

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

KAHVE POSASININ ALTERNATİF YEŞİL ÇATI YETİŞME ORTAMI
MATERYALİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Özgür DEMİRCİ

ŞUBAT 2024
TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI

KAHVE POSASININ ALTERNATİF YEŞİL ÇATI YETİŞME ORTAMI
MATERYALİ OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Özgür DEMİRCİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
"DOKTOR (PEYZAJ MİMARLIĞI)"
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 18 / 01 / 2024

Tezin Savunma Tarihi : 08 / 02 / 2024

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Emrah YALÇINALP

Trabzon 2024

ÖNSÖZ

“Kahve Posasının Alternatif Yeşil Çatı Yetiştirme Ortamı Materyali Olarak Değerlendirilmesi” isimli tez araştırması Karadeniz Teknik Üniversitesi (KTÜ) Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Öncelikle doktora danışmanlığımı üstlenen, yakın ilgisi ve tez çalışmam boyunca araştırma konusunun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar ki desteğinden ötürü değerli hocam Doç. Dr. Emrah YALÇINALP’e teşekkür ederim.

Tez izleme komitemde bulunan, değerli görüş ve önerileri ile beni yönlendiren hocalarım Prof. Dr. Cengiz ACAR ve Doç. Dr. Engin EROĞLU’na teşekkür ederim. Yol gösterici açıklamaları ve destekleri için kıymetli ablam Dr. Öğr. Üyesi Nuray DEMİRCİ GÜNGÖRDÜ’ye, yardım ve desteğini hiç esirgemeyen her zaman yanımda olan Dr. Öğr. Üyesi Yağmur AKBAL’a teşekkürü bir borç bilirim. Tez çalışmam boyunca bilgi ve düşüncelerini benden eksik etmeyen değerli dostlarım Doç. Dr. Doruk Görkem ÖZKAN ve Dr. Öğr. Üyesi Alperen MERAL’e teşekkür ederim. Arazi araştırmalarım sırasında destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli meslektaşlarım Peyzaj Mimarı Edanur ÖZER, Peyzaj Yüksek Mimarı Semina AKTAŞ ve K.T.Ü. Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümünün ilgili öğretim elemanları ve ilgili öğrencilerine teşekkür ederim.

Son olarak, hayat boyu verdikleri sonsuz destekleri, gösterdikleri anlayış için aileme teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Özgür DEMİRCİ

Trabzon 2024

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Doktora tezi olarak sunduğum “Kahve Posasının Alternatif Yeşil Çatı Yetiştirme Ortamı Materyali Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı bu araştırmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Emrah YALÇINALP’in sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, araştırma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 08/02/2024

Özgür DEMİRCİ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	III
TEZ ETİK BEYANNAMESİ	IV
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
TABLolar DİZİNİ	XII
KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş	1
1.2. Araştırmanın Amacı, Kapsamı, Önemi ve Hipotezi	3
1.3. Atık Kavramı ve Geri Dönüşümün Tarihi Gelişimi	6
1.3.1. Atık Yönetimi.....	8
1.3.2. Dünyanın Ekolojik Tarihi ve Atık.....	11
1.3.3. Türkiye’de Atık Kullanımı.....	13
1.4. Atıkların Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanımları	15
1.5. Kahve, Kahve Kültürü ve Dünyadaki Gelişimi	16
1.5.1. Bir Atık Olarak Kahve Posası ve Genel Özellikleri.....	18
1.6. Yeşil Çatı	22
1.6.1. Yeşil Çatı Tarihi	24
1.6.2. Yeşil Çatı Ekolojik Özellikleri	26
1.7. Yeşil Çatıların Yetiştirme Ortamı Özellikleri	29
1.8. Yeşil Çatı ve Sürdürülebilirlik	30
1.9. Yeşil Çatı ve Peyzaj	32
2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	34
2.1. Araştırma Tasarımının Geliştirilmesi	34
2.2. Araştırmanın Akış Şeması	35
2.3. Araştırmanın Uygulama Alanının Seçilmesi ve Zamanı	36

2.4. Araştırmanın Uygulanması	38
2.4.1. Araştırma Gruplarının ve Örneklem Sayılarının Oluşturulması	38
2.4.2. Araştırma Gruplarına Bitkilerin Yerleştirilmesi	39
2.4.3. Araştırma Grubundaki Ölçümlerin Takibi	44
2.5. Araştırmada Veri Toplama Araçları	46
2.5.1. Klorofilmetre	46
2.5.2. Doğrudan Toprak İletkenlik Test Cihazı.....	47
2.5.3. Şerit Metre.....	47
2.5.4. Sürmeli Kumpas Direkt Ölçme Aleti	48
2.6. Araştırmanın Uygulanması İçin Alınan İzinler	48
2.7. Araştırma Verilerinin Değerlendirilmesi	49
3. BULGULAR	51
3.1. <i>Sedum</i> Bitkisinin Analizi	51
3.2. <i>Sedum spurium</i> Bitkisi Bivariate Analizleri	55
3.2.1. <i>Sedum spurium</i> Bitki Grupları ile Bitki Çapı Bivariate Analizi.....	55
3.2.2. <i>Sedum spurium</i> Bitki Boyu ile Bitki Çapı Bivariate Analizi	56
3.2.3. <i>Sedum spurium</i> Bitki Klorofil Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi	56
3.2.4. <i>Sedum spurium</i> Toprak EC(iletkenlik) Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi	57
3.2.5. <i>Sedum</i> Toprak Sıcaklık Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi.....	58
3.2.6. <i>Sedum spurium</i> Bitki Kök Boğaz Çap Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi	58
3.3. <i>Fragaria ananassa</i> (Çilek) Bitkisinin Analizi.....	59
3.4. <i>Fragaria ananassa</i> (Çilek) Bitkisi Bivariate Analizleri	66
3.4.1. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Bitki Boyu Bivariate Analizi	66
3.4.2. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Bitki Meyve Sayısı Bivariate Analizi	67
3.4.3. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Bitki Stolon Sayısı Bivariate Analizi. 68	
3.4.4. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Bitki Klorofil Değeri Bivariate Analizi	68
3.4.5. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Bitki Çap Değeri Bivariate Analizi....	69
3.4.6. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Toprak EC Değeri Bivariate Analizi .	70
3.4.7. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Toprak Sıcaklık Değeri Bivariate Analizi	70

3.4.8. <i>Fragaria ananassa</i> Bitki Grupları ile Bitki Kök Boğaz Çap Değeri Bivariate Analizi	71
4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	72
4.1. Yönteme ilişkin tartışma.....	73
4.1.1. Kullanılan Bitkiler Açısından Tartışma	73
4.1.2. Yetiştirme Ortama Açısından Tartışma	74
4.2. Bulgulara İlişkin Tartışma	78
4.2.1. Yetiştirme Ortamlarında <i>Sedum spurium</i> Bitkisinin Gelişim Parametreleri (Bitki Boyu, Klorofil, Bitki Çapı, EC, Sıcaklık ve Kök Boğaz Çapı) ile İlişkisi	78
4.2.2. Yetiştirme Ortamlarında <i>Fragaria Ananassa</i> (Çilek) Bitkisinin Gelişim Parametreleri (Bitki Boyu, Meyve Sayısı, Stolon Sayısı, Klorofil, Bitki Çapı, EC, Sıcaklık Ve Kök Boğaz Çapı) ile İlişkisi.....	80
5. SONUÇLAR.....	83
6. KAYNAKLAR.....	87
7. EKLER	99
ÖZGEÇMİŞ	

Doktora Tezi

ÖZET

KAHVE POSASININ ALTERNATİF YEŞİL ÇATI YETİŞME ORTAMI MATERYALI
OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Özgür DEMİRCİ
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Emrah YALÇINALP
2024, 98 Sayfa, 3 Ek Sayfa

Bu araştırmada, kahve ve toprağın farklı oranda karışımı ile oluşturulan yetiştirme ortamları ve bu ortamlara dikilen *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkilerinin vejetasyon dönemi boyunca belirlenen gelişim parametreleri değerlendirildi. Araştırma, Ağustos 2021- Ocak 2024 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Deneysel olarak yapılan araştırmanın kontrol grubunda %0 kahve-%100 toprak kullanıldı. Deney grubunda %20 kahve-%80 toprak, %50 kahve-%50 toprak olmak üzere iki grup oluşturuldu. Araştırmaya her bir grupta 33 saksı ile başlandı, kuruyan bitkiler araştırmadan çıkarıldığında araştırmanın her bir grubu 22 saksı ile tamamlandı. Araştırmanın altı aylık takip sürecinde bu bitkilerin boyu, çapı, kök boğazı çapı, meyve tomurcuk sayısı, klorofil değerleri, toprak sıcaklığı, toprak elektrik iletkenliği (EC); frekans, One-way ANOVA, korelasyon, regresyon ve Bivariate analizi ile değerlendirildi. Araştırmada, *Sedum spurium* bitkisinde kahve oranı ile bitkinin çapı, boyu, kök boğaz çapı arasında negatif, EC değeri ile arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulundu ($p<0.05$, $p<0.01$). *Fragaria ananassa* bitkisinde kahve oranı ile bitki boyu, klorofil arasında negatif, meyve sayısı ve EC değeri arasında pozitif yönde anlamlı ilişki bulundu ($p<0.05$, $p<0.01$).

Sonuç olarak, kahvenin bitki gelişimi açısından toprağa göre daha etkin olmadığı görülmüştür. Ancak bitki gelişim parametrelerinden; *Sedum spurium*'da EC değerinde, *Fragaria ananassa*'da EC ve meyve sayısında pozitif katkı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil çatı, Atık Kullanımı, Kahve, Kullanılmış Kahve Posası.

PhD Thesis

SUMMARY

EVALUATION OF COFFEE DRUM AS AN ALTERNATIVE GREEN ROOF GROWING ENVIRONMENT MATERIAL

Özgür DEMİRCİ

Karadeniz Technical University
Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Landscape Architecture
Advisor: Assoc. Prof. Emrah YALÇINALP
2024, 98 Pages, 3 Appendices

In this research, the growing environments created by mixing coffee and soil in different proportions and the development parameters determined during the vegetation period of *Sedum spurium* and *Fragaria ananassa* plants planted in these environments were evaluated. The research was conducted between August 2021 and January 2024. In the control group of the experimental study, 0% coffee-100% soil was used. In the experimental group, two groups were created: 20% coffee-80% soil, 50% coffee-50% soil. The research started with 33 pots in each group, and when the dried plants were removed from the research, each group of the research was completed with 22 pots. During the six-month follow-up period of the research, the height, diameter, root collar diameter, number of fruit buds, chlorophyll values, soil temperature, soil electrical conductivity (EC) of these plants; frequency was evaluated by One-way ANOVA, correlation, regression and Bivariate analysis. In the study, a negative significant relationship was found between the coffee content of the *Sedum spurium* plant and the plant's diameter, height, and root collar diameter, and a positive significant relationship was found between the EC value ($p<0.05$, $p<0.01$). In *Fragaria ananassa* plant, a negative significant relationship was found between coffee content and plant height, chlorophyll, and a positive relationship was found between the number of fruits and EC value ($p<0.05$, $p<0.01$).

As a result, it was seen that coffee was not more effective than soil in terms of plant growth. However, among the plant development parameters of coffee; It made a positive contribution to the EC value in *Sedum spurium* and to the EC and fruit number in *Fragaria ananassa*.

Keywords: Green roof, Waste utilization, Coffee, Used coffee grounds

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Araştırmanın literatür diyagramı	6
Şekil 2.	Atık hiyerarşisi	9
Şekil 3.	Kahvenin tarihi haritası	19
Şekil 4.	Kahve meyvesinden kahve içeceğine işlem basamakları	20
Şekil 5.	Tipik yeşil çatı en kesiti.....	26
Şekil 6.	Platipus Anchors bitki ankraj sistemi	27
Şekil 7.	Platipus Anchors bitki ankraj sistemi uygulaması	28
Şekil 8.	Araştırmanın akış şeması.....	35
Şekil 9.	Araştırma alanı konumlanması.....	37
Şekil 10.	Belirtilen mekanlardan toplanan kahve atıklarının görselleri.....	38
Şekil 11.	Grupların oluşturulması.....	39
Şekil 12.	Araştırmada kullanılan plastik saksıların görseli.....	40
Şekil 13.	Dikim öncesi tüplerde bulunan <i>Sedum spurium</i> ve <i>Fragaria ananassa</i> bitkileri	42
Şekil 14.	<i>Sedum spurium</i> ve <i>Fragaria ananassa</i> bitkilerinin dikim öncesi belirtilen boyutlardaki saksılara yerleştirilen deneme ortamı ve kahve konsantrasyonları.....	43
Şekil 15.	<i>Sedum spurium</i> ve <i>Fragaria ananassa</i> bitkilerinin saksılara yerleştirme görseli	43
Şekil 16.	Kafes düzeneği görseli.....	44
Şekil 17.	<i>Sedum spurium</i> ve <i>Fragaria ananassa</i> Mayıs ayı ölçümleri.....	45
Şekil 18.	<i>Sedum spurium</i> ve <i>Fragaria ananassa</i> Ekim ayı ölçümleri.....	45
Şekil 19.	Klorofilmetre ile bitkilerin SPAD değerleri ölçümü	46
Şekil 20.	Doğrudan Toprak İletkenlik Test Cihazı ile yetiştirme ortamı iletkenlik değer ölçümü	47
Şekil 21.	Şerit metre ile bitki boyu ve bitki çapı (yayılımı) değerleri ölçümü	47
Şekil 22.	Sürmeli kumpas metre ile bitki kök boğaz çapı ölçümü	48
Şekil 23.	<i>Sedum spurium</i> bitki grupları ile bitki çapı arasındaki bivariante analizi	55
Şekil 24.	<i>Sedum spurium</i> bitki boyu ile bitki çapı arasındaki bivariante analizi	56
Şekil 25.	<i>Sedum spurium</i> bitki klorofil değeri ile bitki çapı arasındaki bivariante analizi	57
Şekil 26.	<i>Sedum spurium</i> yetiştirme ortamı toprak EC değeri ile bitki çapı arasındaki bivariante analizi.....	57

Şekil 27. <i>Sedum spurium</i> yetiştirme ortamı toprak sıcaklık değeri ile bitki çapı arasındaki bivariante analizi	58
Şekil 28. <i>Sedum spurium</i> bitki kök boğaz çap değeri ile bitki çapı arasındaki bivariante analizi.....	59
Şekil 29. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile bitki boyu arasındaki bivariante analizi	67
Şekil 30. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile bitki meyve sayısı arasındaki bivariante analizi.....	67
Şekil 31. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile bitki stolon sayısı arasındaki bivariante analizi	68
Şekil 32. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile bitki klorofil değeri arasındaki bivariante analizi.....	69
Şekil 33. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile bitki çap değeri arasındaki bivariante analizi	69
Şekil 34. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile toprak EC değeri arasındaki bivariante analizi	70
Şekil 35. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile toprak sıcaklık değeri arasındaki bivariante analizi.....	71
Şekil 36. <i>Fragaria ananassa</i> bitki grupları ile bitki kök boğaz çap değeri arasındaki bivariante analizi.....	71

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Türkiye’de 2018 - 2020 yıllarında atık bertaraf ve geri kazanım tesis verileri	14
Tablo 2.	Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; Ppm, pH, P, N, C, M değerleri.....	41
Tablo 3.	Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; Ppm, pH, P, N, C, M değerleri.....	41
Tablo 4.	Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; Ppm, pH, P, N, C, M değerleri.....	42
Tablo 5.	Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; Ppm, pH, P, N, C, M değerleri.....	42
Tablo 6.	<i>Sedum spurium</i> bitkisinin; bitki boyu, bitki çapı, bitki klorofil değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı	51
Tablo 7.	<i>Sedum spurium</i> bitkisinin; EC değeri, sıcaklık değeri, kök boğaz değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı	51
Tablo 8.	<i>Sedum spurium</i> bitkisinin, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çapının gruplara göre dağılımı	53
Tablo 9.	<i>Sedum spurium</i> bitkisinde, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisi	54
Tablo 10.	<i>Sedum spurium</i> bitkisinde, bitki çapının gelişimini etkileyen bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının etkisi.....	55
Tablo 11.	<i>Fragaria ananassa</i> bitkisinin; bitki boyu, bitki çapı, bitki klorofil değeri, EC (İletkenlik) değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı.....	60
Tablo 12.	<i>Fragaria ananassa</i> bitkisinin; meyve sayısı değeri, stolon sayısı değeri, sıcaklık değeri, kök boğaz değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı.....	60
Tablo 13.	<i>Fragaria ananassa</i> bitkisinin, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çapının gruplara göre dağılımı	62
Tablo 14.	<i>Fragaria ananassa</i> bitkisinde, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisi	64
Tablo 15.	<i>Fragaria ananassa</i> bitkisinde, bitki çapının gelişimini etkileyen bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının etkisi.....	66

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ASLA	: American Society of Landscape Architects
AVM	: Alışveriş Merkezi
BM	: Birleşmiş Milletler
BMP	: Best Management Practice
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
cm	: Santimetre
CS	: Kahve Gümüş Kabuğu
Cu	: Bakır
EC	: Elektirik İletkenliği
Fe	: Demir
FFL	: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau
FLL	: Peyzaj Araştırma, Geliştirme ve Konstrüksiyon Topluluğu
gr	: Gram
ICO	: International Coffee Organization
ISWA	: Uluslararası Katı Atık Derneği
JRC	: Jimma Araştırma Merkezi
K	: Potasyum
kg	: Kilogram
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design
m	: Metre
M.Ö.	: Millattan Önce
mm	: Milimetre
Mn	: Manganez
N	: Azot
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü
Org M	: Organik Madde
Org.C	: Organik Karbon
P	: Fosfor

pH	: Potansiyel Hidrojen
Ppm	: Fosfor miktarı
SCG	: Kullanılmış Kahve Posası
SPAD	: Klorofil değeri
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
SSA	: Sahra altı Afrika
T.C.	: Türkiye Cumhuriyeti
TL	: Türk Lirası
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
vd.	: Ve Diğerleri
Zn	: Çinko

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyanın zaman içerisindeki değişiminin ekolojik denge açısından zorlayıcı olduğu genel anlamda kabul gören bir yaklaşımdır. Hızla artan kentleşme ve bununla birlikte ekolojik alt yapının bozulması, tüm dünyayı kaçınılmaz olarak çözüm arayışlarına sürüklemiştir. Sürdürülebilirlik kavramı da bu çözüm arayışları doğrultusunda son yıllarda en çok tartışılan konularından biri olarak yerini almaktadır.

Sürdürülebilirlik kavramı ilk olarak Birleşmiş Milletler'de 1972'de İsveç'in Stockholm kentinde düzenlenen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'nda ele alınmıştır. Konferans, uluslararası çevre eylemi için tavsiyelerle birlikte insan çevresinin korunması ve iyileştirilmesine yönelik ilkeleri belirleyen Stockholm Deklarasyonu ve Eylem Planını kabul etmiştir. Kentlerde sağlanacak olan sürdürülebilirlik hem ekolojik sorunlara hem de kent nüfusunun yaşam kalitesini artırmaktadır. Bu bağlamda getirilen çözümler gelecek nesillerin yaşam konforunu ve yaşanabilir alanların ortaya çıkmasına olanak sağlamaktadır. (Atıl vd., 2005).

Sürdürülebilirlik; insanın varlığını devam ettiren sosyal, ekonomik ve ekolojik üçgenin merkezinde bulunmaktadır (Yeni, 2014). İngilizler sürdürülebilirliği; tüketilen doğal kaynak değerinin son 100 yıl içinde oluşup oluşmadığına göre değerlendirir. Kısacası sürdürülebilirlik; “verimliliğin optimal koşullarda uzun yıllar boyunca devamlılığının sağlanması” olarak tanımlanır. Bu yaklaşıma göre, odunun yakılması sürdürülebilir bir durumdur. Çünkü odunun oluşması için 100 seneden az bir zaman gereklidir. Aynı tanımına göre toprak sürdürülebilir bir varlık değildir. Toprağın oluşması binlerce yıl geçmesi gerekir. Dolayısıyla toprak, oluşumunun zorluğu ve uzun süre gerektirmesinden ötürü dikkatli kullanılması gereken doğal bir kaynaktır. Araştırmanın ana materyali olan kahvenin sürdürülebilirlik değerine bakıldığında, kullanımı sürdürülebilir bir durum olduğu gözükmemektedir. Kahvenin yetiştirilip tüketime hazır olması 100 yılları alacak kadar uzun bir zaman dilimi almaz. Bununla birlikte kahve tarımı da ekolojik gerekçelerle sıkça eleştiri alan bir kavramdır. Ancak burada temel mesele bir atığın değerlendirilmesi kaygısıdır.

Yapılan birçok güncel tartışmalarda belirtildiği üzere, çevre kirliliğinin daha çok nüfus artışına bağlı olduğu savunulmaktadır. Dünyada hızla gelişen sanayileşme süreci bireyleri üretime ve daha çok tüketime yönlendirmiştir. Atıklar, sadece tüketim faaliyetlerinin değil, üretim faaliyetlerinin de sonucudurlar. Bu durumda, üretim ve tüketim hızı ortaya çıkan atık miktarını doğru orantılı olarak etkiler. Diğer bir ifadeyle, üretim ve tüketim hızı ortaya çıkan atık miktarını doğru orantılı olarak etkiler. Bu faaliyetlerde kullanılabilir olan dışında kalan kısımlardan; katı, sıvı ve gaz atıklarının oluşması kaçınılmazdır. Faaliyetler sonucu meydana gelen atıkların çevreye verdikleri zarar, doğada özümlenme seviyelerine göre değişkenlik gösterir. Doğada absorbe edilemeyen atıkların geri kazanılması oldukça zordur.

Sürdürülebilirlikte; kaynak kullanımı, insanların sağlığını ve konforunu sağlamak, atık ve kirlilik gibi olumsuz etkileri minimuma indirmektir. Bir üründen arta kalan atığın sürdürülebilirlikteki rollerine bakıldığında, malzemenin tekrar kullanıma kazandırılması atık ürünlerinin içeriğindeki bozulmuş maddelerin çevreye vereceği zararların etkilerinin en aza indirgenmesini sağlayacak, böylece hem ekolojik hem de ekonomik fayda oluşacaktır. Bu sebeple atık maddelerin tekrar kullanımı sürdürülebilirlikte oldukça önemli bir yer tutmaktadır (Altuntaş, 2013; Korkut vd., 2017).

Yukarıda bahsedilen sorunlar göz önüne alındığında, genel olarak çevre sorunları olarak gözüксе de özelde atıkların meydana gelmesi ve meydana gelen atıkların geri dönüşüm olanaklarını belirtmektedir. Atık miktarının artmasında nüfus artışı bariz etken olsa da; teknoloji, sanayi ve günümüzdeki üretim ve tüketim alışkanlıkları en önemli etkenler olarak dikkat çekmektedir. Sanayi ve teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı ülkelerde başta ekonomik kaygılar olmak üzere birçok nedenle çevre kirliliğine göz yumulduğu görülebilmektedir. Bu durum atık miktarının artmasını kaçınılmaz hale getirmektedir. Bu durumda atıkların azaltılması veya bertaraf edilmesi için bireysel çıkarların önem arz etmemesi gerekmektedir. Atıkların bertarafı için kurulan tesislerin yanında, atık yönetimi, yasal düzenlemeler, cezalar ve teşvikler oluşan kirliliğin ve atık miktarının çevredeki zararını azaltmaya dönük uygulamalardır.

1.2. Araştırmanın Amacı, Kapsamı, Önemi ve Hipotezi

Literatür taramalarında farklı atık maddeler kullanılarak bitki yetiştirme ortamları oluşturulduğu görülebilir. Bu ortamlarda benzer veya farklı karakterdeki bitki türlerinin gelişimine yönelik çalışmalara rastlanmıştır. Bu araştırmada; atık olarak kullanılan kahve posasının, atık olmaktan kurtarılarak yeniden kullanıma kazandırılması araştırmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu araştırmanın temel amacı; Daha önce yapılan çalışmalarla önemli bir organik madde değerine sahip olduğu bilinen kahve posasıyla oluşturulacak yetiştirme ortamlarının, bitkilere alternatif yetiştirme ortamı oluşturmada, böylece kent ekolojisinin sürdürülebilirliğine katkı sağlamakta etkili olup olmayacağının sorgulanmasıdır. Bu bağlamda; başta yeşil çatılar ve sertifikasyon sistemleri olmak üzere birçok konu ile kaçınılmaz bir etkileşim ortaya koyarak ve özellikle yeşil çatıların sayıca, nitelikçe artmasına sebep olunması, kent ölçeğinde etkin bir yeşil ağ sistemi oluşturmaktır.

Yapılan çalışmalarda bitki yetiştirme ortamları için gerek diğer atık maddeler gerekse organik maddelerle karışımlar yapılarak belirlenen bitki türlerinin gelişimleri takip edilmiştir. Bu araştırmada atık olarak kullanılan kahve posasını belirlenen oranlarda toprakla karıştırarak yetiştirme ortamları oluşturup, belirlenen bitki türlerinin bu ortamlarda gelişim parametreleri takip edilmiştir. Takip süresi boyunca kayıt altına alınan verilerin yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğine göre yeşil çatılarda değerlendirilmeleri konusunda katkı sağlaması düşünülmektedir. Ayrıca tezin istihdama önemli ölçüde değer katması, global pazarda rekabetçi konuma gelinebilmesi ve yabancı sermayeyi teşvik etmesi öngörülmektedir.

Bu araştırmanın *Sedum spurium* bitkisi için hipotezleri;

H1:

H1₀: Kahvenin *Sedum spurium* bitki boyunun uzamasına olumlu etkisi yoktur.

H1₁: Kahvenin *Sedum spurium* bitki boyunun uzamasına olumlu etkisi vardır.

H2:

H2₀: Kahvenin *Sedum spurium* bitki çapı gelişimine olumlu etkisi yoktur.

H2₁: Kahvenin *Sedum spurium* bitki çapı gelişimine olumlu etkisi vardır.

H3:

H3₀: Kahvenin *Sedum spurium* bitki kök boğaz çapının artışına olumlu etkisi yoktur.

H3₁: Kahvenin *Sedum spurium* bitki kök boğaz çapının artışına olumlu etkisi vardır.

H4:

H4₀: Kahvenin *Sedum spurium* klorofil değerine olumlu etkisi yoktur.

H4₁: Kahvenin *Sedum spurium* klorofil değerine olumlu etkisi vardır.

H5:

H5₀: Kahvenin *Sedum spurium* yetiştirme ortamı sıcaklığına olumlu etkisi yoktur.

H5₁: Kahvenin *Sedum spurium* yetiştirme ortamı sıcaklığına olumlu etkisi vardır.

H6:

H6₀: Kahvenin *Sedum spurium* yetiştirme ortamı iletkenliğine olumlu etkisi yoktur.

H6₁: Kahvenin *Sedum spurium* yetiştirme ortamı iletkenliğine olumlu etkisi vardır.

Bu araştırmanın *Fragaria ananassa* bitkisi için hipotezleri;

H7:

H7₀: Kahvenin *Fragaria ananassa* bitki boyunun uzamasına olumlu etkisi yoktur.

H7₁: Kahvenin *Fragaria ananassa* bitki boyunun uzamasına olumlu etkisi vardır.

H8:

H8₀: Kahvenin *Fragaria ananassa* bitki çapı gelişimine olumlu etkisi yoktur.

H8₁: Kahvenin *Fragaria ananassa* bitki çapı gelişimine olumlu etkisi vardır.

H9:

H9₀: Kahvenin *Fragaria ananassa* bitki kök boğaz çapının artışına olumlu etkisi yoktur.

H9₁: Kahvenin *Fragaria ananassa* bitki kök boğaz çapının artışına olumlu etkisi vardır.

H10:

H10₀: Kahvenin *Fragaria ananassa* klorofil değerine olumlu etkisi yoktur.

H10₁: Kahvenin *Fragaria ananassa* klorofil değerine olumlu etkisi vardır.

H11:

H11₀: Kahvenin *Fragaria ananassa* yetiştirme ortamı sıcaklığına olumlu etkisi yoktur.

H11₁: Kahvenin *Fragaria ananassa* yetiştirme ortamı sıcaklığına olumlu etkisi vardır.

H12:

H12₀: Kahvenin *Fragaria ananassa* yetişme ortamı iletkenliğine olumlu etkisi yoktur.

H12₁: Kahvenin *Fragaria ananassa* yetişme ortamı iletkenliğine olumlu etkisi vardır.

H13:

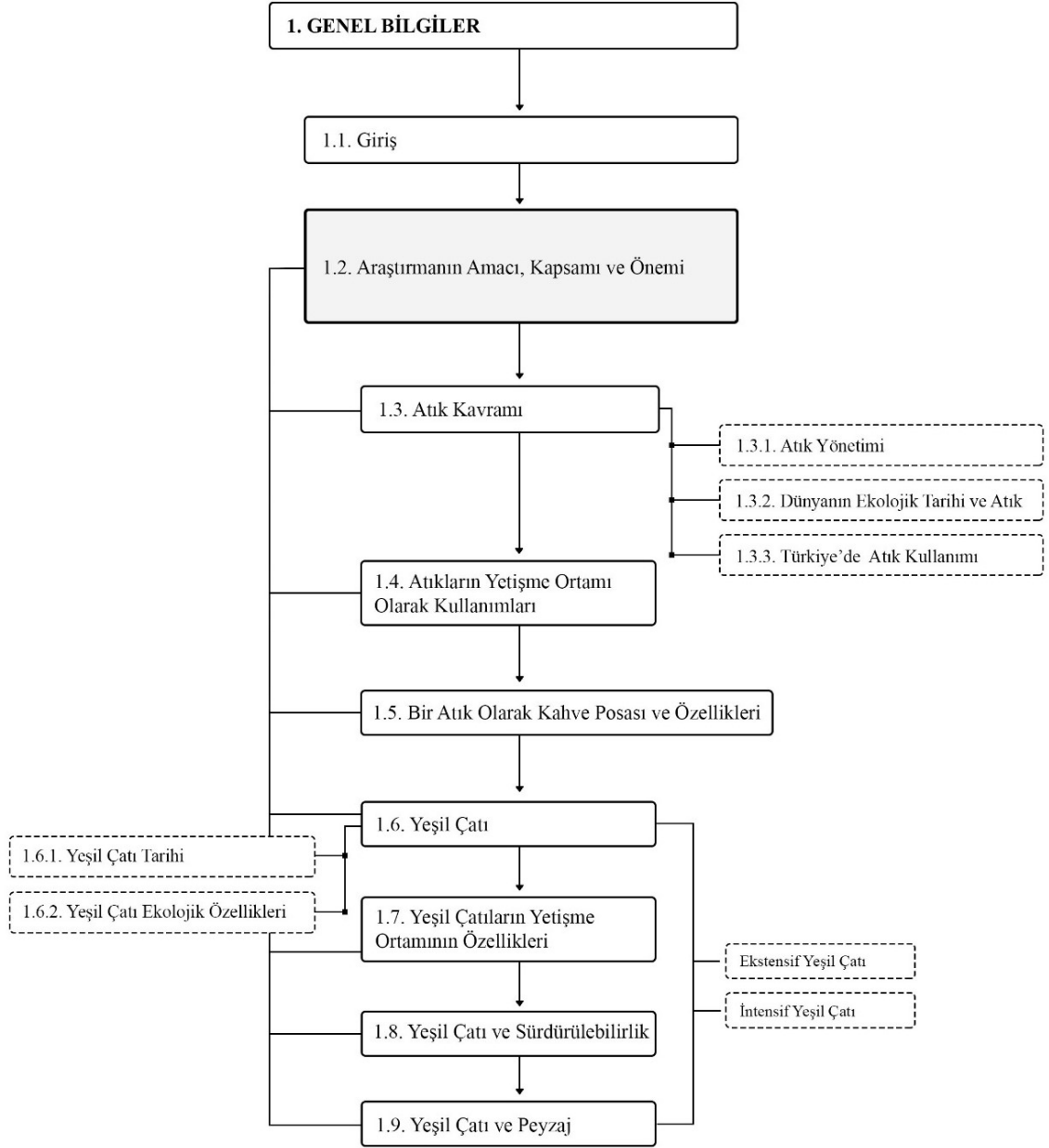
H13₀: Kahve *Fragaria ananassa* bitkisinde stolon sayısına olumlu etkisi yoktur.

H13₁: Kahve *Fragaria ananassa* bitkisinde stolon sayısına olumlu etkisi vardır.

H14:

H14₀: Kahve *Fragaria ananassa* bitkisinde meyve sayısına olumlu etkisi yoktur.

H14₁: Kahve *Fragaria ananassa* bitkisinde meyve sayısına olumlu etkisi vardır.



Şekil 1. Araştırmanın literatür diyagramı

1.3. Atık Kavramı ve Geri Dönüşümün Tarihi Gelişimi

Atığı neyin oluşturduğuna dair çok sayıda tanım vardır ve en yaygın olanı üretilen atığın kaynağına odaklanan atık malzemeleri ayırmaya ve sınıflandırmaya çalışan yaklaşımlardır.

Atıklar; ortaya çıkma durumlarına göre, üretim ve tüketim aşamalarında içerikleri kimyasal ve fiziksel şartlara bağlı olarak değişebilen maddelerdir.

Buna göre atıklar genel olarak; katı atıklar, sıvı ve gaz atıklar, ambalaj atıkları, şeklinde sınıflandırılabilir (Read, 1999). Atıklar, bu sınıflandırmalara ek olarak ayrıca evsel, endüstriyel, elektronik, tehlikeli, inşa (bina), tıbbi, tarımsal ve evrensel atıklar olarak sınıflandırılmaktadır (Vaughn, 2009). Atık Yönetimi Yönetmeliğinde atıklar alt birimlerine göre 20 gruba ayrılmıştır (Öktem, 2016).

Katı, sıvı ve gaz atıklar şeklinde durumlarına göre sınıflandırılan atıklar içinde katı atıkların; katı atık yönetimi hedefleri arasında; çevre sağlığını korumak, çevre kalitesini yükseltmek, istihdam sağlamak bulunmaktadır. Bu yaklaşımlarla ekonominin verimliliğini ve yeterliliğini desteklemek hedeflenmektedir (Schübeler vd., 1996). Atıkların geri dönüşümü hiyerarşisi aşağıda Şekil 2’de verilmiştir. Bu hiyerarşide önemli unsurlardan olan geri kazanım atıkların azaltılmasında önemli bir etkiye sahiptir. Bu durumu Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı verileri de desteklemektedir. Bakanlığın verilerine göre ülkemizde atıklarda önemli bir oranında geri dönüşüm sağlanmaktadır. Ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu atık bertarafı ve geri kazanımıyla ilgili verileri, geri kazanımın artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bunu 2020’de 2018’e göre geri kazanımın %22 arttığı verisi desteklemektedir (TÜİK, 2020). Katı atık yönetiminde atıkların geri kazanımı en önemli ilkelerinden bir tanesidir. Geri kazanımın, hem kaynakların sürdürülebilirliğine hem de zararları asgari düzeyde tutmaya yönelik farklı uygulamaları içermesi önemini ortaya koymaktadır.

Gıda ürünlerindeki atıkların geri dönüşümü, özellikle organik madde kullanımı için önem arz etmektedir. Organik maddeler; tekrar kullanıma kazandırılmasıyla, asıl kullanım amaçlarından yararlanılarak alternatif amaçlar doğrultusunda malzeme ya da maddelere dönüştürülmektedir (Öktem, 2016). Elde edilen bu durum geri kazanım işlemini ifade etmektedir.

Atıkların geri kazanım çalışmaları ve kullanma ihtiyacının yanı sıra çevre ile ilgili konularda artan farkındalık, tarımda kompost organik biyokütle kullanımını teşvik etmiştir. Bunun sonucunda da alternatif yetiştirme ortamları kullanılmaya başlanmıştır. Alternatif yetiştirme ortamları üzerinde yapılan çalışmalarda toprağın yanı sıra; hindistan cevizi kabuğu, çay atıkları, kompostlanmış ağaç kabuğu, mısır sapı, talaş, üzüm posası, ağaç kabukları, fındık zuru, tütün atıkları, atık mantar kompostu gibi ürünler kullanılmıştır (Najafi, 2014). Atıkların alt grubundan olan gıda atıklarıyla yapılan çalışmalara bakıldığında meyve ve sebze, zeytinyağı, şeker, tahıl, süt ve su ürünleri geri dönüşümü elde edilen örneklerle rastlanmaktadır. Alternatif yetiştirme ortamları kullanılabilirken,

ortamın yapı, doku, pH gibi fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra azot, fosfor ve potasyum bitkinin büyümesi ve gelişmesi için baskın faktörlerdir (Riaz vd., 2008). Bitki yetiştirilmesinde yoğun olarak kullanılan toprağın organik madde içeriğini iyileştirmesi, atıkların alternatif ortamlar oluşturulmasında önemini ortaya koymaktadır.

Tüm bu atık oluşumlarını tüketimcilik bünyesi altında toplanabilir. Tüketimcilik, büyük miktarlarda atık üretir. Esas olarak bu durum büyük şehirlerde; bununla birlikte, sonuçların ve etkilerin algılanması, şehirlerin büyüklüğünden bağımsız olarak, nüfus ve daha yoğun bir şekilde düzensiz kentleşmeden muzdarip olduğunu göstermektedir. Atıkların geri kazanım çalışmaları ve tüketim ihtiyacı kontrol edilirse, özellikle büyük şehirlerdeki miktarını azaltacaktır.

Literatürde geçen atık tanımlarında atık oluşumunda üretimin ve tüketimin öneminden bahsedilmektedir. Her ne sebepten olsa da oluşmuş atık maddeler değerlendirilmektedir. Bu durumda atık azaltma yaklaşımları için tüketim planlamaları ön plana çıkmaktadır. Çünkü atıkların ortaya çıkmasında ham maddelerin kullanılması tüketim sonucunda meydana gelmektedir. Atık miktarı artmaya devam etse de; bilimsel, yasal, cezai ve teşviklerle üstesinde gelinir anlayışı olduğu sürece atık miktarı artış göstermeye devam edecektir.

1.3.1. Atık Yönetimi

Yapılan birçok çalışmada ortaya konduğu üzere atık sorunuyla mücadelede, ulusal ve uluslararası düzeyde geliştirilmiş yaklaşımlar bulunmaktadır. İnsanlığın varoluşuyla birlikte çevreyle etkileşim kaçınılmaz olmaktadır. Bu durum atık oluşumunda sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel gelişmelerin katkısı olduğunu göstermektedir.

Atık yönetimi kavramını, Nisan 2015 yılında yayımlanan Atık Yönetimi Yönetmelikte atığın oluşumunun önlenmesi, kaynağında azaltılması, yeniden kullanılması, özelliğine ve türüne göre ayrılması, biriktirilmesi, toplanması, geçici depolanması, taşınması, ara depolanması, geri dönüşümü, enerji geri kazanımı dâhil geri kazanılması, bertarafı, bertaraf işlemleri sonrası izlenmesi, kontrolü ve denetimi faaliyetleri” şeklinde tanımlanmaktadır.

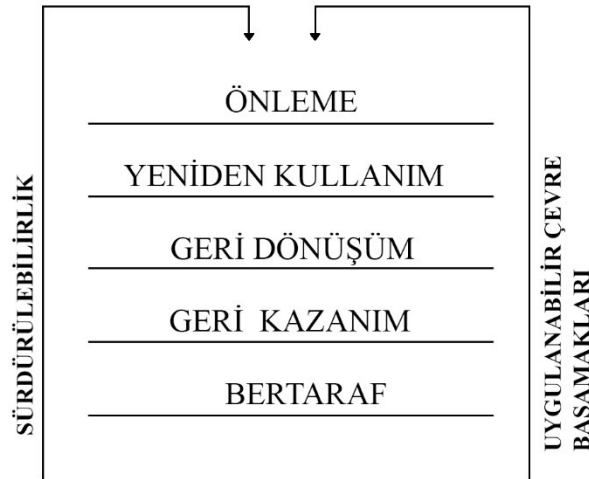
Atık yönetimi hiyerarşisi (basamakları), sürdürülebilir ve uygulanabilir çevre üzerinde faaliyetleri olumlu yönde etkilerken, ekonomik gelişme endişesi ve diğer birçok

nedenden dolayı atık durumuna gelmiş ürünlerde üretim ve tüketim faaliyetlerini azaltmaya dönük olamamaktadır.

Atık yönetiminin amacına uygun olarak yapılan tüm çalışmalar, atıkların tümünü kapsayacak şekilde ele alan yaklaşımlardır. Bu yaklaşımlarla; sürdürülebilir, uygulanabilir çevre basamaklarını dikkate alarak atık oluşumunu azaltmak, çevresel yararlığın yanında sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel olarak kabul edilebilirliğin gözetilmesi hedeflenmektedir.

Çevre ve Orman Bakanlığının atık yönetimi eylem planında da yazdığı gibi: Atık Yönetimi, “evsel, tıbbi ve tehlikeli ve tehlikesiz atıkların süreçlerine göre yönetim biçimlerini bir hiyerarşi içinde belirtmiştir. Atıklar; azaltılması, kaynağında ayrı toplanması, depolanması, aktarma merkezleri oluşturulması, taşınması, geri kazanılması, bertarafı, tesislerinin işletilmesi ile kapatma, kapatılan tesislerin sonrası bakımı, izleme-kontrol süreçlerini içeren bir yönetim biçimini kapsamaktadır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2016).

Türkiye geneline bakıldığında elde edilen verilere göre atık üretimi artış göstermektedir. Atık üretiminin artması özellikle atıkların geri kazanımı açısından sürdürülebilir yönetiminin önemini ortaya koymaktadır. Sürdürülebilir atık yönetimi hiyerarşisi Şekil 2’de belirtilmiştir.



Şekil 2. Atık hiyerarşisi

Bu hiyerarşiyi oluşturan etmenler kısaca tanımlanırsa: Önleme; üretim veya tüketim fonksiyonları aşamasında herhangi bir madde ya da malzemenin atık haline gelmeden önce

alınacak tedbirleri ifade etmektedir. Yeniden kullanım; atık haline gelmiş bir madde veya malzemenin benzer veya tamamen farklı olarak kullanılmasını ifade etmektedir. Geri dönüşüm: atıkların özellikleri ve fonksiyonlarına göre fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirilerek, malzemelere ya da maddelere dönüştürüldüğü işlemleri ifade etmektedir. Bu tanıma ek olarak Karaçay (2005) yapmış olduğu çalışmada; geri dönüşümde, ürün ve bileşenlerin özellik ve fonksiyonları kaybolduğunu belirtmektedir. Geri kazanım; atıkların yararlı bir amaç için kullanıma hazır hale getirilmesini ifade etmektedir (Karaçay, 2005).

Bertaraf; atıkların fiziksel ve/veya kimyasal işlemlerden geçirilerek geri kazanım olarak kabul edilmeyen herhangi birini ifade etmektedir. Bu yöntem atık madde olarak tekrar kullanım olanağı vermezken, enerji geri kazanımına olanak sağlamaktadır.

Tüm bu olanakları ortaya koyarken yanlış uygulama teknikleri birçok açıdan zarar verebilir. Bunu destekler biçimde Pestana & Ventura (2020) yapmış oldukları çalışmada katı veya sıvı atıkların kanallara, kamu yollarına, akarsu kıyılarına, nehirlerle, boş arazilere veya otoyollara atılması ve boşaltılması, hastalıkların bulaşmasına ve çoğalmasına sebep olacağını belirtmiştir (Pestana & Ventura, 2020).

Amerika Birleşik Devletleri'nde Baltimore'da düzenlenen Uluslararası Katı Atık Derneği'nin (ISWA) yıllık Dünya Kongresi'nde, 3R kavramı (azalt/ reduce)-tekrar kullan (reuse)-geri dönüşüm (recycle) tüm dünyada sağlam atık yönetimi çözümlerini gerçekleştirmek için önemli bir yol gösterici ilke olarak kabul edilmektedir (Ragossing, 2017).

Atıkların geri kazanılması, ekolojik ve ekonomik katkı sağlayacak olduğu stratejiler ele alınarak, üretici ile daha fazla etkileşimden fayda sağlayabilir. Ancak ilk hedef atıklardan ekonomik veya ekolojik katkı sağlama stratejisi olmayıp, atık önleme stratejileriyle başa çıkabilmeli, bu sürecin oluşmaması için sürekli olarak caydırıcı olacak yaklaşımlar izlenmelidir. Bu geri kazanımı sağlarken öncelik, açık çöp sahalarını güvence altına alarak çevreye atık sızıntısını durdurmak olmalıdır. Aksi takdirde ortaya çıkacak kontrolsüz sızma nedeniyle yeraltı ve yüzey sularının kirlenmesine yol açmış olacaktır. Bunun ayanında atıkların çevreye vermiş oldukları zararlar hava kirliliği (kontrolsüz yanma nedeniyle), yüzeysel su kirliliği (su kütlelerine çöp atmayı vb.) gibi diğer boyutlarda da etkisini göstermektedir.

Artan atık üretimiyle bu tür yaklaşımlar, büyük ölçüde atık yakmaya dayanan bazı ülkelerde zaten kritik hale geldi, ancak bunun sonucunda gıda atıkları gibi artan diğer atık akışlarını da kapsayabilir.

Atık tanımı çerçevesinde, atık hiyerarşisine uygun olarak atık yönetimi; atık önleme, malzeme geri kazanımı ve geri dönüşüme daha güçlü bir odaklanmaya doğru gelişimini göstermiştir (Bosmans vd., 2013). Artan nüfus ve hızlı kaynak tüketimine paralel olarak malzeme ihtiyacı, doğrusal bir ekonomiden döngüsel bir ekonomiye geçişi zorunlu kılmaktadır. Bu döngüsel süreç geri dönüşümün önemini ortaya koymaktadır. Şehir popülasyonunun büyümesi geri dönüşümün dünya çapındaki önemini ortaya çıkarmaktadır. Yapılan bir araştırmada 2025 yılına kadar tahmini kentsel katı atık oranı 2.2 milyar tona ulaşması beklenmektedir. Ayrıca küresel boyutta yüksek gelirli ülkelerde %28, düşük gelirli ülkelerde %64' e kadar değişen bir oranla atıklar arasındaki en yüksek orana sahiptir (Hoornweg & Bhada- Tata, 2012).

Geri dönüşüme tabi olabilecek atıkların farkındalığının artırılması atık yönetiminin başarısını olumlu etkileyecektir. Buna yönelik ülkemizde atık bertaraf ve geri kazanım tesisi sayısının artırılması uygulanan politikalar arasındadır (TÜİK, 2018). Ülkemiz dışında geri dönüşüm politikalarına bağlı olarak verilecek bir örnek olan İngiltere'de 2012-2013 yılında yaptığı proje ile gıda atığının geri dönüşüm oranını %43.2'ye çıkarmıştır (Farmer vd., 2015). Yapılan bir çalışmada evsel atıklardan ülkemizde farkındalığı en çok olan yağ, kâğıt ve plastik atıklar geri dönüşüm olarak kullanılmaktadır. Bu sıralamayı cam ve plastik takip etmektedir (Sayın & Yerli, 2020). Bu oranlara rağmen halen geri dönüştürülebilir olduğu halde çöpe giden atıkların değeri dünyada 1.5 milyar TL düzeyindedir (Arı & Yılmaz, 2019). Atık yönetiminin dünyanın varlığını devam ettirebilmesi; küresel iklim değişikliği ile mücadele, doğal kaynak değerleri gibi nedenlerle gündemde bulunması gerektiği açıktır.

1.3.2. Dünyanın Ekolojik Tarihi ve Atık

Globalleşen dünyada teknolojinin gelişmesiyle artan sanayileşme ve kentleşmenin etkisiyle birlikte ekolojik kaynakların bilinçsizce tüketimi artış gösterdiği bilinmektedir. Bu bilinçsiz tüketim beraberinde atıkların oluşmasına yol açmaktadır. Ayrıca, nüfus artışının atık oluşumuna yol açan en önemli unsurlardan biri olarak görülmektedir. Nüfus

artışını engellemeye yönelik önlemler alınmadığı takdirde atık oluşumunun artış göstermesiyle karşı karşıya kalınması kaçınılmaz hâle geleceğini gözükmektedir.

Atıkların tarihi yönelimine bakıldığında çalışmaların eski yıllara dayandığı ortaya konmuştur. Tarihte ilk katı atık depolama sahası 4. Yüzyıllara uzanmaktadır. Atıkların uzaklaştırma yöntemleri, atıkların toplanıp kent merkezinden uzak alanlara götürülüp atılması tekniğiyle depolanmaktadır (Sedef, 2016). İki yüzyılı aşkın bir süre önce Thomas Robert Malthus'un (1766-1834) nüfus artışıyla ilgili açıklamalarından ve 1949'da düzenlenen kaynakların sürdürülebilir kullanımına ilişkin ilk uluslararası konferanstan 70 yıldan fazla bir süre sonra, kapsamı Brundtland raporunda detaylandırıldı. Bu gelişmeler dünyada katı atık sorunuyla mücadele etme adına çalışmalar yapmaya yol açmıştır.

Yapılan çalışmalarda görüldüğü gibi dünyada özellikle gelişmiş ülkeler artan atık miktarını önleme çalışmaları için yasal düzenlemelerini, 1970'lerde yapmaya başlamışlardır. Bu ülkeler, sahip oldukları sosyo-ekonomik, sosyo-kültürel ve coğrafik özelliklerine bağlı olarak farklı atık bertaraf yöntemleri uygulamaktadırlar. Örneğin, Japonya atıkların bertarafı için döküm alanlarında sorun yaşaması nedeniyle atıklarının yaklaşık %80'ini yakarken, Avustralya geniş yüzölçümü alanına sahip olmasından dolayı böyle sorunlarla karşılaşmamaktadır (Kılınç, 2011). Avustralya'da geniş saha alanlarının varlığı atıkların depolanmasına olanak sağlamaktadır. Buna benzer biçimde Almanya'nın 1972 yılında "Atıkların Önlenmesi ve Atık Bertarafı Yasası'nı" çıkartarak bunu destekleyecek çalışmasını yapmıştır (Topal, 2012).

1987 sürdürülebilir kalkınma, yani sosyal, ekonomik ve ekolojik boyutlar arasında eşitlik için en iyi uygulamaların araştırılmasını önermektedir. Çevresel kontrol araçları, doğanın sömürsünün çevresel sürdürülebilirlikten çok ekolojik bozulmaların yaşanması dünyanın bozulmasını hızlandırdığını göstermektedir. Bu da ekolojik iyileşmenin çok az ilerlemesine olanak sunmaktadır (Mendoza vd., 2022).

Küresel atık üretiminin yıllara göre gelişimini Chen (2020) yapmış olduğu çalışmasında; 1965 yılında 635 milyon tondan 2015'te 1999 milyon tona yükselmiş olup, 2050 yılında 3539 milyon tona yükseleceği tahmin edildiğini belirtmektedir.

Diğer birçok sektörde olduğu gibi, atık yönetimi ve atık miktarının de dünyanın farklı yerlerinde büyük farklılıklar göstermektedir.

Cesar'ın (2017) çalışmasında farklı ülkelerin verilerine göre; Örneğin Amerika Birleşik Devletleri ve Norveç, vatandaş/gün başına 2,5 kg'dan fazla atık üretmektedir. İtalya'nın kent nüfusu ve atık arasındaki ilişki incelendiğinde 2,5 kg'dan daha az atık

üretildiği ve 2025 yılına bu sayının daha da azalacak olduğu beklenmektedir. Brezilya da birçok ülkenin olduğu gibi dünya trendlerini takip ediyor. Brezilyalıları göre atık miktarının 2014 yılında, 2013 yılına oranla %3.2 artış gösterdiği gözükmektedir. Çin ve Hindistan, üretken yapılarında farklılık gösterir; ancak, uluslararası toplumdaki en büyük kirleticilerin oldukları belirtilmektedir.

Gittikçe artan oranda karşılaşılan atık sorunu; genelden özele toplumu, aileyi ve bireyi sosyo-ekonomik, sosyo-kültürel ve sosyo-ekolojik yönden etkilemektedir.

Günümüzde, atık hakkında düşünmeyi hemen bırakmadan küresel kalkınma hakkında tartışmak neredeyse imkansız; atık maddelerin tüketim alışkanlıklarının bir sonucu olarak nüfus artışı ile ilişkili olduğu iddia edilmektedir. Dünya Bankası'nın 1960-2050 döneminde OECD'nin büyük verilerinin 1990-2020 yıllarına ait ve SCOPUS'un (1996-2020) uygulamalı çok değişkenli istatistikleri kullanarak hem nicel hem de nitel olarak uygulanan çok değişkenli istatistiksel analiz ortaya koymaktadır.

Bütün bu verileri dünyanın her bir tarafından yapılan çalışmalar desteklemektedir. Wijetunga (2012) yaptığı çalışmada Sri Lanka'da, özellikle atık toplama ve bertaraf etme son yıllarda ciddi bir sorun yaşadığını, Thanh vd. (2010) Güney Vietnam'daki atık geri dönüşüm fırsatlarını belirlemek için evsel katı atık miktarını ve bileşimini değerlendirmek için yapmış olduğu çalışmada, Gu vd. (2015) Çin'de Evsel katı atıkların karakterizasyonu, niceliği ve yönetimi ile ilgili yapmış olduğu çalışması bu verileri destekler niteliktedir.

1.3.3. Türkiye’de Atık Kullanımı

Türkiye atık yönetimi konusunda ilk hassasiyetlerini 1930’larda çıkarılan yasal düzenlemelere konu olsa da, aslında kaynakların ekonomik kullanımının bir zorunluluk olduğu konar göçer dönemden beri israfı önleme kültürünü görmek mümkündür.

TÜİK’in son atık verilerine bakıldığında; ortaya çıkan atık miktarı 104.8 milyon ton olarak hesaplanmıştır. Teknolojinin gelişmesiyle artan sanayileşme ve kentleşmenin etkisinin atık miktarının artmasına sebep olduğunu TÜİK atık verileri ortaya koymaktadır. TÜİK’in toplam atık miktarının 2020’de 2018’e göre %10.5 artması bu parametreyi desteklemektedir (TÜİK, 2020).

2016-2023 yıllarını kapsayan Ulusal Atık Yönetimi ve Eylem Planına göre;

- Kaynakta ayırma veriminin artırılması ve yaygınlaştırılması,

- Belediye atıkları ve ambalaj atıklarının geri kazanım oranlarının artırılması,
- Belediye ve ambalaj atıkları yönetimi için bölgesel bazda geri kazanım ve bertaraf yöntemlerinin belirlenmesi ve ilgili tesis kapasitelerinin ortaya konması,
- Düzensiz döküme devam eden illerin düzensiz döküm sahalarının kapatılması ve düzenli depolamaya geçişinin sağlanması
- Tıbbi atık yönetimi ile ilgili tesis ihtiyaçlarının belirlenmesi
- Tehlikeli atıkların yönetimi için ön işlem, geri kazanım ve bertaraf tesis ihtiyaçlarının ortaya konması ve yatırım yapılacak bölgelerin belirlenmesi
- Atık yönetimi için yatırım ihtiyaçlarının ortaya konması ve finansman kaynaklarının belirlenmesi (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2016).

Türkiye’de TÜİK’in verilerinde 2018 yılından 2020’ye kadar oluşan atıkların geri dönüşüm ve bertaraf tesis verilerinin yanında işlem gören atık miktarının nasıl dağılım gösterdiği ortaya konmuştur. Bu yıllar arasında; atık bertaraf, düzenli depolama, yakma, atık geri kazanım, kompost tesisleri ve diğer geri kazanım tesisleri sayısında artış olduğu gözlemlenmektedir. Tesis artışları işlem gören atık miktarını da doğru orantılı olarak etkilemiş miktarda artış olduğu gözükmemektedir. TÜİK’in tüm bu verileri Tablo 1’de verilmektedir.

Tablo 1. Türkiye’de 2018 - 2020 yıllarında atık bertaraf ve geri kazanım tesis verileri (TÜİK, 2020)

Atık Bertaraf ve Geri Kazanım Tesis Verileri (2018-2023)	2018		2020	
	Tesis Sayısı	İşlem Gören Atık Miktarı (Ton)	Tesis Sayısı	İşlem Gören Atık Miktarı (Ton)
	2023	104452603	2752	127401232
Atık Bertaraf Tesisleri	166	56372769	184	78333403
Düzenli Depolama Tesisleri	159	55878883	174	77762423
Yakma Tesisleri	7	493885	10	570980
Atık Geri Kazanım Tesisleri	2057	48079834	2568	49067829
Kompost Tesisleri	8	138054	9	127046
Diğer Geri Kazanım Tesisleri	2009	46872420	2509	47642204

Türkiye’de atıklarının çok büyük bölümünün atık bertaraf ve geri kazanım tesislerinde bertaraf edilmektedir. Atıkların azımsanmayacak kadar kısmının da düzensiz bir şekilde depolanmaktadır. Bu durum çevrede oluşacak riskleri de beraberinde getirmektedir. Atık bertaraf ve geri kazanım tesisleri atık oluşumunu önlenme açısından

önemli yer tutarken, bazı olumsuzlukları da beraberinde getirmektedir. Bu olumsuzların en önemlisi metan gazının ortaya çıkmasıdır. Metan gazı uygun işletme yapılmadığı takdirde yangınlara sebep olmaktadır. Yapılan çalışmalar ve yerinde incelemeler göz önünde bulundurulduğunda, herhangi bir tedbir alınmadan atıkların gelişigüzel depolanma alanlarında toplanması, bu tür olumsuzlukların ortaya çıkmasına davetiye çıkarmaktadır.

1.4. Atıkların Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanımları

Atık, günlük yaşam aktivitelerinin kaçınılmazı olarak ortaya çıkmaktadır. Katı atıkların geri kazanımı, geri kazanım potansiyelini tahmin etmek, farklı bileşenlerin kaynaklarını belirlemek üretim özelliklerinin değerlendirilmesine yönelik önemli bir adımdır (Thanh vd., 2010).

Kompost; biyokimyasal olarak ayrışabilir atık haline gelmiş bir madde veya malzemenin organizmalar tarafından mineralize olmuş halidir. Kompostlaştırma ise ekosistemdeki atık haline gelmiş bir madde veya malzemenin mikroorganizmalarla, ortamın oksijenini kullanarak çöp içerisindeki organik maddeleri biyokimyasal yollarla ayrıştırması ile doğada sürekliliği olan bir süreçtir. (Yaman, 2012).

Kompost, yüksek som nedeniyle toprağın biyolojik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini iyileştirir (Násner vd., 2017). Bunu destekler biçimde Ginting vd. (2003) yapmış olduğu çalışmada; organik değişiklikler, bitkilerin ve rizosferik mikropların başlangıçtaki bozunması ve kullanılabilirliği nedeniyle uygulamadan yıllar sonra toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirebildiğini ortaya koymuştur.

Organik maddenin rolü ve toprağa uygulanmasını Felipó (1996), Sequi (1996) başka bir boyutuyla değerlendirmiştir. Bitki yetiştirilmesinde yoğun olarak kullanılan toprakların genellikle verimlilik kaybı, toprak erozyonu, su kirlenmesi, toprağın sıkışması ve organik madde içeriğinin azalması gibi etkiler gözükmemektedir. Sanchez'e (2002) göre, Sahra altı Afrika (SSA)'da hektar başına yıllık toprak besin tüketimi 22 kg azot (N), 2,5 kg fosfor (P) ve 15 kg potasyumdur (K) olduğunu belirtmektedir. Bu toprak tükenmesinin, birçok bilim insanı tarafından SSA'da gıda üretimindeki düşüş eğiliminin temel biyofiziksel nedeni olarak kabul edilmektedir. Toprakta besin kaybının ekonomik kaybı, gübrelerde 4 milyar ABD Dolarına eşdeğer olduğunu ortaya koymaktadır (Straaten, 2007).

Bu nedenle, yetiştirme ortamlarında organik atıkların farklı arazi amaçları için toprak sistemleri yoluyla kullanılması, toprağın organik içeriğini iyileştirmenin en iyi

alternatiflerinden biri olarak gözükmektedir. Böylelikle organik atıkları; yan ürünleri olan organik gübreler veya katkı maddelerine dönüştürme yöntemi olarak kompostlaştırma, giderek daha fazla ilgi görecektir.

Kompost dışında yetiştirme ortamı özelliği taşıyan turba, fidanlıklarda fideler ve süs saksı bitkisi üretimi için yetiştirme ortamı olarak yaygın şekilde kullanılan organik ortamdır (Schmilewski 2007). Bu, yenilenemeyen doğal kaynakların yaygın kullanımı ve önemli ekosistemlerinin bozulması ile ilişkilidir. Turba giderme, karbon yutaklarının azalmasına ve kaybına neden olur ve sera gazı emisyonunu artırır (Kern vd., 2017).

Olumsuz çevresel etkileri; Bullock vd. (2012) yapmış olduğu çalışmada, hassas ekosistemleri rahatsız etme, olası karbon üretimi ve emisyon kaynağı nedeniyle turba kullanımına bazı kısıtlamalar getirildiğinden bahsetmektedir. Bu nedenle turba, bir dereceye kadar yetersiz ve maliyetli bir yetiştirme ortamı haline gelmiştir (Lazcano vd. 2009). Ekosisteme karşı hem pozitif hem negatif yönde yapmış olduğu etkiden dolayı, turbanın yetiştirme ortamı ve toprak kalitesi artırıcı olarak kullanımını sınırlamaya çalışılmıştır. Her ne kadar olumsuz etkilere sebebiyet verse de, aynı zamanda hem yerel hem de ulusal makamlar organik atığın bir yetiştirme ortamı bileşeni olarak yeniden kullanımını teşvik etmektedir.

Artan ihtiyaçlar ve artan turba maliyeti nedeniyle, bitkiler için yetiştirme ortamı olarak alternatif yüksek kaliteli ve düşük maliyetli bileşenleri keşfetmeye ve kullanmaya karşı birçok çalışma yapılmaktadır (Morales-Corts vd., 2014).

Son yıllarda, atık ürünlerin yetiştirme ortamı oluşturması adına kullanım artan bir ilgi görülmektedir. Yetiştirme ortamı olarak kullanılacak atıkların ekosisteme sağlayacak oldukları yararın yanında verecek oldukları zararı en aza düşürüp aynı zamanda ekosistemin sürdürülebilirliğine yapacak olduğu katkıdan dolayı bu yaklaşım birincil konu olarak yerini alabilecek olduğu gözükmektedir.

Bu yaklaşımları destekleyecek şekilde Bugbee (2002) atıkların, belirli alanlarda depolanmasından öte; fidanlıklarda, tarlalarda ve sera bitkileri gibi bitki üretim alanlarında bitkilerin yetiştirme ortamı olabilecek bir malzeme olarak kullanılabileceğinden bahsetmiştir.

1.5. Kahve, Kahve Kültürü ve Dünyadaki Gelişimi

Bu araştırmada evsel atık, atık olmaktan kurtarılarak yeniden kullanıma kazandırılması amaçlanmaktadır. Bizim çalışmamızda kahve materyal olarak

kullanılacaktır. Kahve, dünya üzerinde en çok ticareti yapılan ve tüketilen ürünlerden biridir. Özellikle ekonomisi gelişmekte olan ülkelerde talep oranı daha çok artış göstermektedir (Panhuysen & Pierrot, 2018). Dünya kahve ihracatı Nisan 2020’de 11.29 milyon torbayken Nisan 2021’de 11.4 milyon torbaya ulaşmıştır (ICO, 2021). Önemli bir organik madde kaynağı olan kahve posasıyla oluşturulacak kompost yetiştirme ortamı, bitkilere alternatif yetiştirme ortamı oluşturup, sürdürülebilir kent ekolojisine katkı sağlayacaktır. Bu yapılırken başta yeşil binalar ve sertifikasyon sistemleri olmak üzere birçok konu ile kaçınılmaz bir etkileşim ortaya konulacaktır. Özellikle yeşil çatıların sayıca ve nitelikçe artmasına sebep olunması, kent ölçeğinde etkin bir yeşil ağ sistemi oluşturmak gibi önemli bir amaca da hizmet etmiş olacaktır.

Atıkların sürdürülebilir kentsel ekosistemler oluşturmasıyla küresel iklim değişikliği ve karbon salınımı gibi birçok konuda katkı sağlanması muhtemel hale gelecektir. Çevreye gönderilen evsel atık miktarının azaltılması global ölçekte ciddi bir depolama boşluğu, bunun yanında ekolojik katkı anlamına gelmektedir. Yeşil çatıların maliyetlerinin nispeten yüksek olması, yeşil duvarlar gibi unsurların kentlerde yaygınlaşmasını engellemektedir.

Hızla tükenen kaynakların sonucunda atık miktarının artış göstermesi, çözüm arayışları için çalışmalar yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Yeşil çatıların daha çok yaygınlığını artırmak için alternatif yetiştirme ortamları oluşturma bu arayışlardan biridir. Yeşil çatı; “zeminde ya da çoğunlukla zemin seviyesinin üzerinde yer alan herhangi bir yapıya ait az eğimli ya da eğimli çatıda özel malzeme ve teknikler yardımıyla gerçekleştirilen az ya da çok bakım gerektiren birçok işleme sahip açık yeşil mekan düzenlemelerine yeşil çatı adı verilmektedir.” olarak tanımlanmaktadır (Pehlevan vd., 2010). Yeşil çatıların dinamik bir yapıya sahip olmasıyla birçok alanda gelişim göstermelerine olanak sunmaktadır. Bu gelişimin sürdürülebilir olması, diğer ifadeyle geleceğe taşınması için kenti, sürdürülebilir olması yönünde bir çalışma alanı olarak nitelendirmektedir. Gelişen teknoloji çerçevesinde Yeşil çatılarda oluşturulacak alternatif ortamlara dair arayışlarla birlikte yeşil çatı yüzeyleri önemli bir bileşen olarak ele alınmaya başlanmıştır. Bu olanaklar yeşil çatıların; hava kalitesini iyileştirmek, kentsel ısınmayı azaltmak, yağmur suyunu tutmak gibi ekolojik katkılar sağlayarak kentin alt yapısına binen yükün azalmasına olanak tanınmasının yanında binanın statik yükünü azalması yönünde katkı sağlamasıyla önemli sistem olarak ortaya çıkmaktadır. Çatı yüzeyinde alternatif yetiştirme ortamlarıyla faydalı alana dönüştürülebildiği durumda, binanın birçok yönden işlevsel olarak daha verimli hale gelmesine ve bu doğrultuda kent üzerinde pozitif yönde

etkiye sahip olmasına olanak sağlamaktadır (Snodgrass & McIntyre, 2010; Erkul, 2012). Yeşil çatıdaki bitki çeşitleri; (Sedum, kır çiçeği, çim ve ot gibi) familya, cins ve türlerinin kullanılması, bu bitkilerin su tutma özellikleri ve hava koşullarına dayanıklılıklarından dolayı tercih edilmiştir (Aras, 2019).

Kahve, küresel ölçekte çok tüketilen ve çok fazla atık oluşturan bir maddelerdir. Atık maddelerin kullanımı birbirlerini olumlu etkileyen bir mekanizma doğurarak genel anlamda daha sürdürülebilir şartlar ortaya koymaya yardımcı olacaktır. Bu nedenle alternatif (ucuz, kolay bulunan, daha hafif vb. olan) yetiştirme ortamlarının performanslarının ortaya konulması bu yaklaşımların yaygınlaşması açısından oldukça önemlidir. Evsel atık üretimi dinamik bir süreç olduğundan, sürekli üretilen bu atıkların toplanması ve ekolojik ortamlarda değerlendirilmeleriyle bir farkındalık oluşturmak mümkün hale gelecektir. Atık maddelerin fizyolojik tepkilerinin bilinmeyişi onları mimarlık, şehir ve bölge planlama, peyzaj mimarlığı gibi alanlarda uzak durulan metalar haline getirdiğinden; bu maddelerin tepkilerinin ortaya konulması adı geçen meslek disiplinlerini rahatlatacaktır.

Yeşil çatılar başta olmak üzere birçok ekolojik ortam olduğunda, toprak, özkütlesi çok yüksek ve ıslandığında kütlesi çok fazla artan bir madde olması, statik proje ve uygulama maliyetini çok fazla artırmaktadır. Özellikle yapı sertifikasyon sistemleri tüm dünyada gelişmekte olan bir alandır. Yapı yakın çevresinde ve üzerinde atık malzemelerin bitki yetiştirme ortamı olarak kullanıldığı projelerin statülerinde bir farklılık oluşturmak gibi motive edici katkılar yapmak mümkün olacaktır. Ayrıca suyun gün geçtikçe artan değeriyle birlikte atık malzemelerin su kullanma potansiyelini azaltmasına yönelik öncü bir çalışma olacağı ve literatürü bu anlamda destekleyici olduğu düşünülmektedir.

1.5.1. Bir Atık Olarak Kahve Posası ve Genel Özellikleri

Birçok atık türlerinde olduğu gibi besin atıklarının artış göstermesi, bu atıklarının atık türleri arasında önemini ortaya koymaktadır. Besin tüketimi sonucunda oluşan atıkların önemli bir kısmını meyveler oluşturmaktadır. Meyvelerin özellikle vitamin, mineral, lif ve biyoaktif bileşen içeriği besin kaynağı yönünden önemli bir yere sahip olmasından dolayı yaygın olarak tüketilmektedir. Meyve atıklarının büyük bir bölümünü ise kabuk ve çekirdek oluşturmaktadır (Lam vd., 2016).

Araştırmamızda atık olarak kullanılan kahve meyvesinin yapısı 3 ana bölümden oluşmaktadır. Kahve meyvesi; dış kabuk, pulp etli kısım ve çekirdekten oluşmaktadır.

Kahve bitkisi tropik iklim bitkisi olup, Rubiaceae familyasına aittir (Girginol, 2017). Kahve, uluslararası servis edilmesinin yanında dünyadaki en önemli tarımsal ürünlerden biridir.



Şekil 3. Kahvenin tarihi haritası (Girginol, 2017)

Kahve, karmaşık bir bileşik karışımı içerir. Bileşiklerin özel profili kahve çeşidine, kavurma ve işlemeye bağlıdır. Bunun yanında en yaygın bileşiği kafein olmuştur. Yeşil kahve çekirdekleri yüksek sıcaklıklarda kavrulduğunda, aminoasitler ve karbonhidratlar arasında kimyasal reaksiyon geçirerek bir dizi benzersiz bileşen oluşturur. Ek olarak, kahvede klorojenik asitler gibi bitkilerin renklenmelerinde rol oynayan polifenollerde bol miktarda bulunur (Clifford, 2000).

Kahvenin kimyasal özelliklerine bakıldığında; içinde 1000'den fazla kimyasal bileşen bulunmaktadır (Girginol, 2018). Kahve bitkisinin çekirdeğinde pürin bazlı kafein bulunmaktadır (Saltan & Kaya, 2018). Ayrıca magnezyum, alüminyum, fosfor, potasyum, kalsiyum, mangan, demir, bakır gibi birçok elementi içermektedir (Yılmaz, 2014). Birçok elementi içeren kahve tüm bu özelliklerinin yanında yüksek lif içeriği sayesinde su tutma

kapasitesi oldukça yüksektir. Bu içerikler ise kahveye iyi bir gübre olma özelliği kazandırmaktadır (Janissen & Huynh, 2018). Kahvedeki temel değişkenler; kahve bitkisinin botanik özellikleri, büyümesi ve yetiştirilmesi, lezzeti, fizyolojisi, çiğ ve kavrulmuş haldeki özellikleri olarak sıralanabilir (Girginol, 2018).

Uluslararası Kahve Örgütü'ne göre, kahvenin ekonomik ticareti yıllar içinde istikrarlı bir şekilde artış göstermiştir. Bununla birlikte kahve endüstrisinin büyümesi doğru orantılı olarak devam etmesi beklenmektedir. Küresel kahve üretiminin yaklaşık %50'si çözünür kahve için işlenir. Kahve, petrolden sonra en çok ticareti yapılan ikinci üründür. Kahve üretimi ve işlenmesinden sonra kahve küspesi, kabuğu, gümüş kabuğu ve kullanılmış kahve posası gibi büyük miktarda yan ürünler ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4. Kahve meyvesinden kahve içeceğine işlem basamakları (Boğa & Dertli, 2021)

Bir ton yeşil kahveden 650 kg kullanılmış kahve posası elde edilmektedir ve üretilen her bir kilogram çözünür kahve için yaklaşık 2 kg ıslak kullanılmış kahve posası elde edilir (Murthy & Naidu, 2012). Açıkça görülüyor ki, kullanılmış kahve posası hazır kahvenin hazırlanmasından kaynaklanan en önemli yan ürünlerden biridir ve ekonomik değerlerinin olmaması nedeniyle çoğu zaman atık olarak atılmaktadır.

Bu büyük pazarın bir sonucu olarak, kahve çekirdeklerinin işlenmesi sırasında her yıl milyonlarca ton tortu oluşmaktadır. Kullanılmış kahve posası (SCG), hazır kahve hazırlama işlemi sırasında yüksek miktarlarda elde edilir. Çoğunlukla restoranlar, barlar ve

kafeteryalarda büyük miktarlarda elde edilirken, kahve gümüş kabuğu (CS) sırasında elde edilen ana kalıntıdır. Bu kalıntıların çoğu hala özel bir kullanıma sahip olamamakla birlikte, çoğunlukla çevreye atılarak atık haline gelmiş oluyor. Artan bu atık olanaklılığı beraberinde çözüm olanakları aranmasına sebebiyet vermiştir. Son yıllarda, özellikle sürdürülebilirliğe, ekolojik iyileşmeye destek amaçlı başlatılan atıkların geri kazanımı çalışmaları kullanılmış kahve posasının yeniden kullanımına olan ilgiyi artırmıştır (Mussatto vd., 2011).

Kullanılmış kahve posası ortadan kaldırılmasına yönelik bazı yöntemler, toksik doğası ve organik bileşikleri nedeniyle çevreye kirliliğe neden olabilecek katı atık olarak doğrudan toprağa ve kanalizasyona atılmasını içerir. Bu yöntemle uzaklaştırılan kahve atığı çevreye ve beraberinde insan sağlığına olumsuz yönde etki edebilir. Diğer bir bertaraf yöntemi yakma yoluyladır; üretilen partikül madde çevredeki hava kalitesi üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabileceğinden de istenmeyen bir durumdur (Leow vd., 2021). Bu yöntemler çevreye oldukça zarar verir ve bu nedenle daha iyi SCG atık yönetimi ihtiyacını vurgular. Bu tür teknolojiler arasında, genellikle organik çözücülerin kullanımı önerilmektedir. Bununla birlikte, organik çözücülerin kullanımı, çevreyle etkileşim kurulmadan önce arıtılması gereken toksik bir atık üretir (Conde & Mussatto, 2016).

Gıda ürünlerinde atıkların geri dönüşümü, organik maddelerin tekrar kullanıma kazandırılması, yapılan çalışmalarda ekolojiye ve sürdürülebilirliğe olumlu yönde etki ettiği görülmektedir.

Peyzaj alanında yapılan çalışmalara bakıldığında Kasongo vd. (2013) yaptıkları bir çalışmada nemli tropikal kumlu bir toprak ve kahve atığı karışımının *Lolium multiflorum* Lam. bitkisi üzerine etkisi incelenmiştir. Bu araştırma sonuçlarında kahve atığının toprak pH'ını artırdığı bulunmuştur. Kahve atığı kompostunda *Lolium multiflorum* Lam. bitkisi kalsiyum (Ca), potasyum (K), azot (N), fosfor (P) alımını atarken, toprakta hareketsiz olmaları nedeniyle metallerin (bakır (Cu), demir (Fe), manganez (Mn) ve çinko (Zn) emilimini azaltmıştır (Kasongo vd., 2013).

Bu değerlere ek olarak; uygulanan toprak suyunun toprakta sızma oranı, kontrol topraklarına göre daha az sızma yaptığı, bu da su tutma kapasitesinde bir artışa işaret ediyor olduğunu ortaya koymuştur. Kahve atığı, uygulama oranına bakılmaksızın deney boyunca kahve karışım ortamlarında tutulan su oranını yaklaşık %53'ten %60'a çıkardığı sonucuna varmıştır. Bundan önce yapılmış olan birçok çalışma; Bembridge (1989), Mbagwu (1989) yapmış oldukları çalışmalarında su tutma özelliğine vurgu yaparak,

kontrollere göre su tutma kapasitesinde önemli bir artış bulmuştur (Bembridge, 1989; Mbagwu, 1989).

1.6. Yeşil Çatı

Varoluşu gereği sınırsız bir kaynak değerine sahip olan doğa, dünyanın gelişimiyle birlikte insanlık tarafından hızla tüketilmeye başlanmıştır. Doğanın karşı karşıya kaldığı bu tahribatlar çözüm olma yönünde ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanmasında politika üretilip, iyileştirme çalışmaları için pek çok araç bulunmaktadır. Bu araçlardan biri olan yeşil çatılar tahribatlara çözüm olma adına önemli yer tutmaktadır.

Yeşil çatılar; toplumu oluşturan kullanıcılara fizyolojik ve psikolojik yönden olumlu katkılar sağlayan kentsel yeşil alanlardır. Bu nedenle kentsel rekreasyon alanları dışında kentlerde yapıların yeşil alan kullanımı oluşturabilecek yüzeyleri, yeşil alan kullanım bölgeleri ve bu yüzeylerin yanında bir de çatı yüzeyleri yeşil alan oluşturulması için büyük öneme sahiptir (Uzun, 2007). Bu yaklaşımlar yeşil çatı uygulamalarının kentlerin ekolojik anlamda sürdürülebilirliğinin sağlayan araçların başında gelmektedir. Yeşil çatıların birçok çevresel faydası bilinmekle birlikte son yıllarda yayınlanan yeşil çatı makalelerinin sayısı bunu destekler niteliktedir. Araştırma makaleleri, yeşil çatıların; termal etkiler, akış kalitesi, hidroloji, ekoloji, bitkiler, büyüme ortamı, hava kirliliği, gürültü azaltma ve incelemeler konuları alanında gruplandırılmıştır (Li & Babcock, 2014).

Yeşil çatılar intensif (yoğun), ekstensif (seyrek) yeşil çatılar olarak iki ana başlık altında ayrılır (Worden vd., 2004). Yeşil çatılar, çatıda kullanılacak olan bitki türlerine ve bitki ekosistemi için gereken alt yapı elemanlarının niteliklerine göre 2 gruba ayrılmaktadır. Bunlar; çatıların alt yapı elemanlarının nitelikleri doğrultusunda bitkilendirme türlerine göre intensif (yoğun) çatı sistemler ve ekstensif (seyrek) çatı sistemleri olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Liu, 2004).

İntensif (yoğun) çatı kavramı, bitki türleri açısından birçok çeşitliliğe imkan tanıyan, bu doğrultuda toprak derinliği ve substratı diğer sistemlere nazaran daha derin ve geniş olan sistemlerdir (Weiler & Scholz- Barth, 2009). Au (2007) yapmış olduğu çalışmasında intensif yeşil çatıların diğer yeşil çatı sistemlerine oranla ısıya daha dirençli olduğunu ve yağmur suyunun depolama kapasitesinin daha fazla olduğunu belirtmiştir. Ayrıca; intensif çatılar ağırlıklı olarak, mimari ve estetik özellikleri yüksek olan yeni inşa edilen binalarda kullanım olanakları daha çok tercih edilmektedir. Bu durumun nedenleri arasında binaya

yüklemiş olduğu ek yükler, yapının statiğiyle doğrudan ilgili olmasından dolayı bu tür çatılar tasarım aşamasında belirlenerek tasarım şekillendirilebilmektedir (Lanham, 2007). Ayrıca bu tür çatılar toprak derinliği olanağı sunmaktadır. Bu da bitki kök derinliği olanağı sağlayabildiği için seyrek yeşil çatılara oranla tür çeşitliliği açısından daha fazla olanak sunmaktadır (Erkul, 2012). Bu tür çatıların Au (2007) yapmış olduğu çalışmasında ekolojik açıdan birçok canlı grubuna yaşam alanı sağlayabilecek olmasından dolayı kompleks bir ekosistem oluşturacak olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bitki tür çeşitliliğini göz önüne alarak bu tür yeşil çatıların parkları andırdığını söylemiştir. Waldbaum (2008) bu alanların bitki yetiştirilmesine imkan sağladığı görüşünü savunmaktadır. Bu olanakları göz önüne aldığımızda, yoğun yeşil çatıların bitki üretimine imkan verebilecek olduğu, bakım ihtiyacı yüksek olan ağaçlar, çalılar ve çiçekler için yetişme ortamı sağlayabilecek olduğu gözükmektedir.

Türkiye’de bulunan bazı intensif yeşil çatı örnekleri; İstanbul’da bulunan Forum İstanbul Alışveriş Merkezi, Kaiser İş Merkezi, Kaiser İş Merkezi, Zorlu Center AVM örnek olarak gösterilebilir. Dünyadan örneklerine bakacak olursak; İsviçre’de bulunan Nine Houses, Japonya’da bulunan Acros Binası intensif yeşil çatılara örnek olarak gösterilebilir (Külekçi, 2017).

Ekstensif (seyrek) yeşil çatı sistemleri toprak derinliği açısından az (200 mm altında) olan çatı sistemleridir. Bu tür çatılar neredeyse yok denecek sıklıkla bakıma ihtiyaç duymasından dolayı yoğun çatı sistemlerine göre daha ucuzdur (Weiler & Scholz-Barth, 2009). Seyrek çatı sistemi çevresel birçok sebebin çözümü olarak oluşturulmuştur. Erkul (2012) yapmış olduğu çalışmasında seyrek yeşil çatı sistemleri sulama ihtiyacı gerektirmeyen ya da az sulama gerektiren bitkileri içeren çatı sistemleri olduğunu belirterek bu görüşü destekler bir görüş ortaya koymuştur. Ayrıca birçok ihtiyaç gerektiren bitki türlerinin yerine tek yıllık ya da çok yıllık otsu bitkiler, çalılar ve çayır örtüleri kullanılmalıdır. Lanham (2007) yapmış olduğu çalışmasında bu görüşü destekleyerek seyrek yeşil çatılarda bitki çeşitlerini sedum ve kır çiçekleri gibi çim, ot ve özlü bitkilerden oluştuğunu belirtmektedir. Dolayısıyla bu tür bitkilerle oluşturulan bu sistemler yoğun çatılarla kıyaslandığında bitki çeşitliliğinin az olmasından dolayı daha az sosyal ve estetik fayda sağlamaktadır. Bitki yetişme ortamı olarak ele alındığında; bu tür çatılarda sınırlı yetişme ortamı ve çatı yüzeyinin olağanüstü hava koşullarına maruz kalması, sedum bitki türlerinin tercih edilmesinde öne çıkmaktadır. Ayrıca sedum bitki türleri; su tutma

özelliklerinin olması, boylu bitkiler olmaması ve zeminde yayılım göstermesi bu türlerin yeşil çatılarda kullanımını güçlendirmektedir (Clark vd., 2008).

Türkiye’de bulunan bazı ekstensif yeşil çatı örnekleri; İstanbul’da bulunan Meydan Alışveriş Merkezi, Kanyon Alışveriş Merkezi, Turkcell AR-GE Binası örnek olarak gösterebilir. Dünyadan örneklerine bakacak olursak; Çin’de bulunan Singapur-Nanyang Teknik Üniversitesi, Kanada’da bulunan Vancouver Kütüphane ve Konferans Binası ekstensif yeşil çatılara örnek olarak gösterilir (Külekçi, 2017).

Ekstensif ve intensif çatı sistemlerinin karışımı özelliği oluşturacak yeşil çatılar, yarı-intensif (yarı-yoğun) çatı sistemleri olarak adlandırılır. Bu tür çatıları seyrek ve yoğun çatılara göre ara bir çatı sistemi olarak adlandırabiliriz (Lanham, 2007). Yarı intensif çatılar gerek bitki çeşitliliği gerek de yetiştirme ortamı toprak kalınlığı bakımından ekstensif çatılara göre fazla olup intensif çatılara göre daha azdır. Bu durumu destekler biçimde Pearen, 2006’da yapmış olduğu çalışmasında yarı intensif çatıların bitki çeşitliliği bakımından ekstensif yeşil çatıya göre daha fazla olmasına rağmen toprak derinliği ağaç veya büyük çalıları barındırmak için yeterli olmadığını belirtmiştir. Dünya da uygulanmış yarı-yoğun çatı örneklerine örnek olarak, ABD’deki ASLA Binası ve Chicago City Hall çatı uygulamalarına güzel bir örnektir.

Yeşil çatılar; bu örneklerde olduğu gibi bina veya herhangi bir yapı ile yerden ayrılırken, artık yeşil çatıların zemin düzleminde de kentsel yeşil alanlara ve kullanıcıya yarar sağlayacak etkili açık alanlar olarak da yerinin almaktadır. Yeşil çatılar, sadece yüksek kotlarda olmadığı, zeminde birçok otopark, istasyon, pazar yeri vs. alanı çatılarının kent parkı olmasından, yer altına giren fonksiyonların kentlerde hemzemin yeşil çatı oluşturdukları görülmektedir. Bu durumu Osmundson (1999) yapmış olduğu çalışmasında yeşil çatıları tanımlarken desteklemektedir. Yeşil çatılar; yalnızca zeminde yukarıda değil, hemzemin ve zemine göre daha alt kot seviyesinde olabilmektedir (Osmundson, 1999).

1.6.1. Yeşil Çatı Tarihi

Bitkilendirilmiş çatı terimleri diğer bir ifadeyle kısaca yapıların veya yeşil çatı alanlarının bitkilerle kaplanması, birçok terim altında literatürde yer almaktadır. Bu terimler; yeşil çatı (green roof), eko-çatı (ecorooft), yaşayan çatı (living roof) ve çatı bahçesi (roof garden) gibi isimlerle anılıp çoğunlukla birbiri ile karıştırılan ve sıklıkla da birbirleri yerine kullanılan terimlerdir (Coffman 2007).

Bu tür bahçelerin var oluşundan günümüze kadar gelişim süreçlerine bakıldığında; zemin seviyesinden yüksekte yer alan bahçeler (ziggurat olarak adlandırılan tapınaklar) eski Mezopotamya uygarlıkları (Sümerler, Babiller, Asurlar) tarafından M.Ö. 4000’li yıllarda M.Ö. 600’lü yıllara kadar inşa edilen yeşil alanları kapsamalarının yanında, hemzemin ve zemine göre daha alt kot seviyesinde açık yeşil alanları da kapsamaktadır.

Yeşil çatıların tarihte ortaya çıkışı birçok sebeplere dayanmaktadır. Bunların başında Kuzey Avrupa coğrafyasında ısı izolasyonu sağlama amacıyla uygulanan yöntemdir. Yeşil çatı kavramını kanun olarak görmemiz ilk ortaya çıkışından çok daha sonra, 790’lı yıllarda Kral Charlemagne’ın ülkesinin yönetme maddelerinden oluşan Capitulare de Vilis isimli eserde yer almaktadır (Yalçınalp, 2023). Yeşil çatı kavramı daha sonra 1800’lü yıllarda İskandinavya’daki yapılarda ısı kontrolünü sağlamak adına binalarda ısı yalıtımını desteklemek amacıyla ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte Kuzey Avrupalı bilimciler binaların üzerinde tesis edilen yeşil çatıları yoğun olarak kullanmıştır. Bu yaklaşım daha sonrasında Kuzey Avrupa’da yaygın hale gelmiştir (Köhler, 2006). Yeşil çatıların, yapılarda izolasyon sağlama, ısıtma ve soğutma maliyetindeki enerji verimliliğini arttırmış olup ekonomiye katkı sağlamış olmaktadır.

Yeşil çatı kavramının 20. yüzyılın ilk yarısında gündeme gelmesinde; canlıların güneşe, havaya, suya ve toprağa olan ihtiyacı artmış olması önem taşımaktadır. Özellikle kentsel alanların artışı ve bunun türevlerini izleyen gelişmelerin meydana getirdiği yeşil doku tahribatları yeşil çatı söylemini doğurmuştur. 1930 yılında Mimar Harry Maasz ‘yeşil çatılar için; *“insanların çatılardaki bahçeler aracılığıyla geçiş yapabildiği, çatıların şehirlerin üzerini yeşil bir cennet gibi kaplayacağını”* ileri sürmüştür. Bu hareketin önemli bir temsilcisi olan Le Corbusier de yeşil çatının modern mimarideki 5 elemandan biri olduğunu açıklamıştır (Werthmann, 2007). Ayrıca, yaşanılabilir yeşil çatı ilk örneklerine 1927 yılında, Stuttgart, Frankfurt ve Amerika’daki Rockefeller merkezinde rastlanmasına rağmen, Le Corbusier’in 1952 yılında Unité d’habitation’unu tasarlamasından sonra mimari projelerin bir parçası olmaya başlamıştır. (Werthmann, 2007).

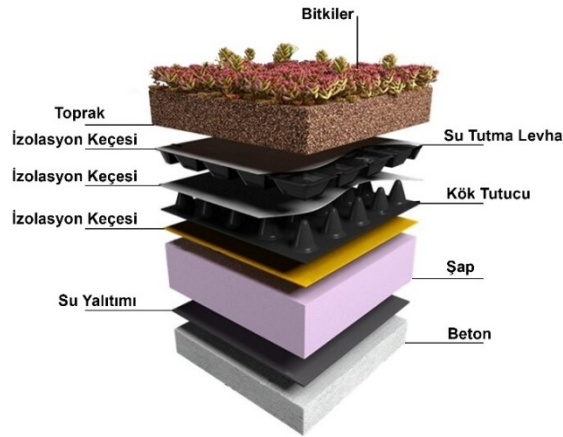
Yeşil çatılar günümüzde tüm dünyada yaygın olarak kullanılıp ekolojiye önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. Yeşil çatılar iklim değişikliği ile mücadelede ve biyoçeşitliliği artırma hedefiyle en önemli yöntemlerden biri olmaktadır (Yalçınalp, 2023). İlk modern yeşil çatı tasarımları 1970’ li yıllarda Almanya’da yapılmıştır. Yeşil çatı tasarımlarında Kluge’nin deneme yanılma yöntemi oldukça önem arz etmektedir. Bugün Almanya’da bu yöntemle birlikte kullandığı farklı yeşil çatı tasarımları pek çok çalışmaya zemin

oluşturmuştur. 1990'lı yılların ortasında Peyzaj Araştırma, Geliştirme ve Konstrüksiyon Topluluğu (FLL) bu sistemlerin standartlarını ortaya koymuştur. Bu çalışmaları takiben yeşil çatıyı oluşturan materyallere yönelik çalışmalar gibi birçok yönde çalışmalar yapılmış ve daha sonra bina ve kent düzeyinde etkilerini ortaya koyan gelişmeler yaygınlaşmıştır (Velazquez, 2005). Dünyada bu konuda var oluşundan günümüze önemli çalışmalar yapılmış ve halen de yapılmaya devam edilmektedir.

1.6.2. Yeşil Çatı Ekolojik Özellikleri

Yeşil çatılar ekosisteme birçok açıdan değer sunmaktadırlar. Yeşil çatılar bünyelerinde barındırdığı bitki türleriyle canlılara yaşam alanları sunmaktadır. Kuşlar, böcekler gibi canlı varlıklara sunmuş oldukları ortamlarla yaşam alanı oluşturmaktadır. Yeşil çatılar; fotosentez ve hava kirliliğine karşı olumlu katkı vermektedir; ayrıca oksijen üretmekte, buharlaşma yoluyla havaya serinlik vermesine katkı sağlamaktadır (Aras, 2019).

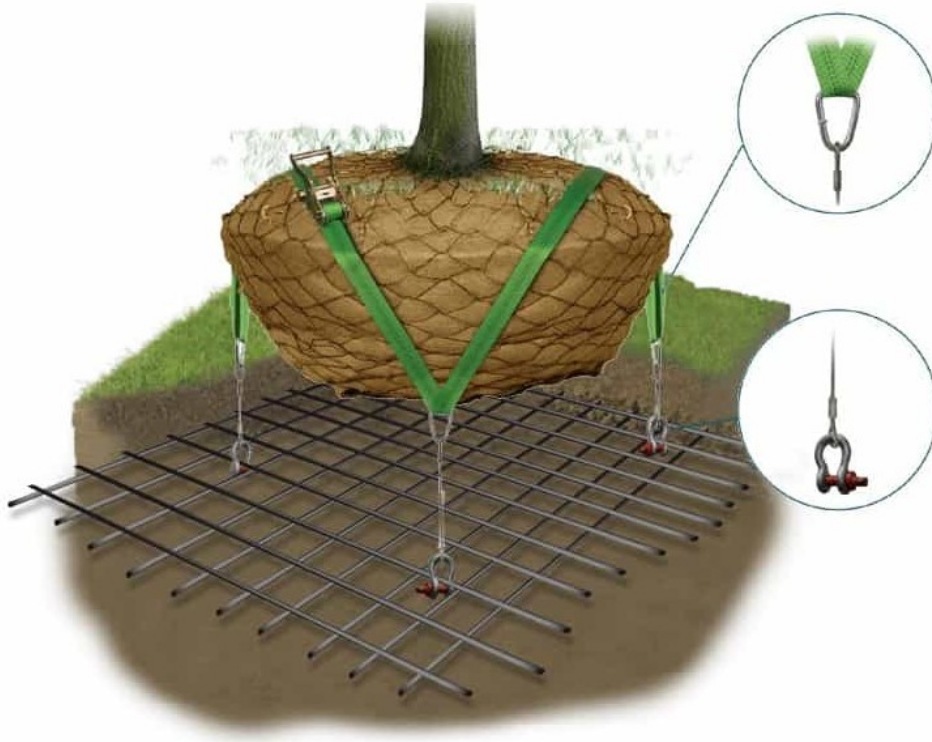
Yeşil çatılar, bina çatılarına yerleştirilen bitki örtüsü ve büyüyen ortamlardan oluşur. Yeşil çatıların ekosistem hizmetleri kısmen de olsa yeşil çatıların bitki örtüsü kompozisyonuna bağlıdır (MacIvor & Lundholm, 2011). Yeşil Çatı sistemleri 6 temel katmandan oluşmaktadır. Temel olarak: Bitki katmanı, bitki yetiştirme ortamı (toprak vb.), drenaj ve filtre katmanı, mekanik etkilere karşı koruyucu katman, kök tutucu bariyer, su yalıtım membranı ve çatı konstrüksiyonu katmanlarından oluşmaktadır.



Şekil 5. Tipik yeşil çatı en kesiti (URL-1, 2023)

Pek çok bitki türü, kaynak yakalamayı ve stresten kaçınmayı geliştirerek bitkinin uyum yeteneğine katkıda bulunan özel işlevlere sahip, sürgün kaynaklı kökler geliştirir (Dickinsononetal vd., 2019). Tüm dünyada binlerce küçük ve özel alanın yanı sıra prestijli projelerde ağaçların güvenliğini sağlamak, stabilize etmek için sistemler üzerinde çalışmalar yapılmıştır.

1982 yılında kurulan ve 2002 yılında resmi ABD operasyonlarının başlamasıyla birlikte Platipus Anchors, çok çeşitli inşaat uygulamaları için yenilikçi ve son teknoloji mekanik zemin ankraj çözümleri sağlamada çalışmaları olmuştur. Platipus birçok alanda olduğu gibi peyzaj endüstrilerine uygun kapsamlı bir bitki ankraj sistemi yelpazesi geliştirmiştir. Bu sistem; fidan olarak ekim yapmak, bitki ankraj süresinin azaltmak ve güvenli sabitleme olanağı sunmaktadır. Ayrıca bitki ankrajından sonra sabitlemek için kullanılan herak veya kereste kullanılmamaktadır. Sabitleme ayak sayısı ağacın büyüklüğüne göre değişmektedir (URL-2, 2023).



Şekil 6. Platipus Anchors bitki ankraj sistemi (URL- 3, 2023)

Manhattan'da 1930'larda New York Merkez Demiryolunun bir parçası olarak inşa edilen üç katlı demiryolu açık bir alan olarak yeniden tasarlanıp yeşil çatıya dönüştürdü.

Yeşil çatıda, mevcut döşemenin üzerine kurulan beton ve su yalıtım katmanının üzerinde yalnızca birkaç metrelik toprağın kalmasına izin verdi. Ağaçları yeşil çatı üzerinde sabitlemek için Şekil 7’de görüldüğü gibi beton traversler ve mühendislik toprağı içeren Platipus Ağaç Ankraj Sistemleri kullanılmıştır.



Şekil 7. Platipus Anchors bitki ankraj sistemi uygulaması (URL- 4, 2023)

Yeşil çatılar İskandinavya’daki yapılarda ısı yalıtımı yapılması amacıyla kullanılmıştır (Köhler, 2006).

VanWoert vd. (2005) yılında yapmış oldukları çalışmasında, yeşil çatıların yağmur suyu akışını azalttığını, Eumorfopoulou & Aravantinos (1998) yılında yapmış oldukları çalışmasında bina kabuğu boyunca enerji akışlarının azalttığını ortaya koymuştur. Ayrıca Kadas (2006), McGuire vd. (2013) kentsel biyolojik çeşitlilik için yaşam alanı sağladığını söylerken buna dahil olmak üzere bir dizi ekosistem hizmeti sağlamak için bu tür alanların varlığının artırılması gerektiği ortaya konmaktadır.

Yağmur suyu akış kontrolü, yeşil bir çatının önemli bir işlevidir ve birçok etkili kuruluş ve tasarım standardı tarafından yağmur suyu en iyi yönetim uygulaması (BMP) olarak belgelenmiştir. Kuzey Carolina Üniversitesi’nde yapılan bir çalışmada, toprak içeren yeşil çatılarda yağmur suyunun yüzde altmış oranında emildiğini kanıtlamıştır (Snodgrass & Snodgrass, 2006).

Yeşil çatılar, yağmur suyu akışını azaltarak, kentin ısı adası üzerindeki etkisini hafifleterek ve biyolojik çeşitliliğe vermiş olduğu katkı sağlamaktadır (VanWoert vd.,

2005; Bass & Baskaran, 2003). Ortaya konan bu ve bunlar gibi değerlerle yeşil çatıların şehirlerde ekosistem hizmetlerini eski haline getirme konusunda büyük bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

1.7. Yeşil Çatıların Yetiştirme Ortamı Özellikleri

Yeşil çatı toprak derinliği özelinde bakıldığında (genellikle 200 mm'den az) sahip yeşil çatılar, "geniş" yeşil çatılar olarak adlandırılır. Bu tür çatılar özellikle yapı statiklerini en az ölçüde risk altında bırakması, diğer bir deyişle binalar üzerindeki ağırlık yükünü en aza indirmesine olanak sağlamaktadır. Bu özelliğiyle yeşil çatı kullanımında giderek daha popüler hale gelmektedir.

Toprak derinliği az olan (200 mm'den az) ve açıkta kalan çatı koşulları, diğer korunaklı çatılara oranla birçok olumsuz etkilere maruz kalabilmektedir. Bunu destekler biçimde Dunnett & Kingsbury (2004) yapmış oldukları çalışmada bu çatıların kuraklık stresi yaşayabilecek olduklarını, Boivin vd. (2001) soğuk hava koşullarına maruz kalınması özellikle kış aylarında soğukların bitkilerin kurumasına sebebiyet verebilmesinden dolayı bitki büyümesini ve hayatta kalması için tehlike arz etmektedir. Bütün bu ortaya çıkabilecek olumsuzları en aza indirebilmek için geniş yeşil çatılarda kuraklığa ve soğuk hava koşullarına karşı dayanıklı bitki türlerinin tercih edilmesi canlılığın devam etmesinde etken olacaktır.

Yeşil çatılar yetiştirme ortamları olarak bitkilerin etken özellikleri (yaprak, boy, çiçeklenme, vejetatif üreme) üzerinde birçok şekilde vermiş oldukları tepkileri değerlendirilebilmektedir. Yaptıkları çalışmalarda Díaz & Cabido (1997) ve Quested vd. (2007) bitki yaprağı özelliklerinin ekosistem işleyişinin ve Helsen vd. (2012) bir araya gelme süreçlerinin öngörülerini yaygın olarak kullanmıştır.

Bitki boyu, çiçeklenme fenolojisi ve vejetatif üreme yöntemi gibi yaprak ve diğer bitki özellikleri, genel yaşam öyküsü stratejilerinin göstergeleri olarak etkileşim kurulmuştur. Bunların en önemlisi Grime'nin Rekabetçi-Stres-Toleranslı-Ruderal stratejileridir. Diğer bir ifadeyle Grime'nin stratejileri rekabete, strese ve tahribata karşı adaptasyonu açıklar (Grime, 1974).

Bu tür stratejiler, bitki anatomisi, morfolojisi, fizyolojisi ve habitat tercihlerinin çeşitli bileşenlerini genel abiyotik ve biyotik çevreye tepkilerini temsil eden sendromlardır.

Yapmış olduğumuz araştırmada, yeşil çatı sürdürülebilirliğini artırmak adına yeşil çatılarda 3 farklı yetiştirme ortamları kurup bu farklı yetiştirme ortamında yetiştirdiğimiz *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* (Çilek) bitkilerinin bir vejetasyon boyunca gelişim aşamalarında bitki boyu, bitki çapı, bitki yaprak klorofil miktarı, bitki stolon sayısı, bitki meyve sayısı, bitki kök çapı çevresi ve yetiştirme ortamı EC (elektrik iletkenliği) değeri ve sıcaklık değerleri ölçülerek bitkilerin gelişim olanakları nicel gözlemle ortaya konmaktadır.

1.8. Yeşil Çatı ve Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirliğin temelinde çevrenin bozulmasını durdurmak ve düzeltmek için gerekli tedbirlerin alınmasına yönelik düzenlemeler yatmaktadır. Ayrıca çevrenin bozulmasında en büyük etmen olan insan faaliyetlerinin bu amaç doğrultusunda yeniden düzenlenmesi bulunmaktadır.

Bu durum Brundtland raporunda *“Bugünün gereksinimlerini, gelecek kuşakların gereksinimlerini karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma”* olarak tanımlanmıştır. Kısaca sürdürülebilirlik; değişikliğe ihtiyaç duymaksızın bir durumun devam ettirilebilmesidir.

Sürdürülebilirliğin sağlanmasının temelinde birçok unsur vardır. Bu unsurlardan biri ekolojik sürdürülebilirliktir. Ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanmasında pek çok araç bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda yeşil çatı uygulamaları birçok alanda sürdürülebilirliğin sağlanmasında kullanılabilecek araçların başında gelmektedir.

Yeşil çatıların en büyük potansiyeli, geçirimsiz çatı yüzeylerini yaşayan, nefes alan, geçirgen bitki materyali ile kaplama kapasitelerinde yatmaktadır. Yeşil çatılar, topluluklarımız üzerindeki gelişimsel etkileri azaltarak çevremizi korumaya yardımcı olabilecek sağlıklı, sürdürülebilir ve yenileyici çatı manzaralarıdır. Günümüzün ekolojik tasarımcısının paletindeki sürdürülebilir tasarım öğelerinden biridir (Velazquez, 2005).

Malzemelerin ve teknolojilerin sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesi için dikkate alınan gereksinimler, yalnızca işlevsel ve mimari özelliklerin gerçekleştirilmesi için performans analizine dayanmamalıdır. Bu gereklilikler ayrıca, kaynakların sürdürülebilir kullanımı, üretim sürecinin kontrolü ve ekosistem hizmetlerinin değerlendirilmesi ile ilgili olarak tüm topluluğun küresel ihtiyaçlarına verilen yanıtı destekler biçimde olmalıdır. Yeşil çatılar, tesislerin bakımı için daha fazla kaynak tüketir,

ancak aynı zamanda çeşitli ekosistem hizmetleri de sağlamasının yanında daha yüksek bina kabuğu performanslarından elde etmesinden dolayı sürdürülebilirliğe katkı sağlamaktadır (Coma vd., 2018). Yeşil çatıların çevresel sürdürülebilirliği, birçok çalışmada yaşam döngüsü değerlendirmesi yoluyla değerlendirilmektedir.

Enerji verimliliği açısından ısıyı absorbe etmesi ve absorbe edilen bu ısı enerjisi bitkilerden ve yeşil çatı elemanlarından atmosfere doğru salım yapmasıyla kentsel ısı adalarının etkilerinin azaltmaktadır. Bitki taşıyıcı katman ve toprak tabakası kış mevsiminde çatı alanlarında ekstra yalıtım sağlayarak hava sıcaklığına etki etmektedir. Bitkiler havadaki zerrelere filtrasyon yaparak yaprak ayalarına, köklerinin üzerlerine yerleştirip havadan savrulan partiküllerin filtre etmektedir. Bitkiler glikoz ve oksijen üretmek için suyu, karbondioksiti ve ışığı kullanmasıyla karbondioksit ve oksijenin değişiminin sağlanmaktadır. Bitkiler, yağmur sonucu biriken suyu emerek ve aşamalı olarak buharlaştırarak sistemden havaya aktarmasıyla yağmur suyuna etki etmektedir. On santimetrelik toprağa sahip yeşillendirilmiş çatı sisteminin elektromanyetik radyasyonu azaltıcı etki sağlamasında, yağmur suyunu emerek içlerinde bulunan zararlı gazların filtrelemesiyle sera gazları ile ağır metallerle etkisinde, bitkisel varlığıyla sağladığı gürültü etkisini azaltma ve hava kalitesini iyileştirmesinde birçok açıdan olduğu gibi sürdürülebilirlik açısından büyük önem taşımaktadır (Worden vd., 2004; Aras, 2019).

Avrupa’da bina endüstrisinde sürdürülebilirliğe doğru bir değişimi teşvik etmek için performans değerlendirme sistemleri, yeşil çatı teknolojileri için geliştirilmiştir. Bu sistemlere bakacak olursak: FFL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau) Peyzaj Gelişimi ve Peyzaj İnşaatı Araştırma Kurumu, Yeşil çatı alanının, çatı konstrüksiyonu, belli asgari kriterleri karşılamalıdır. Bu kriterler; su tutma kapasitesi, drenaj, flora, bitki biyokütlesi veya hacmi olarak belirtilmiştir.

Yeşil çatılar için performans değerlendirmesinin bir başka örneği de Karlsruhe Performans Değerlendirme Sistemi’dir. Bu sistem de yeşil çatıları beş fonksiyona altında değerlendirir. Bu fonksiyonlar ve yüzdelik değerleri toprak (%15), iklim (%15), flora (%30), fauna (%30) ve su dengesi (%10) olarak belirtilmiştir (Tohum, 2011).

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design/Enerji ve Çevresel Tasarım Liderlik) bilinen Yeşil Bina Konseyi’nin oluşturduğu değerlendirme sistemi bir dizi ön koşula ve kredilere dayanır. Değerlendirme konuları; sürdürülebilirlik, su kullanımı, enerji verimliliği, kaynak korunması, çevre optimizasyonu olarak belirtilmiştir. LEED’in özet olarak “yeşil tasarımı”: Tasarım ve konstrüksiyonda, binanın çevresine veya kullanıcılarına

olan olumsuz etkilerini önemli olarak azaltmak veya ortadan kaldırmaktır. Bazı sürdürülebilir yeşil çatı sistemleri diğerlerine göre doğasında var olan karmaşıklıkları daha çoktur ve bu duruma uygun olarak yeşil çatı tasarımı değerlendirmeleri, örnek olarak verilebilir (Karaosman, 2006).

1.9. Yeşil Çatı ve Peyzaj

Yeşil çatılar, çeşitli çevresel ve sosyo-ekonomik, sosyo-kültürel sorunlara karşı koymak için ekolojik temelli sürdürülebilir çözümler olarak önem kazanmaktadır. Binaların üstünde mevcut alandan yararlanılarak oluşturulan yeşil çatılar, birçok ekosistem hizmeti sağlarlar. Bu hizmetleri artırmak için, yeşil çatıların kentsel peyzaja etkili bir şekilde dahil edilmesi ve çoğaltılması gerekir (Calheiros & Stefanakis, 2021).

Yeşil çatılarda kullanılabilecek birçok bitki türü ve daha fazla olası tür kombinasyonu varken, bu alanlarda yetişebilecek bitki türlerini tek tek deneyip görmek lojistik olarak imkansız olacaktır. Ekolojistler, yeşil çatılar için bitki seçim sürecini kolaylaştırmak amacıyla, temel ekosistem hizmetlerinin hayatta kalması, büyümesi ve performansı ile ilişkili olduğunu belirlemek için bitkilerin genel özelliklerini dikkate alarak hangi türlerin yetişebileceği konusunda öngörüye sahip olmaktadır (Farrell vd., 2013).

Yeşil çatılarda yeşil çatı ekolojik ortamına uyum sağlayabilmesi açısından genellikle *Sedum spp.* sukulent bitkiler tercih edilmektedir. Bu tür bitkiler genellikle kurak iklim veya bitkilerin su ihtiyacı yaşadığı toprak koşullarında suyu kaybetmemek için kalınlaşmış, etli ve tıkalı kısımları olan bitkilerdir. Bununla birlikte, Lundholm vd. (2010) yeşil çatılarda işlevsel çeşitliliği artırmak, Dunnett & Kingsbury (2008) görsel ilgi sağlamak ve Kadas (2006) diğer canlı (omurgasızlar için) daha iyi yaşam alanları sağlamak için çimenler gibi diğer bitki yaşam formlarını dahil etme gerekliliği ortaya konmaktadır.

Speak vd. (2013) ve Lundholm vd. (2010) yapmış oldukları çalışmalarında yetersiz bitki varlığının, yeşil çatıdan temel ekosistem hizmetlerinin sağlanmasını azaltma eğiliminde olacak olduğunu bunun da daha düşük bitki örtüsüne sebebiyet vereceğini öne sürmektedir. Dunnett vd. (2008) ve Rowe vd. (2012) yapmış oldukları çalışmalarında yeşil çatı bitki türleri kompozisyonunun dinamikleri üzerine yapılan çalışmaları irdeleyip, yeşil çatılarda yetiştirilen bitki tür kompozisyonunun zaman içinde değiştiğini belirtmektedir. Bu olumsuzluğa, yeşil çatı ortamlarının bazı türlerin yaşayabilmesi için uygun olmamasının yanında aynı zamanda bitki kompozisyonlarının kendi içinde diğer bitki

türleriyle olumsuz etkileşimleri yansıtarak yaşam faaliyeti gösteremeyip ölmesine yol açmaktadır. Bu tehdite karşın son zamanlarda bitki topluluklarında daha çok çeşitlilik oluşturularak, bitki topluluklarının işlevselliğini sağlama potansiyelini artırma çabaları görülmektedir (Cook-Patton & Bauerle, 2012). Yapılan araştırmalarda da ortaya konması üzere tür çeşitlilikleri değiştikçe ve yüksek tür çeşitliliği zaman içinde devam etmedikçe, yeşil çatılar sürekliliğini sağlama adına tehdit altında olma eğilimi gösterebilirler.



2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Araştırma deneysel olarak gerçekleştirildi.

2.1. Araştırma Tasarımının Geliştirilmesi

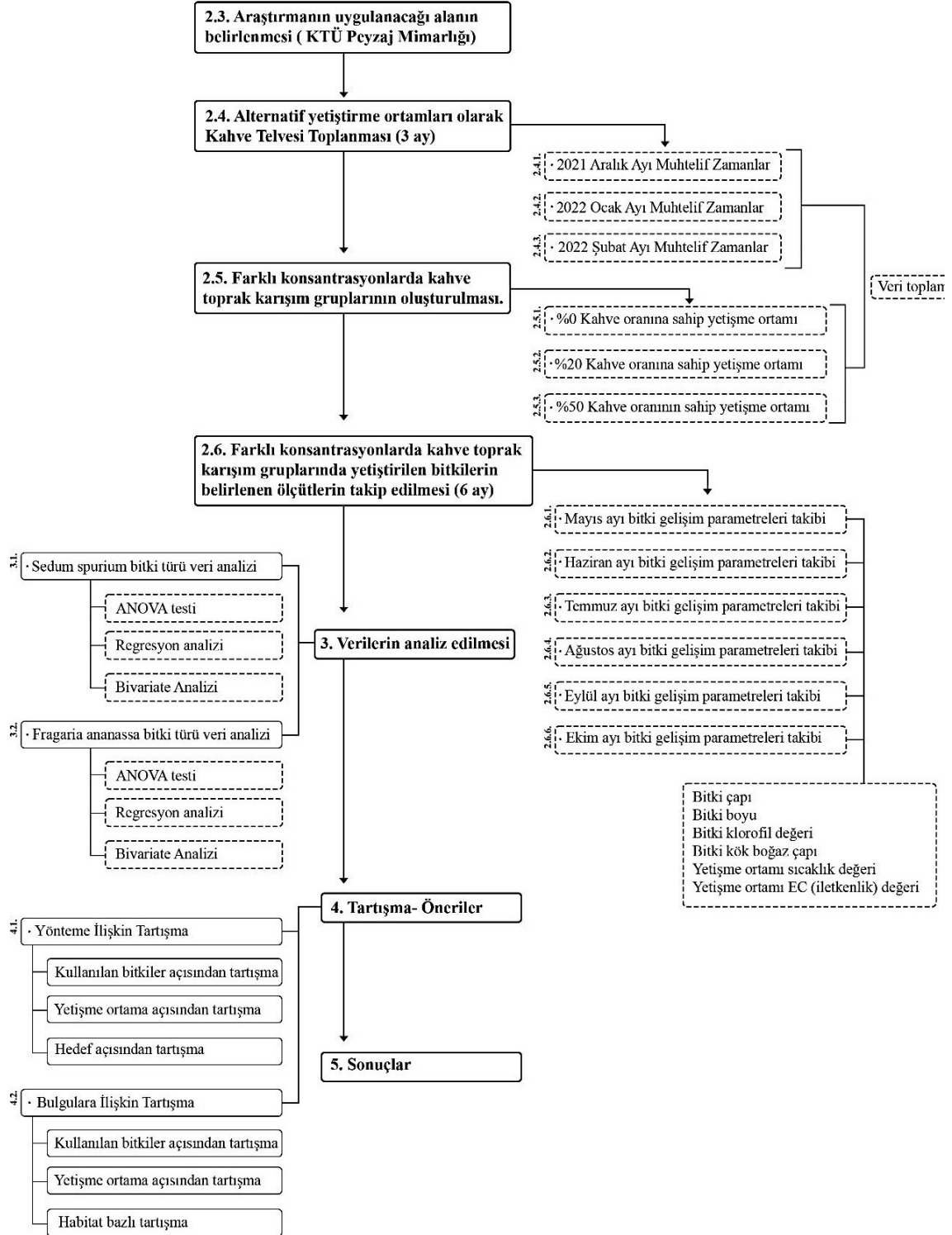
Kahve, küresel ölçekte çok tüketilen ve çok fazla atık oluşturmalarının yanında dünya üzerinde en çok ticareti yapılan ürünlerden biridir. Bu araştırmada evsel atık olan kahve posasının yeniden kullanıma kazandırılması amaçlanmıştır. Önemli bir organik madde kaynağı olan kahve posasıyla toprağın belirli oran karışımı ile yetiştirme ortamları oluşturuldu, bitkilere alternatif yetiştirme ortamı sağlandı. Bu yapılırken başta yeşil binalar ve sertifikasyon sistemleri olmak üzere birçok konu ile kaçınılmaz bir etkileşim ortaya çıkmıştır. Özellikle yeşil çatıların sayıca ve nitelikçe artmasına sebep olunması, kent ölçeğinde etkin bir yeşil ağ sistemi oluşturmak gibi önemli bir amaca da hizmet etmesi planlandı. Atıkların sürdürülebilir kentsel ekosistemler oluşturmasıyla küresel iklim değişikliği ve karbon salınımı gibi birçok konuda katkı sağlanması muhtemel hedefler arasındaydı.

Araştırma tasarımının kapsamı aşağıda verilen maddelerde sıralanmıştır;

- Araştırmada katı atıklardan kahvenin yeniden kullanıma kazandırılması,
- Kahve atığının bitki gelişimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesi,
- Kahve atığının su tutma özelliğinin belirlenmesi,
- Üç farklı grupta oluşturulan kahve+toprak medyalarında yetiştirilen bitkilerin boy, çap, klorofil içeriği, klorofil konsantrasyon indeksi, toprak elektrik iletkenliği, bitki kök boğazı genişliği, bitki meyve tomurcuk sayısı, toprak sıcaklığının karşılaştırılması
- Üç farklı grupta oluşturulan kahve+toprak medyalarının yapı statikğine katkısı,
- Yeşil çatılarda kahve+toprak karışımının bitki yetiştiriciliğinde yaygınlığını artırmaktadır.

2.2. Araştırmanın Akış Şeması

Akış şeması Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Araştırmanın akış şeması

2.3. Araştırmanın Uygulama Alanının Seçilmesi ve Zamanı

Araştırma alanı olarak öncelikle Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü çatısı düşünülmüş, oluşacak yükün taşınmasına yönelik kaygı nedeniyle vazgeçilerek yapının güney bakı kısmında buluna ve gün içerisinde hiçbir zaman gölgeye maruz kalmayan, Şekil 7’de belirtilen alan çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu alanın çatıyı simile etmesi için olabildiğince çaba sarfedilmiş, güneşlenme süresi, medya derinliği, dış etmenlere maruz kalmama vb. nitelikler sağlanmıştır. Yer düzleminde çatı modellemesi, günümüzde “yeşil çatı” kavramının çatılar kadar yer altındaki otopark, AVM, istasyon vb. fonksiyonların hemzemin örtüleri olarak karşımıza çıkmasıyla da bağdaşmıştır.

Araştırma alanının belirlendikten sonra araştırmanın uygulanması için ilgili kurumdan izin alındı. Araştırmanın gerçekleştiği Trabzon, Doğu Karadeniz Bölgesi’nde $39^{\circ} 10' 30''$ ile $40^{\circ} 25' 10''$ Doğu boylamları ile $40^{\circ} 30' 10''$ ile $41^{\circ} 7' 07''$ Kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Aşağıda verilen Şekil 9’da uygulama alanı gösterilmiştir.



Şekil 9. Araştırma alanı konumlanması

Araştırma Ağustos 2021-Haziran 2023 tarihleri arasında yapıldı. Araştırmanın yetiştirme ortamını oluşturan kahve atığı 2021 Aralık, Ocak, Şubat aylarında 3 aylık zaman diliminde toplandı. Bu atıklar araştırmanın yapıldığı ilde bulunan ticari kahve tüketim alanları, evde kullanılan kahve atıkları, eğitim kurumlarında kullanılan kahve atıklarının birikimi kullanıldı. Aşağıda verilen Şekil 10'da toplanan kahve atıklarının görselleri verilmiştir.



Şekil 10. Belirtilen mekanlardan toplanan kahve atıklarının görselleri

2.4. Araştırmanın Uygulanması

Araştırmanın uygulanma aşaması 3 basamaktan oluşmakta olup aşağıdaki başlıklarda sırasıyla açıklanmıştır.

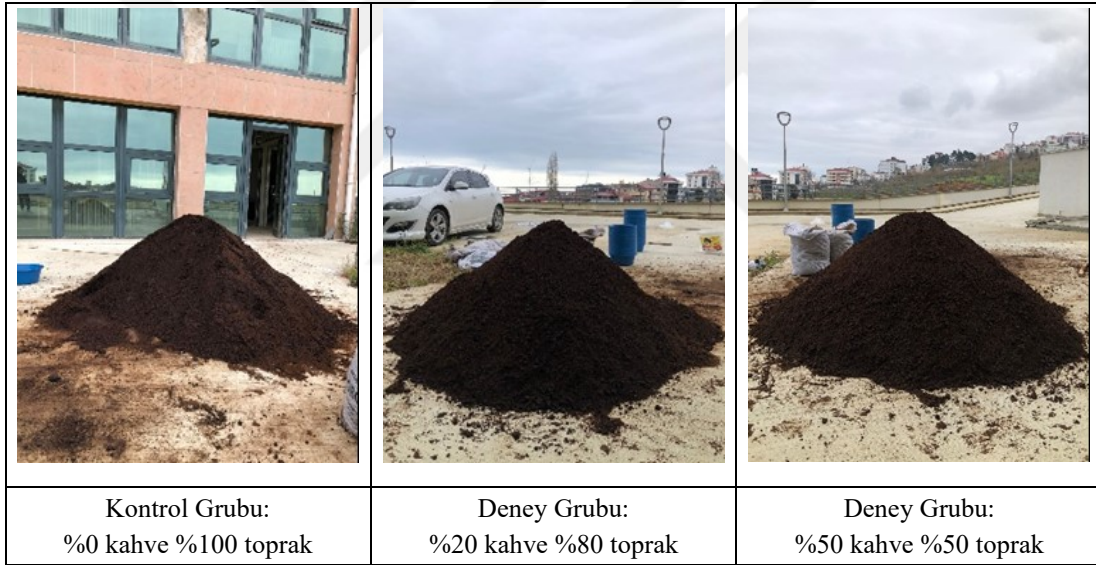
2.4.1. Araştırma Gruplarının ve Örneklem Sayılarının Oluşturulması

Araştırmacı tarafından materyal olarak kullanacak kahve ve toprak ile kontrol grubu ve deney grubu oluşturuldu. Kontrol grubunda %0 kahve-%100 toprak kullanıldı. Deney grubunda %20 kahve-%80 toprak, %50 kahve-%50 toprak olmak üzere iki grup oluşturuldu. Bu ortamlara dikilen *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkilerinin vejetasyon dönemi boyunca belirlenen gelişim parametreleri değerlendirildi.

Literatürde bitki türünde ve örneklem sayısına yönelik farklı çalışmalar bulunmaktadır. Örneklem sayısının belirlenmesinde, Özenç& Şenlikoğlu (2017) bir bitki türünü (*Spinacia oleracea* L.) altı farklı yetiştirme ortamı kullanarak, Akpınar vd. (2020) bir bitki türünü (*Sorghum vulgare* L.) iki farklı ortam kullanarak, Yağmur& Okur (2017) fasulye bitkisini (*Phaseolus vulgaris* L. var. *Nannus* cv. *Başpınar*) iki farklı ortamda 30 örneklem sayısı ile, Tepecik vd. (2019) kereviz bitkisini (*Apium graveolens* L.) dört farklı yetiştirme ortamında 10 örneklem sayısı ile tamamlanmıştır (Özenç& Şenlikoğlu, 2017; Akpınar vd., 2020; Yağmur& Okur, 2017; Tepecik vd., 2019).

Bu çalışmalar referans alınarak, araştırmaya başlamadan önce kuruyacak bitkiler göz önünde bulundurularak örneklem sayısı 33 olarak belirlendi. Araştırmanın 6 aylık takip sürecinde; örneklem sayısı %0 kahve oranına sahip 33 saksıdan 11 saksı (%33.3), kahve oranı %20 olan 33 saksıdan 10 saksı (%30.3), kahve oranının %50 olan 33 saksından 7 saksı (%21.2) kurumaya maruz kalmıştır. Kuruyan bitkiler örneklemden çıkarıldıktan sonra araştırmada deney ve kontrol grubunun örneklem sayılarının eşit dağılması açısından kurumayan saksılara numara verilmiştir. Araştırmacı dışından bir kişi saksılara verilen numaralardan rastgele numara seçmiş (körleme), seçilen saksılar örneklem sayısından çıkarılmıştır. Araştırma her bir grup için 22 saksıdan, toplamda 66 saksı ile tamamlanmıştır.

Aşağıda verilen Şekil 11’de karışımlar gösterilmiştir.



Şekil 11. Grupların oluşturulması

2.4.2. Araştırma Gruplarına Bitkilerin Yerleştirilmesi

Her bir ortam için 33 adet; 30 cm çapında 15 cm derinliğinde yuvarlak formu plastik saksı kullanıldı. Aşağıda verilen Şekil 12’de plastik saksılar gösterilmiştir.



Şekil 12. Araştırmada kullanılan plastik saksıların görseli

Oluşturulan gruplara aynı koşullarda tüplerde yetişmiş *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* (Çilek) bitkileri vejetasyon dönemi başlangıcı Mart 2022 ilk haftası dikildi. Bitkiler Mayıs ve Ekim ayı boyunca belirlenen periyodik aralıklarda (ayda bir) olacak şekilde 6 ölçüm yapıldı. Araştırma gruplarına dikilen *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkilerinin;

- Bitki Boyu
- Bitki Çapı
- Bitki Kök Boğazı Çapı
- Bitki Meyve Tomurcuk Sayısı
- Klorofil değerleri (SPAD);
- Toprak sıcaklığı
- Toprak elektrik iletkenliği (EC)

ölçümleri 6 ay boyunca yapılarak, kayıt altına alındı.

Yeşil çatılarda, yeşil alan kullanımı oluşmasında bitki yayılımının etkisi önemli yer tutmaktadır. Araştırmada kullandığımız *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkilerinin kayıt altına alına bitki gelişim parametrelerinin belirlenmesinde; yeşil çatılarda bitkilerin çatı yüzey kapamasında bitki çapı değeri (yayılımı), bitki boyunun önemli yer tutmasından dolayı bitki çap ve bitki boy verileri kayıt altına alınmıştır. *Fragaria ananassa* bitkisi yayılımında stolon sayısının etkisi olmasından dolayı veriler kayıt altına alınmıştır. Ayrıca yapraklardaki klorofil miktarı fotosentez hızını etkilemekte olup, klorofil değerleri verileri kayıt altına alınmıştır. Yetiştirme ortamında kök gelişimi ve tutuculuğu için kök

boğaz çap değeri kayıt altına alınmıştır. Yetiştirme ortamı tuzluluk oranının bitki gelişimde etki olması sebebiyle yetiştirme ortamı iletkenlik değeri kayıt altına alınmıştır. Yeşil çatılarda gün ışığı ve ısı miktarının yetiştirme ortamına direkt maruz kalması ve sıcaklığının bitki gelişimine etkisinden dolayı veriler kayıt altına alınmıştır. *Fragaria ananassa* bitkisinin meyvelerinin tarım ürünü olması ve yaban hayatına potansiyel katkısı, yeşil çatı uygulamalarında teşvik unsuru olmasından ötürü veriler kayıt altına alınmıştır.

Ayrıca çalışma alanımız olan 3 farklı yetiştirme ortamı karışımlarının; Fosfor miktarının değeri (Ppm), potansiyel Hidrojen (pH), Azot (N), Organik Karbon (C) ve Organik Madde (Org M) değerlerinin ölçümü yapıldı ve kayıt altına alındı. Yapılan ölçümlerden çıkan sonuçların doğruluk oranını teyit etme adına aynı ortamların üç farklı numunesinin ölçüm değerleri Tablo 2-4'te kayıt altına alınıp bu değerlerin ortalaması aşağıda verilen Tablo 4'te gösterildi.

Tablo 2. Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; pH, P(Ppm), N(%), Org.C (%), Org.M (%) değerleri

Toprak Analizi (1.Grup)	Ortam kodlama	Ph	Org.C	Org.M	N(Azot)	P(Ppm)
%100 Toprak	K.10.0	7,72	6,97	12,00	0,60	227,00
%100 Kahve	K.0.10	5,61	8,75	15,10	0,75	299,00
%20 Kahve %80 Toprak	K.8.2.	7,13	7,05	12,10	0,61	290,00
%50 Kahve %50 Toprak	K.5.5	6,65	7,61	13,10	0,66	264,00

Tablo 3. Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; pH, P(Ppm), N(%), Org.C (%), Org.M (%) değerleri

Toprak Analizi (2.Grup)	Ortam kodlama	Ph	Org.C	Org.M	N(Azot)	P(Ppm)
%100 Toprak	K.10.0	7,69	6,24	10,75	0,54	232,00
%100 Kahve	K.0.10	5,67	7,58	14,80	0,74	301,00
%20 Kahve %80 Toprak	K.8.2.	7,28	6,48	11,20	0,56	259,00
%50 Kahve %50 Toprak	K.5.5	6,88	6,89	11,87	0,59	276,00

Tablo 4. Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; Ppm, pH, P, N, C, M değerleri

Toprak Analizi (3.Grup)	Ortam kodlama	Ph	Org.C	Org.M	N(Azot)	P(Ppm)
%100 Toprak	K.10.0	7,72	6,56	11,31	0,57	230,00
%100 Kahve	K.0.10	5,71	7,29	12,57	0,63	285,00
%20 Kahve %80 Toprak	K.8.2.	7,17	7,05	12,15	0,61	261,00
%50 Kahve %50 Toprak	K.5.5	6,76	7,53	12,99	0,65	252,00

Tablo 5. Yetiştirme ortamlarının üç farklı ölçümü ve ortalama ölçüm değerleri; Ppm, pH, P, N, C, M değerleri

Toprak Analizi (Ortalama)	Ortam kodlama	Ph	Org.C	Org.M	N(Azot)	P(Ppm)
%100 Toprak	K.10.0	7,71	6,59	11,35	0,57	229,67
%100 Kahve	K.0.10	5,66	7,87	14,16	0,71	295,00
%20 Kahve %80 Toprak	K.8.2.	7,19	6,86	11,82	0,59	270,00
%50 Kahve %50 Toprak	K.5.5	6,76	7,34	12,65	0,63	264,00

Belirtilen boyutlardaki plastik saksılara tüp ağırlığı (10 adet=800gr) ortama 80 gr olan *Sedum spurium*, saksı medya ağırlığı 5220 gr, toplamda 5300 gr olarak eşit ağırlıkta medya oluşturuldu. Bu medya ağırlığı *Fragaria ananassa* (Çilek) bitkisinde; çilek tüp ağırlığı (10 adet=605gr) ortama 60 gr, saksı medya ağırlığı 5220 gr, toplamda 5280 gr olarak eşit ağırlıkta medya oluşturuldu. Her bir saksının ağırlığı tartılarak kayıt altına alındı ve grup atamaları yapıldı. Dikim öncesi tüplerde bulunan *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkileri Şekil 13'te görselleri verilmiştir.



Şekil 13. Dikim öncesi tüplerde bulunan *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkileri



Şekil 14. *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkilerinin dikim öncesi belirtilen boyutlardaki saksılara yerleştirilen deneme ortamı ve kahve konsantrasyonları

Aşağıda verilen Şekil 15’te saksılara bitkilerin dikilme görseli verilmiştir.



Şekil 15. *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitkilerinin saksılara yerleştirme görseli

Araştırmacı tarafından gruplara bitkilerin dikilmesi sonrasında, bitkilere dışarıdan gelebilecek tehditlere karşı kafes sistemi kuruldu. Kafeste; 5x5cm ahşap çam direkler, üst örtü kısmını oluşturan 2 cm boşluklu metal tel örgü, yan örtü kısımlarını ise %30 gölgelik

değerine sahip plastik tel örgü, kafesi oluşturan her bir sistemi sabitlenmesi için demir çivi malzemeleri kullanıldı. Kafes 170 cm yüksekliğinde, 3m genişliğinde, 10m uzunluğundaydı. Aşağıda verilen Şekil 16’da kafes düzeneği gösterildi.



Şekil 16. Kafes düzeneği görseli

2.4.3. Araştırma Grubundaki Ölçümlerin Takibi

Aşağıda sırasıyla verilen şekillerde bitkilerin her ölçüm takibinde elde edilen görseller sunulmuştur. Ölçümler her ayın ilk haftası yapıldı, toplamda bir vejetasyon dönemi boyunca 6 ölçüm ile araştırma sonlandırılmıştır.

Bitkilerin ilk ölçümdeki (Mayıs) Şekil 17’de ve son ölçümleri (Ekim) Şekil 18’de gösterildi.



Şekil 17. *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* Mayıs ayı ölçümleri



Şekil 18. *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* Ekim ayı ölçümleri

2.5. Araştırmada Veri Toplama Araçları

Araştırma kullanılan veri toplama araçları;

1. Klorofilmetre
2. Doğrudan Toprak İletkenlik Test Cihazı
3. Şerit Metre
4. Sürmeli Kumpas Direkt Ölçme Aleti

2.5.1. Klorofilmetre

Klorofilmetre 1990 yılında Observer tarafından geliştirilmiştir (Whaley, 2001). Bitki yaprağına kırmızı ve yakın kızılötesi ışınlar göndererek klorofil miktarını ölçer. Elektro-optik bir cihazdır. Yaprağın diğer tarafına geçen ışınım miktarı ile yaprak içinde bulunan klorofil miktarı arasındaki ilişkiden faydalanılarak yaprak klorofil içeriğı hesaplanır ve ekranda gösterilir. Araştırmacı tarafından kullanılan cihazın firma adı APOGEE'dir (Apogee, 2015). Araştırmada Apogee Instruments MC-100 klorofil ölçer cihazı kullanılmıştır.

Klorofilmetre ile elde edilen değerler SPAD değeri olup, bu değerle uygun eşitlik ile yaprak klorofil içeriğı tahmin edilebilmektedir (Keskin ve ark., 2017).



Şekil 19. Klorofilmetre ile bitkilerin SPAD değerleri ölçümü

2.5.2. Doğrudan Toprak İletkenlik Test Cihazı

Toprak iletkenliğini (EC) ve sıcaklığı doğrudan ölçen cihazdır. Kompakt boyutta, tek tuşla çalıştırma ve otomatik kalibrasyon ile Toprak Testi, toprakta doğrudan iletkenlik ölçümlerini sağlar.



Şekil 20. Doğrudan Toprak İletkenlik Test Cihazı ile yetiştirme ortamı iletkenlik değeri ölçümü

2.5.3. Şerit Metre

1979 yılında üretilmiştir. Araştırmada 3m olan şerit metre kullanılmıştır. Araştırmada TSE kalite belgesi ve İngiliz ve Avrupa Topluluğu standartlarında üretilen FISCO şerit metre kullanılmıştır (URL-5, 2023).



Şekil 21. Şerit metre ile bitki boyu ve bitki çapı (yayılımı) değerleri ölçümü

2.5.4. Sürmeli Kumpas Direkt Ölçme Aleti

Sürmeli kumpas direkt ölçüm aleti bitki köklerinin kalınlığı ölçümünde kullanıldı. Bu alet uzunluk ölçülerini, dış çap, iç çap, derinlik gibi ölçümlerde kullanılır. Sürmeli kumpas direkt ölçü aleti cetvellere oranla daha hassas ölçü aletleridir. Bu yönü bitki köklerinin ölçümünde bu aletin kullanılmasının önemini ortaya koymaktadır. Ayrıca sürmeli kumpas direkt ölçü aleti mm'nin onda, yirmide ve ellide birine kadar ölçme hassasiyetinde veri sağlar (URL- 6, 2023).



Şekil 22. Sürmeli kumpas metre ile bitki kök boğaz çapı ölçümü

2.6. Araştırmanın Uygulanması İçin Alınan İzinler

Araştırma öncelikle tez önerisi olarak tez izleme komitesine sunuldu ve Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurul'undan 11.08.2021 tarihinde uygunluğuna karar verildi. Araştırmaya başlamadan ilgili kurumun Orman Fakültesi Dekanlığı'ndan araştırma alanı için E-91786679-819-224146 sayılı karar ile gerekli izin alındı. Bu izinlere ek olarak kahve toplanılan birimlerden yazılı izin alındı. Tez izleme komitesi tarafından güz, bahar eğitim ve öğretim dönemlerinde yılda iki kez olmak üzere tezde yapılan ilerleme ve gelişmeler takip edildi.

2.7. Araştırma Verilerinin Değerlendirilmesi

Araştırmada kullanılan çilek ve sedum bitki türlerinin gelişim parametreleri (bitki boyu, çapı, stolon sayısı, meyve sayısı, klorofil değeri, EC, sıcaklık ve kök boğaz çap) Office16 Microsoft Excell programında kayıt altına alındı. Daha sonra analiz için araştırmada kullanılan çilek ve sedum bitki türlerinin gelişim parametreleri (bitki boyu, çapı, stolon sayısı, meyve sayısı, klorofil değeri, EC, sıcaklık ve kök boğaz çap) Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 24.0 programı kullanıldı. Tüm testlerden önce verilerin normal dağılıma uygunlukları için merkezi ve yaygınlık ölçütlerine bakılarak, Kolmogrov-Smirnov testi bakılarak sonuçlar %95’lik güven aralığında, anlamlılık $p < 0.05$ düzeyinde değerlendirildi. Kontrol grubunda %100 toprak, deney grubunda %20 kahve-%80 toprak, %50 kahve-%50 toprak gruplarının çilek ve sedum bitkisinde bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çapının gruplara göre dağılımında One-way ANOVA testi kullanıldı. One-way ANOVA testi üç ve üzeri grupların kendi aralarında nasıl etkileşime girdiklerini ve bu etkileşimlerin bağımlı değişken üzerindeki etkilerini analiz etmek için kullanıldı. Ayrıca sedum ve çilek bitkilerinin, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisinin değerlendirilmesinde korelasyon analizi kullanıldı. Sedum ve çilek bitkilerinde bitki çapının gelişimini etkileyen; bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının etkisi regresyon analizi ve Bivariate analizi ile değerlendirildi. Regresyon iki ya da fazla değişken arasında ilişkileri hem tanımlayıcı hem çıkarımsal analizini sağlar. Bivariate analiz ise iki değişken arasındaki ilişkiyi analiz eder. Korelasyon ilişkisi -1 ve +1 arasında değerlendirilmektedir (Akbulut & Çapık, 2022; Giuseppe, 2019).

Araştırma kapsamında Lineer regresyon metodu kullanılmıştır. Lineer regresyonda ilişkiler, bilinmeyen model parametreleri verilerden tahmin edilen doğrusal öngörücü işlevler kullanılarak modellenir. Bu tür modellere lineer modeller denir (Seal, 1967). En yaygın olarak, açıklayıcı değişkenlerin (veya öngörücülerin) değerleri verilen yanıtın koşullu ortalamasının, bu değerlerin benzer bir işlevi olduğu varsayılır. Daha az yaygın olarak ise koşullu medyan veya başka bir nicelik kullanılır. Tüm regresyon analizi biçimleri gibi doğrusal regresyon da, çok değişkenli analizin alanı olan tüm bu değişkenlerin ortak olasılık dağılımı yerine yordayıcıların değerleri verilen yanıtın koşullu olasılık dağılımına odaklanır.

Korelasyonun analizi ile aralarında ilişki saptanamayan değişkenler arasındaki ilişkiyi bulmak için ise iki değişkenli (bivariate) analizi yapılmıştır. Bu analizin yapılmasındaki amaç iki değişken arasındaki ilişkinin, farklı değerlerde ne yönde değiştığının belirlenmesidir.



3. BULGULAR

Bulgular iki kısımdan oluşmaktadır.

3.1. *Sedum spurium* Bitkisinin Analizi

Aşağıda sırasıyla Tablo 6-7’de verilen *Sedum spurium* bitkisinin ilk ölçüm zamanı Mayıs ayı ve son ölçüm zamanı Ekim ayı boyunca belirlenen periyodik aralıklarda (her ayın ilk haftası) yapılan ölçümlerde kayıt altına alınan veriler belirtilmiştir. Araştırma gruplarına dikilen *Sedum spurium* bitkilerinin; bitki boyu değeri, bitki çapı değeri, bitki kök boğazı çapı değeri, klorofil değeri (SPAD), toprak sıcaklığı değeri, toprak elektrik iletkenliği (EC) değeri ölçümleri yapılarak, kayıt altına alındı.

Tablo 6. *Sedum spurium* bitkisinin; bitki boyu, bitki çapı, bitki klorofil değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı

Bitki Yetiştirme Ortamları (Kahve oranları (%))	Bitki Boyu Değeri		Bitki çapı Değeri		Bitki Klorofil Değeri	
	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay
	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)
Grup 1 (%0)	7.95±1.49 (5-11)	14.36±1.73 (10-18)	21.27±2.93 (17-27)	39.68±5.60 (31-50)	323.40±73.21 (184-426)	25.53±8.40 (9-40.2)
Grup 2 (%20)	6.90±0.92 (6-9)	10.36±2.66 (5-14)	15.45±3.47 (9-24)	31.31±7.33 (13-47)	19.55±6.65 (5.6-36.8)	24.32±10.34 (7-41.9)
Grup 3 (%50)	6.18±0.79 (5-8)	7.95±1.64 (4-10)	12.09±2.50 (9-19)	22.95±5.55 (14-30)	14.13±5.01 (4.3-22.2)	26.01±9.47 (3.9-36.9)

Tablo 7. *Sedum spurium* bitkisinin; EC değeri, sıcaklık değeri, kök boğaz değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı

Bitki Yetiştirme Ortamları (Kahve oranları (%))	EC (İletkenlik) Değeri		Sıcaklık Değeri		Kök Boğaz Değeri	
	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay
	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)
Grup 1 (%0)	1.32±0.24 (1-1.9)	0.88±0.39 (0.27-2.02)	22.08±0.58 (21.2-23.5)	13.44±0.41 (12.7-14.2)	3.16±0.33 (2.5-3.6)	4.31±0.52 (3.42-5.79)
Grup 2 (%20)	2.14±0.45 (0.7-3.1)	0.88±0.29 (0.33-1.45)	24.35±0.62 (23.1-25.4)	12.91±2.66 (1.12-14.2)	3.10±0.45 (2.1-4.1)	3.97±0.96 (1.12-5.74)
Grup 3 (%50)	2.30±0.53 (1.6-3.5)	1.02±0.23 (0.56-1.52)	24.64±0.41 (23.8-25.3)	13.91±0.50 (13.2-15.6)	2.59±0.67 (0.0-3.5)	3.49±0.50 (2.75-4.96)

Sedum bitkisinde Tablo 6-7’de kayıt altına alınan verilere göre, mayıs ayında; en yüksek bitki boyu, bitki çapı, bitki klorofil değeri, kök boğaz çapı ortalama ve standart sapma değeri, kahve oranı %0 olan grup 1’de görülmektedir. Toprak iletkenlik değeri ve sıcaklık ortalama ve standart sapma değeri, kahve oranı %50 olan grup 3’te görülmektedir. Ekim ayı verilerinde ise en yüksek bitki boyu değeri, bitki çapı değeri, kök boğaz çapı ortalama ve standart sapma değeri, kahve oranı %0 olan grup 1’de görülmektedir. Toprak iletkenlik değeri, sıcaklık değeri ve bitki klorofil ortalama ve standart sapma değeri ise en yüksek, kahve oranı %50 olan grup 3’te görülmektedir.

Sedum spurium bitkisinin gruplar arasında bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çapı dağılımı Tablo 8’de verilmiştir. *Sedum* bitkisi, bitki boyunda her grupta anlamlı farklılık göstermektedir ($p \leq 0.05$). Klorofil açısından ise gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p \geq 0.05$). Bitki çapında %50 kahve bulunan grubun hiç kahve bulunmayan ve %20 kahve bulunan grup arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p \leq 0.05$). EC’de hiç kahve bulunmayan grubun diğer iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p \leq 0.05$). *Sedum* bitkisinde sıcaklık açısından gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamaktadır ($p \geq 0.05$). Kök boğaz çapında ise %50 kahve bulunan grubun, hiç kahve bulunmayan ve %20 kahve bulunan grupla arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır ($p \leq 0.05$).

Tablo 8. *Sedum spurium* bitkisinin, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çapının gruplara göre dağılımı

	1.Grup (0)	2.Grup (20)	3.Grup (50)
Bitki Boyu	13,477a	10,386b	7,750c
Klorofil	28,773a	25,000a	25,193a
Bitki Çapı	33,431c	24,984c	18,007a
EC	,0865a	1,393b	1,448b
Sıcaklık	23,909a	24,615a	24,832a
Kök Boğaz	3,769b	3,935b	3,049a
Test: One-way ANOVA testi			

Sedum spurium bitkisinde, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisi Tablo 9’da verilmiştir. Ay ile bitki boyu, bitki çapı, kök boğazı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=0.307$, $r=0.496$, $r=0.192$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). Ay ile sıcaklık arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=-0.644$, $p\leq 0.01$). Grup ile bitki boyu, bitki çapı, kök boğaz arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=-0.677$, $r=-0.640$, $r=-0.193$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). Grup ile EC arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=0.397$, $p\leq 0.01$). Diğer bulgu bitki boyu ile bitki çapı, kök boğaz arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=0.799$, $r=0.290$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). Bitki boyu ile EC arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=-0.538$, $p\leq 0.01$). Klorofil ile bitki çapı arasında pozitif ($r=0.123$, $p\leq 0.05$), EC ile negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=-0.260$, $p\leq 0.01$). Bitki çapı ile kök boğaz çapı arasında pozitif ($r=0.304$, $p\leq 0.01$), EC ve sıcaklık arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=-0.593$, $r=-0.280$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). EC ile sıcaklık arasında pozitif ($r=0.210$, $p\leq 0.01$), kök boğaz çapı ile negatif yönde ($r=-0.109$, $p\leq 0.05$) anlamlı ilişki tespit edilmiştir.

Tablo 9. *Sedum spurium* bitkisinde, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisi

		Ay	Grup	Bitki Boy	Klorofil	Bitki Çap	EC	Sıcaklık	Kök Boğaz Çapı
Ay	Pearson Correlation	1							
	Sig. (2-tailed)								
	N	396							
Grup	Pearson Correlation	0,000	1						
	Sig. (2-tailed)	1,000							
	N	396	396						
Bitki Boy	Pearson Correlation	,307**	-,677**	1					
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000						
	N	396	396	396					
Klorofil	Pearson Correlation	0,096	-0,090	0,090	1				
	Sig. (2-tailed)	0,056	0,073	0,073					
	N	396	396	396	396				
Bitki Çap	Pearson Correlation	,496**	-,640**	,799**	,123*	1			
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,014				
	N	396	396	396	396	396			
EC	Pearson Correlation	-,537**	,397**	-,538**	-,260**	-,593**	1		
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
	N	396	396	396	396	396	396		
Sıcaklık	Pearson Correlation	-,644**	0,058	-0,006	0,024	-,280**	,210**	1	
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,249	0,906	0,640	0,000	0,000		
	N	396	396	396	396	396	396	396	
Kök Boğaz Çap	Pearson Correlation	,192**	-,193**	,290**	0,013	,304**	-,109*	-,103*	1
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,791	0,000	0,031	0,041	
	N	396	396	396	396	396	396	396	396
**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).									
* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).									
Test: Korelasyon analizi									

Sedum spurium bitkisinde bitki çapı bağımlı değişken olarak Tablo 10'da ele alınmıştır. Yapılan regresyon analizinde gruplar arasında bitki çapını en çok etkileyen faktörler belirlenmiştir. Bu analizde kahve miktarı, bitki boyu, sıcaklık ve ay bitki çapını etkileyen anlamlı parametreler olarak bulundu ($p < 0.05$).

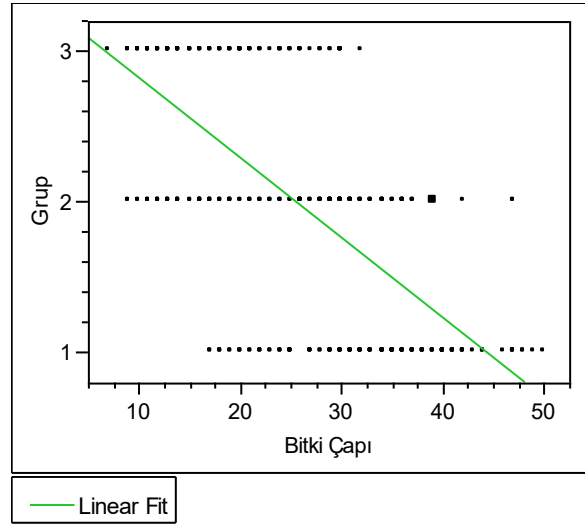
Tablo 10. *Sedum spurium* bitkisinde, bitki çapının gelişimini etkileyen bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının etkisi

Model			Standart Katsayılar	t	p
	B	Standart Hata	Beta		
Sabit Katsayı	9,649	3,073		3,140	0,002
Grup	-3,158	0,480	-0,262	-6,574	0,000
Bitki Boy	1,418	0,120	0,498	11,767	0,000
Klorofil	0,010	0,016	0,016	0,631	0,528
EC	-1,046	0,588	-0,064	-1,778	0,076
Sıcaklık	-0,134	0,057	-0,088	-2,371	0,018
Kök Boğaz Çapı	0,303	0,169	0,047	1,789	0,074
Ay	1,392	0,265	0,242	5,248	0,000

3.2. *Sedum spurium* Bitkisi Bivariate Analizleri

3.2.1. *Sedum spurium* Bitki Grupları ile Bitki Çapı Bivariate Analizi

Sedum spurium bitki grupları ile bitki çapı arasındaki bivariate analizi Şekil 23'te gösterilmiştir.



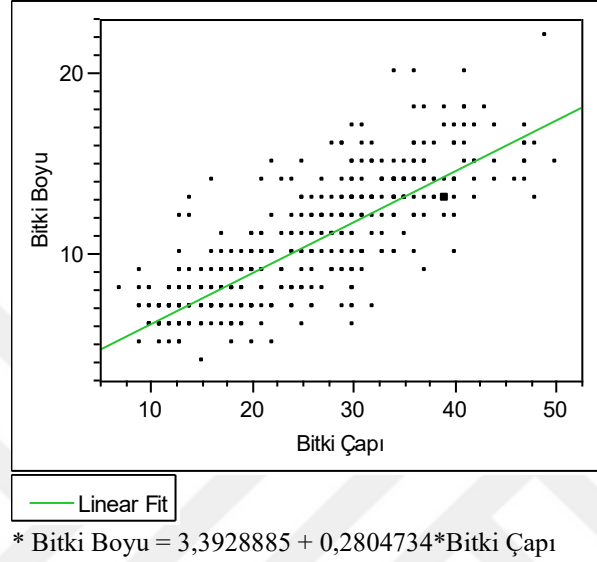
$$* \text{Grup} = 3,3529915 - 0,0531111 * \text{Bitki Çapı}$$

Şekil 23. *Sedum spurium* bitki grupları ile bitki çapı arasındaki bivariate analizi

Analizde görüldüğü gibi, bitki grupları ile bitki çapı arasında ilişki vardır. Şekle göre; gruplar arasında kahve oranı düştükçe bitki çapı artış göstermektedir.

3.2.2. *Sedum spurium* Bitki Boyu ile Bitki Çapı Bivariate Analizi

Sedum spurium bitki boyu ile bitki çapı arasındaki bivariate analizi Şekil 24'te gösterilmiştir.

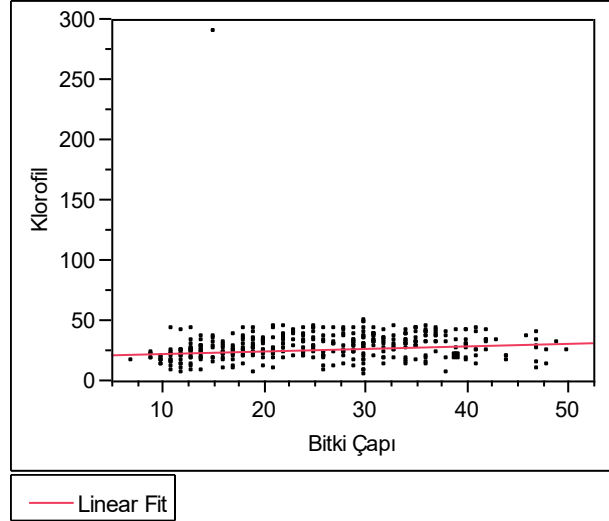


Şekil 24. *Sedum spurium* bitki boyu ile bitki çapı arasındaki bivariate analizi

Analizde görüldüğü gibi *Sedum spurium* bitki boyu ile bitki çapı arasında ilişki vardır. Şekle göre; bitki boyu arttıkça bitki çapı artış göstermektedir.

3.2.3. *Sedum spurium* Bitki Klorofil Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi

Sedum spurium bitki klorofil değeri ile bitki çapı arasındaki bivariate analizinde Şekil 25'te görüldüğü gibi, bitki klorofil değeri ile bitki çapı arasında yüksek oranda ilişki olduğu görülmemektedir. Şekil 25'e göre; her ne kadar ilişki olmasa da klorofil değeri arttıkça bitki çapı artış göstermektedir.

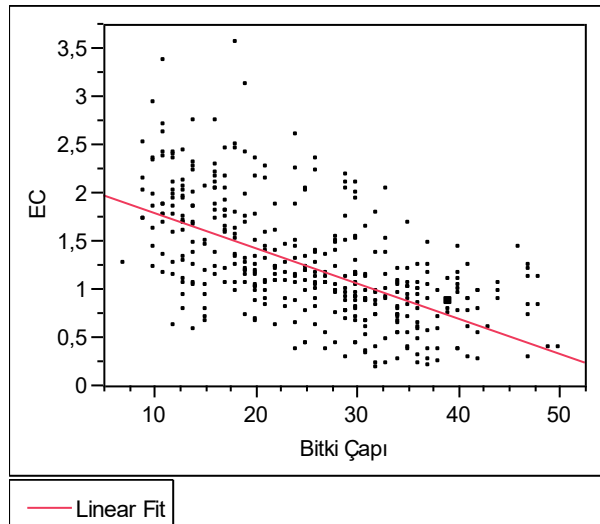


$$* \text{ Bitki Klorofil Değeri} = 21,162499 + 0,2025427 * \text{ Bitki Çapı}$$

Şekil 25. *Sedum spurium* bitki klorofil değeri ile bitki çapı arasındaki bivariate analizi

3.2.4. *Sedum spurium* Toprak EC(iletkenlik) Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi

Sedum spurium toprak EC (iletkenlik) değeri ile bitki çapı arasındaki bivariate analizinde Şekil 26’da görüldüğü gibi, toprak EC değeri ile bitki çapı arasında ilişki vardır. Şekle göre; toprak EC değeri azaldıkça bitki çapı artış göstermektedir.

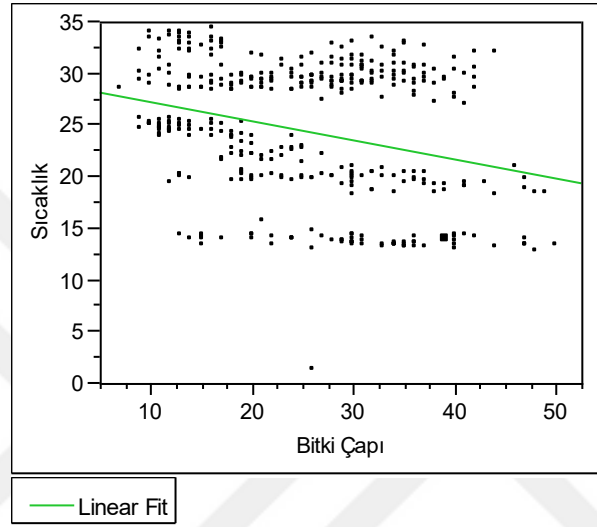


$$* \text{ Toprak EC Değeri} = 2,1568224 - 0,0361421 * \text{ Bitki Çapı}$$

Şekil 26. *Sedum spurium* yetiştirme ortamı toprak EC değeri ile bitki çapı arasındaki bivariate analizi

3.2.5. *Sedum* Toprak Sıcaklık Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi

Sedum spurium yetiştirme ortamı toprak sıcaklık değeri ile bitki çapı arasındaki bivariate analizinde Şekil 27’de görüldüğü gibi, toprak sıcaklık değeri ile bitki çapı arasında ilişki vardır. Şekle göre; toprak sıcaklık değeri azaldıkça bitki çapı artış göstermektedir.

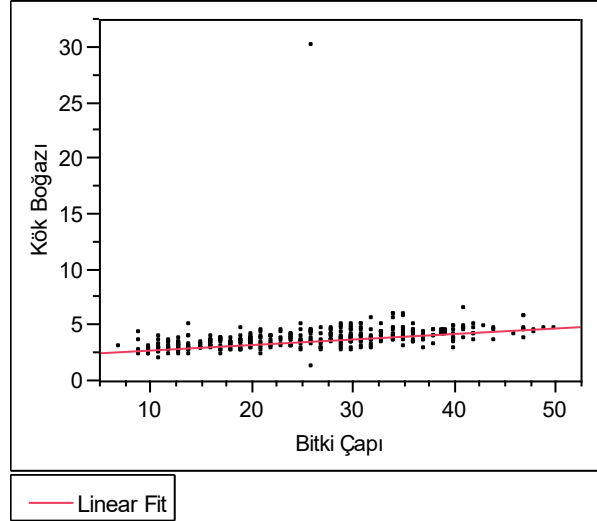


$$* \text{ Toprak Sıcaklık Değeri} = 29,154998 - 0,1845895 * \text{Bitki Çapı}$$

Şekil 27. *Sedum spurium* yetiştirme ortamı toprak sıcaklık değeri ile bitki çapı arasındaki bivariate analizi

3.2.6. *Sedum spurium* Bitki Kök Boğaz Çap Değeri ile Bitki Çapı Bivariate Analizi

Sedum spurium bitki kök boğaz çap değeri ile bitki çapı arasındaki bivariate analizinde Şekil 28’de görüldüğü gibi, bitki kök boğaz çap değeri ile bitki çapı arasında yüksek oranda ilişki olduğu gözükmemektedir. Şekle göre; her ne kadar ilişki olmasa da bitki kök boğaz çap değeri arttıkça bitki çapı artış göstermektedir.



$$* \text{ Bitki Kök Boğaz Çap Değeri} = 2,3523852 + 0,0470634 * \text{Bitki Çapı}$$

Şekil 28. *Sedum spurium* bitki kök boğaz çap değeri ile bitki çapı arasındaki bivariante analizi

3.3. *Fragaria ananassa* (Çilek) Bitkisinin Analizi

Aşağıda sırasıyla Tablo 11-12’de verilen *Fragaria ananassa* bitkisinin ilk ölçüm zamanı Mayıs ayı ve son ölçüm zamanı Ekim boyunca belirlenen periyodik aralıklarda (her ayın ilk haftası) yapılan ölçümlerde kayıt altına alınan veriler belirtilmiştir. Araştırma gruplarına dikilen *Fragaria ananassa* bitkilerinin; bitki boyu değeri, bitki çapı değeri, bitki kök boğazı çapı değeri, bitki meyve tomurcuk sayısı değeri, klorofil değeri (SPAD), toprak sıcaklığı değeri, toprak elektrik iletkenliği (EC), stolon sayısı değeri ölçümleri yapılarak, kayıt altına alındı.

Tablo 11. *Fragaria ananassa* bitkisinin; bitki boyu, bitki çapı, bitki klorofil değeri, EC (İletkenlik) değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı

Bitki Yetiştirme Ortamları (Kahve oranları (%))	Bitki Boyu Değeri		Bitki Çapı Değeri		Klorofil Değeri		EC (İletkenlik) Değeri	
	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay
	Ort±SS (Min.-Max)	Ort±SS (Min.-Max)	Ort±SS (Min.-Max)	Ort±SS (Min.-Max)	Ort±SS (Min.-Max)	Ort±SS (Min.-Max)	Ort±SS (Min.-Max)	Ort±SS (Min.-Max)
Grup 1 (0)	13.27±2.37 (10-20)	8.63±2.40 (5-13)	19.45±4.48 (10-32)	63.77±23.67 (25-131)	29.41±4.77 (23.6-38.1)	152.54±157.44 (28.6-377)	1.81±0.29 (1.2-2.4)	0.64±0.18 (0.36-1.05)
Grup 2 (20)	7.81±1.68 (5-11)	8.40±1.43 (6-12)	11.13±1.42 (9-15)	56.81±20.73 (29-97)	29.07±3.99 (23.6-39.8)	147.60±153.62 (29.5-400)	2.13±0.23 (1.5-2.5)	0.61±0.15 (0.36-0.92)
Grup 3 (50)	7.09±0.97 (5-9)	7.31±1.24 (6-10)	11.54±2.28 (8-16)	64.63±23.99 (23-112)	28.91±3.27 (21.5-34.3)	36.7±2.53 (31.6-41.8)	2.39±0.38 (1.8-3.1)	0.64±0.20 (0.36-1.06)

Tablo 12: *Fragaria ananassa* bitkisinin; meyve sayısı değeri, stolon sayısı değeri, sıcaklık değeri, kök boğaz değeri parametrelerinin gruplara göre mayıs ayı ve ekim ayı ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerlerinin dağılımı

Bitki Yetiştirme Ortamları (Kahve oranları (%))	Meyve Sayısı Değeri		Stolon Sayısı Değeri		Sıcaklık Değeri		Kök Boğaz Değeri	
	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay	1.ay	6.ay
	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)	Ort±SS (Min. -Max)
Grup 1 (0)	11.7±5.7 (0-23)	1.31±1.83 (0-5)	21.97±0.91 (20.9-24.2)	13.89±0.50 (13.2-15.6)	11.44±2.07 (8.1-15.9)	14.94±2.93 (9.18-20.3)	11.44±2.07 (8.1-15.9)	4.40±2.06 (1-8)
Grup 2 (20)	7.0±2.9 (0-13)	2.36±2.85 (0-9)	22.9±1.09 (21.3-26.5)	13.81±0.62 (12.9-15.6)	10.2±1.44 (7.4-12.9)	18.25±3.12 (13.1-28.7)	10.2±1.44 (7.4-12.9)	3.00±1.77 (0-7)
Grup 3 (50)	5.13±2.67 (0-11)	5.68±5.48 (0-21)	23.07±0.55 (22.4-24.8)	13.88±0.48 (13.2-15.6)	10.31±1.19 (7.6-12.7)	17.23±2.52 (13.2-22.2)	10.31±1.19 (7.6-12.7)	3.86±1.61 (0-7)

Fragaria ananassa bitkisinde Tablo 11-12’de kayıt altına alınan verilere göre, Mayıs ayında; en yüksek bitki boyu, bitki çapı, sıcaklık değeri, meyve sayısı, kök boğaz çapı ortalama ve standart sapma değeri kahve oranı %0 olan grup 1’de görülmektedir. Toprak iletkenlik değeri, bitki klorofil değeri, ve bitki stolon sayısı ortalama ve standart sapma değeri değeri, kahve oranı %50 olan grup 3’te görülmektedir. Ekim ayı verilerinde ise en yüksek bitki boyu değeri, klorofil değeri, kök boğaz çapı ortalama ve standart sapma değeri, kahve oranı %0 olan grup 1’de görülmektedir. Toprak iletkenlik değeri, stolon sayısı ortalama ve standart sapma değeri, grup 1 ve grup 3’te en yüksek değerde eşit miktarda kayıt altına alınmıştır. Bitki çapı değeri, meyve sayısı ortalama ve standart sapma değeri, kahve oranı %50 olan grup 3’te görülmektedir. Yetiştirme ortamı sıcaklık ortalama ve standart sapma değeri ise en yüksek, kahve oranı %20 olan grup 2’de kayıt altına alınmıştır.

Fragaria ananassa bitkisinin gruplar arasında bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çapı dağılımının yetiştirme ortamları ile ilişkisini belirlemek amacıyla Anova testi uygulanarak Tablo 13’te verilmiştir. *Fragaria ananassa* bitkisi, bitki boyunda hiç kahve olmayan grup ile diğer %20 ve %50 kahve olan gruplar anlamlı farklılık vardı ($p \leq 0.05$). Meyve sayısında hiç kahve olmayan grup ile %50 kahve bulunan grup arasında anlamlı farklılık vardı ($p \leq 0.05$). Stolon sayısında da hiç kahve olmayan grup ile %20 kahve olan grup arasında anlamlı farklılık vardı ($p \leq 0.05$). Klorofil açısından ise %50 kahve bulunan grubun diğer iki gruba arasında anlamlı farklılık tespit edildi ($p \leq 0.05$). Bitki çapında gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu ($p \geq 0.05$). EC’de %50 kahve bulunan grubun diğer iki gruba aralarında anlamlı farklılık bulundu ($p \leq 0.05$). *Fragaria ananassa* bitkisinde sıcaklık açısından gruplar arasında anlamlı farklılık yoktu ($p \geq 0.05$). Kök boğaz çapında ise hiç kahve bulunmayan ve %20 kahve bulunan grup arasında anlamlı farklılık vardı ($p \leq 0.05$).

Tablo 13. *Fragaria ananassa* bitkisinin, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çapının gruplara göre dağılımı

	1.Grup (0)	2.Grup (20)	3.Grup (50)
Bitki Boyu	11,553b	10,484a	9,984a
Meyve Sayısı	2,530a	3,522ab	3,689b
Stolon Sayısı	2,469b	1,878a	2,007ab
Klorofil	48,646b	47,983b	29,022a
Bitki Çapı	47,227a	40,719a	42,272a
EC	1,055a	1,126a	1,340b
Sıcaklık	24,254a	24,497a	24,553a
Kök Boğaz	12,745a	13,946b	13,356ab
Test: One-way ANOVA testi			

Fragaria ananassa bitkisinde, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisini belirlemek amacıyla Anova testi uygulanarak Tablo 14’de verilmiştir. Ay ile stolon sayısı, klorofil, bitki çapı, kök boğazı arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=0.675$, $r=0.286$, $r=0.715$, $r=0.642$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). Ay ile meyve sayısı, EC ve sıcaklık arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=-0.384$, $r=-0.805$, $r=-0.543$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). Grup ile bitki boyu ve klorofil ile arasında negatif (sırasıyla; $r=-0.209$, $r=-0.126$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.05$), meyve sayısı ve EC arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=0.112$, $r=0.176$, $p\leq 0.05$, $p\leq 0.01$). Diğer bulgu bitki boyu ile bitki çapı ve sıcaklık ile arasında pozitif (sırasıyla; $r=0.125$, $r=0.293$, $p\leq 0.05$, $p\leq 0.01$); klorofil ve EC ile arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır (sırasıyla; $r=-0.137$, $r=-0.108$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.05$). Meyve sayısı ile stolon sayısı, bitki çapı ve kök boğaz çapı arasında negatif yönde (sırasıyla; $r=-0.351$, $r=-0.304$, $r=-0.157$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$), EC ile pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmaktadır ($r=0.309$, $p\leq 0.01$). Stolon sayısının klorofil, bitki çapı ve kök boğaz çapı ile arasında pozitif yönde (sırasıyla; $r=0.178$, $r=0.689$, $r=0.459$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$), EC ve sıcaklık ile arasında negatif yönde (sırasıyla; $r=-0.613$, $r=-0.376$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.05$) istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Klorofil ile bitki çapı ve kök boğaz çapı arasında pozitif (sırasıyla; $r=0.201$, $r=0.239$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$), EC ve sıcaklık ile arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki bulunmaktadır ($r=-0.191$, $r=-0.365$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). Bitki çapı ile kök boğaz çapı arasında pozitif ($r=0.474$, $p\leq 0.01$), EC ve sıcaklık arasında negatif yönde anlamlı bir ilişki

bulunmaktadır (sırasıyla; $r=-0.675$, $r=-0.345$, $p\leq 0.01$, $p\leq 0.01$). EC ile sıcaklık arasında pozitif ($r=0.332$, $p\leq 0.01$), kök boğaz çapı ile negatif yönde ($r=-0.517$, $p\leq 0.05$) anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Sıcaklık ile kök boğaz çapı arasında negatif yönde anlamlı ilişki bulunmaktadır ($r=-0.450$, $p\leq 0.01$).



Tablo 14. *Fragaria ananassa* bitkisinde, bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisi

		Grup	Ay	Bitki Boyu	Meye Sayısı	Stolon Sayısı	Klorofil	Bitki_Çapı	EC	Sıcaklık	Kök Boğazı Çap
Grup	Pearson Correlation	1									
	Sig. (2-tailed)										
	N	396									
Ay	Pearson Correlation	0,000	1								
	Sig. (2-tailed)	1,000									
	N	396	396								
Bitki_Boyu	Pearson Correlation	-,209**	-0,041	1							
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,411								
	N	396	396	396							
Meyve_Sayısı	Pearson Correlation	,112*	-,384**	0,007	1						
	Sig. (2-tailed)	0,026	0,000	0,886							
	N	396	396	396	396						
Stolon_Sayısı	Pearson Correlation	-0,089	,675**	0,058	-,351**	1					
	Sig. (2-tailed)	0,078	0,000	0,247	0,000						
	N	396	396	396	396	396					
Klorofil	Pearson Correlation	-,126*	,286**	-,137**	-0,089	,178**	1				
	Sig. (2-tailed)	0,012	0,000	0,006	0,077	0,000					
	N	396	396	396	396	396	396				

Tablo 14. Devamı

Bitki_Çapı	Pearson Correlation	-0,076	,715**	,125*	-,304**	,689**	,201**	1			
	Sig. (2-tailed)	0,130	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000				
	N	396	396	396	396	396	396	396			
EC	Pearson Correlation	,176**	-,805**	-,108*	,309**	-,613**	-,191**	-,675**	1		
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000			
	N	396	396	396	396	396	396	396	396		
Sıcaklık	Pearson Correlation	0,019	-,543**	,293**	-0,017	-,376**	-,365**	-,345**	,332**	1	
	Sig. (2-tailed)	0,703	0,000	0,000	0,738	0,000	0,000	0,000	0,000		
	N	396	396	396	396	396	396	396	396	396	
Kök_Boğazı	Pearson Correlation	0,072	,642**	0,061	-,157**	,459**	,239**	,474**	-,517**	-,450**	1
	Sig. (2-tailed)	0,152	0,000	0,228	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	396	396	396	396	396	396	396	396	396	396
**Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). * Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). Test: Korelasyon analizi											

Fragaria ananassa bitkisinde bitki çapı bağımlı değişken olarak Tablo 15'te ele alınmıştır. Yapılan regresyon analizinde gruplar arasında bitki çapını en çok etkileyen faktörler belirlenmiştir. Bu analizde bitki boyu, stolon sayısı, EC etkileyen anlamlı parametreler olarak tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Tablo 15. *Fragaria ananassa* bitkisinde, bitki çapının gelişimini etkileyen bitki boyu, klorofil, bitki çapı, EC, sıcaklık ve kök boğaz çaplarının etkisi

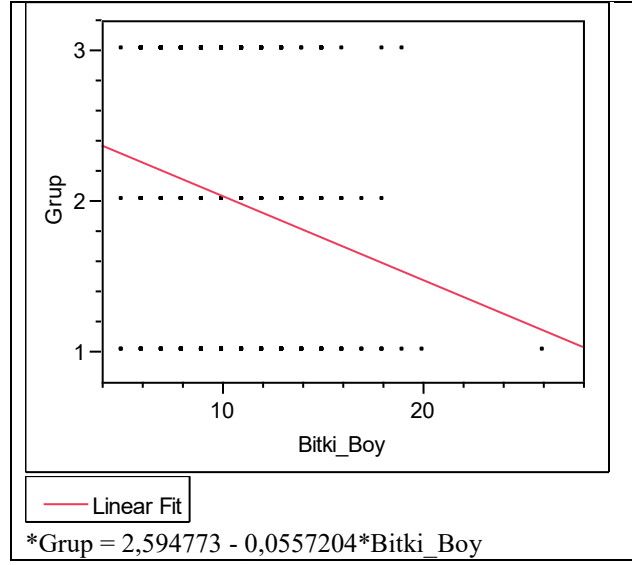
Model	B	Standart Hata	Standart Katsayılar	t	p
			Beta		
Sabit Katsayı	40,426	7,956		5,082	0,000
Grup	1,659	1,136	0,051	1,461	0,145
Bitki Boyu	0,851	0,318	0,098	2,679	0,008
Meyve Sayısı	-0,323	0,227	-0,051	-1,425	0,155
Stolon Sayısı	4,898	0,552	0,393	8,881	0,000
Klorofil	0,017	0,015	0,040	1,125	0,261
EC	-14,385	1,802	-0,360	-7,982	0,000
Sıcaklık	-0,304	0,178	-0,073	-1,704	0,089
Kök Boğaz Çapı	0,365	0,326	0,048	1,122	0,263

3.4. *Fragaria ananassa* (Çilek) Bitkisi Bivariate Analizleri

Fragaria ananassa bitki grupları ile bitki çapı arasındaki bivariate tablosunda Şekil 29'da görüldüğü gibi, bitki grupları ile bitki boyu arasında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı azaldıkça bitki boyu artış göstermektedir.

3.4.1. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Bitki Boyu Bivariate Analizi

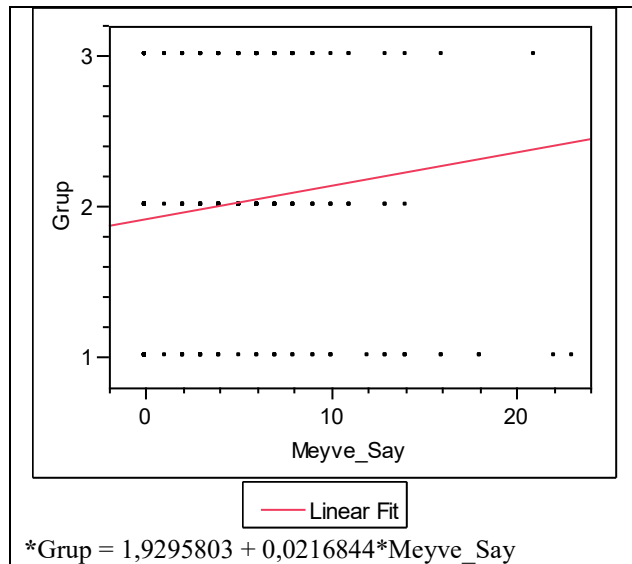
Fragaria ananassa bitki grupları ile bitki boyu arasındaki bivariate analizinde Şekil 29'da görüldüğü gibi, bitki grupları ile bitki boyu arasında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı azaldıkça bitki boyu artış göstermektedir.



Şekil 29. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile bitki boyu arasındaki bivariante analizi

3.4.2. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Bitki Meyve Sayısı Bivariate Analizi

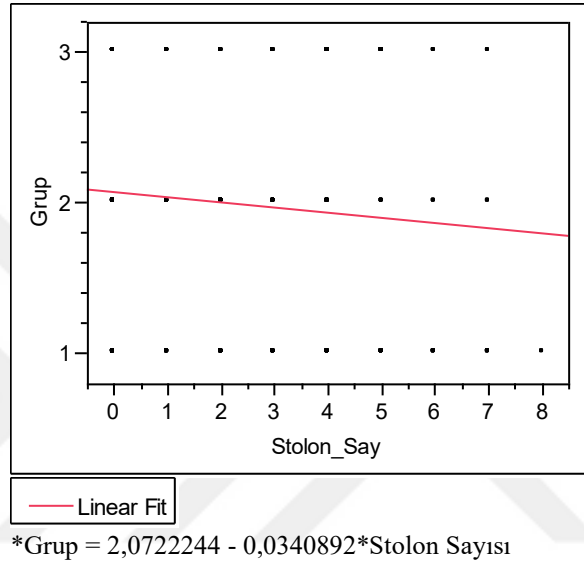
Fragaria ananassa bitki grupları ile meyve sayısı arasındaki bivariante analizinde Şekil 30’da görüldüğü gibi, bitki grupları ile meyve sayısı arasında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı arttıkça meyve sayısı artış göstermektedir.



Şekil 30. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile bitki meyve sayısı arasındaki bivariante analizi

3.4.3. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Bitki Stolon Sayısı Bivariate Analizi

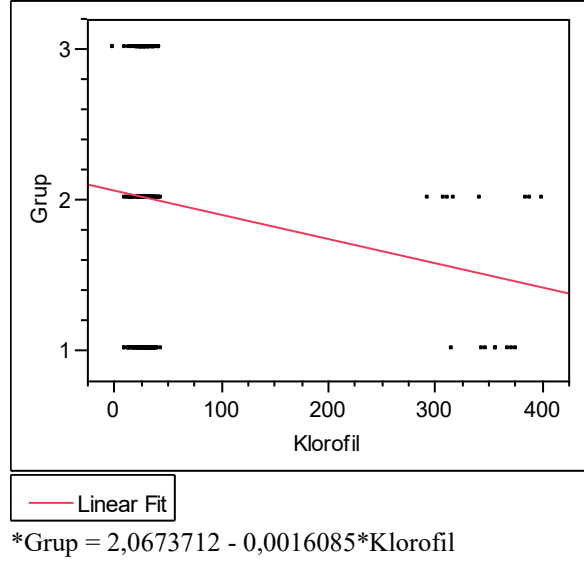
Fragaria ananassa bitki grupları ile stolon sayısı arasındaki bivariate analizinde Şekil 31’de görüldüğü gibi, bitki grupları ile stolon sayısı arasında yüksek oranda ilişki olduğu gözükmesine de aralarında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı azaldıkça stolon sayısı artış göstermektedir.



Şekil 31. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile bitki stolon sayısı arasındaki bivariate analizi

3.4.4. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Bitki Klorofil Değeri Bivariate Analizi

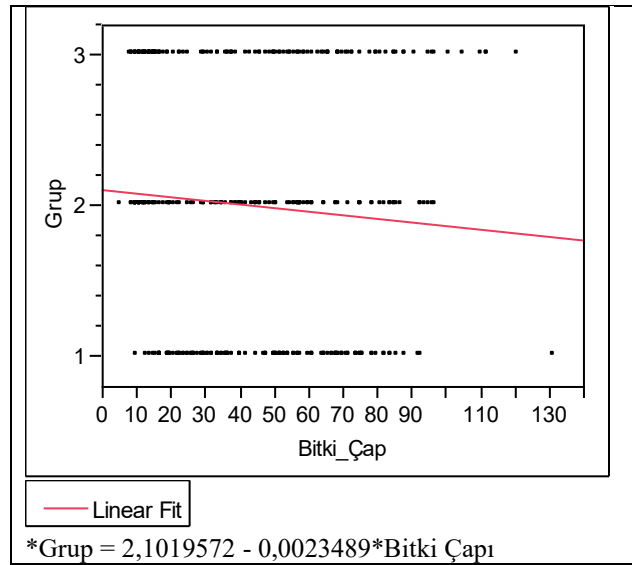
Fragaria ananassa bitki grupları ile bitki klorofil değeri arasındaki bivariate analizinde Şekil 32’de görüldüğü gibi, bitki grupları ile bitki klorofil değeri arasında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı azaldıkça bitki klorofil değeri artış göstermektedir.



Şekil 32. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile bitki klorofil değeri arasındaki bivariante analizi

3.4.5. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Bitki Çap Değeri Bivariante Analizi

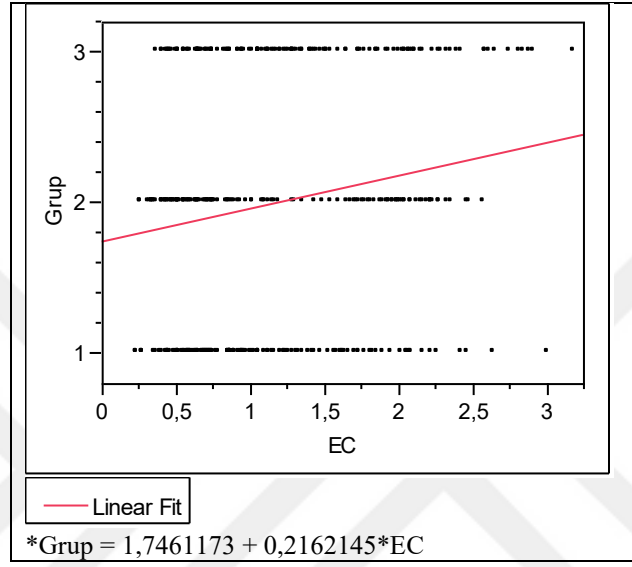
Fragaria ananassa bitki grupları ile bitki çap değeri arasındaki bivariante analizinde Şekil 33'te görüldüğü gibi, bitki grupları ile bitki çap değeri arasında yüksek oranda ilişki olduğu gözükmesine de aralarında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı azaldıkça bitki çap değeri artış göstermektedir.



Şekil 33. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile bitki çap değeri arasındaki bivariante analizi

3.4.6. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Toprak EC Değeri Bivariate Analizi

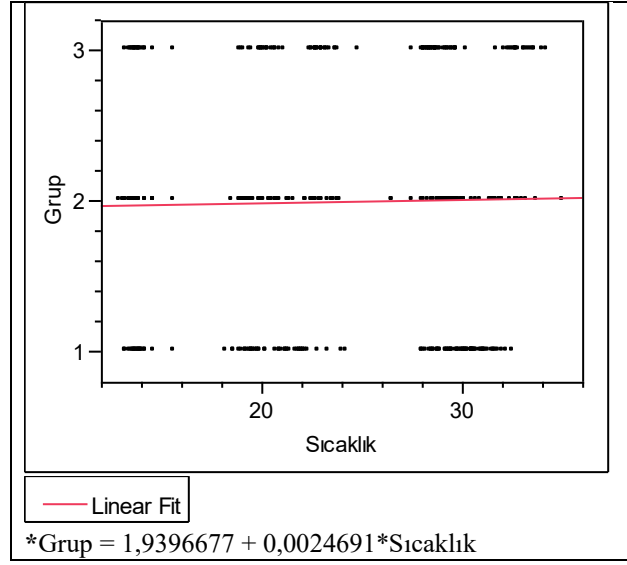
Fragaria ananassa bitki grupları ile toprak EC değeri arasındaki bivariate analizinde Şekil 34'te görüldüğü gibi, bitki grupları ile bitki çap değeri arasında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı arttıkça toprak EC değeri artış göstermektedir.



Şekil 34. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile toprak EC değeri arasındaki bivariate analizi

3.4.7. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Toprak Sıcaklık Değeri Bivariate Analizi

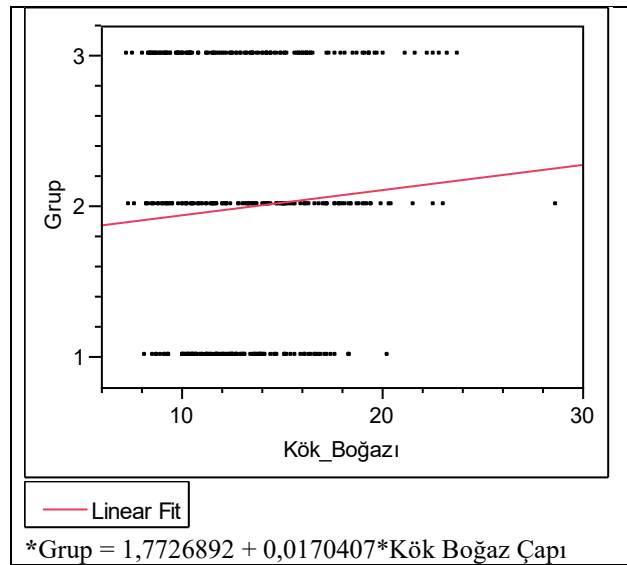
Fragaria ananassa bitki grupları ile toprak sıcaklık değeri arasındaki bivariate analizinde Şekil 35'te görüldüğü gibi, bitki grupları ile toprak sıcaklık değeri arasında ilişki yoktur.



Şekil 35. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile toprak sıcaklık değeri arasındaki bivariante analizi

3.4.8. *Fragaria ananassa* Bitki Grupları ile Bitki Kök Boğaz Çap Değeri Bivariate Analizi

Fragaria ananassa bitki grupları ile bitki kök boğaz çap değeri arasındaki bivariante analizinde Şekil 36’da görüldüğü gibi, bitki grupları ile bitki çap değeri arasında ilişki vardır. Şekle göre; bitki gruplarında kahve oranı arttıkça bitki kök boğaz çap değeri artış göstermektedir.



Şekil 36. *Fragaria ananassa* bitki grupları ile bitki kök boğaz çap değeri arasındaki bivariante analizi

4. TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bitkisel kökenli atıklar, içerdikleri besin maddeleriyle topraktaki organik madde miktarını artmasında önemli bir potansiyele sahiptir. Bu tür atıklar geri kazanımda toprağı organik madde ve besin kaynaklarının zenginleştirmesiyle toprağın ihtiyacı olan kimyasal gübre kullanım ihtiyacını düşürmektedir (Öz. 2019). Literatürde yapılmış çalışmalarda; Karataş & Büyükdinç (2017) çay atığı ile yaptığı çalışmada marul ve ıspanak ürünlerinin çalışma sonucunda farklı tepkiler verdiği bulunmuştur (Karataş & Büyükdinç, 2017). Vidyasagaran vd. (2014) yaptığı çalışmada ise çay atığı-toprak- kum karışımının maun ve kokarağaçta fide yüksekliğini artırdığı, tik ağacında ise fide yüksekliğinde herhangi bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür (Vidyasagara vd., 2014). Çay atığı kompostu içindeki potasyum ve sodyum miktarı ahır gübresine oranla daha fazla bulunması bunlarla yapılan çalışmalarda çay atığının önemi ortaya koymaktadır (Aşık & Kütük, 2012).

Bu bölümde kahve ve toprağın farklı oranlarda karışımı ile elde edilen yetiştirme ortamlarının belirlemiş olduğumuz türler olan çilek ve sedum bitki türlerinin gelişim parametreleri (bitki boyu, çapı, stolon sayısı, meyve sayısı, klorofil değeri, EC, sıcaklık ve kök boğaz çap) üzerine etkisi karşılaştırmalı olarak literatür ile tartışılmıştır.

Literatürde kahve atığına yönelik çalışmalarda; Kasongo vd. (2011) yılında kahve atığı ile yapmış olduğu bir çalışmada, kahve atığının topraktaki su tutma oranını %53'ten %60'a çıkardığı ayrıca topraktaki bazik katyonların miktarını artırdığı ve Demir miktarını olumlu etkilediği bulunmuştur. Bunun sonucunda kahve atığının toprakta azot, fosfor ve potasyuma eş değer gübre olarak kullanıma uygun olduğu sonucuna varılmıştır (Kasongo vd., 2011). Dadi vd. (2019) yılında kahve atığı ile yapmış olduğu çalışmada genel olarak, nihai kompost, sınırsız türde tarımsal amaçlar için kullanılabileceğini, böylece, kahve kabuğu ve atığının katı atık ile birlikte oluşturulması, kırsal ve kentsel kullanıcıların çok boyutlu sorunlarını hafifletebileceğini ortaya koymuştur (Dadi vd., 2019).

4.1. Yönteme İlişkin Tartışma

4.1.1. Kullanılan Bitkiler Açısından Tartışma

Sedum spurium ve genel olarak *Sedum* cinsi, bilim dünyasının en popüler bitkilerinden birisidir ve yeşil çatılar (Butler, 2011; Zalata & Melkinov, 2017; Getter & Rowe, 2008; O'Carroll vd., 2023; Yıldırım vd., 2023; Cotoz vd., 2023) kent ekolojisi (Matsuoka vd., 2019; Catalano vd., 2021; Šenfeldr vd., 2020; Cojocariu vd., 2020) kuraklık toleransı (Koźmińska vd., 2019; Nektarios vd., 2021; O'Carroll vd., 2023) ve farklı yetiştirme ortamları (Nektarios vd., 2021; Erwin & Hensley, 2019; Gong vd., 2021; Iacomino vd., 2023) gibi farklı yaklaşımlarla ciddi biçimde ele alınmıştır. Özellikle çatılarla özdeşleşmiş bir bitki olması onu yeşil çatı ve çatı bahçesi çalışmalarının önemli materyallerinden biri yapar. Önemli bir tarımsal ürün olan *Fragaria ananassa* ise yenilebilir meyveleri olması dolayısıyla insan sağlığı (Navarro-Hortal vd., 2022; Dzhanezova vd., 2020) ve meyve verimliliği (Mizuno vd., 2022; Pešaković vd., 2023; Singh vd., 2020) konularında yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada tercih edilmesinin temel sebebi yeşil çatılar için oldukça cazip olacak olan stolonları ile kolayca yayılım göstermesi yanında, ülke şartlarında tarım ürünleri arasındaki önemli yeri ve olası yeşil çatı uygulamalarında bir ürün yetiştirme ihtimalinin bir teşvik unsuru olmasının yanında, yaban hayatına potansiyel katkısı ihtimalidir. Yeşil çatıda yenilebilir bitki kullanımı benzer nedenlerle daha önce de denenmiş, domates bitkisi bunlardan biri olmuştur (Ouellette, 2023). Her iki bitkinin de yüzey kapama yetenekleri ve ekolojik olarak dayanıklı olarak bilinmeleri de bu bitkilerin tercih edilmelerinin temel nedenlerindendir. *Sedum* ve çilek bitkilerinin birlikte kullanıldıkları çok sayıda araştırma bulunmasa da, Thuring, 2007 ve Blanus, 2013 yapmış oldukları yeşil çatı çalışmasında *Sedum* ve *Fragaria ananassa* bitkilerini birlikte kullanmayı tercih etmişlerdir. Bu çalışmalar materyal açısından da yürütülen çalışmayla benzerlik göstermektedir. Lanham (2007) yapmış olduğu çalışmasında da benzer bir yaklaşım sergilemiş, yeşil çatı bitki örtüsünün bileşimi ve karakteri birçok faktöre bağlı olduğunu, yüzey derinliği sığ olması ve bununla beraber daha hızlı kuruma oranlarına sahip olması ve sıcaklıktaki dalgalanmalara daha fazla maruz kalmasından dolayı, yeşil çatılarda kullanılacak bitki türleri arasında *Sedum* bitki türlerinin tercih edilmesi gerektiğini desteklemektedir.

4.1.2. Yetiştirme Ortama Açısından Tartışma

Yetiştirme ortamlarının içerikleri ve diğer birçok fiziksel ve kimyasal özellikleri bilimsel literatürün bitki temelli araştırmaları içerisinde çok ciddi bir yer tutar. Bunların bazıları bir habitatta şartlara bağlı olası değişimleri taklit etmeyi amaçlar. Tuzlanmaya bağlı bitkisel önlemler alınması gereken yerlerde bitki dayanımını ve davranışlarını test etmek (Ondrasek vd.,2022; Gollack vd., 2014; Arif vd., 2020) bu çalışmalardan sayılabilir. Benzer biçimde deterjan kullanımına bağlı olarak kirlenmiş gri suların bitkiler üzerindeki sulama performansları (Yalçınalp vd., 2019) mikropplastik kirlenmelerinin yetiştirme ortamı potansiyeline etkileri (Lozano & Rillig, 2020) bitkilerin kuraklığa karşı geliştirdikleri adaptasyonların incelenmesi (Descamps vd., 2021; Marchin vd., 2020) bunlardan bazıları olarak sayılabilir. Konu bu araştırmada olduğu gibi atık değerlendirme ve yönetme olduğunda ise yapılan araştırmaların nispeten dar bir skalaya oturduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedenlerinden birisi, bu tür atıkların doğa bilimlerinden çok endüstriyel uygulamaları takip eden alanlar tarafından endüstriyel üretim amaçlı kullanılmalarıdır. Bununla birlikte yetiştirme ortamı performansları açısından yapılmış çalışmalar da yok değildir. Debnath vd. (2021) yaptıkları araştırmada çay posasını bitki yetiştirme ortamı olarak da ele almışsa da, çalışma daha çok çayın her alanda kullanım potansiyeline odaklanmıştır. Seth vd. (2023) ise çalışmalarında çayın biyogübre olarak potansiyelini incelemiş ve bunu dünyanın doğal kaynaklarını sürdürülebilir biçimde kullanma kapsamında ele almıştır. Çayın yetiştirme ortamı olarak ele alınmasının temel sebeplerinden biri olan karbonca zenginliğinin, onu metan üretimi için kullanılan çalışmaların konusu yaptığı da olmuştur (Thanarasu vd., 2018).

Kahve ise bir atık olarak ele alındığında özellikle içeriğindeki kafein, tanenler, poliohenoller ve organik katı kalıntılar nedeniyle daha kuşkuyla yaklaşılacak bir madde olarak ortaya çıkmaktadır. Bu maddelerin insanlara ve yeraltı sularına olası etkileri, onun değerlendirilmesinin önemini artırsa da, yaklaşımlarda ciddi bir sorgulamayı ve performans değerlendirmelerini de beraberinde getirmektedir. İçilebilir bir ürünün posası olması ise aynı konuda bir güvenlik hissi oluşturmaktadır. Uygulamaya dönük daha gerçekçi sonuçlara ulaşabilmek için kahve posalarının bir zincirden ya da bir lokasyondan alınmamalarına özellikle dikkat edilmiş, içerikle ilgili analizler elde edilen karışım homojen hale getirilerek yapılmıştır. Bu konuda yapılmış en çok yönlü çalışmalardan biri ise Padmapriya vd.'lerine aittir (Endris vd., 2008). Söz konusu çalışma kahve atıklarının

artılması ve yönetimi ile yem, içecek, sirke, biyogaz, kafein, pektin, pektik enzimler, protein ve kompost üretiminde hammadde olarak kullanılmasının önemini vurgulamış, yetiştirme ortamı olarak kullanılmasının çevreye etkinin önlenmesi açısından önemli bir adım olacağı belirtilmiştir.

Kahve posasının yetiştirme ortamı potansiyeline ilişkin en ilginç çalışmalardan biri de Etiyopya'da gerçekleştirilmiştir (Endris vd., 2008). Bu çalışmanın ilginçliği, kahve bitkisinin verimliliğinin artırılmasına yönelik çalışmalarla birlikte, kahve bitkisine ne tür gübreleme desteği verilmesi gerektiğini sorgularken, kahve posasının da bu amaçla kullanılıp kullanılmayacağını da test etmeye çalışmasından ileri gelmektedir. Jimma Araştırma Merkezi'nde (JRC) gerçekleştirilen çalışmada, kahve posasının kompost kullanımı için beklemesi gereken ideal süre olarak kabul edilen 6-8 ayda çok daha kısa sürede de bu amaca uygun hale gelebileceğine dikkat çekilmiş, 2-3 aylık bir süre sonunda diğer organik maddelerle karıştırılarak uygulamalarda kullanıldığında olumlu sonuçlar alınabileceğine dikkat çekilmiştir.

Kahve posasının yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğinin sorgulandığı en kapsamlı çalışmalardan birisi de Dadi vd. tarafından yapılmıştır (Dadi vd., 2019). Söz konusu araştırmada, bu araştırmada olduğu gibi, kahve posası farklı oranlarda diğer organik maddelerle karıştırılmış ve bu karışımın çimlendirme performansları ele alınmıştır. Kahve posasının yerel yönetimler tarafından sağlanan bir organik atık ürünüyle farklı oranlarda (%0, 33, 50 ve 100) karıştırılması ve toplam 24 kompost yığını ile üç grup halinde toplanmasıyla elde edilen maddeler fizikokimyasal olarak analize tabi tutulmuş, ayrıca lahana tohumu (*Brassica oleracea*) kullanılarak her bir kompost tipinin tohum çimlenmesi, büyümesi ve taze baş ağırlığı verimi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır.

Kahve posasının çevreye zarar verme potansiyeli nedeniyle mutlak suretle değerlendirilmek zorunda olan bir organik atık olduğu iddiasıyla ele alındığı bir diğer çalışma da oldukça çarpıcı yaklaşımlar getirmektedir (Carmen vd., 2020). Toplam kütlenin yaklaşık %40 ila 50'sini oluşturan kahve posasının su ve toprak kirletici, flora ve fauna üzerinde büyük çevresel etkiye sahip olan ve bazı böcekler ile patojen mikroorganizmaların çoğalması açısından yakınlardaki popülasyonlar için bir sorun olduğunu iddia eden çalışma, bu nedenle posanın tarım, gıda, beslenme, tıp ve biyoteknolojideki alternatif kullanımlarını önemsemektedir. Bozulmuş toprakları iyileştirmek için organik gübre olarak, bitki patojenlerinin biyolojik kontrolünde, mikroorganizmalar ve solucanlar için gıda veya substrat olarak kullanılan posanın hem

katma değeri sağlayacağına, hem de olası olumsuz etkilerin bertaraf edilmesine katkı sağlayacağına olan inancın vurgulandığı çalışma, yenilebilir mantarların yetiştirilmesinde, enzimlerin üretiminde, kafeini parçalayan mikroorganizmalar için substrat olarak ve doğal fungusitler üreten mikroorganizmalar için kullanılabilirliğe dikkat çekmektedir.

Halkın çoğunluğunun geçimini kahve çiftçisi olarak sağladığı Endonezya'nın Sumatera eyaletinin Lampung kasabasında yapılan bir çalışmada (Sutanto vd., 2020) ise bölgede geleneksel olarak uygulanan kahve posasının kahve ve kırmızı biber bahçelerine serbestçe savrulması uygulamasından farkı olarak, kahve posasının organik gübre üretiminde rol oynayan yerli bakteriler kullanılarak yapılan teknolojik fermantasyonu ile daha çarpıcı sonuçlar alındığı vurgulanmıştır. Bu araştırmanın posanın doğrudan gübre olarak kullanımından farklı bir yol izlemiş olması, bu çalışmada da diğer organik maddelerle karışım yapılması arayışına gidilmesi konusunda yol gösterici olmuştur.

Yeşil çatılar, çevresel faydaları en uygun hale getirmek için tüm çatı yüzeyinin toprak ve yeşil örtü içeren bitkisel yayılım yaparak geçirmez membran örtü durumu oluşturması olarak tanımlanabilir (Coffman, 2007) ve bu araştırmanın en önemli motivasyonlarından biri de yeşil çatılarda azaltılması gereken yetiştirme ortamı kütlesine yönelik yeni arayışlardır. Yeşil çatılarda yetiştirme ortamı için Lanham (2007) yapmış olduğu çalışmada yeşil çatıların bitki örtüsünün kök yapısını ve devam eden büyümesini desteklemesi gerektiğini savunmuştur. Bu çalışmada toprağa alternatif oluşturma arayışı çerçevesinde farklı karışımlar kullanılmasının temel nedenlerinden biri de budur.

Yeşil çatılarda ideal yetiştirme ortamı tahliye etme özelliğine sahip, aynı zamanda, suyun emilmesi ve tutulmasında yüksek verimli olmalıdır. Bu genellikle, suyu emen ve suyun tutulacağı ince nesnelerle (nispeten küçük bir oranda) karıştırılan, gözenek boşluğu yaratan granüler mineral malzemelerle elde edilir (Ni, 2009). Yapmış olduğumuz yetiştirme ortamlarında toprakla karışım yapılarak kullandığımız kahve atığının bünyesinde birçok mineral ve element bulundurma, yetiştirme ortamlarımızın bu yargıyı destekler nitelikte olduğunu göstermektedir.

Yetiştirme ortamımızın ana materyali olan kahve atığının su tutma eğilimini ise yapmış olduğumuz fırın kurusu kurutma işlemiyle destdelemektedir. Fırın kurusu kurutma işleminde; 100 gr yağmur suyuna maruz kalmış toprak atığı ve 100 gr yağmur suyuna maruz kalmış kahve atığının fırın kurusu ortamında kurutma işlemi yaparak elde ettiğimiz sonuçlar, bu yargıyı destekler niteliktedir. Yapmış olduğumuz kurutma işleminde 100 gr yağmur suyuna maruz kalmış toprak ortamı kurutma sonucunda 35 gr ağırlığında, 100 gr

yağmur suyuna maruz kalmış kahve atığı fırın kurutma işlemi sonucunda 29 gr ağırlığında olduğu bulunmuştur. Bu sayısal veriler de kahve atığının su tutma ve bunu yüksek verimle kullanması adına yararlı olabilecek olduğu yargısını ortaya koyabilmektedir.

Yeşil çatı uygulamasında bitki gelişiminde en önemli etmenlerinden biri de su yönetimidir (Spengen, 2010). Yeşil çatı, suyu emer ve yavaş yavaş bırakır. Suyun bir bölümü bitki örtüsü tarafından tutularak, buharlaşma yoluyla atmosfere bırakılmaktadır. Yeşil çatıda tercih edilen bitkiler, çatı koşullarına karşı ortama adapte olması gerekir. Toprak derinliği az olan ekstansif çatı sisteminin yetiştirme ortamı; düşük su kullanılabilirliği, geniş sıcaklık dalgalanmaları gibi doğal durumlara maruz kalmaktadır. Bu durum yeşil çatıların oldukça stresli ve rahatsız bir ortam olmasına neden olmaktadır. Magill vd. (2011) sedum türlerinin, geniş yeşil çatıların biyotik topluluğuna hakim olduğunu savunmuştur. Bunun en büyük sebeplerinden birinin bu bitki türlerinin kuraklığa toleranslı olmasıdır. Ayrıca çalışmada; sedum türlerinin yaprak dökmemesi, böylelikle yeşil çatıların bitki örtüsünü yıl boyunca muhafaza ettiğini belirtmiştir. Bizim araştırmamızda elde etmiş olduğumuz bulgular bu yargıyı destekler niteliktedir. 33 saksıdan oluşan her bir yetiştirme ortamında kullandığımız *Sedum spurium* bitkisi; dikim esnasında can suyu verilmesi haricinde, gelişimlerini takip ettiğimiz 6 ay boyunca (mayıs-ekim) yağmur suyu dışında ek bir sulama ile desteklenmemiştir. Her bir yetiştirme ortamında 33 ayrı saksıya bitki dikilmiştir. Gelişimlerini takip ettiğimiz 3 farklı kahve oranına sahip yetiştirme ortamında, toplamda 99 saksıdaki *Sedum spurium* bitkilerinde kuruma olmaması, bu türün yeşil çatılarda suya dayanaklılığı konusunda tercih edilebilen bitki türleri arasında olduğu kanısını savunmamıza olanak sağlayabilir. Aynı koşullarda bitki gelişimi takip edilen diğer bitki türü *Fragaria ananassa* (Çilek) bitkisinde farklı oranlarda kuruma görülmüştür. Kahve oranının farklı olduğu her bir yetiştirme ortamında kurumaya maruz kalma sayıları farklılık göstermektedir. Kahve oranının sıfır olduğu yetiştirme ortamında 33 saksıdan 11 saksı %33.3'ü, kahve oranının %20 olduğu yetiştirme ortamında 33 saksıda 10 saksı %30.3'ü ve kahve oranının %50 olduğu yetiştirme ortamında 33 saksıdan 7 saksı %21.2'si kurumaya maruz kalmıştır. Her ne kadar *Fragaria ananassa* bitki türünde kuruma gözükse de bu verilere göre *Fragaria ananassa* bitki türünün düşük su kullanılabilirliği, geniş sıcaklık dalgalanmaları gibi doğal durumlara karşı vejetasyonunu genel olarak sürdürülebilirliği görülmektedir. Kahve oranının artması, bitki kuruma oranını düşürdüğü görülmektedir. Araştırmamızdaki bu sonuç kahvenin su tutma özelliğini göstermektedir.

Yeşil çatılarda yetiştirme ortamları için Ni, (2009) çalışmasında yeşil çatılarda yetiştirme ortamı, yapı mimari statüğünü olumlu yönde desteklemek adına tavana uygulanan ağırlığın minimumda tutulması için hafif olması gerektiği yargısını savunmuştur. Ayrıca; Magill vd. (2011) yapmış olduğu çalışmasında çoğu yeşil çatılarda yetiştirme ortamı materyali olarak yerel toprak kullanılamaması gerektiğini, bunun sebebinin toprak materyalinin çok ağır ve dengesiz olduğunu belirtmiştir. Yetiştirme ortamlarımızda kullandığımız kahve atığının topraktan daha hafif olması bu yargıları destekleyecek niteliktedir. Yapmış olduğumuz ölçümde, aynı hacme sahip toprak ve kahve atığı ortamlarında; %100 toprak ağırlığı 4430gr ağırlıkta ölçülürken, %100 kahve atığı ağırlığı 3740 gr ağırlıkta ölçülmüştür. Bu sayısal veri, aynı hacme sahip kahve atığı ve toprağının ağırlık bazında, kahve atığının topraktan daha hafif olduğunu ortaya koymaktadır.

4.2. Bulgulara İlişkin Tartışma

4.2.1. Yetiştirme Ortamlarında *Sedum spurium* Bitkisinin Gelişim Parametreleri (Bitki Boyu, Klorofil, Bitki Çapı, EC, Sıcaklık ve Kök Boğaz Çapı) ile İlişkisi

Bitki yetiştirme ortamı olarak ele alındığında; yeşil çatılarda sınırlı substrat (yetiştirme ortamı) ve çatı yüzeyinin olağanüstü hava koşulları yüzünden, sedum bitki türleri uygun ve sık kullanılan bitkiler olduğu öne çıkmaktadır. Sedum bitki türlerinin; yeşil çatılarda tercih edilme olanakları, su tutma özelliklerinin olması, kısa olmaları, yatayda gelişmesi bir diğer ifadeyle yüzeyde iyi yayılım yapması bu bitki türünü yeşil çatılar için uygun bir seçenek olarak sayılmaktadır (Clark vd., 2008). Yapmış olduğumuz araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular bu sonucu destekler niteliktedir. Üç farklı kahve oranına sahip yetiştirme ortamlarında *Sedum spurium* bitkisinin boylanma ve yayılım göstermesi literatür sonuçlarını desteklemektedir. Bu gelişim durumlarını kahve miktarlarının farklı olduğu ortamlar arasında incelediğimizde yapılan ölçümlerde, kahve oranının artmasıyla *Sedum spurium* bitkisinin daha az yayılım gösterdiği Şekil 23'te bivariante analizinde görülmektedir. Şekil 24'te *Sedum spurium* bitkisinde, bitki çapı gelişimi arttıkça bitki boyu gelişimi arttığı görüldü. Bu sonuca göre kahvenin *Sedum spurium* bitkisinin yeşil çatılarda gelişimine olanak sağladığı ancak özellikle kahve oranının fazla olduğu yetiştirme ortamlarında hızlı büyüme yayılım genişliği olarak tercih edilmesi diğer yetiştirme ortamlarına oranla (kahve oranının daha düşük ortamları) daha düşük olmalıdır.

Sedum'un farklı türlerine ait yeşilçatı performanslarının incelendiği birçok araştırmada benzer kaygılarla benzer analizlerin yapıldığını görmek mümkündür. Bunun temel nedeni elbette yeşil çatıların ekosistem hizmetlerine yaptıkları katkının önemidir. Bu araştırmalardan birinde Panayiotis vd. (2021) iki farklı yetiştirme ortamı kesiti kullanarak 16 ve 28 farklı *Sedum* tohumu içeren 2 farklı tohum karışımı kullanmış, Akdeniz iklim koşullarının hüküm sürdüğü yeşil çatılarda denediği bu karışımların içerisinde sadece dört türün, *Sedum acre*, *Sedum album*, *Sedum refleksum*, *Sedum sexangulare*, üç yıllık araştırma sonunda canlı kalmayı başardığını ortaya koymuştur.

Pérez vd. (2020) tarafından benzer iklim koşullarında yapılmış bir başka yeşil çatı çalışmasında ise özellikle 5 *Sedum* türü gelişim ve varlığını sürdürme açısından başarılı bulunmuştur. *Sedum album*, *Sedum sediforme*, *Sedum sexangulare*, *Sedum spurium* 'Coccineum' ve *Sedum spurium* 'Summer Glory' türleri bu başarılı bitkileri oluştururken, *Sedum spurium* araştırmada en başarısız tür olarak dikkat çekmiştir.

Kahve oranın üç farklı ortamda toprak EC değeri (iletkenliği) kahvenin karışım oranı ile arasında anlamlı ilişkisi olduğu Tablo 9'da görülmektedir. Bu sonuç H6 ve H12 hipotezimizi desteklemektedir. Kahve oranın artması yetiştirme ortamında toprak EC değerini artırmaktadır. Bu durum toprak iletkenliğinin toprağın tuzluluk oranıyla ilişkili olması nedeniyle ortamda stres etkisi oluşturmaktadır. Bunun da ortamlar arasında farklılık göstermesi bitki gelişiminde bir etmen olarak düşünülebilir. Kahve oranının artmasıyla toprak iletkenliğinin artmaktadır. Bizim araştırmamızda *Sedum spurium* bitkisinin çapında (yayılım yapmasında) kahve oranının düşük olduğu ortamlara göre daha az gelişim göstermesine neden olmuştur. Bitki çapı arttıkça toprak EC miktarı azalmaktadır (Şekil 26). Bir diğer ifadeyle kahve oranın artması bitki çapının azalmasına sebep olmuştur. Bitki çapının (yayılımının); Şekil 24'te bitki boyuyla, Şekil 28'de kök boğaz çapı ile olan gelişim parametreleri analizleri verilmiştir. Bitki boyu ve bitki kök boğaz çapının bitki yayılımıyla doğru orantılı gelişim göstermesinden dolayı toprak EC değerinin artması bu gelişim parametrelerinin azalmasına neden olmuştur. Bu sonuçlardan yola çıkarak özetle; yetiştirme ortamlarında kullandığımız bitki türü olan *Sedum spurium* bitkisinin 6 ay boyunca takip ettiğimiz gelişim parametreleri (bitki boyu, bitki çapı, bitki kök çapı); kahve oranı fazla olduğu yetiştirme ortamında, kahve oranının daha düşük olduğu ortama oranlara daha az gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Gün ışığı ve ısı miktarının aynı olduğu koşullarda kahve oranının farklı olduğu yetiştirme ortamlarının sıcaklık değerleri farklılık göstermiştir. Kahve oranının değişmesi

yetiştirme ortamlardaki ısı sığasına belirgin etki etmektedir. Bu durumda kahve oranının arttığı yetiştirme ortamında sıcaklık parametresi artış göstermektedir. Bu durumun bitki gelişimindeki farklılığa neden olduğu düşünülebilir. Tablo 8’de yapılan regresyon analizinde sıcaklığın bitki yayılımına etki eden bir parametre olduğu ortaya konmuştur. Ortam sıcaklık değerinin daha düşük olduğu yetiştirme ortamında bitki yayılımı daha çok olduğu Şekil 27’de verilmiştir. Isı sığasının özellikle yeşil çatılarda bitkinin ekolojik gelişim açısından ve ısı izolasyonu açısından etkili olması bu parametrenin önemini ortaya koymaktadır.

Yeşil çatılarda kullanılan bitkilerin çatı yüzeyine gölge sağlama kabiliyetleri nedeniyle seçilmesi gerektiği belirtilmiştir (Cunningham, 2001). Bu çalışmayı destekler nitelikte bizim araştırma alanımızda da (Şekil 27) bitki yayılımının daha çok olduğu yetiştirme ortamının sıcaklığı düşüktü. Hem bizim araştırmamız hem Cunningham’ın çalışmasında bitkinin yüzeyi kaplaması sonucu gün ışığının yetiştirme ortamına ulaşamaması yargısına varılabilir.

Sedum spurium bitki gelişiminde takip ettiğimiz diğer bir parametre olan klorofil miktarı üç farklı kahve oranında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Ancak Tablo 8’de klorofil değerinin bitki yayılımıyla doğru orantılı olarak, toprak iletkenlik değeri ile ters orantılı olarak değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Bitki yayılımı arttıkça bitkinin klorofil değeri de artmıştır (Şekil 25). Bu sonuç her ne kadar beklenen bir etki olarak gözükmesine de bitki yayılımının artması klorofil değerini arttırdığını göstermektedir.

4.2.2. Yetiştirme Ortamlarında *Fragaria Ananassa* (Çilek) Bitkisinin Gelişim Parametreleri (Bitki Boyu, Meyve Sayısı, Stolon Sayısı, Klorofil, Bitki Çapı, EC, Sıcaklık Ve Kök Boğaz Çapı) ile İlişkisi

Yeşil çatılar bitki yetiştirme ortamı olarak ele alındığında, tabii toprak zeminlere oranla birçok bakımdan sınırlı bitki yetiştirme ortamlarıdır. Bu sınırlayıcı etmenler arasında yetiştirme ortamını etkileyen başlıca etmen toprak derinliğidir. Toprak derinliğinin az olması, besinlerin, çoğunlukla mineral substrat yönünden fakir olmasına sebebiyet vermektedir (Thuring, 2007). Tüm bu olumsuzlukları karşı yeşil çatı uygulamaları için kullanılan bitkiler mevcut iklime dayanıklı, daha az bakım ile adapte olabilen ve kullanıldıkları bölgeye özgü olmalıdır. Yerli türler tercih edilmesinde bölgenin ekolojik yapısına uygun olması önemlidir (Lanham, 2007). Bunu destekler biçimde Dunnett ve ark, 2004 ’yapmış oldukları çalışmasında yeşil çatıların özellikle sıcaklığın yoğun olarak yaşandığı yaz

aylarında kuraklık tehlikesiyle karşılaşabilme olasılığını, Boivin ve ark, 2001 'soğuk hava koşullarına maruz kalınması özellikle kış aylarında soğukların bitkilerin don tehlikesine karşın kurummasına sebebiyet verebilmesinden dolayı bitki büyümesini ve hayatta kalması için tehlike arz ettiğini belirtmektedir. Bütün bu ortaya çıkabilecek olumsuzları en aza indirebilmek için geniş yeşil çatılarda kuraklığa ve soğuk hava koşullarına karşı dayanıklı bitki türlerinin tercih edilmesi canlılığının devam etmesine katkı sağlayacaktır.

Birçok sınırlayıcı etmenlerin olduğu yeşil çatılarda, *Fragaria ananassa* (Çilek) bitki türleri uygun ve sık kullanılan bitkiler olduğu öne çıkmaktadır. Thuring, C. 2007 yapmış olduğu çalışmada *Fragaria* (Çilek) bitki türlerinin yeşil çatı zor koşullarına karşı dayanıklı bir bitki türü olduğunu belirtmiş ve yeşil çatılarda bu bitki türünün yetişmesini incelemiştir. Başka bir çalışmada Richardson 2022 ve arkadaşları yeşil çatılarda *Fragaria* bitki türlerini yetiştirmiş besin ve türlerini kullanmıştır. Bu ve benzeri diğer çalışmalarda olduğu gibi yetiştirme ortamlarımızda kullandığımız *Fragaria ananassa* bitki türü yeşil çatılarda uygun ve sık kullanılan bitkiler arasında yetiştirilebileceği öne çıkarmıştır. Yetiştirme ortamlarında ki gelişim durumlarını, kahve miktarlarının farklı olduğu yetiştirme ortamları arasında yapılan ölçümlerde, kahve oranının artmasıyla *Fragaria ananassa* bitkisinin gelişim gösteren parametrelerinde farklı değişim sonuçları göstermektedir. Tablo 11'de *Fragaria ananassa* bitkisinde, bitki boyu, bitki klorofil değeri, bitki çapı, yetiştirme ortamı EC değeri (iletkenlik), yetiştirme ortamı sıcaklık değeri ve kök boğaz çaplarının birbiri ile ilişkisi verilmiştir. *Fragaria ananassa* bitkisi için yapılan bivariate analizinde gözüktüğü gibi; Şekil 29'de yetiştirme ortamları ile bitki boyu ve Şekil 32'da yetiştirme ortamları ile bitki klorofil değeri arasında negatif yönde bir ilişki, yetiştirme ortamlarının Şekil 30'da meyve sayısı ve Şekil 34'te toprak EC değeri arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu bağlamda kahve posası oranının artış göstermesi bitki boyunun ve bitki klorofil değerinin düşmesine sebep olduğu sonucuna varılabilir. Buna karşın *Fragaria ananassa* bitkisinin meyve sayısı ve yetiştirme ortamı iletkenlik değerinde artış görülmüştür. Bu sonuçlar kapsamı, kahve posasının *Fragaria ananassa* bitkisinde meyve verimini arttıran önemli bir karışım olduğu düşünülenilir. Coffman, 2007 'de yapmış olduğu çalışmada yeşil çatıları kısaca; yeşil örtü içeren bitkisel yayılım yaparak örtü durumu oluşturması olarak savunmuştur. Yapmış olduğumuz araştırmamızda elde ettiğimiz bulgular bu sonucu destekler niteliktedir. Üç farklı kahve oranına sahip yetiştirme ortamlarında *Fragaria ananassa* bitkisinin yayılım gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Şekil 32'de bitki yetiştirme ortamları ile bitki çap değeri (yayılımı) arasındaki bivariate tablosunda,

bitki grupları ile bitki çap değeri arasında yüksek oranda ilişki olduğu gözükmese, bitki gruplarında kahve oranı arttıķa bitki çap değeri azalma göstermektedir. *Fragaria ananassa* bitkisinin yayılımında en etkili parametrelerinden biri stolonlardır. Bitki grupları ile stolon sayısı arasında bariz bir etki gözükmese de (Şekil 31), bitki gruplarında kahve oranı arttıķa bitki stolon sayısı azalmaktadır. Kahve posası *Fragaria ananassa* bitkisinin stolon sayısını negatif yönde etkilemektedir. *Fragaria ananassa* bitkisinin çapını, yayılımını etkileyen parametrelere Tablo 12’de ele alınmıştır. Yapılan regresyon analizinde gruplar arasında *Fragaria ananassa* bitki çapını en çok etkileyen faktörler belirlenmiştir. Bu analizde stolon sayısının yanında, yetişme ortamı EC değeri ve bitki boyu etkileyen anlamlı parametreler olarak tespit edilmiştir. *Fragaria ananassa* bitkisi; kahve oranının yüksek olan yetişme ortamlarında, kahve oranı düşük olan yetişme ortamlarına göre daha az yayılım gerçekleŐtirse de yetişme ortamlarında yayılıma engel olmadığı ve yeşil atılarda *Fragaria ananassa* bitkisinin kullanılabilecek olduğu kanısına varılabilir.

5. SONUÇLAR

Hızla artan kentleşme ve bununla birlikte ekolojik alt yapının bozulması dünyanın zaman içerisindeki değişimini hızlandırmaktadır. Bu durum tüm dünyada birçok parametrede olduğu gibi ekolojik denge açısından tahribata neden olurken, bu tahribatlara yönelik kaçınılmaz olarak çözüm arayışları devam etmektedir. Bitki yetiştirme ortamı olarak ele alındığında; kentleşme sonucu yatayda yeşil alanların daralması, yapıların çatılarında yeşil alan kullanımının önemini ortaya çıkarmaktadır. Bitki yetiştirme alanları olarak kullanılacak yeşil çatılarda engel teşkil edecek zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu zorluklar arasında özellikle sınırlı substrat (yetiştirme ortamı) ve çatı yüzeyinin olağanüstü hava koşullar göz önünde bulundurulmalıdır. Yapmış olduğumuz araştırmada bu olumsuz durumlara çözüm olma adına atık madde olan kahve posasının bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği değerlendirildi. Yetiştirme ortamlarında gelişimlerini sayısal verilere dökmüş olduğumuz bitki türlerinin; *Sedum spurium* ve *Fragaria ananassa* bitki türlerini 6 ay boyunca (mayıs-ekim) gelişim parametreleri (bitki boyu, bitki meyve sayısı, bitki stolon sayısı, bitki klorofil değeri, bitki çapı, yetiştirme ortamı EC değeri, yetiştirme ortamı sıcaklık değeri ve bitki kök boğaz çapı) sayısal verilerle kayıt altına alındı.

Bitki yetiştirme ortamlarında kullandığımız bitki türü olan *Sedum spurium* bitkisinin 6 ay boyunca takip ettiğimiz gelişim parametreleri (bitki boyu, bitki çapı, bitki kök çapı); kahve oranının fazla olduğu yetiştirme ortamlarında gelişiminin, kahve oranının daha düşük olduğu ortamlara oranlara daha az gelişim göstermiştir. Ayrıca kahve miktarının artması bitki klorofil değerinde bariz bir etki göstermese de nispeten azalma olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara ek olarak kahve oranı arttıkça yetiştirme ortamı iletkenlik değerinin arttığı görülmüştür. Toprak iletkenlik değerinin ortam tuzluluğu ile bağlantılı olması ortamda bir stres yarattığı ve bunda bitki gelişimine olumsuz yönde etki ettiği saptanmıştır. Toprak iletkenlik değerinin yanında toprak sıcaklık değeri de benzer bir şekilde kahve oranının fazla olduğu ortamlarda daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum; bitki yayılımının az olması ve beraberinde bitkinin örtü yapamaması sonucu, gün ışığı ve ısı miktarının yetiştirme ortamına direkt maruz kalması sebebiyet vermiştir. Işığa ve sıcaklığa direkt maruz kalan ortam diğer ortamlara göre daha sıcak olmuştur.

Tüm bu verileri değerlendirme zaman aralığında yetiştirme ortamlarına dikim yapıldığı zaman olan mart ayından, verileri topladığımız son ay olan ekim ayına kadar yetiştirme

ortamlarına yağmur suyu haricinde ilave su verilmemiştir. Üç farklı grupta oluşan yetiştirme ortamlarında her bir gruba dikilen 33 saksı bitkisi toplamda 99 saksı bitkisinde kuruma olmamıştır. Bu durum kullanmış *Sedum spurium* türünün yeşil çatılarda suya dayanaklılığı konusunda tercih edilebilecek bitki türleri arasında kullanılması araştırmamızın önerileri arasındadır.

Bitki yetiştirme ortamlarında kullandığımız bitki türü olan *Fragaria ananassa* bitkisinin 6 ay boyunca takip ettiğimiz gelişim parametreleri (bitki boyu, bitki çapı, bitki stolon sayısı, bitki klorofil değeri); kahve oranının fazla olduğu yetiştirme ortamlarında, kahve oranının düşük olduğu ortamlara oranlara daha az gelişim göstermiştir. Kahve oranının arttığı yetiştirme ortamlarında bitki gelişim parametrelerinin azalmasına karşın bitki meyve sayısı artış göstermiştir. Meyve sayısı ve olgunlaşma hızı göz önünde bulundurulduğunda; özellikle meyve verimi ve erken hasat düşünülen yerlerde, toprağa göre daha erken olgunlaşma sağladığı için tercih edilebilir bir yetiştirme ortamı olarak önerilebilir.

Bu sonuçlara ek olarak kahve oranı arttıkça yetiştirme ortamında bitki kök çapı ve yetiştirme ortamı iletkenlik değerinin arttığı görülmektedir. Yetiştirme ortamı iletkenlik değerinin ortam tuzluluğu ile ilişkisi bu sonuca varılmasında etken olmuştur. Toprak sıcaklık değeri kahve oranlarının farklı olduğu yetiştirme grubunda farklılık göstermemektedir. Kahve oranının artması bitki yayılımını azalttığı sonucunu verse de, kahve oranının fazla olduğu ortamda *Fragaria ananassa* bitkisinin yetiştirme ortamını kaplayacak boyutta yayılım göstermesine engel olmamıştır. Bu durum *Fragaria ananassa* bitkisinin, kahve oranının değişkenlik gösterdiği ortamlarda zemini kaplaması gün ışığı ve ısı miktarının yetiştirme ortamına direkt maruz kalmamasına neden olmuştur. Bu durum, ortamlar arasında sıcaklık farklılığı oluşturmuştur.

Tüm bu verilerin izleme sürecinde yetiştirme ortamlarına dikim yapıldığı zaman olan mart ayından, verileri topladığımız son ay olan ekim ayına kadar *Sedum spurium* bitki türünde olduğu gibi *Fragaria ananassa* bitki türünün yetiştirme ortamlarına da yağmur suyu haricinde ilave su verilmemiştir. 3 farklı grupta oluşan yetiştirme ortamlarında, her bir gruba dikilen 33 saksı bitkisi toplamda 99 saksı bitkisinde az miktarda (ortalama %28,28) kuruma olmuştur. Yetiştirme ortamlarında her ne kadar kurumaya maruz kalınsa da bu durum, kullanılan *Fragaria ananassa* türünün yeşil çatılarda suya dayanaklılığı konusunda tercih edilebilen bitki türleri arasında olduğu sonucuna varılmaktadır.

Kahvenin her ne kadar yetiştirme ortamlarında kullanılmasını öngörsek de kahve oranının yüksek olduğu ortamların düşük olduğu ortamlara göre bitki gelişim parametrelerinin daha az gelişmiş olması nedeniyle yetiştirme ortamı olarak kahvenin birincil etmen olmadığı sonucunu varabiliriz.

Kahve atığının bitkinin gelişimi açısından topraktan daha çok destekleyici bir yetiştirme ortamı olmadığı sonucuna varılsa da bitki gelişimine katkı sağlamaktadır. Yetiştirme ortamına bitki gelişimi dışında birçok parametreyle katkı sağlamaktadır. Kahve; özellikle yeşil çatılarda özkütlesi ile yapı statikğine, su tutma özelliğiyle kuraklığa karşı bitkinin suyu tutmasına sağladığı katkı ile kahve atığının çöp olarak değil yetiştirme ortamı olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Çünkü araştırma sonuçlarımızda kahve atığının bitkileri öldürmediği görülmektedir. Kahve atığı yetiştirme ortamların kullanılması önerilir. Bu kullanım geri dönüşümü de pozitif katkı sağlayacaktır. Özellikle meyve verimine sağladığı katkıyla meyve üretimi için yetiştirilen yerlerde yetiştirme ortamı olarak tercih edilebilir. Yetiştirme ortamına bitki gelişimi dışında birçok parametreyle katkı sağlamaktadır.

Kahve; özellikle yeşil çatılarda özkütlesi ile yapı statikğine, su tutma özelliğiyle kuraklığa karşı bitkinin suyu tutmasına sağladığı katkı ile kahve atığının çöp olarak değil yetiştirme ortamı olarak kullanılmasına olanak sağlar. Yapmış olduğumuz tüm bu verilerle elde ettiğimiz sonuçlara bakılınca kahve posasının atık olarak kullanılmaması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bir şeyin sürdürülebilir olması onun kısa sürede kendini yenilemesiyle bağlantılıdır. Bunu örnekleyecek olursak; odunun yakılması sürdürülebilir bir durumdur. Çünkü bir ağacı kısa bir sürede yetiştirebilirsin. Ama toprak, kömür, petrol gibi oluşumları uzun zaman gereken maddelerde aynı yargıyı söyleyemeyiz. Bu bağlamda; bakıldığında toprağın oluşması binlerce yıl gerektirmesinden dolayı, toprağın kullanımı sürdürülebilir bir durum olmamaktadır. Bun karşın kahve ağacı birkaç yıl içinde yetişip, meyve olgunluğuna ulaşır. Girginol, 2017 kahve ağacı için ekildikten 3 yıl sonra kahve çiçeğini açar ve ardından kahve meyvesi kullanılabilir olgunluğa geldiğini belirtmiştir. Bu durum, kahvenin kullanımı için sürdürülebilir bir durum olarak nitelendirilir.

Kısacası; kahve yetiştirilip tüketime hazır olması 100 yıllar gerektirecek zaman almamaktadır. Dolayısıyla bu tanımlar sonucuna göre; sürdürülebilir olmayan toprak yerine, sürdürülebilir olan kahve kullanılarak, bir kullanımı sürdürülebilir hale getirmiş oluyoruz. Ayrıca; yeni bir sektör oluşumuna sebep olup, bir motivasyon sağlamış oluyoruz.

Bu motivasyon tüketicilere ‘kahveyi çöpe atma ’dedirtmiş olmaktadır. Bu durum bir bilinç oluşturmaya katkı sağlamış olmaktadır. Kısacası; kahve atığını kullanarak,

1. Bir doğal kaynak değerini kullanmaya,
2. Toprağı korumaya, tüketmemeye,
3. Alternatif karbon tutucu yeşil çatı yüzeyleri ile karbon ayak izini küçültmeye,
4. Bilinç oluşturmaya katkı sağlamıştır.

Kültürel olarak kahve, Türk kültüründe büyük bir öneme sahiptir. “Kırk yıl hatırı var”, “kahve yemenden gelir”, gibi atasözlerine girmiş bir değerdir. Bunun yıllardır çöp olarak kullanılması tuhaf bir durum niteliği taşımaktadır.

Bu sonuçlar, Türkiye’nin kuzey doğusu ve benzer iklim kuşağına sahip diğer coğrafi bölgeler için geçerlidir. Bu türleri farklı bölge veya iklimlerde değerlendirmek ve uzun vadeli potansiyellerini değerlendirmek için ek araştırmalara ihtiyaç vardır.

Bu araştırmanın; Türkiye’nin kuzeydoğusunda bir ilde yapılması, *Fragaria ananassa* ve *Sedum spurium* bitkilerinin kullanılması, araştırmanın takip sürecinin 6 ay olması, kahve oranlarının dağılımı, örneklem sayısının 66 olması, takip sürecinde sulama yönteminde sadece doğal yağmur suyunun kullanılması sınırlılıklarıdır.

6. KAYNAKLAR

- Akbulut, Ö., & Çapık, C. (2022). Çok Değişkenli İstatistiksel Analizler İçin Örneklem Büyüklüğü. *Journal of Nursology*, 25(2), 111-116.
- Akpınar, Ç., Demirbaş, A., & Ortaş, İ. (2020). The Effects of Different Mycorrhiza Species, Compost and Rock Phosphate Applications on the Growth of Sorghum Plant. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(12), 2583-2589.
- Altuntaş, A. (2013). Sürdürülebilir Toplumlar ve Metropollerin Baskılarından Kurtulmak İçin Alternatif Bir Yol: Sürdürülebilir Kentler/ Sustainable Communities And An Alternative Way to Escape The Pressures of Metropolis: Sustainable Cities. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9 (17), 135-148.
- Alves, R.C., Rodrigues, F., Nunes, A. M., Vinha, A.F., Oliveira, M.B.P.P. (2017). *State of the art in coffee processing by-products*. In Handbook of Coffee Processing by-Products, 1st ed.; Galanakis, C. M., London,UK: Academic Press.
- Apogee. (2015). Chlorophyll Content Meter: www.apogeeinstruments.co.uk/apogee-instrumentschlorophyll-content-meter-technical-information adresinden alınmıştır.
- Aras, B. B. (2019). Kentsel Sürdürülebilirlik Kapsamında Yeşil Çatı Uygulamaları. *Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 469-504.
- Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., & Hayat, S. (2020). Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 156, 64-77.
- Arı, E., & Yılmaz, V. (2019). Üniversite Öğrencilerinin Evsel Atık Ayırma Davranışlarının Planlı Davranış Teorisi Yardımıyla Araştırılması. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 9(1), 53-68.
- Aşık, B. B., & Kütük, C. (2012). Çay Atığı Kompostunun Çim Alanların Oluşturulmasında Kullanım Olanağı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 26(2), 47-58.
- Atıl, A., Gülgün, B., & Yörük, İ. (2005). Sürdürülebilir Kentler ve Peyzaj Mimarlığı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 42(2), 215-226.
- Au, A. Y. T. (2007). *A Planning Tool of Urban Greenroofs*. Toronto, Ontario, Canada: Ryerson University, The Degree of Master of Applied Science, Environmental Applied Science and Management.
- Bass, B., & Baskaran, B. (2003). Evaluating Rooftop and Vertical Gardens as an Adaptation Strategy for Urban Areas. *CCAF Impacts and Adaptation Progress Report*, National Research Council Canada.

- Bembridge, C. (1989). Water retention properties of organic soils and the problems associated with laboratory measurements. *Soil Survey and Land Research Centre report R 3805*. Soil Survey and Land Research Centre.
- Blanusa, T., Monteiro, M. M. V., Fantozzi, F., Vysini, E., Li, Y., & Cameron, R. W. F. (2013). Alternatives to Sedum on green roofs: Can broad leaf perennial plants offer better ‘cooling service’?. *Building and Environment*, 59, 99-106.
- Boğa, T., & Dertli, E. (2021). Kullanılmış Kahve Telvesinin Lif Kaynağı Olarak Değerlendirilme Potansiyeli. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 31, 114-120.
- Boivin, M. A., Lamy, M. P., Gosselin, A., & Dansereau, B. (2001). Effect of artificial substrate depth on freezing injury of six herbaceous perennials grown in a green roof system. *HortTechnology*, 11(3), 409-412.
- Bosmans, A., Vanderreydt, I., Geysen, D., & Helsen, L. (2013). The crucial role of Waste-to-Energy technologies in enhanced landfill mining: a technology review. *Journal of Cleaner Production*, 55, 10-23.
- Bugbee, G. J. (2002). Growth of Ornamental Plants in Container Media Amended with Biosolids Compost. *Compost Science & Utilization*, 10(2), 92-98.
- Bullock, C. H., Collier, M. J., & Convery, F. (2012). Peatlands, their economic value and priorities for their future management-The example of Ireland. *Land use policy*, 29(4), 921-928.
- Butler, C. (2011). *Ecology and Physiology of Green Roof Plant Communities*. Tufts University, Ph.D. Thesis, Medford, MA, USA.
- Calheiros, C. S., & Stefanakis, A. I. (2021). Green Roofs Towards Circular and Resilient Cities. *Circular Economy and Sustainability*, 1(1), 395-411.
- Carmen, M. T., Lorena, Z. C., Alexander, V. A., Amandio, V., & Raúl, S. (2020). Coffee pulp: An industrial by-product with uses in agriculture, nutrition and biotechnology. *Reviews in Agricultural Science*, 8, 323-342.
- Catalano, C., Pasta, S., & Guarino, R. (2021). *A Plant Sociological Procedure for the Ecological Design and Enhancement of Urban Green Infrastructure*. In: Catalano, C., Andreucci, M.B., Guarino, R., Bretzel, F., Leone, M., Pasta, S. (eds) *Urban Services to Ecosystems*, Cham, Switzerland: Future City, Springer, Cham, 17.
- Chen, D. M. C., Bodirsky, B. L., Krueger, T., Mishra, A., & Popp, A. (2020). The world's growing municipal solid waste: trends and impacts. *Environmental Research Letters*, 15(7), 074021.
- Clark, C., Adriaens, P., & Talbot, F. B. (2008). Green roof valuation: a probabilistic economic analysis of environmental benefits. *Environmental science & technology*, 42(6), 2155-2161.

- Clifford, M. N. (2000). Chlorogenic acids and other cinnamates-nature, occurrence, dietary burden, absorption and metabolism. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(7), 1033-1043.
- Coffman, R. R. (2007). *Vegetated Roof Systems: Design, Productivity, Retention, Habitat, and Sustainability in Green Roof and Ecoroof Technology*. The Ohio State University, Doctoral Dissertation, Ohio, USA.
- Coma, J., Pérez, G., & Cabeza, L. F. (2018). Life Cycle Assessment of Green Roofs. *Nature Based Strategies for Urban and Building Sustainability*, Butterworth-Heinemann.
- Conde, T., & Mussatto, S. I. (2016). Isolation of polyphenols from spent coffee grounds and silverskin by mild hydrothermal pretreatment. *Preparative Biochemistry and Biotechnology*, 46(4), 406-409.
- Cook-Patton, S. C., & Bauerle, T. L. (2012). Potential benefits of plant diversity on vegetated roofs: A literature review. *Journal of Environmental Management*, 106, 85-92.
- Cotoz, A. P., Dan, V. S., Gocan, T. M., Andreica, I., Rózsa, S., & Cantor, M. (2023). Sedum Growth Patterns under Different Pedoclimatic Conditions. *Plants*, 12(14), 2739.
- Cunningham, N. R. (2001). *Rethinking the Urban Epidermis: A Study of the Viability of Extense Green Roof Systems in the Manitoba Capital with An Emphasis on Regional Case Studies and Stormwater Management*. University of Manitoba, Master of Landscape Architecture, Winnipeg, Manitoba.
- Çevre ve Orman Bakanlığı. (2016). Atık Yönetimi Eylem Planı 2016-2023: <https://cygm.csb.gov.tr/ulusal-atik-yonetimi-ve-eylem-planı-2016-2023-hazirlandi.-haber-221234> adresinden alınmıştır.
- Dadi, D., Daba, G., Beyene, A., Luis, P., & Van der Bruggen, B. (2019). Composting and co-composting of coffee husk and pulp with source-separated municipal solid waste: a breakthrough in valorization of coffee waste. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8, 263-277.
- da Silva César, A., Werderits, D. E., de Oliveira Saraiva, G. L., & da Silva Guabiroba, R. C. (2017). The potential of waste cooking oil as supply for the Brazilian biodiesel chain. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 246-253.
- Debnath, B., Haldar, D., & Purkait, M. K. (2021). Potential and sustainable utilization of tea waste: A review on present status and future trends. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 106179.
- Descamps, C., Quinet, M., & Jacquemart, A. L. (2021). The effects of drought on plant-pollinator interactions: What to expect?. *Environmental and Experimental Botany*, 182, 104297.

- Díaz, S., & Cabido, M. (1997). Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. *Journal of Vegetation Science*, 8(4), 463-474.
- Dickinson, A. J., Lehner, K., Mi, J., Jia, K. P., Mijar, M., Dinnyen, J., ... & Benfey, P. N. (2019). β -Cyclocitral is a conserved root growth regulator. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(21), 10563-10567.
- Dinsdale, S., Pearen, B., & Wilson, C. (2006). *Feasibility Study for Green Roof Application on Queen's University Campus*. Queen's Physical Plant Services, Kingston, ON, USA.
- Dunnett, N., & Kingsbury, N. (2008). *Planting green roofs and living walls*. Portland, OR: Timber press.
- Dunnett, N., Nagase, A., & Hallam, A. (2008). The dynamics of planted and colonising species on a green roof over six growing seasons 2001-2006: influence of substrate depth. *Urban Ecosystems*, 11, 373-384.
- Efthymiopoulos, I., Hellier, P., Ladommatos, N., Russo-Profil, A., Eveleigh, A., Aliev, A., Kay, A., & Mills-Lamprey, B. (2018). Influence of solvent selection and extraction temperature on yield and composition of lipids extracted from spent coffee grounds. *Industrial Crops and Products*, 119, 49-56.
- Endris, S., Kebede, T., Yaekob, T., Kassahun, Y., & Dawid, J. (2008). The challenges and opportunities of organic fertilizers in coffee. *Ethiopian Institute of Agricultural Research*, 226.
- Erkul, E. (2012). *Yeşil Çatı Sistemlerinin Yapım Açısından İrdelenmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Eumorfopoulou, E., & Aravantinos, D. (1998). The contribution of a planted roof to the thermal protection of buildings in Greece. *Energy and buildings*, 27(1), 29-36.
- Farmer, T. D., Shaw, P. J., & Williams, I. D. (2015). Destined for indecision? A critical analysis of waste management practices in England from 1996 to 2013. *Waste Management*, 39, 266-276.
- Farrell, C., Szota, C., Williams, N. S., & Arndt, S. K. (2013). High water users can be drought tolerant: using physiological traits for green roof plant selection. *Plant and Soil*, 372, 177-193.
- Felipo, M. T. (1996). Compost as a source of organic matter in Mediterranean soils. In *The Science of composting*, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Getter, K. L., Rowe, D. B. (2008). Media depth influences Sedum green roof establishment. *Urban Ecosystems*, 11, 361-372.
- Ginting, D., Kessavalou, A., Eghball, B., & Doran, J. W. (2003). Greenhouse gas emissions and soil indicators four years after manure and compost applications. *Journal of environmental quality*, 32(1), 23-32.

- Girginol, C. R. (2017). *Kahve: Topraktan Fincana*. İstanbul: A7 Kitap Yayıncılık.
- Girginol, C. R. (2018). *Kahve-Fincandan Lezzete*. İstanbul: Oğlak Yayınları.
- Giuseppe, P. (2019). StaTips Part VI: Bivariate correlation. *South European Journal of Orthodontics & Dentofacial Research*, 6(1), 2-5.
- Golldack, D., Li, C., Mohan, H., & Probst, N. (2014). Tolerance to drought and salt stress in plants: unraveling the signaling networks. *Frontiers in plant science*, 5, 151.
- Grime, J. P. (1974). Vegetation classification by reference to strategies. *Nature*, 250, 26-31.
- Gu, B., Wang, H., Chen, Z., Jiang, S., Zhu, W., Liu, M., Chen, Y., Wu, Y., He, S., Cheng, R., Yang, J., & Bi, J. (2015). Characterization, quantification and management of household solid waste: A case study in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 98(2015), 67-75.
- Gündüzalp, A. A., & Güven, S. (2016). Atık, Çeşitleri, Atık Yönetimi, Geri Dönüşüm ve Tüketici: Çankaya Belediyesi ve Semt Tüketicileri Örneği. *Hacettepe Üniversitesi Sosyolojik Araştırmalar E-Dergisi*, 9(1), 1-19.
- Helsen, K., Hermy, M., & Honnay, O. (2012). Trait but not species convergence during plant community assembly in restored semi-natural grasslands. *Oikos*, 121(12), 2121-2130.
- Hoornweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What a waste: A global review of solid waste management*. Washington: World Bank Group.
- International Coffee Organization. (2021). Coffee Development Report: <https://www.ico.org/> adresinden alınmıştır.
- IPES FOOD. (2019). Towards a Common Food Policy for the European Union. *The Policy Reform and Realignment that is Required to Build Sustainable Food Systems in Europe*, Brussels, Belgium.
- Janissen, B., & Huynh, T. (2018). Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 110-117.
- Kadas, G. (2006). Rare invertebrates colonizing green roofs in London. *Urban habitats*, 4(1), 66-86.
- Karaçay, G. (2005). Tersine lojistik: Kavram ve işleyiş. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 14(1), 317-332.
- Karataş, A., & Büyükdinç, D. T. (2017). Organik Çay Atığının Ispanak ve Marul Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi Üzerine Etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 201-210.

- Karaosman, S. K. (2006). Yeşil Çatılar Ve Sürdürülebilir Bina Değerlendirme Sistemleri. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Kasongo, R. K., Verdoodt, A., Kanyankagote, P., Baert, G., & Ranst, E. V. (2011). Coffee waste as an alternative fertilizer with soil improving properties for sandy soils in humid tropical environments. *Soil use and Management*, 27(1), 94-102.
- Kasongo, R. K., Verdoodt, A., Kanyankogote, P., Baert, G., & Ranst, E. V. (2013). Response of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) to coffee waste application on a humid tropical sandy soil. *Soil Use and Management*, 29(1), 22-29.
- Kern, J., Tammeorg, P., Shanskiy, M., Sakrabani, R., Knicker, H., Kammann, C., ... & Glaser, B. (2017). Synergistic use of peat and charred material in growing media- an option to reduce the pressure on peatlands?. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(2), 160-174.
- Keskin, M., Arslan, A., & Bal, B. (2017). Evaluating water content of strawberry leaves using a chromameter and a chlorophyll meter. *In International Advanced Researches & Engineering Congress*, Kasım, Osmaniye, 2360-2368.
- Kılınç, İ. (2011). *Çöp ekonomisi ya da atık dedikleri*. Ankara: Epos Yayınları.
- Korkut, A., Kiper, T., & Topal, T. Ü. (2017). Kentsel Peyzaj Tasarımda Ekolojik Yaklaşımlar. *Artium*, 5(1), 14-26.
- Köhler, M. (2006). Long-Term Vegetation Research on Two Extensive Green Roofs in Berlin. *Urban habitats*, 4(1), 3-26.
- Külekçi, E. A. (2017). Geçmişten Günümüze Yeşil Çatı Sistemleri Ve Yeşil Çatılarda Kalite Standartlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Ata Planlama Ve Tasarım Dergisi*, 1(1), 35-53.
- Lam, S. S., Liew, R. K., Lim, X. Y., Ani, F. N., & Jusoh, A. (2016). Fruit waste as feedstock for recovery by pyrolysis technique. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 113, 325-333.
- Lanham, J. K. (2007). *Thermal Performance of Green Roofs in Cold Climates*. Queen's University, Department of Civil Engineering, The Degree of Master of Science (Engineering), Kingston, Ontario, Canada.
- Lazcano, C., Arnold, J., Zaller, J. G., Martín, J. D., & Salgado, A. T. (2009). Compost and vermicompost as nursery pot components: effects on tomato plant growth and morphology. *Spanish journal of agricultural research*, 4, 944-951.
- Leow, Y., Yew, P. Y. M., Chee, P. L., Loh, X. J., & Kai, D. (2021). Recycling of spent coffee grounds for useful extracts and green composites. *RSC advances*, 11(5), 2682-2692.
- Li, Y., & Babcock, Jr. R. W. (2014). Green roof hydrologic performance and modeling: a review. *Water science and technology*, 69(4), 727-738.

- Liu, K. (2004). Sustainable Building Envelope - Garden Roof Sistem Performance. *NRC-CNRC,RCI, Building Envelope Symposium* Nov 4-5: 1-14, New Orleans.
- Lozano, Y. M., & Rillig, M. C. (2020). Effects of Microplastic Fibers and Drought on Plant Communities. *Environmental Science & Technology*, 54(10), 6166-6173.
- Lundholm, J., MacIvor, J. S., MacDougall, Z., & Ranalli, M. (2010). Plant Species and Functional Group Combinations Affect Green Roof Ecosystem Functions. *PLoS ONE*, 5(3), e9677.
- MacIvor, J. S., & Lundholm, J. (2011). Performance evaluation of native plants suited to extensive green roof conditions in a maritime climate. *Ecological Engineering*, 37(3), 407-417.
- Magill, J. D., Midden, K., Groninger, J., & Therrell, M. (2011). *A history and definition of green roof technology with recommendations for future research*. Southern Illinois University Carbondale.
- Marchin, R. M., Ossola, A., Leishman, M. R., & Ellsworth, D. S. (2020). A Simple Method for Simulating Drought Effects on Plants. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1715.
- Matsuoka, T., Tsuchiya, K., Yamada, S., Lundholm, J., & Okuro, T. (2019). Value of Sedum species as companion plants for nectar-producing plants depends on leaf characteristics of the Sedum. *Urban Forestry & Urban Greening*, 39, 35-44.
- Mbagwu, J. S. C. (1989). Effects of Organic Amendments on some Physical Properties of a Tropical Ultisol. *Biological Wastes*, 28(1), 1- 13.
- McGuire, K. L., Payne, S. G., Palmer, M. I., Gillikin, C. M., Keefe, D., ... & Fierer, N. (2013). Digging the New York City skyline: soil fungal communities in green roofs and city parks. *PLoS ONE*, 8(3), e58020.
- Mendoza, R. R., de Lima, A. M., da Silva Pimentel, M. A., Pontes, A. N., & Rocha, E. (2022). World development and generation of waste. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13.
- Morales-Corts, M. R., Gómez-Sánchez, M. Á., & Pérez-Sánchez, R. (2014). Evaluation of green/pruning wastes compost and vermicompost, slumgum compost and their mixes as growing media for horticultural production. *Scientia Horticulturae*, 172, 155-160.
- Murthy, P. S., & Naidu, M. M. (2012). Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. *Resources, Conservation and recycling*, 66, 45-58.
- Mussatto, S. I., Machado, E. M. S., Martins, S., & Teixeira, J. A. (2011). Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues. *Food and Bioprocess Technology*, 4(5), 661-672.

- Najafi, M. (2014). *Fındık Dış Kabuğu Atığının Süs Bitkisi Yetiştirme Ortamında Kullanılması*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Násner, A. M. L., Lora, E. E. S., Palacio, J. C. E., Rocha, M. H., Restrepo, J. C., Venturini, O. J., & Ratner, A. (2017). Refuse Derived Fuel (RDF) production and gasification in a pilot plant integrated with an Otto cycle ICE through Aspen plus™ modelling: Thermodynamic and economic viability. *Waste Management*, 69, 187-201.
- Nektarios, P. A., Kokkinou, I., & Ntoulas, N. (2021). The effects of substrate depth and irrigation regime, on seeded Sedum species grown on urban extensive green roof systems under semi-arid Mediterranean climatic conditions. *Journal of Environmental Management*, 279, 111607.
- Ni, J. Y. (2009). *Green Roof Study: Stormwater Quantity, Quality and Thermal Performance*. University of Pittsburgh, M.S thesis, USA.
- O'Carroll, D. M., Sia, M. E., Staniec, M., Voogt, J. A., Lundholm, J. T., Smart, C. C., & Robinson, C. E. (2023). Influence of vegetation type and climatological conditions on evapotranspiration from extensive green roofs. *Journal of Hydrology*, 617, 128951.
- Osmundson, T. F. (1999). *Roof Gardens: History, Design and Construction*. New York: Norton Company.
- Ondrasek, G., Rathod, S., Manohara, K. K., Gireesh, C., Anantha, M. S., Sakhare, A. S., ... & Horvatinec, J. (2022). Salt stress in plants and mitigation approaches. *Plants*, 11(6), 717.
- Öktem, B. (2016). Atık Yönetiminde Entegre Uygulama. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6(2/1), 135-147.
- Öz, K. (2019). *Fındık Zuruğu ile Hazırlanan Yetiştirme Ortamlarının Çuha (Primula Vulgaris) Bitkisinin Gelişimine Etkisi*. Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ordu.
- Özenç, D. B., & Şenlikoğlu, G. (2017). Kompost ve azotlu gübre uygulamasının ıspanak bitkisinin (Spinacia oleracea L.) gelişimi üzerine etkileri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 227-234.
- Panhuysen, S., & Pierrot, J. (2018). *Coffee Barometer 2018*. The Hague: Hivos, <https://hivos.org/assets/2018/06/Coffee-Barometer-2018.pdf> adresinden alınmıştır.
- Parker, D., (2010). Briefing: Remanufacturing and Reuse- trends and prospects. *Waste and Resource Management*, 163(4), 141-147.
- Pehlevan, A., Yaşar, Y., & Maçka, S. (2010). Bitkilendirilmiş Çatılar: Yeşil Çatılar, Çatı Bahçeleri. *Arredamento Mimarlık*, 6, 114-124.

- Pérez, G., Chocarro, C., Juárez, A., & Coma, J. (2020). Evaluation of the development of five Sedum species on extensive green roofs in a continental Mediterranean climate. *Urban Forestry & Urban Greening*, 48, 126566.
- Pestana, L. D. O. B., & Ventura, K. S. (2020). Avaliação do Descarte de Resíduos Sólidos no Meio Urbano. Estudo de Caso: Zona ZOEMI-APOC de Araraquara SP. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, 16(1), 114-130.
- Quested, H., Eriksson, O., Fortunel, C., & Garnier, E. (2007). Plant Traits Relate to Whole-Community Litter Quality and Decomposition following Land Use Change. *Functional Ecology*, 21(6), 1016-1026.
- Ragossnig, A. M. (2017). What is the real scope of waste management?. *Waste Management & Research*, 35(11), 1097-1098.
- Read, A. D. (1999). "A weekly doorstep recycling collection, I had no idea we could!": overcoming the local barriers to participation. *Resources, Conservation and Recycling*, 26(3-4), 217-249.
- Riaz, A., Arshad, M., Younis, A., Raza, A., & Hameed, M. (2008). Effects of different growing media on growth and flowering of *Zinnia elegans* cv. Blue point. *Pakistan Journal of Botany*, 40(4), 1579-1585.
- Richardson, M. L., Arlotta, C. G., & Lewers, K. S. (2022). Yield and nutrients of six cultivars of strawberries grown in five urban cropping systems. *Scientia Horticulturae*, 294, 110775.
- Rowe, D. B., Getter, K. L., & Durhman, A. K. (2012). Effect of green roof media depth on Crassulacean plant succession over seven years. *Landscape and Urban Planning*, 104(3-4), 310-319.
- Saltan, F. Z., & Kaya, H. (2018). Kahve: Bir Farmakognozik Derleme. *FABAD Journal of Pharmaceutical Sciences*, 43(3), 279-289.
- Sanchez, P. A. (2002). Soil Fertility and Hunger in Africa. *Science*, 295(5562), 2019-2020.
- Sayın, A. A., & Yerli, A. (2020). Evsel Atıklarda Geri Dönüşüm Farkındalığı ve Ekonomiye Katkısının İncelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16(29), 1849-1874.
- Schmilewski, G. (2007). Growing Medium Constituents Used in the EU. *International Symposium on Growing Media 2007*, 819, 33-46.
- Schübeler, P., Wehrle, K., & Christen, J. (1996). *Conceptual Framework for Municipal Solid Waste Management in Low-Income Countries*. Switzerland: UNDP/UNCHS/WORLD BANK-UMP, Swiss Agency for Development and Cooperation, Swiss Centre for Development Cooperation in Technology and Management.
- Seal, H. L. (1967). Studies in the History of Probability and Statistics. XV The historical development of the Gauss linear model. *Biometrika*. 54 (1-2), 1-24.

- Sedef, M. (2016). *Katı Atık Yönetimi*. Uzmanlık Tezi, Ankara: İller Bankası Anonim Şirketi
- Sequi, P. (1996). The role of composting in sustainable agriculture. *The science of composting*, Dordrecht: Springer Netherlands.
- Seth, D., Athparia, M., Singh, A., Rathore, D., Venkatramanan, V., Channashettar, V., ... & Kataki, R. (2023). Sustainable environmental practices of tea waste—a comprehensive review. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-19.
- Snodgrass, E. C., & McIntyre, L. (2010). *The Green Roof Manual - A Professional Guide to Design, Installation and Maintenance*. Portland, London: Timber Press Inc.
- Snodgrass, E. C., & Snodgrass, L. L. (2006). *Green roof plants: a resource and planting guide*. Portland, OR: Timber Press.
- Speak, A. F., Rothwell, J. J., Lindley, S. J., & Smith, C. L. (2013). Reduction of the urban cooling effects of an intensive green roof due to vegetation damage. *Urban Climate*, 3, 40-55.
- Spengen, J. V. (2010). *The Effects of Large-Scale Green Roof Implementation on the Rainfall-Runoff in a Tropical Urbanized Subcatchment*. Delft University of Technology, Dutch Research Institute, Master Thesis, Netherlands.
- Straaten, P. V. (2007). *Agrogeology: the use of rocks for crops*. Cambridge, Ontario, Canada: Enviroquest Limited.
- Sutanto, A., Achyani, A., Noor, R., Subandowo, D., & Thresia, F. (2020). Coffee pulp fermentation techniques for the sustainable organic agriculture. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1469, 012019.
- Tepecik, M., Barlas, N. T., Bozokalfa, M. K., Aşçıoğlu, T. K., Kayıkçıoğlu, H. H., Eşiyok, D., Uzmay, C., & Ayyılmaz, T. (2019). Çiftlik gübresinin kerevizin (*Apium graveolens* L. var. *rapaceum*) bitki besin elementleri üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32, 97-101.
- Thanarasu, A., Periyasamy, K., Devaraj, K., Periyaraman, P., Palaniyandi, S., & Subramanian, S. (2018). Tea powder waste as a potential co-substrate for enhancing the methane production in anaerobic digestion of carbon-rich organic waste. *Journal of Cleaner Production*, 199, 651-658.
- Thanh, N. P., Matsui, Y., & Fujiwara, T. (2010). Household solid waste generation and characteristic in a Mekong Delta city, Vietnam. *Journal of Environmental Management*, 91(11), 2307-2321.
- Thuring, C. (2007). Green roofs are growing up. *Native plant society of BC*, 12, 3-8.
- Tohum, N. (2011). *Sürdürülebilir Peyzaj Tasarım Aracı Olarak Yeşil Çatılar*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Topal, A. (2012). *Entegre Katı Atık Yönetiminde Politika Araçları (İdari, Ekonomik ve Bilgilendirici Araçlara İlişkin Uygulama Örnekleri)*. İstanbul:Beta Yayınları.
- TÜİK. (2018). Atık Bertaraf ve Geri Kazanım Tesisleri İstatistikleri: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Bertaraf-ve-Geri-Kazanım-Tesisleri-Istatistikleri-2018-30665> adresinden alınmıştır.
- TÜİK. (2020). Atık İstatistikleri: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2020-37198> adresinden alınmıştır.
- URL-1. (2023, Aralık 01). Yeşil Çatı Uygulamaları: <https://www.izoguard.com.tr/product/cati-arasi-yalitim> adresinden alınmıştır.
- URL-2. (2023, Aralık 09). Earth Anchors for Every Application: <https://platipus.us/project/hall-winery-st-helena-ca/> adresinden alınmıştır.
- URL-3. (2023, Aralık 09). Root Anchor: https://www.google.com/search?q=ROOT+ANCHOR&oq=root+anchor&gs_lcrp=EgZjaHJvbWUqEAgAEEUYExgnGDsYgAQYigUyEAgAEEUYExgnGDsYgAQYigUyCagBEEUYJxg7MgYIAhBFGEAYCQgDEAAyExiABDIJCAQQABgTGIAEMgkIBRAAGBMYgAQyCQgGEAAyExiABDIJCAcQABgTGIAEqAIA&sourceid=chrome&ie=UTF-8#imgrc=HI5RA_yeJqeWtM&imgdii=4aUviPLh2wDmzM adresinden alınmıştır.
- URL-4. (2023, Aralık 09). One La Jolla Center, California: <https://platipus.us/project/one-la-jolla-center-california/> adresinden alınmıştır.
- URL-5. (2023, Aralık 23). Ölçü Aletleri: <http://www.metresan.com.tr/hakkimizda> adresinden alınmıştır.
- URL-6. (2023, Ekim 17). Ölçme ve Kontrol: https://cdn.hitit.edu.tr/mf/files/29952_1710051007613.pdf adresinden alınmıştır.
- Uzun, T. (2007). Ekolojik Mimaride Yeşil Çatı Uygulamaları. Ekolojik ve Mimari Planlama Sempozyumu, Antalya.
- VanWoert, N. D., Rowe, D. B., Andresen, J. A., Rugh, C. L., Fernandez, R. T., & Xiao, L. (2005). Green Roof Stormwater Retention: Effects of Roof Surface, Slope, and Media Depth. *Journal of Environmental Quality*, 34(3), 1036-1044.
- Vaughn, J. (2009). *Waste Management A Reference Handbook*. Santa Barbara, CA, USA: ABC- Clio.
- Velazquez, L. S. (2005). Organic Greenroof Architecture: Sustainable Design for the New Millennium. *Environmental Quality Management*, 14(4), 73-85.
- Vidyasagaran, K., Kumar, V., & Ajeesh, R. (2014). Utilization of municipal garbage as component potting media for the production of teak (*tectona grandis* l.f) seedlings in the nursery. *The Ecoscan*, 8(3-4), 215- 219.

- Waldbaum, H. (2008). *Green Roofs for Urban Agriculture*. Dagenham: University of East London, School of Computing and Technology, MSc Architecture: Advanced Environmental and Energy Studies.
- Weiler, S., & Scholz-Barth, K. (2009). *Green Roof Systems - A Guide to the Planning, Design and Construction of Landscapes over Structure*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Werthmann, C. (2007). *Green Roof - A Case Study: Michael Van Valkenburgh Associates' Design For The Headquarters of The American Society of Landscape Architects*. New York: Princeton Architectural Press.
- Whaley, E. (2001). Space tool fills universal void: Chlorophyll meter designed for satellite finds earthly uses. *Eng. Technol. Sustainable World*, 8(2), 13-14.
- Wijetunga, S. (2013). Community views and attitudes for waste management improvement in a higher education institute: Case study. *Journal of Environmental Professionals Sri Lanka*, 1(1), 57-69.
- Worden, E., Guidry, D., Ng, A. A., & Schore, A. (2004). *Green Roofs in Urban Landscapes*. University of Florida, IFAS Extension.
- Yalçınalp, E. (2023). *Bitki Bitki Söyle Bana - 7'den 77'ye Herkes İçin Bitkiler Hakkında Şaşırtıcı Bilimsel Gerçekler (1. Baskı)*. İstanbul: İkinci Adam Yayınları.
- Yağmur, B., & Okur, B. (2017). Kompost Ahır Gübresi ve Kükürt Uygulamalarının Kireçli Alkalın Toprakta Yetiştirilen Fasulye Bitkisinin Gelişimi Üzerine Etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 13-25.
- Yalçınalp, E., Sivil, M., Meral, A., & Demir, Y. (2019). Green roof plant responses to greywater irrigation. *Applied Ecology & Environmental Research*, 17(2), 3667-3680.
- Yaman, K. (2012). Bitkisel Atıkların Değerlendirilmesi ve Ekonomik Önemi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 12(2), 339-348.
- Yeni, O. (2014). Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma: Bir Yazın Taraması. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(3), 181-208.
- Yıldırım, S., Özbürak, Ç., & Özden, Ö. (2023). Green Roofs, Vegetation Types, Impact on the Thermal Effectiveness: An Experimental Study in Cyprus. *Sustainability*, 15(3), 2807.
- Yılmaz, S. (2014). *Hatay Bölgesinde Tüketilen Kahve Örneklerinin Mineral İçeriklerinin Araştırılması*. Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Hatay.
- Zalata, E., & Melkinov, D. (2017). *Green roofs in Saint Petersburg*. Saimaa University of Applied Sciences Technology, Bachelor's Thesis, Lappeenranta, Finland.

[illegible]

%20 KAHVE %80 TOPRAK		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22
A_SEDUM	BİTKİ BOYU																						
AY	KLOROFİL(SPAD)																						
	BİTKİ ÇAPI																						
	TOPRAK EC																						
	SICAKLIK																						
	KÖK BOĞAZ ÇAPI																						
%20 KAHVE %80 TOPRAK		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22
B_ÇİLEK	BİTKİ BOYU																						
AY	MEYVE TOMURCUK SAYISI																						
	KLOROFİL(SPAD)																						
	BİTKİ ÇAPI																						
	TOPRAK EC																						
	SICAKLIK																						
	KÖK BOĞAZ ÇAPI																						

%50 KAHVE %50 TOPRAK		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22
A_SEDUM	BİTKİ BOYU																						
AY	KLOROFİL(SPAD)																						
	BİTKİ ÇAPI																						
	TOPRAK EC																						
	SICAKLIK																						
	KÖK BOĞAZ ÇAPI																						
%50 KAHVE %50 TOPRAK		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22
B_ÇİLEK	BİTKİ BOYU																						
AY	MEYVE TOMURCUK SAYISI																						
	KLOROFİL(SPAD)																						
	BİTKİ ÇAPI																						
	TOPRAK EC																						
	SICAKLIK																						
	KÖK BOĞAZ ÇAPI																						

ÖZGEÇMİŞ

Özgür DEMİRCİ, ilköğretim, ortaöğretim ve lise öğrenimini Trabzon’da tamamladı. 2007 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2011 yılında lisans eğitiminden mezun oldu. Aynı yıl Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda başladığı yüksek lisans eğitimini 2018 yılında “Kent Parkları Ölçeğinde Yenilebilir Peyzaj” adlı tez araştırması ile tamamladı. 2019 yılında başladığı doktora eğitimi ile öğrenimine devam etmektedir.

