institute, T.C. İş Bankası Kültür Yayınları. İstanbul, 125-137.
- Osmond, P. Dave, M. Prasad, D. and Li, F. (2013). Greening Universities Toolkit - Transforming Universities into Green and Sustainable Campuses: A Toolkit for Implementers.
- Özçelik, G. (2017). Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü’nün Enerji ve Karbon Ayak İzi Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enst., Enerji Kaynakları ve Yönetimi Anabilim Dalı, Çanakkale.
- Özdemir, M. ve Saaty, L. T. (2006). The Unknown in Decision Making. The European Journal of Operations Research, 174, 349-359.
- Özdoğan, B. ve Civelekoğlu, G. (2019). Üniversite Yerleşkeleri için Ulusal Çevresel Sürdürülebilirlik Endeksinin Geliştirilmesi. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 7, 1, 65- 80.
- Özdoğan, B. (2018). Üniversite Yerleşkeleri için Çevresel Sürdürülebilirlik Endeksinin Tanımlanması. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
- Özmehmet, E. (2008). Dünyada ve Türkiye Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. Journal of Yasar University, 3, 12.
- Phillips, P. S. Tudor, T. and Bird, H. (2011). A Critical Review of a Key Waste Strategy Initiative in England: Zero Waste Places Projects 2008–2009. Resources, Conservation and Recycling, 55, 3, 335-343.
- Porras, I. M. (2009). The City and International Law: In Pursuit of Sustainable Development, Fordham Urban Law Journal, 36, 3, 537, 541.
- Rana, R. Ingraio, C. Lombardi, M. and Tricase, C. (2016). Greenhouse Gas Emissions of an Agro-Biogas EnergySystem: Estimation Under the Renewable Energy Directive, Science of the Total Environment, 550, 1182–1195.
- Resmi Gazete, (2015). Atık Yönetimi Yönetmeliği. Resmi Gazete Sayı: 29314, 02.04.2015, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- Robinson, O. J. Tewkesbury, A. Kemp, S. and Williams, I. D. (2018). Towards A Universal Carbon Footprint Standard: A Case Study of Carbon Management at Universities. Journal of Cleaner Production, 172, 4435-4455.
- Ronnenberg, S. K. Mary E. G. and Farzad M. (2011). The Important Role of Change Management in Environmental Management System Implementation. Production Management, 31,. 6, 631-647.
- Rosegrant, M. W. Cai, X. and Cline, S. (2003). Will the World Run Dry?, Environment, 45, 24–36.

- Rüşen, S., Topçu, M. Karanfil Celep, G. Çeltek, S. ve Rüşen, A. (2018). Üniversite Kampüs Binaları için Enerji Etüdü: Örnek Çalışma. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi , 33, 2, 83-92.
- Saaty, L. T. (2008a). “Decision Making with The Analytic Hierarchy Process” International Journal Services Sciences. 1, 1, 83-98.
- Saaty, L.T. and Tran, L.T. (2007). On The Invalidity of Fuzzifying Numerical Judgments in the Analytic Hierarchy Process. Mathematical and Computer Modelling. 46, 962-975.
- Savanick, S. (2004). Campus Ecology: Bridging the Gap Between Campus Sustainability Efforts and Urban Ecology. Doctorate thesis, University of Minnesota.
- Sharp, L. (2002). Green Campuses: The Road from Little Victories to Systemic Transformation. International Journal of Sustainability in Higher Education, 3, 2, 128-45.
- Singh, S. Ramakrishna, S. Gupta, M. K. (2017). Towards Zero Waste Manufacturing: A Multidisciplinary Review. Journal of Cleaner Production, 168, 1230-1243.
- Smyth, D. P. Fredeen, A. L. and Booth, A. L. (2010). Reducing Solid Waste in Higher Education: The First Step Towards ‘Greening’ A University Campus. Resources, Conservation and Recycling, 54, 11, 1007-1016.
- Suwartha, N. and Sari, F. R. (2013). Evaluating UI GreenMetric as a Tool to Support Green Universities Development: Assessment of the year 2011 Ranking. Journal of Cleaner Production, 61,46-53.
- Times Higher Education World University Rankings (THE), (2020). Erişim:20 Aralık 2020. <https://www.timeshighereducation.com/>
- Topel, A. (2006). Analitik Hiyerarsi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları- Bulanık Analitik Hiyerarsi Prosesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- UI GreenMetric World University Rankings Guideline. (2021). “Universities, UI GreenMetric, and SDGs in the Time of Pandemic.” Erişim: 24 Mayıs 2021, <https://greenmetric.ui.ac.id/publications/guidelines/2021/english>
- Vargas, G. L. (1990). An overview of the analytic hierarchy process and its applications. European Journal of Operational Research, 48 , 1, 2-8.
- Vega, C. A. Benitez, S. O. and Barreto, E. R. (2008). Solid Waste Characterization and Recycling Potential for a University Campus, Waste Management, 28,1, 21-26.
- Velazquez, L. Munguia, N. Platt, A. and Taddei, J. (2006). Sustainable University: What Can Be The Matter?, Journal of Cleaner Production, 14, 9-11, 810-819.
- Veleva, V. Bodkin, G. and Todorova, S. (2017). The Need For Better Measurement and Employee Engagement to Advance A Circular Economy: Lessons From Biogen’s “Zero Waste” Journey. Journal of Cleaner Production, 154, 517-529.
- Villalba, L. and Useche, E. (2021). Methodological Approach for the Construction of Environmental Management Indicators in Universities. Journal of Cleaner Production, 2, 100016.
- World Commission on Environment and Development (WCDE), (1987). Our Common Future, Brundtland Report.

- Weinstein, M. P. (2010). Sustainability Science: The Emerging Paradigm and the Ecology of Cities, Sustainability: Science, Practice and Policy, 6, 1, 1-5.
- Wiedmann, T. and Minx, J. (2008). A Definition of “Carbon footprint”. ISA<sup>UK</sup> Research & Consulting, Research Report, 07-01.
- World Resources Institute (WRI), (2015). Global Warming Potential Values, The Greenhouse Gas Protocol.
- Yaşayacak, G. (2019). Dünya Üniversitelerinin Çevreci Yaklaşımları ve Sürdürülebilirlik Açısından Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi.
- Yıldırım, F. ve Önder, E. (2014). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Bursa: Dora Yayınları
- Yıldız, P. (2020). “Üniversite Yerleşkelerinde Atık Yönetimi Ve Sıfır Atık Yaklaşımı - İç Mimarlık Eğitimi İle Olan Etkileşimi”. Öktem, M. K. Ve Mutdoğan A. S. (eds.). *Yeşil Kampüs Kapsam Uygulama Yönetim*. (s.72-89). Hacettepe Üniversitesi.
- Yu, C. and Maclaren, V. (1995). A Comparison of Two Waste Stream Quantification and Characterization Methodologies. Waste Management and Research, 13, 4, 343-361.
- Yuan, X. Zuo, J. and Huisingh, D. (2013). Green Universities in China-what matters? Journal of Cleaner Production, 61, 36-45.
- Zaman, A. U. and Lehmann, S. (2013). The Zero Waste Index: A Performance Measurement Tool for Waste Management Systems in A ‘Zero Waste City, Journal of Cleaner Production, 50, 123-132.
- Zaman, A. U. (2015). A Comprehensive Review of the Development of Zero Waste Management: Lessons Learned and Guidelines. Journal of Cleaner Production, 91, 12-25.
- Zen, I. S. Subramaniam, D. Sulaiman, H. Saleh, A. L. Omar, W. and Salim, M. R. (2016). Institutionalize Waste Minimization Governance Towards Campus Sustainability: A Case Study of Green Office Initiatives in Universiti Teknologi Malaysia, Journal of Cleaner Production, 135, 1407-1422.
- Zhang, N. Williams, I. D. Kemp, S. and Smith, N. (2011). Greening Academia: Developing Sustainable Waste Management at Higher Education Institutions. Waste Management, 31, 7, 1606-1316.
- Zimmermann, H. J. (1990). “Fuzzy Set Theory and Its Application”. Kluwer Academic Publishers, Boston, 35-85.

## **EKLER**

### **Ek-1 Sıfır Atık Yönergesi Öneri Taslağı**

## **ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**

### **SIFIR ATIK YÖNERGESİ TASLAĞI**

## **BİRİNCİ BÖLÜM**

### **Amaç, Kapsam, Dayanak ve Tanımlar**

#### **Amaç**

**MADDE 1 –** (1) Bu Yönergenin amacı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi’nde (OMÜ) sıfır atık yönetim sisteminin kurulması, atıkların üretiminden bertarafına kadar insan ve çevre sağlığına zarar vermeyecek şekilde ilgili mevzuat hükümlerine uygun olarak yönetilmesi ile sıfır atık uygulamalarına ilişkin eğitim, farkındalık ve bilinçlendirme faaliyetleri gibi diğer hususları düzenlemektir.

#### **Kapsam**

**MADDE 2 –** (1) Bu Yönerge, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlüğü’ne bağlı eğitim-öğretim birimlerinde, üretim ve hizmet birimlerinde, araştırma laboratuvarlarında oluşan kimyasal atıklar, tıbbi atıklar, deney hayvanları, biyolojik kökenli diğer atıklar, radyoaktif atıkların üretiminden geri dönüşümüne ve bertarafına kadar bütün süreçlerin planlanmaları, politikaları, programları ile hukuki ve idari, yönetim hükümlerini kapsar.

#### **Dayanak**

**MADDE 3 –** (1) Bu Yönerge, 2872 sayılı Çevre Kanunu ve bu Kanun’a dayalı olarak, 02/04/2015 tarihli ve 29314 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Yönetimi Yönetmeliği’ne ve 12/07/2019 ve 30829 Sıfır Atık Yönetmeliği’ne dayanılarak çıkartılmıştır.

#### **Tanımlar**

**MADDE 4 –** (1) Bu Yönergede geçen;

- a) **Bakanlık:** Çevre ve Şehircilik Bakanlığını,
- b) **Üniversite:** Ondokuz Mayıs Üniversitesini,
- c) **Rektör:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörünü

ç) **Üst yönetici:** Birim teşkilat yapısında en üstte yer alan (Üniversitenin rektör, akademik birimlerin dekan/müdür, rektörlük idari birimlerin genel sekreter, daire başkanı vb.) yöneticiyi,

d) **Üniversite atık yönetimi koordinatörü:** Üniversitede bu Yönerge'nin konusuna giren iş ve işlemlerin yürütülmesinden Rektöre ve Üniversite Atık Yönetimi Komisyonuna karşı sorumlu birim Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama Merkezi,

e) **Daire Başkanlığı:** İdari ve Mali İşler Daire Başkanlığını,

f) **Birim:** Rektörlük idari birimlerini ve eğitim birimleri ile araştırma ve uygulama merkezlerini,

g) **Birim atık sorumlusu:** Akademik birimlerde Dekan/Müdür veya görevlendireceği yardımcısını; Rektörlük idari birimlerinde, Üniversite Atık Yönetimi Koordinatörünü,

ğ) **Atık:** Üniversitede kullanım sonucu tüketilemeyen veya kullanma olanağı kalmayan kimyasal, tıbbi, biyolojik, radyoaktif, elektronik vb. atıklar öncelikli olmak üzere eğitim-öğretim/üretim, hizmet birimlerinde ve araştırma laboratuvarlarında oluşan atıklar ile kullanım veya tüketim sonucu doğaya bırakılacağı öngörülen her türlü atığı,

h) **Atık üreticileri:** Birimlerde eğitim, öğretim, araştırma, üretim ve hizmet faaliyetlerinde görev alan personeli, öğrencileri, yüklenici firmalar adına Üniversite birimlerinde çalışan kişileri ve Üniversiteye gelen misafirleri ifade eder.

## İKİNCİ BÖLÜM

### Genel Esaslar, Yürütme Esasları, Yönetim Birimleri, Görev ve Yükümlülükler

#### Genel Esaslar

**MADDE 5 -** (1) 2872 sayılı Çevre Kanunu ile 30829 sayılı Sıfır Atık Yönetmeliği ve bu kanuna bağlı olarak çıkartılan yasal mevzuatlar ile uluslararası kabul görmüş atık düzenlemelerinin Üniversite de uygulanmasını sağlamak.

(2) Üniversite birimlerinde zorunlu olmadıkça atık üretilmemesi için en yüksek seviyede önleyici tedbirler alınmasını sağlamak.

(3) Üniversitede oluşan atıkların, mümkünse kullanılabilir ürüne dönüştürülmesini, dönüştürülmesi mümkün olmayan atıkların, insan sağlığına ve çevreye yönelik zararlı etkisini en aza indirecek şekilde saklanmasını veya bertaraf edilmesini sağlamak.

(4) Üniversite personeli ile öğrencilerin, Üniversite içindeki ve dışındaki yaşamlarında sıfır atık bilincine sahip olmalarını sağlamak.

(5) Üniversite birimlerinde sıfır atık sorumlularını ve görevlerini belirlemek.

## **Yürütme Esasları**

**MADDE 6-** (1) Sıfır Atık Yönetimi, OMÜ Atık Yönetimi Komisyonu koordinatörlüğünde yürütülür. Konu ile ilgili işlerin yürütülmesi, Rektörlük/Dekanlık/Müdürlük tarafından görevlendirilecek elemanlarla karşılanır.

### **Yönetim Birimleri**

**MADDE 7-** (1)Yönetim birimleri:

a) **Sıfır Atık Yöneticiliği:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlüğü adına Çevre Sorunları Araştırma ve Uygulama (OMÜ ÇEVSAM) Müdürlüğü.

b) **Sıfır Atık Yönetim Birimi:** Rektörlük tarafından görevlendirilen ve yönergenin işleyişinden sorumlu OMÜ ÇEVSAM bünyesinde kadrolu veya sözleşmeli uzman personelden oluşan birimi,

c) **Birim Sorumlusu:** Ondokuz Mayıs Üniversitesine bağlı bulunan Akademik-İdari Birimler ve Araştırma merkezlerince görevlendirilen personel.

ç) **Birim Alt Sorumlusu:** Akademik ve İdari birimler, Hastaneler ve Araştırma Merkezlerinde yer alan alt birimde görevlendirilen personel.

### **Görevler ve Yükümlülükler**

#### **Atık Yöneticiliği**

**MADDE 8-** (1) Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörlüğü sorumluluk alanı içinde bulunan; eğitim, öğretim, araştırma, üretim ve hizmet faaliyetleri sonucu oluşan atıkların üretildikleri yerlerde ayrı toplanması, güvenli bir şekilde geçici depolanması, taşınması ve nihai bertarafının sağlanmasına ilişkin tüm süreçlerde yönetim birimlerinin eş güdümlü çalışmasından ve ilgili Yönetmelik ve Yönergenin doğru ve etkin bir şekilde uygulanmasından sorumludur. Atık Yöneticiliği özellikle;

- a) Sıfır Atık Yönetim Biriminin çalışmalarının düzenlenmesi,
- b) Birim Atık Sorumlularının ve Birim Alt Sorumlularının toplantıya çağırılması,
- c) Atık yönetimi sürecinde görev alan tüm birimlerin, komisyonların ve idari personelin düzenli ve etkin çalışmasının sağlanması,
- ç)Yönergenin yürütülmesi konularında karşılaşılan güçlüklerin belirlenmesi, çözüm önerilerinin üretilmesi ve bu Yönergenin Uygulama Esaslarının belirlenmesi,
- d)Yönergenin periyodik olarak gözden geçirilip güncellenmesi,
- e) Resmi yazışmaları ve ilgili resmi işlemlerin Rektörlük adına takip edilmesi, iş ve işlemlerinden sorumludur.

## **Sıfır Atık Yönetim Birimi**

### **MADDE 9- (1) Sıfır Atık Yönetim Birimi;**

- a) Atık kütle dengesinin oluşturulabilmesi için atık potansiyeli olabilecek tüm girdilerin envanterinin oluşturulması,
  - b) Atık envanterinin oluşturulması,
  - c) Atık potansiyeli olan tüm girdilerin ve atıkların yönetim sistemi, süreci ve talimatlarının oluşturulması,
  - ç) Eğitim ve bilgilendirme toplantılarının birimler düzeyinde organize edilmesi,
  - d) Atıkların mevzuata uygun olarak toplanması ve bertarafının sağlanması,
  - e) Atık yönetim planlarının hazırlanması,
  - f) Gerekli hallerde, atıklar ve yönetimi konularında üniversite üst yönetimine ve Birimlere bilgilendirme, teknik destek ve talep halinde danışmanlık hizmetleri verilmesi,
  - g) Atık kayıtlarının ve atık beyan formlarının birimlerden toplanıp arşivlenmesi ve takip edilmesi,
  - ğ) İlgili kanun ve yönetmeliklerdeki değişikliklerin izlenmesi ve uygulamaya aktarılması,
- iş ve işlemlerinden sorumludur.

### **Birim Sorumlusu**

### **MADDE 10- (1) Birim Sorumlusu;**

- a) Biriminde ve ilgili alt birimlerde “Sıfır Atık Yönerge” esaslarının uygulanması,
  - b) Biriminde ilgili alt birimlerin (Bölüm, Ana Bilim Dalı v.b.) “ Atık Sorumlularının” belirlenerek Atık Yöneticiliğine bildirilmesi,
  - c) Atıkların, yönergeye uygun bir şekilde toplanması, geçici depolanması, taşınması ve bertaraf edilmesinin denetlenmesi,
  - ç) Atıkların araştırma, üretim birimlerinde/tesislerinde bu Yönerge hükümlerine uygun bir şekilde geçici depolanması safhasında, atığın güvenli bir şekilde saklanması/depolanmasının sağlanması ve durum hakkında Sıfır Atık Yönetim Birimi aracılığıyla bilgilendirilmesi,
- iş ve işlemlerinden sorumludur.

### **Birim Alt Sorumlusu**

**MADDE 11- (1) Alt birimlerin atık sorumlusundan oluşur ve birimler düzeyinde:**

- a) Birime özgü atık yönetim planlarının hazırlanması,
  - b) Eğitim ve bilgilendirme toplantılarının alt birimler düzeyinde organize edilmesi,
  - c) Birimde üretilen, depolanan, taşınan ve bertaraf edilen atıklara ilişkin tüm bilgi ve istatistiklerin üçer aylık beyan şeklinde Sıfır Atık Yönetim Birimine iletilmesi,
  - ç) İlgili alt birimlerde atık oluşturma potansiyeli olan faaliyetlerin belirlenmesi ve takibi,
  - d) Gerekli iç denetimlerin yapılması,
- iş ve işlemlerinden sorumludur.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### Son Hükümler

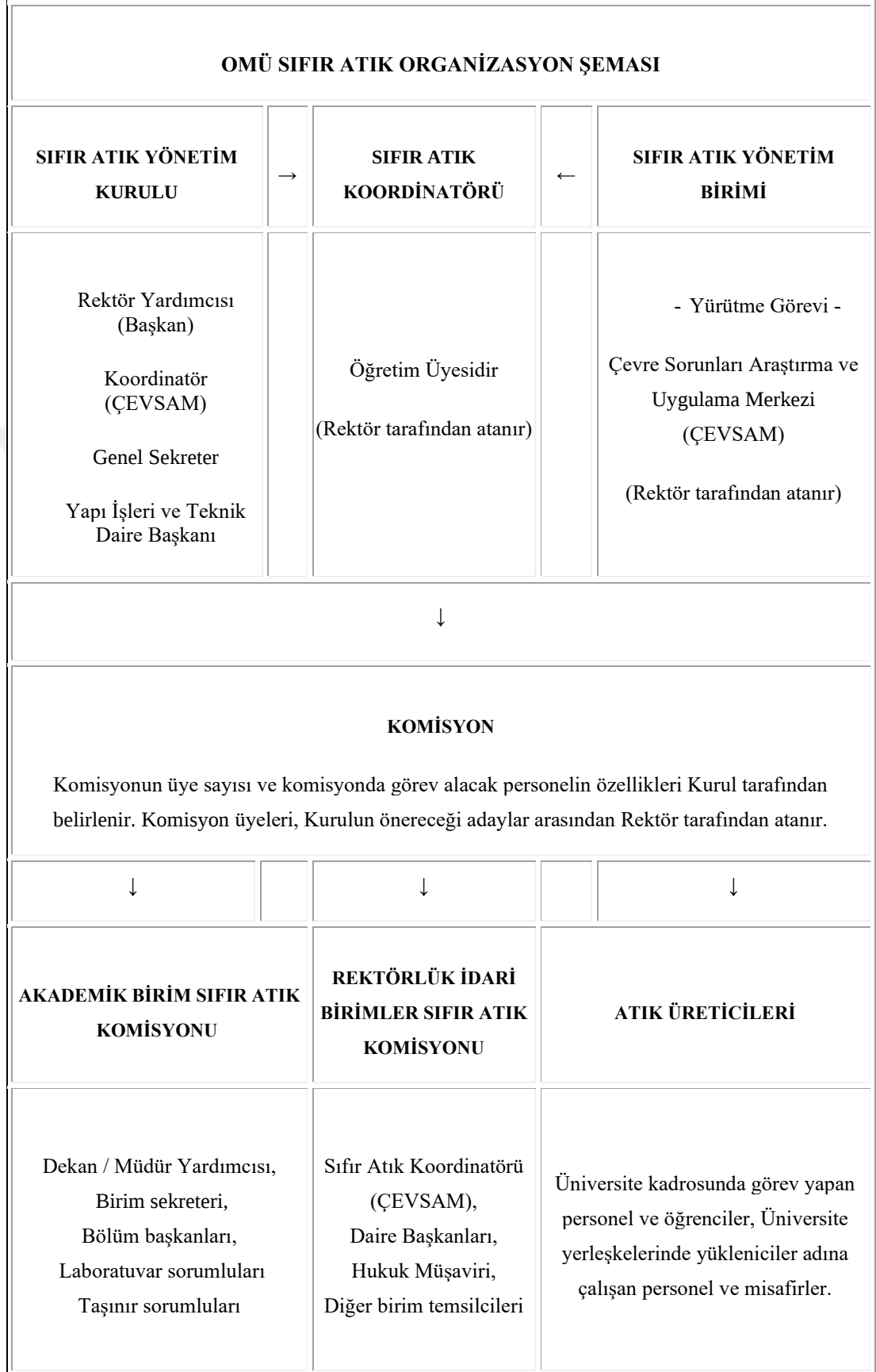
#### Yürürlük

**MADDE 12-** (1) Bu yönerge, Üniversite Senatosu tarafından kabul edildiği tarihte yürürlüğe girer.

#### Yürütme

**MADDE 13-** (1) Bu yönerge hükümlerini Ondokuz Mayıs Üniversitesi Rektörü yürütür.

## Ek-2 OMÜ Sıfır Atık Organizasyon Şeması Örneği



### EK-3 Sıfır Atık Yönetim Planı Taslağı Örneği

|                                                                                   |                                   |                        |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--|
|  | <b>ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ</b> | <b>Doküman No</b>      |  |
|                                                                                   | <b>SIFIR ATIK YÖNETİM PLANI</b>   | <b>Yayın Tarihi</b>    |  |
|                                                                                   |                                   | <b>Revizyon No</b>     |  |
|                                                                                   |                                   | <b>Revizyon Tarihi</b> |  |

#### 1. Genel Bilgiler

| Kurum/ Kuruluşun |                           |        |         |      |
|------------------|---------------------------|--------|---------|------|
| Adı              | Personel/Ziyaretçi Sayısı | Adresi | Telefon | Mail |
|                  |                           |        |         |      |

#### 2. İdari Bilgiler

| Sıfır Atık Yönetim Planından Sorumlu olan Kişinin Temas Bilgileri |        |         |      |
|-------------------------------------------------------------------|--------|---------|------|
| Adı ve Soyadı                                                     | Birimi | Telefon | Mail |
|                                                                   |        |         |      |

#### 3. Atık Yönetimi

##### 3.1. Atık Önleme ve Minimizasyon

##### 3.2. Atıkların Kaynağında Ayrı Biriktirilmesi ve Toplanması

##### 3.3. Atıkların Bina İçinden Geçici Depolama Alanına Taşınması

##### 3.4. Atık Toplama, Biriktirme ve Taşıma Ekipmanlarının/Malzemelerinin Bulunduğu Yerler ve Özellikleri ile Toplama Programı ve Taşıma Güzergahı

(Birimde oluşan her tür atık için doldurulmalıdır)

| Konu                                                                         | Durumunuz | Planladığınız Faaliyetler | Zaman Planlaması | Sorumlusu |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------------------|------------------|-----------|
| Geri kazanılabilir tehlikesiz atıkların oluşumunun ve miktarının azaltılması | Yapılıyor |                           |                  |           |

##### 3.5. Atık Geçici Depolama Alanı Yeri, Özellikleri ve Depolanacak Atık Kodları

| Konu                       | Durumunuz | Planladığınız Faaliyetler | Zaman Planlaması | Sorumlusu |
|----------------------------|-----------|---------------------------|------------------|-----------|
| Atık Geçici Depolama Alanı |           | Atık kodları              |                  |           |

|                                                                                   |                                   |                        |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|--|
|  | <b>ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ</b> | <b>Doküman No</b>      |  |
|                                                                                   | <b>SIFIR ATIK YÖNETİM PLANI</b>   | <b>Yayın Tarihi</b>    |  |
|                                                                                   |                                   | <b>Revizyon No</b>     |  |
|                                                                                   |                                   | <b>Revizyon Tarihi</b> |  |

3.6. Atık Toplama, Taşıma Ekipmanlarının ve Araçlarının Temizliği ve Dezenfeksiyonu

3.7. Kaza Anında Alınacak Önlemler ve Yapılacak İşlemler

3.8. Kaynağında Ayrı Toplanan Atıkların Değerlendirilmesi Konusunda Yapılan Çalışmalar

3.9. Kaynağında Ayrı Toplanan Atıkların Değerlendirilmesi Konusunda Yapılan Çalışmalar

| <b>Konu</b>                                                                                             | <b>Görev Tanımı</b> | <b>Ad Soyad</b> | <b>Telefon</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------|----------------|
| Katlardaki atıkların toplanarak geçici depolama alanına taşınmasında görevlendirilen personel bilgileri |                     |                 |                |

(Tıbbi atıklar için ayrı olarak belirtilir. Tıbbi atık görevlisinin Yetki Belgesi örneği, bağışıklanma ve sağlık kontrolü yapıldığına ilişkin bilgi ile periyodik eğitim kayıtları planın ekinde yer almalıdır)

3.10. Atıkların Teslim Edildiği Tesis Bilgileri

| <b>Atık türü</b> | <b>Atık kodu</b> | <b>Atığın Teslim Edildiği Tesis Bilgileri</b> |                     |                |                        |                                 |
|------------------|------------------|-----------------------------------------------|---------------------|----------------|------------------------|---------------------------------|
|                  |                  | <b>Tesis adı</b>                              | <b>Tesis adresi</b> | <b>Telefon</b> | <b>Lisans numarası</b> | <b>İletişim/Firma sorumlusu</b> |
|                  |                  |                                               |                     |                |                        |                                 |

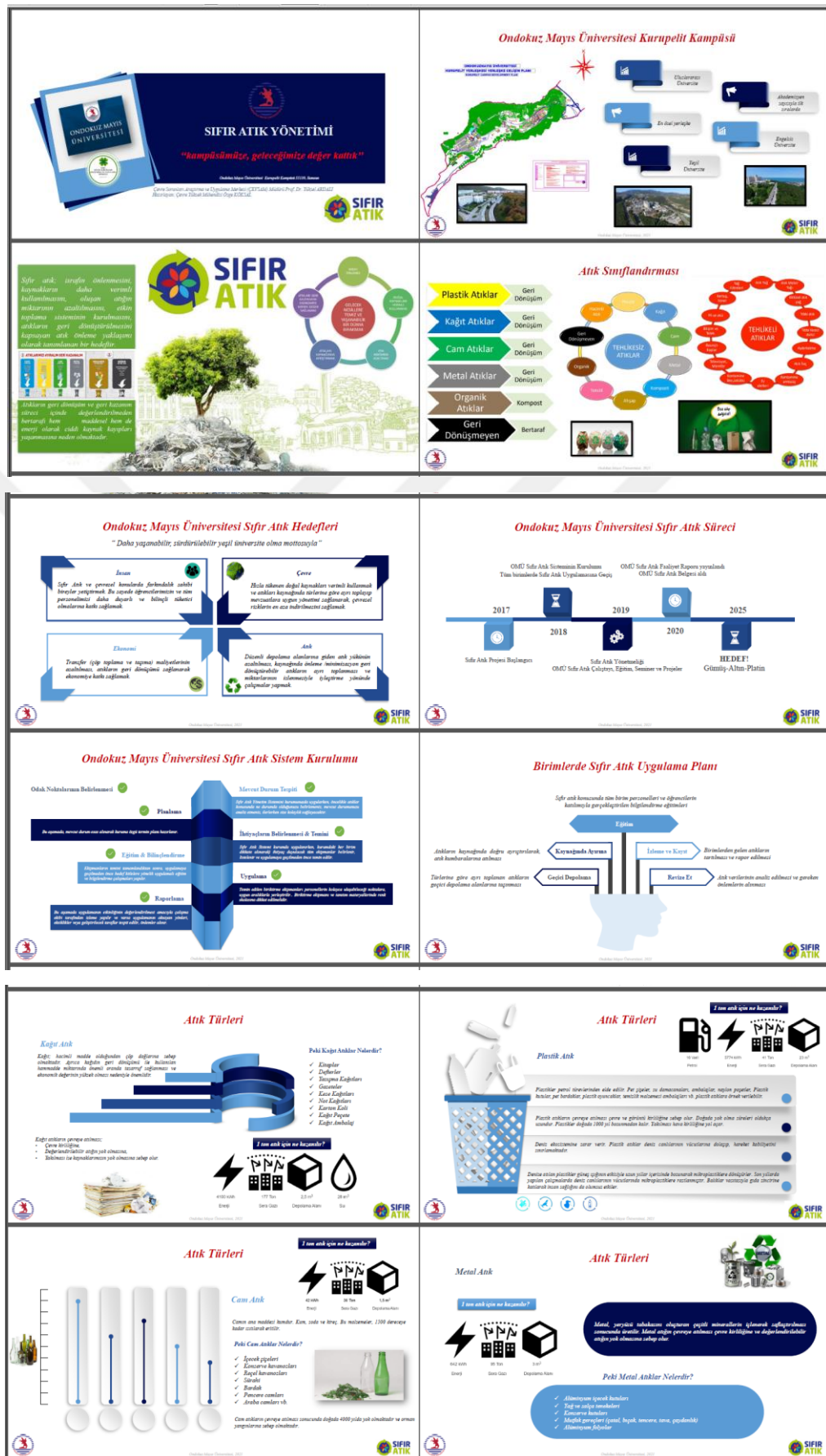
4. Eğitim ve Bilgilendirme Faaliyetleri

| <b>Konu</b>                            | <b>Durumunuz</b> | <b>Planladığınız Faaliyetler</b> | <b>Zaman Planlaması</b> | <b>Sorumlusu</b> |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------|
| Tüm kurum personeline eğitim verilmesi |                  |                                  |                         |                  |

5. Kayıt Tutma ve Raporlama

| <b>Konu</b> | <b>Durumunuz</b> | <b>Planladığınız Faaliyetler</b> | <b>Zaman Planlaması</b> | <b>Sorumlusu</b> |
|-------------|------------------|----------------------------------|-------------------------|------------------|
|             |                  |                                  |                         |                  |

#### Ek-4 OMÜ Kampüs Sıfır Atık Tanıtımı





## Ek-5 SÜRDÜRÜLEBİLİR YEŞİL KAMPÜS UYGULAMA ALTERNATİFLERİNİN ÖNCELİKLENDİRİLMESİ ANKETİ

Sayın katılımcı;

Bu anketin amacı, sürdürülebilir yeşil kampüsler için bazı göstergeler dikkate alınarak uygulama alternatiflerinin öncelik sırasını belirlemektir. Çalışmanın sonuçları tamamen akademik amaçlı olarak doktora tez çalışmasında değerlendirilecek olup, kriterlerin ortalama önem ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılacaktır. Zamanınızı ayırarak yapacağınız samimi ve doğru değerlendirmeler için teşekkür ederiz.

Danışman  
Prof. Dr. Yüksel ARDALI

Doktora Öğrencisi  
Çevre Yük. Müh. Özge KÖKSAL

**Açıklama:** Her satırda ikili önem karşılaştırması yapmanız istenmektedir. Örneğin, “Enerji verimli cihaz kullanımı” ile “Yenilenebilir enerji üretimi” kriterlerini karşılaştırdığınızda hangisi diğerine göre ne kadar önemli? ise uygun bulduğunuz kareye her satırda bir tane seçim olacak şekilde sadece X işareti koyunuz.

### Demografik Bilgiler

- 1) **Cinsiyet:** Kadın ☐ Erkek ☐
- 2) Akademik Birimler (Fakülte/Yüksekokul) ☐ İdari Birimler (Genel Sekreterlik/Daire Başk.) ☐
- 3) **Bölüm / Birim:** .....
- 4) **Ünvan:** Öğretim Üyesi ☐ İdari Personel ☐ Araştırma Görevlisi ☐  
Öğretim Görevlisi ☐ Uzman ☐



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ARAŞTIRMALARI ETİK KURUL KARARLARI

| KARAR TARİHİ | TOPLANTI SAYISI | KARAR SAYISI |
|--------------|-----------------|--------------|
| 26.11.2021   | 11              | 2021-869     |

**KARAR NO:** 2021-869 Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Özge KÖKSAL 'ın Prof. Dr. Yüksel ARDALI danışmanlığında “ Sürdürülebilir Yeşil Kampüs Uygulama Alternatiflerinin Önceliklendirilmesi Anketi” isimli doktora tezine ilişkin anket çalışmasını içeren 35237 sayılı dilekçesi okunarak görüşüldü.

Üniversitemiz Lisansüstü Eğitim Enstitüsü öğrencisi Özge KÖKSAL 'ın Prof. Dr. Yüksel ARDALI danışmanlığında “ Sürdürülebilir Yeşil Kampüs Uygulama Alternatiflerinin Önceliklendirilmesi Anketi” isimli doktora tezine ilişkin anket çalışmasının kabulüne oy birliği ile karar verildi.

Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme 1. Kriterin; sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2. Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.**

|                                               | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                               |
|-----------------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------------|
|                                               | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                               |
|                                               | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                               |
| Atık Kriteri                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                               |
| Atık minimizasyonu                            |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Ayrı toplama                                  |
| Atık minimizasyonu                            |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Atık geri dönüşüm programı                    |
| Atık minimizasyonu                            |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Kağıt ve plastik kullanımını azaltım programı |
| Atık minimizasyonu                            |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Organik atıkların işlenmesi                   |
| Atık minimizasyonu                            |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Tehlikeli atık yönetimi                       |
| Ayrı toplama                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Atık geri dönüşüm programı                    |
| Ayrı toplama                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Kağıt ve plastik kullanımını azaltım programı |
| Ayrı toplama                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Organik atıkların işlenmesi                   |
| Ayrı toplama                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Tehlikeli atık yönetimi                       |
| Kağıt ve plastik kullanımını azaltım programı |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Organik atıkların işlenmesi                   |
| Kağıt ve plastik kullanımını azaltım programı |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Tehlikeli atık yönetimi                       |
| Kağıt ve plastik kullanımını azaltım programı |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Atık geri dönüşüm programı                    |
| Organik atıkların işlenmesi                   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Tehlikeli atık yönetimi                       |
| Organik atıkların işlenmesi                   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Atık geri dönüşüm programı                    |
| Atık geri dönüşüm programı                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Tehlikeli atık yönetimi                       |
| Su Kriteri                                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                               |
| Su tasarruf programı                          |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Su geri dönüşüm programı                      |
| Su tasarruf programı                          |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Su verimli cihaz kullanımı                    |
| Su geri dönüşüm programı                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Su verimli cihaz kullanımı                    |

Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme 1. Kriterin; sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2. Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.**

|                                                            | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                         |  |
|------------------------------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------|--|
|                                                            | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                         |  |
|                                                            | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                         |  |
| Enerji ve İklim Değişikliği Kriteri                        |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |  |
| Enerji verimli cihaz kullanımı                             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Sera gazı emisyonunu azaltım planı      |  |
| Enerji verimli cihaz kullanımı                             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yenilenebilir enerji üretimi            |  |
| Enerji verimli cihaz kullanımı                             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yeşillendirme ve karbon tutma           |  |
| Sera gazı emisyonunu azaltım planı                         |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yenilenebilir enerji üretimi            |  |
| Sera gazı emisyonunu azaltım planı                         |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yeşillendirme ve karbon tutma           |  |
| Yenilenebilir enerji üretimi                               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yeşillendirme ve karbon tutma           |  |
| Ana Kriterler                                              |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |  |
| Atık                                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Su                                      |  |
| Atık                                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Enerji ve İklim Değişikliği             |  |
| Su                                                         |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Enerji ve İklim Değişikliği             |  |
| Atık Minimizasyonu Bakımından Projelerin Karşılaştırılması |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |  |
| Pilot Kompost Tesisi                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |  |
| Pilot Kompost Tesisi                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |  |
| Pilot Kompost Tesisi                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |  |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |  |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |  |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi                                |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |  |

Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme 1. Kriterin; sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2. Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.**

|                                                            | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                         |
|------------------------------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                                            | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                         |
|                                                            | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                         |
| Enerji ve İklim Değişikliği Kriteri                        |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Enerji verimli cihaz kullanımı                             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Sera gazı emisyonunu azaltım planı      |
| Enerji verimli cihaz kullanımı                             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yenilenebilir enerji üretimi            |
| Enerji verimli cihaz kullanımı                             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yeşillendirme ve karbon tutma           |
| Sera gazı emisyonunu azaltım planı                         |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yenilenebilir enerji üretimi            |
| Sera gazı emisyonunu azaltım planı                         |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yeşillendirme ve karbon tutma           |
| Yenilenebilir enerji üretimi                               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yeşillendirme ve karbon tutma           |
| Ana Kriterler                                              |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Atık                                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Su                                      |
| Atık                                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Enerji ve İklim Değişikliği             |
| Su                                                         |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Enerji ve İklim Değişikliği             |
| Atık Minimizasyonu Bakımından Projelerin Karşılaştırılması |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                                       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi                                |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |

Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme 1. Kriterin; sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2. Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.**

|                                                       | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                         |
|-------------------------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                                       | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                         |
|                                                       | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                         |
| <b>Ayrı toplama</b>                                   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi                           |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Atık geri dönüşüm programı</b>                     |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi                           |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Kağıt ve plastik kullanımının azaltım programı</b> |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                                  |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi                           |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |

Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme 1.** Kriterin; **sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2.** Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.

|                                         | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                         |
|-----------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                         | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                         |
|                                         | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                         |
| <b>Organik atıkların işlenmesi</b>      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Tehlikeli atık yönetimi</b>          |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Su tasarruf programı</b>             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |

Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme 1. Kriterin; sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2. Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.**

|                                         | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                         |
|-----------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                         | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                         |
|                                         | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                         |
| <b>Su geri dönüşüm programı</b>         |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Su verimli cihaz kullanımı</b>       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Enerji verimli cihaz kullanımı</b>   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |

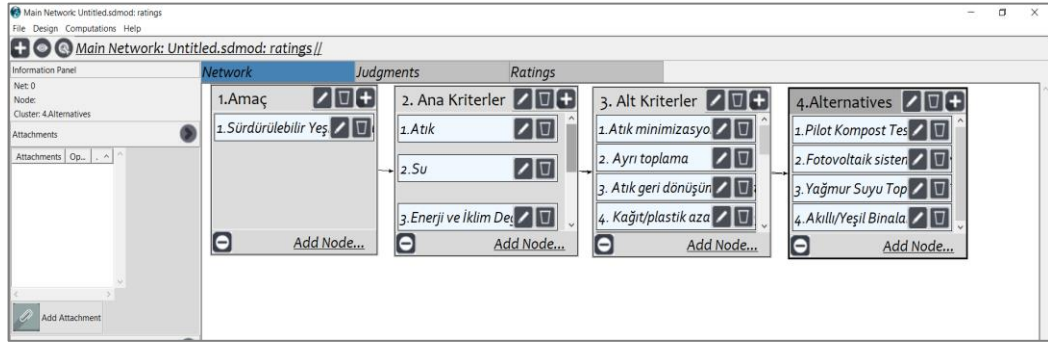
Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme 1.** Kriterin; **sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2.** Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.

|                                           | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                         |
|-------------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                           | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                         |
|                                           | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                         |
| <b>Sera gazı emisyonunu azaltım planı</b> |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Yenilenebilir enerji üretimi</b>       |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Yeşillendirme ve karbon tutma</b>      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri)   |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |

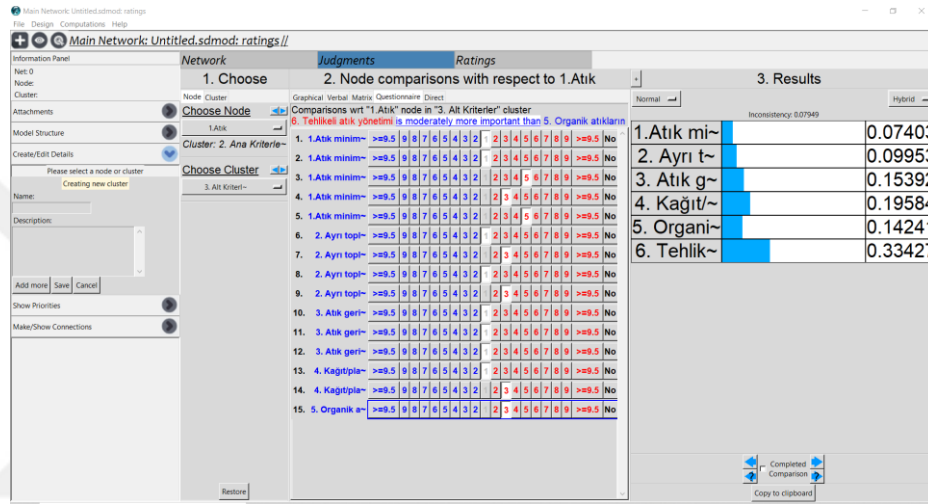
Kriterler karşılaştırıldığında önem derecesi (sol taraf ilk kriter lehine ; sağ taraf ikinci kriter lehine olmak üzere) nedir? **Sol tarafa yapılan işaretleme** 1. Kriterin; **sağ tarafa yapılan işaretleme ise 2. Kriterin daha önemli olduğu anlamına gelmektedir. Kriterler eşit önemdeyse 1 nolu kutucuklar işaretlenmelidir.**

|                                         | Sol taraf    |            |        |             |                      | Sağ taraf   |        |            |              |                                         |
|-----------------------------------------|--------------|------------|--------|-------------|----------------------|-------------|--------|------------|--------------|-----------------------------------------|
|                                         | Kesin Önemli | Cok Önemli | Önemli | Daha Önemli | Eşit derecede önemli | Daha Önemli | Önemli | Cok Önemli | Kesin önemli |                                         |
|                                         | 9            | 7          | 5      | 3           | 1                    | 3           | 5      | 7          | 9            |                                         |
| <b>Atık</b>                             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Su</b>                               |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| <b>Enerji ve İklim Değişikliği</b>      |              |            |        |             |                      |             |        |            |              |                                         |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Pilot Kompost Tesisi                    |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |
| Fotovoltaik sistemler (güneş panelleri) |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |
| Yağmur Suyu Toplama Sistemi             |              |            |        |             |                      |             |        |            |              | Akıllı/Yeşil Bina                       |

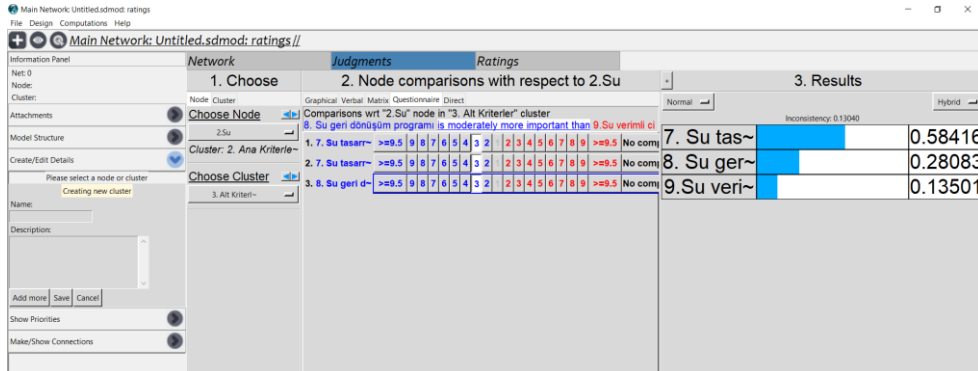
## Ek-6 SUPER DECISIONS VERSION 3.2.0 PROGRAMI AHP SONUÇLARI



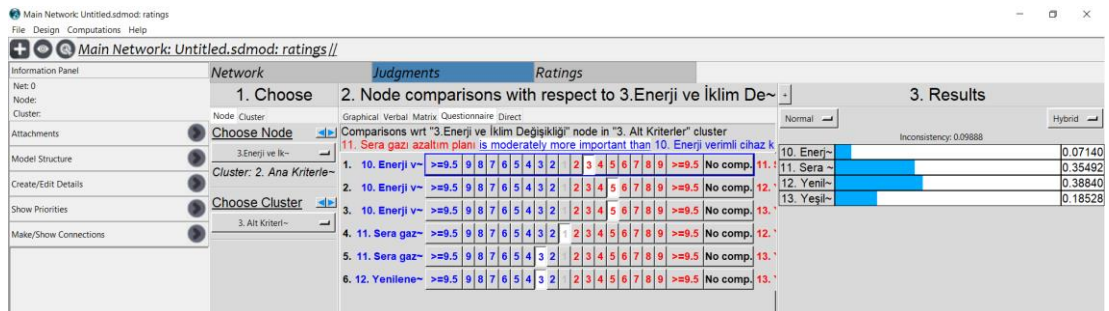
Super Decisions programında hiyerarşik yapının oluşturulması



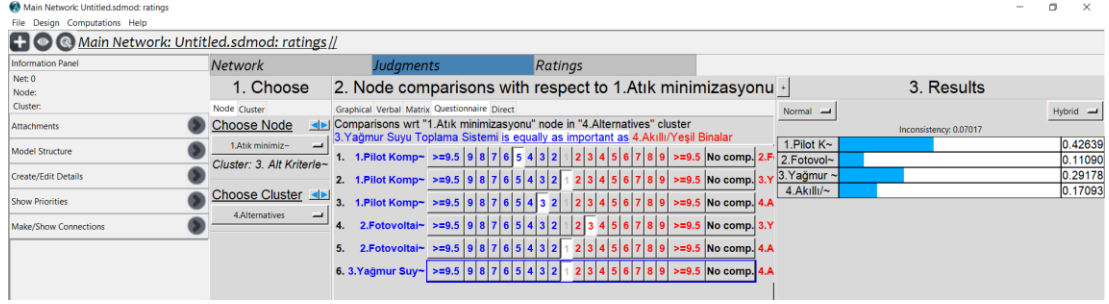
Atık ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



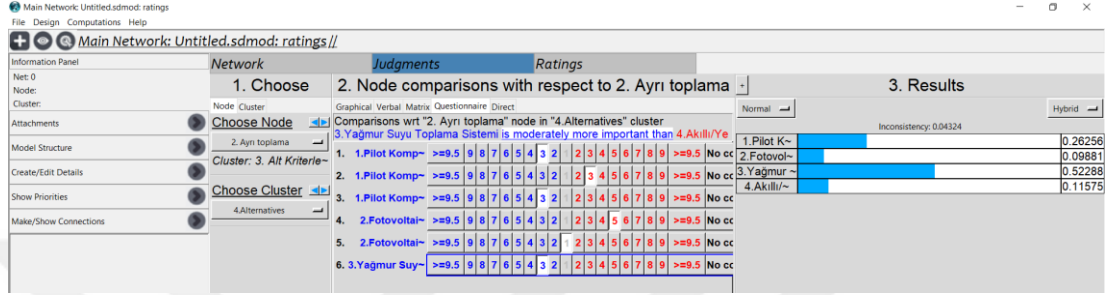
Su ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



Enerji ve iklim değişikliği ana kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



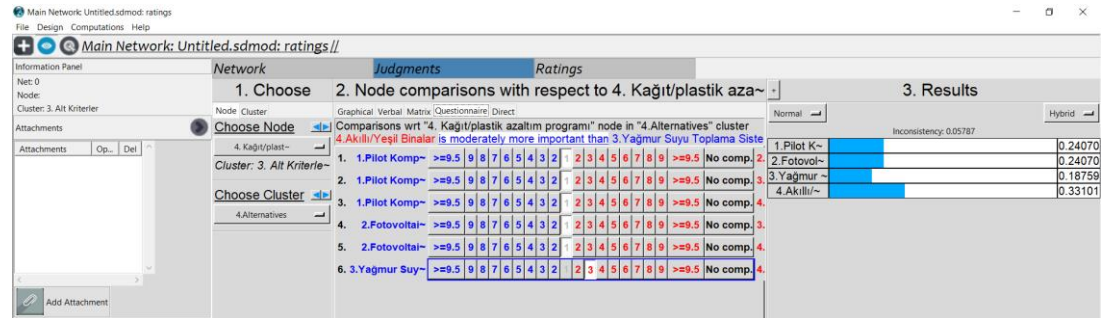
Atık minimizasyonu alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



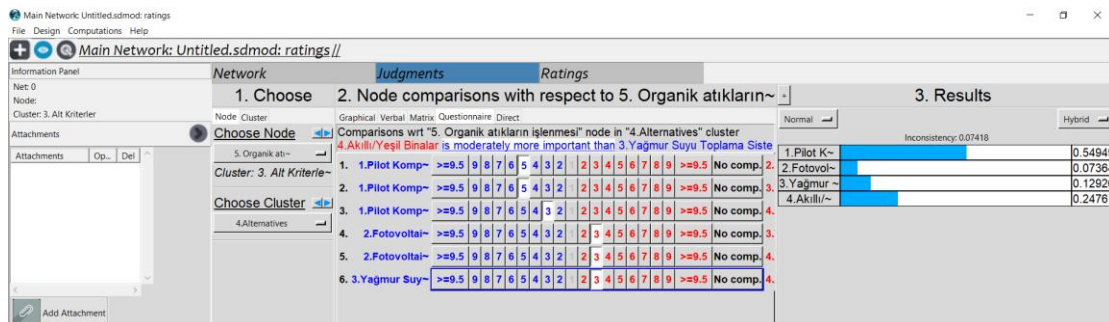
Ayrı toplama alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



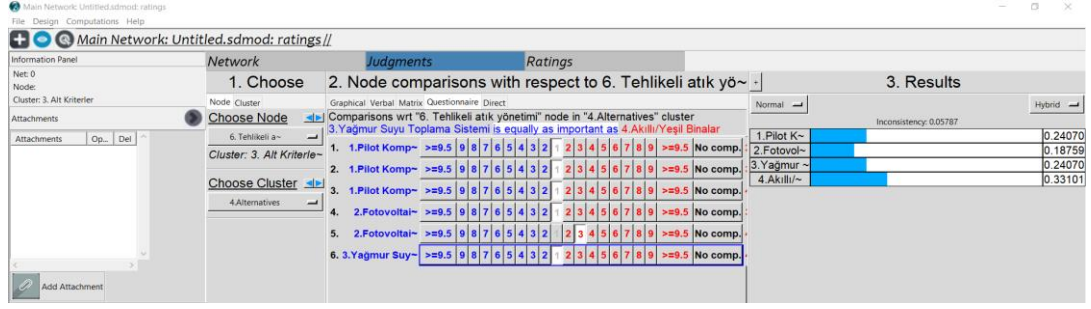
Atık geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



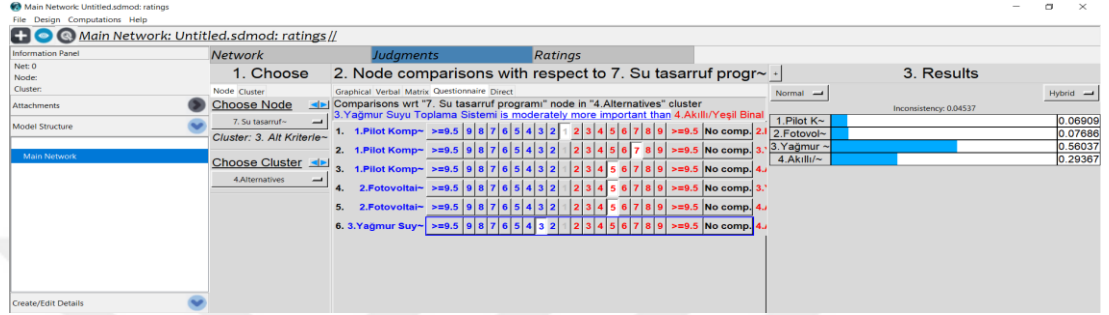
Kağıt ve plastik azaltım programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



Organik atıkların işlenmesi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



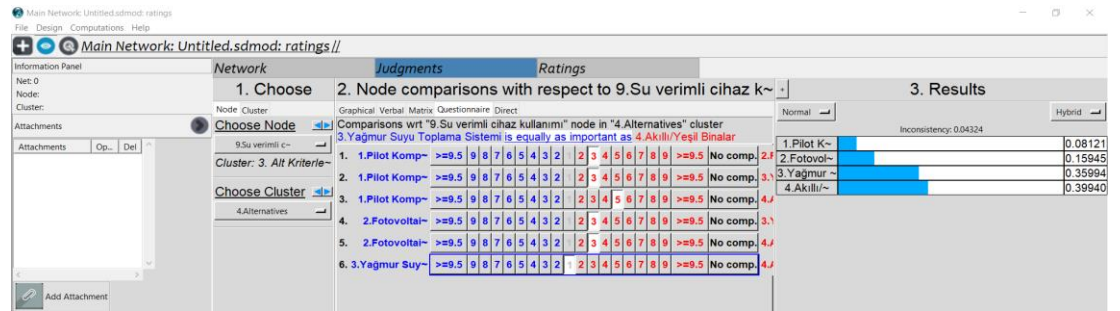
Tehlikeli atık yönetimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



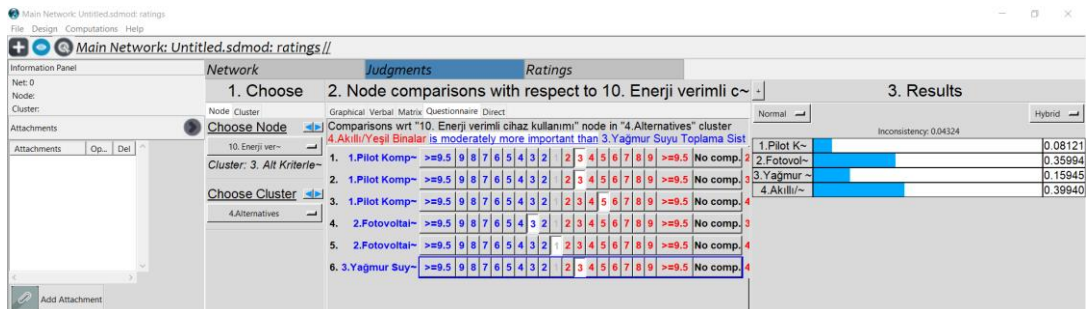
Su tasarrufu programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



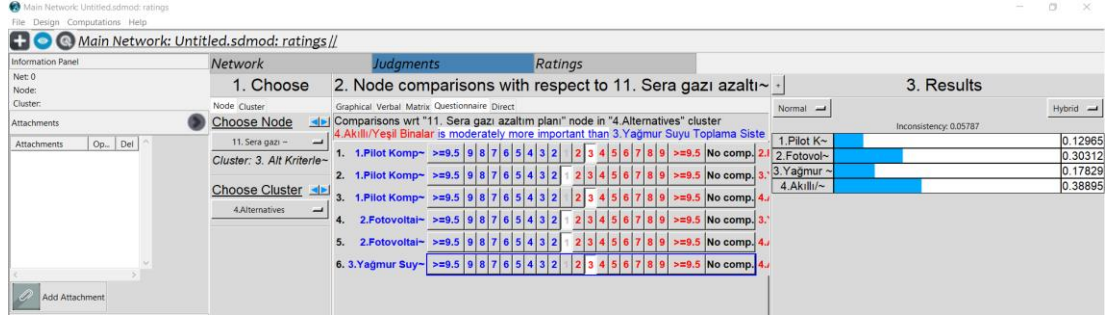
Su geri dönüşüm programı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



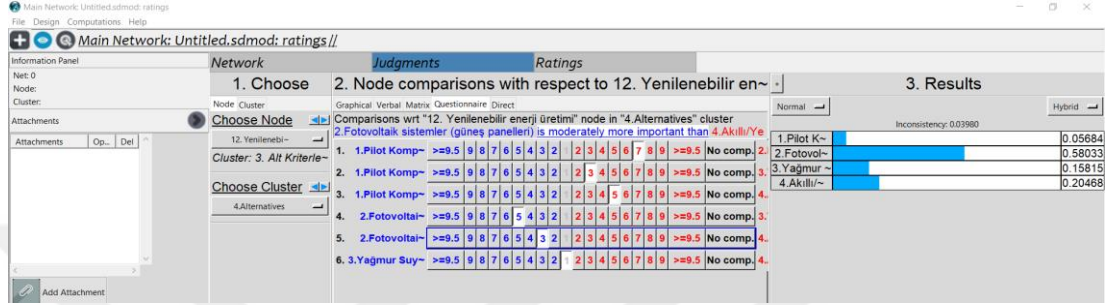
Su verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



Enerji verimli cihaz kullanımı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



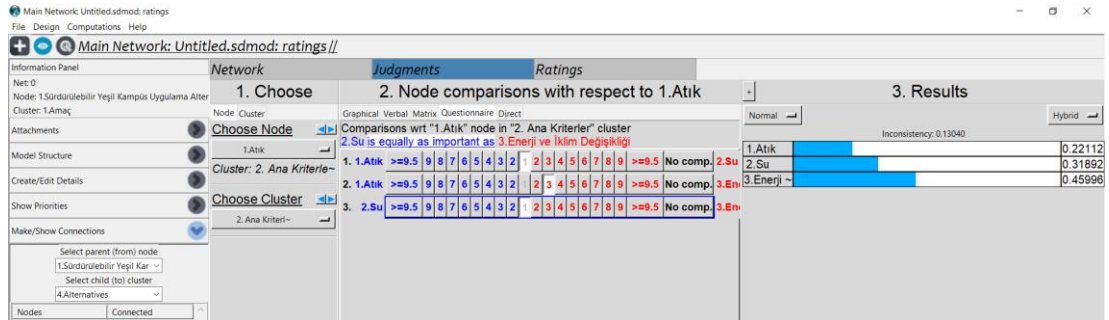
Sera gazı emisyonu azaltım planı alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



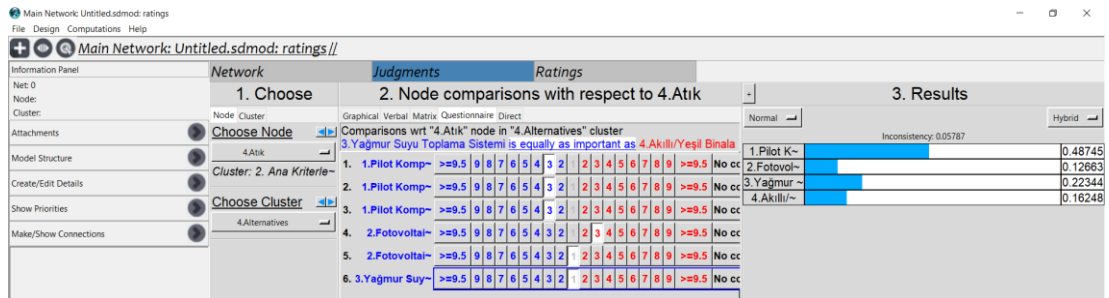
Yenilenebilir enerji üretimi alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



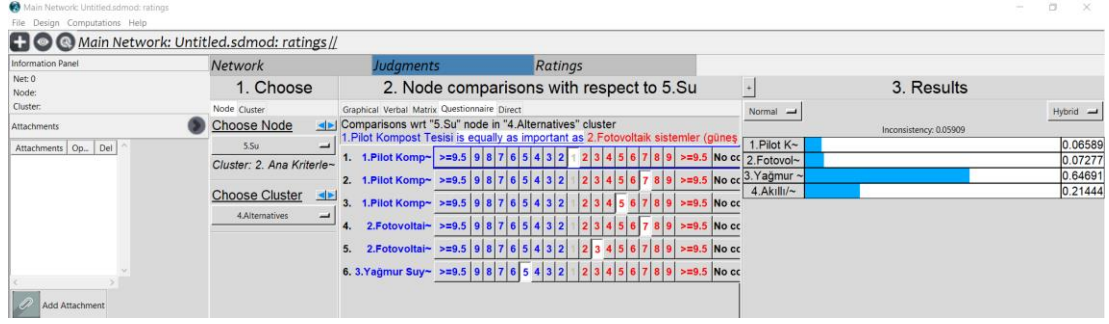
Yeşillendirme ve karbon tutma alt kriterinin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



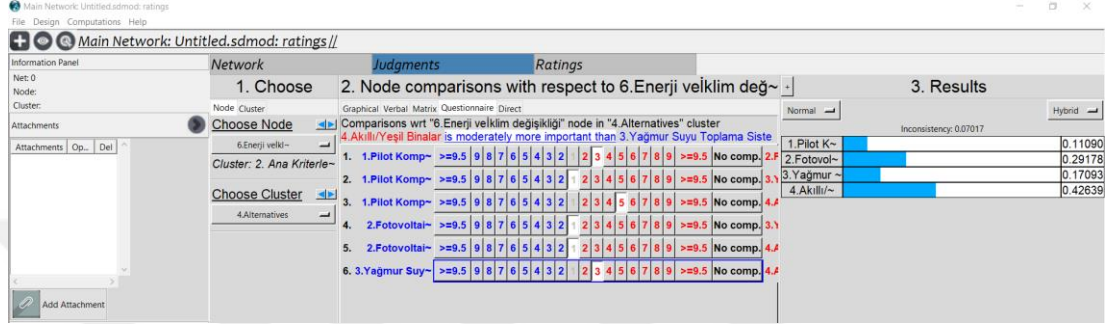
Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



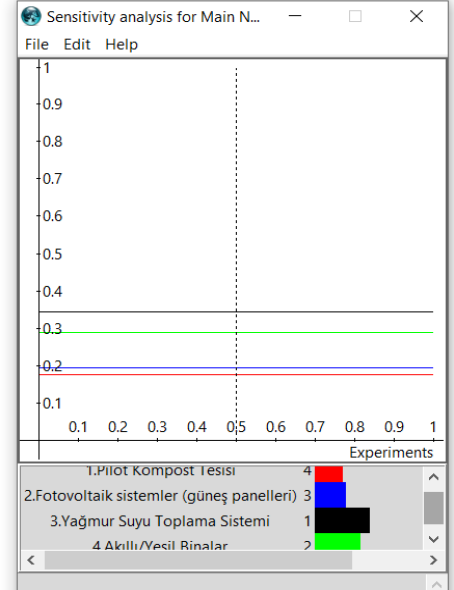
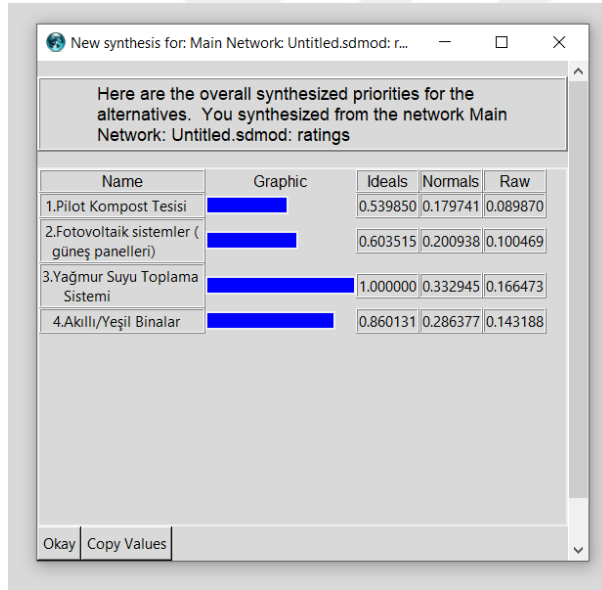
Atık ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



Su ana kriterinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



Enerji ve iklim değışikliğinin uygulamalar ile ikili karşılaştırma matrisi ve kriter ağırlıkları



Tüm kriterlerin etkisi sonucu uygulamaların hesaplanan ağırlık değeri

## ÖZ GEÇMİŞ

Özge KÖKSAL, Artvin Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi'ni bitirdikten sonra Ondokuz Mayıs Üniversitesi (OMÜ) Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nden 2013 yılında mezun oldu. 2016 yılında OMÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü (LEE) Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans programını bitirdi. 2017 yılında OMÜ LEE Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda Doktora programına başladı. İyi derecede İngilizce, orta derecede Gürcüce bilmektedir. Temel ilgi alanları arasında su/atıksu yönetimi, derin deniz deşarjı, atık yönetimi, sıfır atık, yeşil üniversite ve sürdürülebilirlik yer almaktadır.

### İletişim Bilgileri

Öğrenci no : 17210980

ORCID ID : 0000-0003-4631-7647

### Yayınlar:

1. Köksal, Ö. Aydın Er, B. Ardali, Y. ve Sağlam, M. (2019). Biyoplastiklerin Biyodegradasyonu. Sinop Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi , 4 (2) , 151-167 . DOI: 10.33484/sinopfbd.499862.
2. Koksall, O. Aydın Er, B. and Ardali, Y. (2020). Zero Waste Management: A Case Study, International Journal of Global Warming (IJGW), 21, 2, DOI: 10.1504/IJGW.2020.108179.
3. Koksall, O. Turan, G. and Ardali, Y. (2018). A Perspective for Sewage Sludge Management in Turkey. 1st International Technology Sciences and Design Symposium (ITESDES), Giresun, Turkey.
4. Koksall, O. Aydın Er, B. and Ardali, Y. (2019). Overview of Zero Waste Management in Ondokuz Mayıs University. 3. International UNIDOKAP Black Sea Symposium, Tokat, Türkiye.
5. Aydın Er, B. Koksall, O. and Ardali, Y. (2019). Monitoring of Heavy Metal Accumulation in Lake Bed and Evaluation of Pollutant Effects in Suat Uğurlu Dam Lake, 2019.