

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ORGANİK ATIKLARIN SÜS BİTKİSİ YETİŞTİRME  
ORTAMI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mürüvet Hazel ÖZTEKİN**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Ömer Hulusi DEDE**

**Ocak 2018**

T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

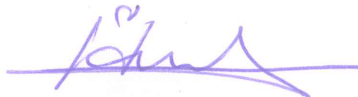
**ORGANİK ATIKLARIN SÜS BİTKİSİ YETİŞTİRME  
ORTAMI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN  
İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Mürüvet Hazel ÖZTEKİN**

**Enstitü Anabilim Dalı : ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ**

**Bu tez 22/01/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.**



**Yrd.Doç.Dr.  
Ömer Hulusi DEDE  
Jüri Başkanı**



**Prof. Dr.  
Saim ÖZDEMİR  
Üye**



**Yrd. Doç. Dr.  
Süleyman ŞAKAR  
Üye**

## **BEYAN**

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Mürüvet Hazel ÖZTEKİN

12.12.2017

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleőtirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaőan, kendisine ne zaman danıősam bana kıymetli zamanını ayırıp, sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düőündüęüm kıymetli ve danıőman hoca statüsünü hakkıyla yerine getiren Sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer Hulusi Dede'ye teőekkürü bir borç biliyor ve őükranlarımı sunuyorum. Yine laboratuvar çalışmalarında, kaynak, yol yöntem konularında sürekli yardımda bulunarak yol gösteren ve gelecekteki hayatında çok daha baőarılı olacağına inandığım kıymetli Arő. Gör. Hasan zer'e de teőekkürlerimi sunarım. Ayrıca lisans ve yüksek lisans döneminde bana kattığı her bilgi için değerli hocalarımdan baőtta Sayın Prof. Dr. Saim zdemir olmak üzere, Sayın Yrd. Doç. Dr. Glgn Dede'ye ve tüm hocalarıma çok teşekkür ederim.

Son olarak beni bu günlere sevgi ve sayęı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiőtirerek getiren ve okul hayatım boyunca desteğini hiç eksik etmeyen aileme sonsuz sevgi ve őükranlarımı sunuyorum.

## İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY .....	ix

### BÖLÜM 1.

GİRİŞ .....	1
-------------	---

### BÖLÜM 2.

KONUNUN BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK UYGULAMADAKİ YERİ .....	4
2.1. Bitkisel Üretimde Yetiştirme Ortamı Kullanımı .....	5
2.1.1. Hidroponik yetiştirme ortamları (Su kültürleri).....	6
2.1.2. Katı yetiştirme ortamları (Su kültürleri).....	6
2.2. Organik Atıklardan Geliştirilen Yetiştirme Ortamları .....	7
2.2. Konuyla İlgili Olarak Daha Önce Yapılmış Bilimsel Çalışmalar .....	8

### BÖLÜM 3.

MATERYAL VE METOT .....	17
3.1. Çalışmada Kullanılan Organik Atıkların Temini ve Ön İşlemler .....	18
3.2. Yetiştirme Ortamlarının Özelliklerinin Belirlenmesi.....	20
3.2.1. Partikül boyut dağılımının belirlenmesi.....	20
3.2.2. Özgül ağırlığın belirlenmesi.....	21
3.2.3. Hacim ağırlığının belirlenmesi.....	21
3.2.4. Toplam porozitenin belirlenmesi .....	23

3.2.5. Hava kapasitesinin belirlenmesi.....	23
3.2.6. Su tutma kapasitesinin belirlenmesi.....	23
3.2.7. Yeniden su çekme özelliklerinin belirlenmesi.....	23
3.2.8. Numunelerin sıkışma özelliklerinin belirlenmesi.....	24
3.2.9. Numunelerin pH larının belirlenmesi.....	24
3.2.10. Numunelerin elektriksel iletkenliklerinin (EC) belirlenmesi...	25
3.2.11. Numunelerin organik maddelerinin belirlenmesi.....	26
3.2.12. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri.....	27
3.3. İstatistiksel Yöntemler Kullanılarak Sonuçların İncelenmesi.....	28

#### BÖLÜM 4.

BULGULAR VE TARTIŞMA.....	29
4.1. Organik Atıkların Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılabilirliklerinin İncelenmesi.....	30
4.1.1. Fındık zürufu.....	30
4.1.2. Ağaç talaşı.....	32
4.1.3. Çay atığı.....	33
4.1.4. Mısır samanı.....	35
4.1.5. Ağaç kabuğu.....	36
4.1.6. Pirinç kabuğu.....	37
4.1.7. Atık mantar kompostu.....	39
4.1.8. Evsel atık kompostu.....	40
4.1.9. Ticari Torf.....	41
4.2. Organik Atık Numunelerinin yüzey ve iç yapısının incelenmesi.....	43
4.3. Organik Atık Numunelerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması.....	47

#### BÖLÜM 5.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	52
KAYNAKLAR.....	54
ÖZGEÇMİŞ.....	58

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AT	: Ağaç Talaşı
BC	: Biyolojik Kömür
BD	: Hacimsel Yoğunluk
CI	: Partikül Boyut indeksi
ÇK	: Çam Kabuğu
ÇA	: Çay Atığı
dg	: Geometrik Ortalama
$\sigma$	: Geometrik Sapma
EC	: Elektriksel İletkenlik
EK	: Evsel Atık Kompostu
FZ	: Fındık Zürufu
HA	: Humik Asit
KDK	: Katyon Değişim Kapasitesi
MK	: Atık Mantar Kompostu
MS	: Mısır Samanı
OWC	: Zeytin Cibresi Kompostu
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu
P	: Fosfor
PD	: Partiküler Yoğunluk
PK	: Pirinç Kabuğu
WHC	: Su Tutma Kapasitesi

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Sıvı yetiştirme ortamı kullanımı .....	6
Şekil 2.2. Katı yetiştirme ortamı kullanımı .....	7
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan organik atık numuneleri .....	19
Şekil 3.2. Partikül boyut dağılımını belirlemede kullanılan elek seti .....	21
Şekil 3.3. Çelik halkalardaki numunelerin kum kovalarında drene edilmesi .....	22
Şekil 3.4. Çelik halkalardaki numunelerin etüvde kurutulması .....	22
Şekil 3.5. Kuru numunelerin 10 ml suyu çekmesi .....	24
Şekil 3.6. Numunelerin sıkıştırma özelliklerinin belirlenmesi .....	24
Şekil 3.7. Numunelerin çelik halkalardan çıkarılması .....	25
Şekil 3.8. Yetiştirme ortamı ve saf su karışımlarının çalkalanması .....	26
Şekil 3.9. Yetiştirme ortamı numunelerinin kül fırınında yakılması .....	26
Şekil 3.10. Numunelerin 5 nm kalınlığında altın filmle kaplanması .....	27
Şekil 3.11. Hazırlanan numunelerin SEM resimlerinin alınması .....	28
Şekil 4.1. Fındık zürufu numunesinin partikül boyut dağılımı .....	31
Şekil 4.2. Ağaç talaşı numunesinin partikül boyut dağılımı .....	32
Şekil 4.3. Çay atığı numunesinin partikül boyut dağılımı .....	34
Şekil 4.4. Mısır samanı numunesinin partikül boyut dağılımı .....	35
Şekil 4.5. Ağaç kabuğu numunesinin partikül boyut dağılımı .....	36
Şekil 4.6. Pirinç kabuğu numunesinin partikül boyut dağılımı .....	38
Şekil 4.7. Atık mantar kompostu numunesinin partikül boyut dağılımı .....	39
Şekil 4.8. Evsel atık kompostu numunesinin partikül boyut dağılımı .....	40
Şekil 4.9. Ticari torf numunesinin partikül boyut dağılımı .....	42
Şekil 4.10. Fındık zürufu numunesinin SEM fotoğrafı .....	44
Şekil 4.11. Ağaç talaşı numunesinin SEM fotoğrafı .....	44
Şekil 4.12. Çay atığı numunesinin SEM fotoğrafı .....	45
Şekil 4.13. Mısır samanı numunesinin SEM fotoğrafı .....	45



Şekil 4.14. Ağaç kabuğu numunesinin SEM fotoğrafı .....	45
Şekil 4.15. Pirinç kabuğu numunesinin SEM fotoğrafı .....	46
Şekil 4.16. Atık mantar kompostu numunesinin SEM fotoğrafı.....	46
Şekil 4.17. Evsel atık kompostu numunesinin SEM fotoğrafı.....	46
Şekil 4.18. Ticari torf numunesinin SEM fotoğrafı .....	47

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Fındık zürufunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	32
Tablo 4.2. Ağaç talaşının bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	33
Tablo 4.3. Çay atığının bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	34
Tablo 4.4. Mısır samanının bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	36
Tablo 4.5. Ağaç kabuğunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	37
Tablo 4.6. Pirinç kabuğunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	38
Tablo 4.7. Atık mantar kompostunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	40
Tablo 4.8. Evsel atık kompostunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması .....	41
Tablo 4. 9. Ticari torfun bazı özelliklerinin ve ideal değerlerle karşılaştırılması ....	43
Tablo 4.10. İncelenen organik atıkların partikül boyut indeksi (CI), partikül boyutlarının geometrik ortalaması ve geometrik ortalamaların standart sapmaları.....	48
Tablo 4.11. Organik atık numunelerinin bazı fiziksel özellikleri .....	49
Tablo 4.12. Organik atık numunelerinin hidrolik özellikleri .....	50
Tablo 4.13. Organik atık numunelerinin bazı fiziko kimyasal özellikleri .....	51

## ÖZET

Anahtar Kelimeler: mikroskobik yapı, tarımsal organik atık, yetiştirme ortamı, karakterizasyon

Tarımsal aktiviteler ve tarımsal üretim sürecinde, geniş bir yelpazedeki her bir organik atık türü miktarı bir süreden sonra artış göstermektedir. Bu atıklar çoğunlukla rastgele seçilen bir yere atılmakta ya da yakılarak imha edilmeye çalışılmaktadır. Bu gibi uygulamalar çok yoğun biçimde çevresel kirliliğe ve hava kirliliği, kötü koku, patojen üremesi ve vektör çekiciliği gibi elverişsiz durumlara sebebiyet vermektedir. Bu atıklar işe yarar atık değerlendirme yöntemleri kullanılarak uygulanabilir ve etkili bir üretime dönüştürülebilir. En iyi seçeneklerden biri bu atıkları süs bitkisi yetiştirmede alt madde olarak kullanmaktır. Bu çalışmayla amaçlanan Türkiye’de tarımsal etkinlikler sürecinde meydana gelen ve substrat olması mümkün olan organik atıkların mikro ölçekli yapısını, fiziksel ve hidro-fiziksel karakterizasyonunu saptamaktır. Çalışmada kullanılacak organik atık numuneleri Fındık Zürafu (HH), Mısır Samanı (MS), Çam Kabuğu (PB), Çay atığı (TW), Ağaç Talaşı (WW), Pirinç Kabuğu (RH), Atık Mantar Kompostu (SMC), Evsel Atık Kompostu (MWC) olarak belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, organik atık numunelerinin yüzey ve iç yapıları ayrışma derecelerine göre farklılık göstermektedir. İleri derecede ayrışmış numunelerde (HH, SMC, MWC) mikro gözenekler çoğunlukta iken az ayrışmış numunelerde (TW, MS, RH) makro gözenekler fazla olmuştur. Yetiştirme ortamı için elde edilen fiziksel ve fiziko-kimyasal özellikler ideal değerlerle kıyaslandığında HH’de (Hacimsel yoğunluğu (0.169 g/cm<sup>3</sup>), Partiküler yoğunluk (1.489 g/cm<sup>3</sup>), Porozite (88.6% v/v), Hava kapasitesi (55.1 % v/v), Su tutma kapasitesi (335 ml l-1), Islanabilirlik kapasitesi (1.92 minute), Büzüşme ((16.1 % v/v), pH (4.82), EC (2.975 mS/cm) ve Organik madde (94.22 %)) olarak en iyi sonuçlar saptanmıştır. RH’de (Hacimsel yoğunluk (0.099 g/cm<sup>3</sup>), Partiküler yoğunluk (1.524 g/cm<sup>3</sup>), Porozite (93.47 % v/v), Hava kapasitesi, (84.53 % v/v), Su tutma kapasitesi (89 ml l-1), Islanabilirlik kapasitesi (< 1 minute), Büzüşme (24.99 % v/v), pH (7.57), EC (0.315 mS/cm), Organik madde (89.24 %)) elverişsiz sonuçlar saptanmıştır. Sonuç olarak test edilen organik atıkların yetiştirme ortamı bileşeni olarak kullanımı doğal torfa bir alternatif olarak kullanım potansiyeli barındırır.

# STUDYING THE UTILITY OF ORGANIC WASTES AS A GROWING MEDIA OF ORNAMENTAL PLANT

## SUMMARY

Keywords: Microscopic structure, agricultural organic waste, growing media, characterization

In the course of agricultural activities and agricultural production, the amount of each type of organic waste in a wide range, increases after a period. These wastes are often disposed at randomly selected locations or are being destroyed by incineration. Such applications cause intense environmental pollution, unfavorable conditions such as air pollution, bad smell, pathogen recurrence and vector attraction. These wastes can be utilized using useful waste assessment methods and can be transformed into effective production. One of the best options is to use these wastes as sub-materials in the ornamental plantation. In this study, it is aimed to determine the micro-scale structure, physical and hydro-physical characterization of organic wastes which are possibly substrates in the course of agricultural activities in Turkey. Organic waste samples to be used in the work are as follows: Hazelnut Husk (HH), Maize straw (MS), Pine Bark (PB), Tea Waste (TW), Saw Dust (WW), Rice Hull (RH), Spent Mushroom Compost (SMC) Municipal Waste Compost (MWC). According to the results obtained in the study, the surface and internal structures of organic waste samples vary according to the degree of decomposition. The micropores were predominant in the advanced dissociated samples (HH, SMC, MWC) while the macropores were more in the less dissociated samples (TW, MS, RH). The physical and physico-chemical properties obtained for the cultivation medium were compared with the ideal values in the HH, bulk density (0.169 g / cm<sup>3</sup>), Particular density (1.489 g / cm<sup>3</sup>), Porosity (88.6% (16.1% v / v), pH (4.82), EC (2.975 mS / cm) and organic matter (94.22 m / v), water retention capacity (335 ml l<sup>-1</sup>), wettability (84.93% v / v), Porosity (93.47% v / v), Air capacity (84.53% v / v), Water retention capacity (89 ml l<sup>-1</sup>), Wettability capacity (<1 minute), Shrinkage (24.99% v / v), pH (7.57), EC (0.315 mS / cm), Organic matter (89.24%) were determined to be the best results. As a result, the use of tested organic wastes as a component of the growing medium has the potential to be used as an alternative to natural peat.

## **BÖLÜM 1. GİRİŞ**

Son yıllarda şehirlerin nüfusu hızla artmakta ve ihtiyacı karşılamak için kurulan yeni yerleşim alanları ile şehirler genişlemektedir. Yeni yerleşim alanlarının inşa edilmesi ve mevcut yerleşim alanlarının yeniden düzenlenmesinde peyzaj uygulamaları önemli bir yer tutmaktadır. Bundan dolayıdır ki dünyada ve ülkemizde peyzaj çalışmaları hızla artmış ve artmaya da devam etmektedir. Peyzaj uygulamalarında görülen bu hızlı artış, bu uygulamaların temel bileşeni olan süs bitkilerine olan talebi de artırmış ve süs bitkisi üretimi ve satışını önemli bir tarımsal ve ticari faaliyet haline getirmiştir. Kullanıma hazır son ürün olarak yetiştirilmiş süs bitkilerinin satışının yanında, süs bitkilerine özel tohum, fidan, yetiştirme ortamı, gübre, ilaç, makina ve teçhizatın tamamı birlikte düşünüldüğünde sektörün büyüklüğü ve önemi daha iyi anlaşılabilir.

Temelde bitkisel üretim olarak tarımsal bir faaliyet olsa da, süs bitkisi üretimi, alışıla gelmiş tarım uygulamalarına göre önemli farklılıklara ve özel ihtiyaçlara sahiptir. Tarımsal faaliyetlerin büyük bölümünde bitkiler, tarla ve bahçelerde ve doğrudan doğal toprakta yetiştirilir. Süs bitkisi üretimi ise, sektörün kendine özgü uygulama ve satış şartlarından dolayı, genel olarak çeşitli ebatlarda ki saksılarda yapılmaktadır. Tarla ve bahçelerdeki büyük miktardaki toprağın bitkiler için olumsuz olabilecek şartları, önemli ölçüde tolere edebilme kapasitesi bulunmaktadır. Saksılı üretimde bu avantaj bulunmadığından kullanılacak yetiştirme ortamı büyük önem kazanmaktadır. Bundan dolayıdır ki başta saksılı süs bitkisi yetiştiriciliğinde olmak üzere, fide, fidan ve rulo çim üretimi ve bazı sera uygulamalarında yetiştirme ortamı kullanımı hızla artmaktadır.

Yetiştirme ortamlarında aranan temel özellikler, köklerin tutunabilmesi ve bitkiye destek olabilmesi için stabilitesinin yüksek olması, bitkiye su sayılabilmesi için hidrolik özelliklerinin iyi olması, kökler için gerekli havanın sağlanabilmesine izin vermesi ve çeşitli bitki besin elementlerini içermesi olarak sıralanmaktadır [1]. Bitki besin elementi içeriğinin doğal veya yapay gübre kullanımı gibi basit uygulamalar ile iyileştirilebileceği göz önünde bulundurulursa, organik materyallerin fiziksel ve hidrolik özelliklerinin uygunluğu yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğinde belirleyici olmaktadır [2,3]. Dünya genelinde gün geçtikçe artan bir uygulama olarak, uygun yöntemlerle kompostlanan veya parçalanmış organik atıklar, amaca göre bazen saf, bazen de bitki yetiştirme ortamındaki istenilen özellikleri sağlamak için, değişik oranlardaki karışımlar halinde yetiştirme ortamı bileşeni olarak kullanılmaktadır.

Bununla birlikte ülkemizde seracılık ve saksılı üretimde bitki yetiştirme ortamı olarak genellikle doğal toprak, yerli torf ve hayvansal gübrelerin karışımı kullanılmaktadır. Doğal toprak ve yerli torf yetiştirme ortamı olarak yeterli değildir ve bu ortamlarda yetiştirilen bitkiler sektörünün talep ettiği kriterleri sağlayamamaktadır [4,5,6]. Yerel torf kaynaklarının kalitesinin düşük olması tüketicileri ithal torfa (sphagnum peat) yönlendirmektedir [7]. Ancak ithal torfun, özelliklerinin iyi olmasına rağmen fiyatının çok yüksek olması, üretim maliyetlerini önemli ölçüde artırmasından dolayı kullanılabilirliğini sınırlamaktadır.

Diğer taraftan ülkemizde bol miktarda tarımsal, evsel ve endüstriyel kaynaklı organik atık bulunmaktadır. Bu atıklardan evsel ve endüstriyel kaynaklı olanlar, oluştukları yer itibarı ile göz önünde olduklarından toplanmakta, depolanmakta ve ülkemizde halen çok sınırlı olsa kompostlanarak bitkisel üretimde kullanılmaktadır. Ancak özellikle tarımsal kökenli organik atıklar, kırsal bölgelerde oluştuklarından dikkat çekmemektedir. Bol miktarda oluşan bu atıklardan başlıcaları; fındık zürufu, mısır samanı, pirinç kabuğu, çay atığı, atık mantar ve altlığı, ağaç talaşı olarak sıralanabilir. Bu atıklar genellikle faydalı bir kullanım amacı geliştirilmediğinden bazen tarla veya bahçenin yakınında yakılarak, bazen de yol kenarlarına, orman içlerine ve dere yataklarına dökülerek uzaklaştırılmaya çalışılmaktadır. Bu durum

hava kirliliği, su kaynaklarının kirlenmesi, koku, patojen mikroorganizmaların üremesi ve vektör çekiciliği gibi birçok soruna yol açmaktadır.

Mevcut durumda İspanya, Fransa, Belçika ve İngiltere gibi birçok ülke kendi ülkelerindeki çeşitli organik atıkları yetiştirme ortamı olarak süs bitkisi sektöründe kullanmakta ve bu konudaki araştırmalarını sürdürmektedir [8]. Türkiye ise yoğun olarak tarımsal faaliyetlerin yapıldığı bir ülke olarak, bol miktarda organik atığa sahip olmasına rağmen, konuyla ilgili yeterli çalışma bulunmadığından henüz bu atıklardan yetiştirme ortamı olarak faydalanamamaktadır.

Özellikle tarımsal kökenli organik atıkların süs bitkisi yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğinin incelendiği bu çalışmada, Türkiye' deki yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir potansiyele sahip organik atıkların fiziksel ve hidrolojik özellikleri belirlenerek konu ile ilgili literatüre katkı sağlamak amaçlanmıştır. Ayrıca yine bu çalışmada organik atıkların yüzey ve içyapılarının fiziksel özelliklerin açıklanması da kullanılması hedeflenmiştir. Belirlenen amaçlar göz önüne alındığında bu çalışma ile ulaşılmak istenen genel hedefler aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

1. Hali hazırda atık olarak görülen ve doğal çevreye kontrolsüzce bırakılarak veya yakılarak yok edilmeye çalışılan tarımsal kökenli organik atıklar için sürdürülebilir bir bertaraf modeli ortaya koymak
2. Süs bitkisi üretiminde en önemli ihtiyaçlardan biri olan kaliteli ve ucuz bitki yetiştirme ortamları geliştirilmesine olanak sağlamak
3. Süs bitkisi üretim sektörünün maliyetlerinin azaltılması için alternatifler üretmek
4. Doğal toprak ve torf kullanımına olan ihtiyaç azaltılarak, doğal çevrenin korunmasına katkıda bulunmak
5. Literatürde konu ile ilgili bundan sonra yapılacak çalışmalara zemin hazırlamak

## **BÖLÜM 2. KONUNUN BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK UYGULAMADAKİ YERİ**

Evsel, endüstriyel ve tarımsal faaliyetler neticesinde ortaya çıkan organik atıklar günümüz sürdürülebilir atık yönetimi anlayışına göre geri dönüşümü yapılması en gerekli atık türlerinden biridir. Bundan dolayıdır ki geçmişte bu atıkların bertarafında kullanılan depolama ve yakma gibi yöntemler artık kabul görmemekte, bu atıkların özellikle tarımsal faaliyetler ve toprak iyileştirme çalışmaları gibi uygulamalarda kullanılabilir ürünler dönüşürülmesi için yeni yöntemler geliştirilmektedir. Bununla birlikte organik kökenli atıklardan üretilen bu ürünler çevre kirliliğinin azaltılması ve özellikle doğal toprağın özelliklerinin iyileştirilmesinin de sağladığı faydaların yanında, saksılı süs bitkisi ve seracılık gibi özel tarımsal üretim faaliyetlerinde kullanılabilir, yüksek maddi değere sahip materyallerdir.

Ne var ki evsel ve endüstriyel kökenli atıkların bu potansiyeli kullanılmaya başlanmış olmasına rağmen tarımsal kökenli organik atıkların bu amaçlar doğrultusunda değerlendirilmesi çok sınırlı kalmıştır. Bu durumun temel olarak birkaç nedeni bulunmaktadır. En önemli nedenler, evsel ve endüstriyel organik atıklar oluşların yer itibarı ile bertaraf edilme zorunluluğu, yasal düzenlemelerin ve denetimlerin bu atıklarda yoğunlaşması ve bu atıklardan sorumlu kuruluşların maddi ve teknik imkânlarının yüksek olmasıdır. Buna karşılık tarımsal kökenli organik atıklar kırsal bölgede oluştuklarından çok göz önünde bulundurulmamakta ve bu atıkların oluşturdukları çevresel riskler ve bu atıkların geri kazanımından elde edilebilecek faydalar ihmal edilmektedir.



Bu durum tarımsal kökenli organik atıkların büyük bölümünün tarlalarda bırakılarak, ormanlık alanlar ve dere yataklarına atılarak çürümeye bırakılmasına veya yakılarak yok edilmeye çalışılmasına zemin hazırlamaktadır. Mevcut durumda kırsal kesimde en çok rastlanan organik atık bertarafı olan bu ilkel uygulamalar çevresel ve ekonomik açıdan son derece zararlı ve sürdürülebilir olmayan yöntemlerdir. Zira tarımsal kökenli organik atıkların ormanlık alanlara ve dere yataklarına atılması başta su kaynaklarının kirlenmesi olmak üzere koku, sinek, böcek ve patojen mikroorganizmaların üremesi gibi olumsuzluklara yol açmaktadır. Bu atıkların yakılarak bertaraf edilmesi yöntemi ise oluşturduğu hava kirliliği probleminin yanında, özellikle yakma işlemlerinin tarlada yapılması sonucunda, toprak veriminin azalması ve ekolojik ortamın yok edilmesi gibi geri döndürülmesi çok zor ve pahalı işlemler gerektiren, zararların ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

Oysaki bu atıkların içeriğindeki yüksek orandaki organik madde ile toprak iyileştirici ve yetiştirme ortamı olarak kullanımı oldukça pratik ve düşük teknoloji ile gerçekleştirilebilecek ve çok büyük bir ekonomik fayda sağlayacak uygulamalar olduğu konuyla ilgili çalışmalar yürütenlerin ortak fikridir. Özellikle günümüzde seracılık ve saksılı bitki yetiştiriciliği gibi tarımsal faaliyetlerde kaliteli ve bol miktarda bulunacak yetiştirme ortamlarına olan ihtiyaç düşünüldüğünde konunun önemi daha açık olarak anlaşılmaktadır.

## **2.1. Bitkisel Üretimde Yetiştirme Ortamı Kullanımı**

Tarımsal üretimde yüzyıllardır en çok kullanılan yetiştirme ortamı doğal topraktır. Ancak tarımsal üretim ihtiyacının çok fazla artmış olması ve bunun neticesi olarak doğal toprakların hızla kirlenmesi ve verim düşüklüğü gibi nedenlerden dolayı doğal toprak dışındaki yetiştirme ortamlarında bitkisel üretim yapma alternatifleri geliştirilmeye başlanmış ve bu uygulamalar oldukça yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte toprak yerine bu yetiştirme ortamlarının kullanımının, bitkisel üretimde ideal bitki büyümesini sağlamada getirdiği avantajlar, önemli bir tercih sebebi olmuştur. Bitki yetiştirme ortamları, bitkilerin köklerinin tutunabildiği ve hava, su ve besin maddeleri gibi temel ihtiyaçlarını içinden sağladıkları ortamlar olarak tarif

edilmektedir. Bu ortamlar sıvı veya katı formda olmak üzere iki ana grupta toplanmakla birlikte, organik veya inorganik materyallerden ve bunların karışımlarında oluşmaktadırlar.

### 2.1.1. Hidroponik yetiştirme ortamları (Su kültürleri)

Günümüzde sıvı formda en çok kullanılan yetiştirme ortamları durgun veya akan su kültürleri ve besleyici filmlerdir. Sıvı yetiştirme ortamları katı olanlarına göre daha yüksek maliyet ve teknoloji gerektirmelerine rağmen, bitki büyütme potansiyeli yüksek ve dolayısıyla daha verimli yetiştirme ortamlarıdır.



Şekil 2.1. Sıvı yetiştirme ortamı kullanımı

### 2.1.2. Katı yetiştirme ortamları (Su kültürleri)

Katı yetiştirme ortamları ise çok çeşitli organik ve inorganik materyallerin kimi zaman saf kimi zamanda belirli oranlardaki karışımlar halinde kullanıldığı ortamlardır.

Katı yetiştirme ortamı olarak kullanılabilen bu inorganik ve organik materyallerin bazıları, perlit, ponza, vermikulit, kum, çakıl, cam ve kaya yünleri, plastik türevleri, cürufklar, torf, ağaç talaş ve kabukları, evsel ve endüstriyel organik atık kompostları ve atık su arıtma çamurları olarak sıralanabilir.



Şekil 2.2. Katı yetiştirme ortamı kullanımı

## 2.2. Organik Atıklardan Geliştirilen Yetiştirme Ortamları

Gerek yetiştirme ortamı ihtiyacının yüksek olması gerekse organik atıkların bertarafındaki en etkili yöntemin bu atıkların bitki yetiştirme de kullanımı olması nedeniyle, konu ile ilgili birçok çalışma yapılmakta ve organik atıklardan yeni yetiştirme ortamları geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmalar da en büyük başarı evsel organik atıkların kompostlanarak yetiştirme ortamı veya yetiştirme ortamı bileşeni olarak kullanılmasında elde edilmiş ve evsel atıkların kompostlanarak kullanımı tarımsal uygulamalarda çok geniş bir yer bulmuştur.

Bununla birlikte tarımsal kökenli organik atıklardan yapılan yetiştirme ortamları arasında da yoğun kullanım alanı bulmuş çalışmalar mevcuttur. Hindistan cevizi kabuğunun liflerinden elde edilen yetiştirme ortamları, sahip olduğu özelliklerinden dolayı, saksılı bitki yetiştiriciliğinde kabul görmüş ve önemli bir ticari başarı elde etmiştir. Bu durum da göstermektedir ki tarımsal kökenli organik atıklar başta saksılı üretim olmak üzere bitki yetiştiriciliğinde önemli bir eksikliğin giderilmesinde etkin rol oynayabilecek potansiyele sahiptir.

Mevcut durumda yetiştirme ortamı veya yetiştirme ortamı bileşeni olarak kullanılan başlıca organik kökenli atıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Evsel organik atıklar
2. Tarımsal kökenli organik atıklar
3. Endüstriyel kökenli organik atıklar
4. Hayvansal kökenli gübreler
5. Atık su arıtma çamurları

Yukarıda başlıca grupları sıralanan bu atıkların küresel olarak miktarları düşünüldüğünde ortaya çıkan hacmin, yetiştirme ortamı ihtiyacının çok önemli bir bölümünü rahatlıkla karşılayabileceği söylenebilir.

## **2.2. Konuyla İlgili Olarak Daha Önce Yapılmış Bilimsel Çalışmalar**

Evsel, endüstriyel veya tarımsal kökenli organik atıkların yetiştirme ortamı olarak kullanılmasına yönelik literatürde çok çeşitli çalışmalar yapılmış ve yapılmaya devam etmektedir. Bu çalışmalarda genellikle organik atıklar saf veya çeşitli oranlarda karışımlar halinde denenmiştir.

Çalışmalarda kullanılan organik atıkların yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirlikleri, incelenen fiziksel, fiziko kimyasal, kimyasal özelliklerin bu ortamda yetiştirilen bitkilerin büyüme özellikleri ideal yetiştirme ortamı olarak görülen torfun özellikleri ile karşılaştırılması ve bitki büyütme çalışmaları ile belirlenmeye çalışılmaktadır. Bitki büyütme çalışmalarında kullanılan yetiştirme ortamlarında büyütülen bitkilerin özellikleri, yetiştirme ortamı olarak torf kullanılan kontrol uygulaması ile kıyaslanmaktadır.

Abad ve ark., (2002), yaptıkları çalışmada farklı kaynaklardan temin ettikleri hindistan cevizi kabuğu liflerinin, fiziksel özellikleri üzerinde çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmada hindistan cevizi kabuğu liflerinden elde edilen numunelerin, porozite, toplam su tutma kapasitesi, partikül boyutu, hidrolik

iletkenlik gibi önemli fiziksel özellikleri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar ideal yetiştirme ortamları için istenen özelliklerle kıyaslanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar Hindistan cevizi kabuğu liflerinden üretilen yetiştirme ortamlarının birçok özelliğinin ideal yetiştirme ortamları için istenen limit değerleri karşıladığı, bununla birlikte farklı kaynaklardan elde edilen Hindistan cevizi kabuğu liflerinden üretilen yetiştirme ortamlarının özelliklerinde farklılıklar görülebileceği sonucuna varılmıştır [9].

Dede ve ark., (2011), yaptıkları çalışmada, farklı ayrışma derecelerindeki fındık zürufunun süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bu amaçla çalışmada, hasattan hemen sonradan başlamak üzere çeşitli düzeylerde ayrılmış dört farklı fındık zürufu numunesinin, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini incelemişler ve sonuçları torf ve ideal yetiştirme ortamları için istenen limit değerlerle karşılaştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, fındık zürufunun yüksek stabilitesi ile saksılı üretimde yetiştirme ortamı olarak kullanılması açısından büyük bir potansiyele sahip olduğu ve birçok özelliğinin ideal yetiştirme ortamları için literatürde belirtilen sınır değerleri karşıladığını göstermiştir. Bunun yanında fındık zürufunun yetiştirme ortamı olarak kullanılmasında dikkat edilmesi gereken en önemli özelliğinin partikül boyut dağılımı ve hidrolik özellikleri olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonuçları hasattan hemen sonra hiç ayrılmamış olarak alınan numunelerin büyük boyutlu partiküllerden oluştuğu ve hidrolik özelliklerinin zayıf olduğu ancak ayrışma derecesi yükseldikçe partikül boyutunun da azalması ile birlikte hidrolik özelliklerde önemli bir iyileşme olduğu sonucuna varılmıştır [10].

Dede ve Ozdemir., (2017), yetiştirme ortamı olarak fındık zürufu ve gübre sağlayıcı olarak evsel atık su arıtma çamurlarının süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla fındık zürufuna %12,5, %25 ve %50 oranında arıtma çamuru karıştırmışlar ve elde edilen karışımların fiziksel, fiziko kimyasal ve kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışma sonunda elde edilen bulgular, arıtma çamurlarının içerdikleri mikro ve makro bitki besin elementleri sayesinde fındık zürufu ile hazırlanan yetiştirme ortamının bitki besin elementi

ihtiyacını karşılayabileceğini göstermiştir. Yetiştirme ortamı karışımlarında kullanılan arıtma çamuru miktarı arttıkça, buna bağlı olarak yetiştirme ortamının makro ve mikro besin elementi içeriği de artmıştır. Ancak arıtma çamurunun organik maddesi fındık zürufuna göre düşük olduğundan karışımların içinde ki arıtma çamuru miktarının artması numunelerin organik madde miktarını düşürmüştür. Çalışmada elde edilen sonuçlar bir bütün olarak incelendiğinde, arıtma çamurlarının yavaş salınımlı gübrelere benzen şekilde davrandığı ve bu durumun bitki büyümesini çok olumlu etkileyeceği savunulmuştur [11].

Apaolaza ve ark., (2005), yaptıkları çalışmada, süs bitkilerinin üretiminde yetiştirme ortamı olarak çam kabuğu, hindistancevizi lifi, arıtma çamuru gibi farklı atık maddelerin kullanımını ve hindistan cevizi liflerinin iğne yapraklı bitkiler için yetiştirme ortamı olarak kullanılmasının uygun olup olmadığını incelemiştir. Test edilen bitki türleri *Pinus pinea*, *Cupressus arizonica* ve *C.sempervirens*'dir ve yetiştirme ortamı karışımları (1) çam kabuğu (2) %15 lik arıtma çamuru ihtiva eden çam kabuğu (3) % 30 luk arıtma çamuru ihtiva eden çam kabuğu (4) Hindistan cevizi lifi (5) % 15 lik arıtma çamuru ihtiva eden Hindistan cevizi lifi, ve (6) % 30 luk arıtma çamuru ihtiva eden hindistancevizi kabuğu lifleridir. Kullanılan materyaller fiziksel ve kimyasal açıdan iyi karakterize edilmiştir ve üzerlerinde bir yıl boyunca 75 cm uzunluğunda bitkiler yetiştirilmiştir. Bitki ve yetiştirme ortamlarının durumu deney boyunca periyodik olarak kontrol edilmiştir. Arıtma çamurlarının değerlendirmesi mevcut çalışmanın asıl amacıdır. % 30 luk arıtma çamuru ihtiva eden karışımlar kullanımı en uygun olan yetiştirme ortamları olmuştur. *C. sempervirens* ve *C. arizonica* için, çam kabuğu veya Hindistan cevizi lifi ve hacimce % 30 luk biyokatı karışımı en iyi sonuçları vermiştir. Ancak çam kabuğunun Hindistan cevizi lifi substratından daha düşük maliyetli olması PB+30%CSS kullanımının daha uygun olduğuna işaret etmiştir. Çalışma sonucunda *P.pinea* için daha iyi sonuçlar elde etmek için atık ürünler arasında yeni kombinasyonların araştırılması önerilmektedir[12].

Abad ve ark., (2001), çalışmalarında İspanya'da süs saksı bitkileri üretimi için yetiştirme ortamı olarak kullanıma uygun bir materyal envanteri hazırlamıştır.

Üretim, sanayi ve tüketici faaliyetlerinde ortaya çıkan katı organik atıklara özel olarak dikkat edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler iki veri tabanı halinde düzenlenmiştir. Veri tabanı 105'den fazla materyalin "Genel Karakteristik" dosyasını içermektedir. Bu dosyada, üretim noktaları, materyal kullanılabilirliği, kullanımları, maliyeti, elden çıkarma masrafları vb. ile ilgili veriler mevcuttur. Veri tabanı 2, veri tabanı 1'den seçilen 63 materyalin "Özgül Özellikler" dosyasından oluşmaktadır. Bu materyallerin konteynır ortamı olarak ana fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri karakterize edilmiştir ve elde edilen sonuçlar derlenmiştir. Son olarak, İspanya Tarım, Balıkçılık ve Gıda Bakanlığı'nın ana sayfasında bulunan bilgisayarlı bir veri bankası oluşturulmuştur [13].

Saksı bitkilerinin üretimi için alternatif topraksız ortamların kullanılması, bitki büyümesi için en iyi koşulları sağlamak üzere bitkilerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin bilinmesini gerektirmektedir. Chavez ve ark., (2008), bu doğrultuda yaptıkları çalışmada nehir ve Arjantin turbalıklarında bulunan bataklık yosunu sp. ve saparna sp. ye dayalı alternatif topraksız ortamların kullanımını ve iki gübreleme seviyesinde (200 ve 400 mg l<sub>1</sub> N) cam güzeli bitkisi üretimini araştırmışlardır. Nehir atığı ya da 'ılıman turba', nehir kıyılarının dibi taranarak bulunan, anaerobik yarı tropikal ortamda suda yaşayan bitki kalıntılarının birikimiyle ortaya çıkan bir materyale verilen isimdir. Elde edilen sonuçlar, nehir atığına dayalı alternatif yetiştirme ortamının, yüksek kaliteli bitkiler yetiştirmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Yüksek konsantreli fertigasyon çözümü, substrat kalitesi parametrelerini ve bitki büyümesini azaltmıştır. Nehir atığını içeren alternatif substratlardan süzülen nitrat, standart turba esaslı malzemelere göre daha azdır ve bu da nehir atıklarının sürdürülebilir bir saksı üretim sistemi perspektifinden bakıldığında arzu edilebilen bir durum haline sokmaktadır. Nehir atığı ve saparna turbası kuzey yarımkürede bulunan bataklık yosunu turbasına benzer yetiştirme ortamı alternatifleridir [14].

Papafotiou ve ark.,(2004), Euphorbia pulcherrima bitkisinin köklü çeliklerini, çeşitli oranlarda zeytin cibresi kompostu (OWC), turba ve perlit içeren ortamda yetiştirilmesi ve vejetatif büyüme, kök büyümesi ve çiçeklenme özelliklerinin

araştırılmasını çalışmışlardır. %100 torf içeren bir yetiştirme ortamı çalışmada kontrol olarak kullanılmıştır. Hazırlanan yetiştirme ortamlarındaki OWC oranının % 75'e kadar arttırılması, ortamların elektrik iletkenliğinde artışa sebep olmuştur. % 50 ve 75'lik denemelerde toplam porozitenin ve kolay elde edilebilen suyun azalmasına neden olmuştur. Kullanılan yetiştirme ortamlarındaki OWC oranının artması bitki denemelerinde, bitki boyunun kademeli olarak azalmasına neden olmuştur. Kök kuru ağırlığı sadece % 75 OWC kullanılan uygulamada azalmış ve büyüme kısıtlaması görülmüştür. Ancak vejetatif büyümenin kısıtlanması sadece % 25 ve % 50 lik uygulamalarda sadece büyümenin ilk aylarında görülmüştür. % 25 OWC kullanılan yetiştirme ortamında büyütülen bitkiler kontrole aynı zamanda renklenip çiçek açarken, %50 ve %75 OWC kullanımı pigmentasyonunun gecikmesine sebep olmuştur [15].

Özdemir ve ark., (2016), evsel atık su arıtma çamurları ve bazı tarımsal kökenli organik atıkların sürdürülebilir bertarafına katkı sunmak amacıyla yaptıkları çalışmada, fındık zürufu, mısır samanı, prinç kabuğu ve ağaç talaşını hacimce 1:1 (V) oranında karıştırarak kompostlamışlar ve elde edilen kompostların süs bitkisi yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğini araştırmışlardır. Bu amaçla elde edilen kompostları yaygın olarak üretimi yapılan süs bitkisi türlerinden *Cupressus macrocarpa* ve *Thuja occidentalis* bitkilerinde iki büyüme yılı boyunca denemişler ve sonuçları kontrol uygulaması olarak kullanılan torf ve yavaş salınlı kimyasal gübrede yetiştirilen bitkilerle kıyaslamışlardır. Ayrıca kompostların yoğunluk, porozite, hava kapasitesi, su tutma kapasitesi, biyolojik stabilite, pH ve EC gibi özelliklerini araştırmışlar ve bu özelliklerin süs bitkisi yetiştiriciliğinde istenen ideal değerleri karşıladığı sonucuna ulaşmışlardır. Tüm kompost uygulamalarında elde edilen bitki büyütme sonuçları, kontrol uygulaması olarak kullanılan torf ve yavaş salınlı kimyasal gübre karışımındaki sonuçlara benzer bulunmuştur. Bu durumun kompostların fiziksel ve hidrolojik özelliklerinin uygun olmasının yanı sıra, atık su arıtma çamurlarının sağladığı bitki besin elementlerinin, yavaş salınlı kimyasal gübre gibi bitki büyümesine olan pozitif etkiyi ortaya koymuştur [16].



Zhang ve ark., (2014), farklı yüzdelerdeki biyolojik kömür (BC)ve humik asit (HA) ile yeşil bitkisel atıkları kompostlayarak, fiziksel ve kimyasal özellikleri ve *Calathea insignis* süs bitkisinin büyümesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmada en *C.insignis* büyümesi, CGW, % 20 BC ve% 0.7 HA'nın kombinasyonundan elde edilmiştir. En düşük kaliteli büyüme ortamı ve en az büyüme, ıslah edilmemiş CGW ile elde edilmiştir. Bu optimum kombinasyon yetiştirme ortamının partikül boyutu dağılımını iyileştirmiş, hacimsel yoğunluğu (BD), poroziteyi ve su tutma kapasitesini (WHC) ideal aralıklara getirmiş ve aynı zamanda pH ve elektrik iletkenliği (EC) azaltmıştır. Buna ilaveten yine bu kombinasyon makro ve mikro besin içeriğini arttırmıştır. % 100 CGW'ye kıyasla, optimal ortam ile elde edilen sürgün yaş ağırlığı, sürgün kuru ağırlığı, kök yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı, bitki boyu, taç genişliği, yaprak sayısı ve toplam kök uzunluğu sırasıyla %57.3, %79.7, %64.5, %82.0, %45.2, %89.1, %31.1 ve 94.1% artmıştır. Bitki yapraklarında toplam azot, toplam fosfor, toplam potasyum ve toplam klorofil içeriği ise sırasıyla %66.4, %55.8, %72.1 ve %47.8 yükselmiştir [17].

Ostos ve ark., (2008), gerçekleştirdiği bu çalışmada ise, kompostun yerli fundaların (*Pistacia lentiscus*L.) büyümesi ve beslenmesi üzerindeki etkisi test edilmiştir. Kompostlar, budama ve belediye katı atıkları karışımından ve budama atıkları ve arıtma çamurundan hazırlanmıştır. Büyüme ortamı hazırlamak için % 40 oranında her kompostan , % 20 veya % 40 oranında yaş çam kabuğu ve % 20,% 40 veya% 60 oranında torf ilave edilmiştir. Hazırlanan yetiştirme ortamlarından alınan sulu ekstraktlarda çimlenme testi uygulanmış ve fitotoksositeye rastlanmamıştır. Turba esaslı substratta (kontrol olarak kullanılmış) yetiştirilen bitkilerle ilgili olarak, kompost esaslı substratlı bitkiler, özellikle arıtma çamuru esaslı kompost kullanıldığında daha iyi bir büyüme ve beslenme sağlamış ve bu bitkilerde P alımı önemli ölçüde artmıştır. İz elementlerinin konsantrasyonları, vasküler bitkiler için fitotoksik olarak değerlendirilen yayılım alanından çok daha düşük çıkmıştır. Yaş çam kabuklarından kaynaklanan herhangi bir zararlı etki gözlenmemiştir [18].

Abd El-Hady ve ark., (2006), yaptıkları çalışmada yerfıstığı kabuğu ve ağaç talaşını değişik oranlarda karıştırmışlardır. Hazırlanan bu karışımlar kompostlanmıştır. Elde edilen kompostlar süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirlik açısından incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda bazı uygulamalarda kompostun içerisindeki ayrışmamış büyük partiküllerin, kompostun su tutma kapasitesini azalttığı, bazı uygulamalarda ise bu durumun tersine kompostun içerisindeki çok küçük partiküllerin porozite ve hava kapasitesini düşürdüğü gözlemlenmiştir [19].

Grigati ve ark., (2007), yürüttükleri çalışmada ticari torf ile, yeşil park ve bahçe atıklarını % 25, %50, %75, %100 olacak şekilde karıştırarak ve bu karışımlara ilaveten hacimce %80 ve %20 oranında arıtma çamuru kullanarak yetiştirme ortamları hazırlamışlar ve hazırladıkları bu yetiştirme ortamlarının bitki besin maddesi içeriklerini karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulardan yüksek oranda arıtma çamurunun karışımlarda kullanılması ile bitki besin elementlerinden Potasyum, Magnezyum ve Manganın arttığı belirlenmiştir. Buna karşılık karışımların ağır metal içerikleri de başta bakır, çinko ve nikel olmak üzere yükselmiştir. Bu durum bazı hassas bitkilerde fitotoksik etki görülmesine yol açabilir şeklinde yorumlanmıştır [20].

Ingelmo ve ark., (1998), kompost, evsel atık su arıtma çamuru, pirinç kabuğu, üzüm cibresi ve ağaç kabuğu gibi organik kökenli atıkların özellikle saksılı süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak değerlendirilmesinin, hem bu atıkların doğal çevreye zararlarının en aza indirilmesi hem de süs bitkisi üretiminden en büyük maliyet kalemlerinden biri olan yetiştirme ortamı ihtiyacını karşılayacağını bildirmişlerdir. Bunun yanında bu atıkların bazılarının saksıda dolgu malzemesi olarak bazılarının da gübre sağlayıcı olarak kullanılabileceğinin altı çizilmiş ve bu durumda süs bitkisi üretiminin bir diğer önemli maliyet kalemi olan gübre ihtiyacını azaltacağı görüşü savunulmuştur [21].

Ticknor ve ark., (1985), gerçekleştirdikleri çalışmada evsel atık su arıtma çamurlarını aerobik olarak kompostlamışlar ve elde ettikleri kompostlara torf, ağaç talaşı, ağaç

kabuğu ve ponza ilave ederek farklı süs bitkisi yetiştirme ortamları elde etmişlerdir. Çalışmada hazırlanan bu yetiştirme ortamlarının temel fiziksel ve hidrolik özellikleri incelenmiştir. Bunun yanında çalışmada kullanılan yetiştirme ortamlarının bitki büyütme potansiyelleri yapılan bitki yetiştirme denemeleri ile belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada kontrol olarak ticari torftan oluşan yetiştirme ortamı kullanılmıştır. İncelenen yetiştirme ortamlarında elde edilen sonuçlar, karışımlarda kullanılan farklı organik atık türlerinin arıtma çamuru kompostunun fiziksel ve hidrolik özelliklerine değişik katkılar sağladığı belirlenmiştir. Örneğin karışımlarda kullanılan ağaç talaşı arıtma çamuru kompostunun hava kapasitesini artırırken, torf kullanılan karışımlarda su tutma kapasitesinin artış gösterdiği görülmüştür. Ağaç kabuğu kullanılan uygulamalarda ise karışımın yoğunluğunun önemli derecede arttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında bitki büyümesinin incelendiği, bitki yetiştirme uygulamalarında alınan sonuçlar, kullanılan tüm yetiştirme ortamlarının bitki büyümesine pozitif etki gösterdiği ve bu etkininin hazırlanan yetiştirme ortamlarının da ki bitki büyüme oranlarının kontrol uygulamasından yüksek sonuçlar vermesini sağladığını ortaya koymuştur [22].

Benito ve ark., (2006), park ve bahçelerden elde ettikleri atıkları kompostlamışlar ve bu kompostların önemli fiziksel, fiziko kimyasal ve kimyasal özelliklerini saksılı süs bitkisi üretiminde kullanılabilirlik açısından incelemişlerdir. İncelenen numunelerin özelliklerinin süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak elverişliliği ise bu özelliklerin torfun özellikleri ile karşılaştırılması ile test edilmeye çalışılmıştır. Çalışma bulguları park ve bahçe atıklarından elde edilen kompostların yüksek pH, organik madde ve KDK(Kasyon Değişim Kapasitesi) değerine sahip olduklarını göstermiştir. Bunun yanında her ne kadar kompostlanmış olsalar da bahçe atıklarının yüksek karbon / azot oranlarının ideal yetiştirme ortamlarında aranan değerlerin oldukça üstünde olduğu görülmüştür. Ayrıca hazırlanan kompostların fiziksel bazı özelliklerinin, kompostlanan bahçe atıklarının elde edildiği mevsime göre değişiklik gösterdiği ancak bu durumun kimyasal özelliklerde görülmediği belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen tüm sonuçlar ışığında park ve bahçelerden elde edilen organik atıkların kompostlandıktan sonra süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılmasında bir sakınca olmadığı sonucuna varılmıştır [23].

Noguera ve ark., (2003), yaptıkları çalışmada küresel ölçekte önemli bir üretim potansiyeline sahip olan Hindistan cevizinin kabuklarından elde edilen yetiştirme ortamının fiziksel ve hidrolik özelliklerinin tane büyüklüğü ile olan ilişkisini incelemiştir. Çalışma neticesinde yetiştirme ortamının yoğunluk, porozite, hava kapasitesi, su tutma kapasitesi ve yeniden su çekme özelliği gibi önemli fiziksel ve hidrolojik özelliklerinin doğrudan yetiştirme ortamını oluşturan tanelerin büyüklük dağılımı ile ilişkili olduğu görülmüştür. Büyük tane boyutuna sahip yetiştirme ortamlarında porozite ve hava kapasitesinin arttığı ancak su tutma kapasitesinin önemli ölçüde azaldığı belirlenirken, bu durumun tersi olarak küçük tane boyutuna sahip yetiştirme ortamlarında su tutma kapasitesi ve hacim ağırlığı artarken porozite ve hava kapasitesinin önemli ölçüde azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu durumun ortaya koyduğu en önemli sonuç yetiştirme ortamlarının fiziksel ve hidrolojik özelliklerinin iyileştirilmesinde tane boyutunun ayarlanmasının çok önemli bir etkiye sahip olduğudur. Ancak tane boyutunun ideal ölçülerde korunması, özellikle saksılı üretimde kullanılan yetiştirme ortamlarının yüksek stabiliteye sahip olması ve bitki yetiştirme periyodu boyunca çok fazla ayrışmaması ile sağlanabilir [24].

### **BÖLÜM 3. MATERYAL VE METOT**

Geçmişte bitkisel üretim, insanların beslenme ihtiyacının karşılanması için yapılan temel bir faaliyet iken günümüzde küresel sanayi ve ticaretin en önemli dayanağı haline gelmiştir. Bu durum üretilen tarımsal ürünlerin miktarının fazla olmasının yanında belirli kalite standartlarını da sağlaması ihtiyacını doğurmaktadır. Bitkisel üretimde sektörün ihtiyaçlarına cevap verecek kaliteli ve katma değeri yüksek ürünler üretebilmenin temel koşulları, bilgi birikimi, teknolojinin doğru ve etkin kullanılması ve üretimde kullanılan malzemelerin ihtiyaca cevap verebilecek nitelikte olmasıdır. Özellikle seracılık ve saksılı üretim gibi özel teknik, ekipman ve malzeme gerektiren uygulamalarda bu durum daha da önem kazanmıştır.

Bundan dolayıdır ki özellikle saksılı süs bitkisi üretimi gibi özel bitki yetiştiriciliği faaliyetlerinde, kullanılacak yetiştirme ortamlarının bitki için gerekli ideal yaşam ve gelişme koşullarını sağlaması çok önemlidir. Her ne kadar tarla bitkileri üretiminde vazgeçilmez olsa da, seracılık ve saksılı bitkisel üretim faaliyetlerinde, yetiştirme ortamı olarak doğal toprak kullanımı bu şartları sağlamakta yetersiz kalmaktadır.

Bu tip uygulamalarda doğal toprağa en iyi alternatif olduğu düşünülen torf yetiştirme ortamı olarak kullanılmaktadır. Ancak torf kaynakları sınırlı olduğundan ve çıkarılan torfun kalitesinin çıkarıldığı yere göre çok önemli farklılıklar göstermesinden dolayı torfun maliyeti oldukça yüksektir. Bunun yanında torf elde etmek için yapılan işlemler doğal çevrenin önemli ölçüde tahrip edilmesine neden olmaktadır.

Torf kullanımına en büyük alternatif ise evsel, endüstriyel veya tarımsal faaliyetler neticesinde ortaya çıkan ve büyük miktarları ile önemli bir potansiyele sahip olan organik atıklardır. Ne var ki organik atıklar her zaman doğrudan ve saf olarak yetiştirme ortamı için gerekli özelliklere sahip olmayabilir. Bu gibi durumlarda parçalama ve kompostlama gibi uygulamalar yapılarak veya birden fazla çeşit organik atık karışım halinde kullanılarak ideal yetiştirme ortamı kombinasyonları elde edilmeye çalışılır. Her durumda gerek saf gerekse çeşitli oranlarda karışımlar halinde hazırlansın yetiştirme ortamlarının fiziksel, fiziko kimyasal ve kimyasal özelliklerinin araştırılıp, ideal bitki büyümesini sağlayacak özelliklere sahip olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Bu çalışmada tarımsal faaliyetler ve tarım ürünlerinin işlenmesi sırasında ortaya çıkan ve mevcut durumda atık olarak görüldüğü için yararlı bir kullanım amacı geliştirilmemiş olan tarımsal kökenli organik atıkların süs bitkisi yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği araştırılmış olup, çalışma sırasında kullanılan analiz yöntemleri ve çalışmada yapılan faaliyetler bu bölümde sunulmuştur.

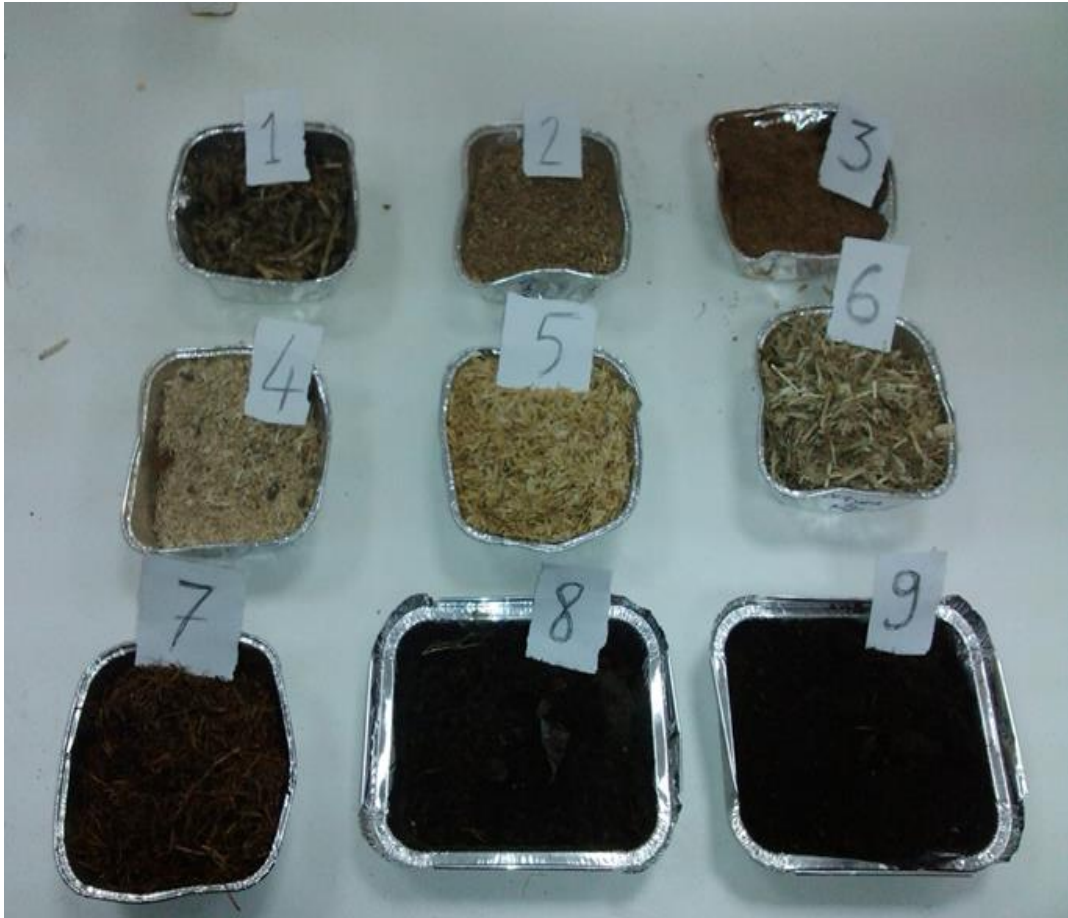
### **3.1. Çalışmada Kullanılan Organik Atıkların Temini ve Ön İşlemler**

Çalışmada yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği incelenen organik atık numuneleri Türkiye'nin çeşitli bölgelerinden toplanmıştır. Organik atıkların seçiminde, doğrudan tarımsal üretimde veya tarım ürünlerinin işlenmesi sırasında bol miktarda oluşması, faydalı bir kullanım amacı bulunmaması ve ayrışmaya karşı belirli bir stabiliteye sahip olması dikkate alınmıştır.

Bu kriterler doğrultusunda Fındık Zürufu (FZ), Mısır Samanı (MS), Çam Kabuğu (ÇK), Çay Atığı (ÇA), Ağaç Talaşı (AT), Pirinç Kabuğu (PK), Atık Mantar Kompostu (MK), Evsel Atık Kompostu (EK) nun çalışmada kullanılmasına karar verilmiştir. Toplanan numunelerden fındık zürufu ve mısır samanı parçalayıcı makineden geçirilmiş, diğer numunelerde ise bu işleme gerek görülmemiştir.

Çalışmada kullanılan evsel atık kompostu, İstanbul İli'nde bulunan ve evsel organik atıklardan kompost üreten bir tesisten, atık mantar kompostu, Sakarya İli'nde

bulunan ve kültür mantarı üretimi yapan bir işletmeden, ağaç talaşı, Sakarya İli'nde faaliyet gösteren ve orman ürünlerinin işlenmesi faaliyeti yürüten bir işletmeden, çay atığı Rize İli'nde bulunan bir çay işleme tesisinden temin edilmiş olup diğer tarımsal kökenli organik atıklar doğrudan hasat zamanı toplanmıştır. Bununla birlikte incelenen numunelerin, yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği, ticari torf (Sphagnum peat) ve literatürde ideal yetiştirme ortamları için istenen özelliklerle karşılaştırılarak belirlenmeye çalışılmıştır.



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan organik atık numuneleri

Çalışmada kullanılan organik atık numuneleri numaralandırılmış olarak şekil 3.1' de görülmektedir. Şekilde kullanılan numaraların ait oldukları organik atık numuneleri aşağıda sıralanmıştır.

1. Atık Mantar Kompostu (MK),
2. Fındık Zürufu (FZ),
3. Çam Kabuğu (ÇK),
4. Ağaç Talaşı (AT),
5. Prinç Kabuğu (PK),
6. Mısır Samanı (MS),
7. Çay Atığı (ÇA),
8. Evsel Atık Kompostu (EK),
9. Ticari Torf

### 3.2. Yetiştirme Ortamlarının Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan organik atık numunelerinin karakterizasyonunun ortaya koyulması için, fiziksel ve fiziko kimyasal özellikleri Avrupa birliği standartları ve literatürdeki standart metotlar kullanılarak belirlenmiştir.

#### 3.2.1. Partikül boyut dağılımının belirlenmesi

Numunelerin partikül boyut dağılımı, 35°C' de kurutulduktan sonra, elektromagnetik dijital titreşimli elek setinde, 16, 8, 4, 2, 1, 0.5, 0.25 ve 0.125 mm aralıklara sahip elek serisi kullanılarak ve 10 dakikalık eleme işlemi sonunda her bir elekte kalan tanelerin ağırlıkları ölçülerek bulunmuştur. Bulunan sonuçlar ve aşağıdaki eşitlikler kullanılarak partikül boyut indeksi CI (Coarseness index), partikül çaplarının geometrik ortalaması ( $d_g$ ) ve geometrik sapmaları ( $\sigma_g$ ) hesaplanmıştır [25].

$$CI = \sum \%P_i ; \quad i > 1 \text{ mm} \quad (3.1)$$

$$d_g = \exp (a) \quad (3.2)$$

$$a = \sum_i m_i \ln d_i \quad (3.3)$$

$$\sigma_g = \exp \sqrt{\sum_i m_i (\ln d_i)^2 - a^2} \quad (3.4)$$



$m_i$  = elekte tutulan partiküllerin ağırlığı

$d_i$  = iki ardışık eleğin çaplarının ortalaması



Şekil 3.2. Partikül boyut dağılımını belirlemede kullanılan elek seti

### 3.2.2. Özgül ağırlığın belirlenmesi

Çalışmada kullanılan numunelerin özgül ağırlık değerleri, Avrupa Birliği standartları uyarınca % organik madde ve % mineral madde içerikleri kullanılarak aşağıda verilen formül ile bulunmuştur. Formülde kullanılan 1,45 ve 2,65 değerleri sabitlerdir ve literatürde organik maddece veya mineral maddece zengin yetiştirme ortamları için verilen özgül ağırlık değerleridir [2].

$$\text{ÖA (g/cm}^3\text{)} = \frac{100}{\frac{\% \text{ OM}}{1,45} + \frac{\% \text{ KM}}{2,65}}$$

### 3.2.3. Hacim ağırlığının belirlenmesi

İncelenen yetiştirme ortamı numunelerinin hacim ağırlıkları, Avrupa Birliği standart yöntemlerinde tarif edildiği üzere, hacmi önceden ayarlanmış çelik halkalara

doldurulan suya doygun numunelerin 10 cm basınca tabi tutulması ile bulunmuştur [26].



şekil 3.3. elik halkalardaki numunelerin kum kovalarında drene edilmesi



şekil 3.4. elik halkalardaki numunelerin etüvde kurutulması

### 3.2.4. Toplam porozitenin belirlenmesi

Yetiştirme ortamı numunelerinin toplam porozite değerleri, hacmi önceden ayarlanmış çelik halkalara doldurulan suya doygun numunelerin içerisindeki su miktarları belirlenerek aşağıdaki formül yardımı ile bulunmuştur [2, 26].

$$\text{Toplam Porozite (\%)} = (1 - (\text{Hacim Ağırlığı} / \text{Özgül Ağırlık}) \cdot 100$$

### 3.2.5. Hava kapasitesinin belirlenmesi

Yetiştirme ortamı numunelerinin hava kapasitesi değerleri, hacmi önceden ayarlanmış çelik halkalara doldurulan suya doygun numunelerin 10 cm basınçta drene edildikten sonra meydana gelen kayıp belirlenerek aşağıdaki formül yardımı ile bulunmuştur [26, 27].

$$\text{HK (\%)} = \text{TP (\%)} - \text{STK (\%)}$$

HK :Hava Kapasitesi

TP : Toplam Porozite

STK : Su Tutma Kapasitesi

### 3.2.6. Su tutma kapasitesinin belirlenmesi

Yetiştirme ortamı numunelerinin hava kapasitesi değerleri, hacmi önceden ayarlanmış çelik halkalara doldurulan suya doygun numunelerin 10 cm basınçta drene edildikten sonra numunelerde kalan su miktarı belirlenerek bulunmuştur [13, 26,27].

### 3.2.7. Yeniden su çekme özelliklerinin belirlenmesi

Yetiştirme ortamı numunelerinin kuruduktan sonra tekrar su çekmesi için geçen süre, kurutulmuş numunelerin 10 mililitre suyu serbest su kalmayacak derecede içine çekmesi için geçen süre belirlenerek bulunmuştur [28].



Şekil 3.5. Kuru numunelerin 10 ml suyu çekmesi

### 3.2.8. Numunelerin sıkışma özelliklerinin belirlenmesi

Yetiştirme ortamları kuruduklarında partiküllerin birbirine yapışması sonucu sıkışırlar. Bu çalışmada numunelerin sıkışma özellikleri (105°C) kurutulan numunelerin hacminde meydana gelen kaybın belirlenmesi ile bulunmuştur [2,26].



Şekil 3.6. Numunelerin sıkışma özelliklerinin belirlenmesi



Şekil 3.7. Numunelerin çelik halkalardan çıkarılması

### 3.2.9. Numunelerin pH larının belirlenmesi

Yetiştirme ortamı numunelerinin pH değerleri, Avrupa Birliği standart yöntemlerinde tarif edildiği üzere, 1:5 oranında numune ve saf su karışımında pH metre kullanılarak ölçülmüştür [23,8,2].

### 3.2.10. Numunelerin elektriksel iletkenliklerinin (EC) belirlenmesi

Çalışmada kullanılan yetiştirme ortamı numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri, Avrupa Birliği standart yöntemlerinde tarif edildiği üzere, 1:5 oranında numune ve saf su karışımında EC metre kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla hazırlanan saf su numune karışımları çalkalayıcıdan çalkalandıktan sonra vakum pompasında filtreden geçirilmiş ve elde edilen süzüntüde sıcaklık dikkate alınarak elektriksel iletkenlik ölçümleri yapılmıştır [23, 8, 2].



Şekil 3.8. Yetiştirme ortamı ve saf su karışımlarının çalkalanması

### 3.2.11. Numunelerin organik maddelerinin belirlenmesi

Toplam organik madde içeriği, Martinez (1992) 'de tarif edilen yönteme göre belirlenmiş olup, fırın kuru (105 °C) örneklerin 550 °C'de, 4 saat süreyle yakılması ilkesine göre % olarak hesaplanmıştır [26].



Şekil 3.9. Yetiştirme ortamı numunelerinin kül fırınında yakılması

### 3.2.12. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri

Numunelerin yüzey ve iç yapılarının belirlenmesi amacı ile taramalı elektron mikroskobu kullanılmıştır. (JEOL – JSM - 6060 LV Model). Bu amaçla hazırlanan örneklerin SEM resimleri 1000x – 3000x arasında değişen büyütme ile alınmıştır. Numune hazırlama işlemine ilk olarak numunelerin iletkenliklerini artırmak için 5 nm altın film tabakası kaplanarak başlanmıştır. Taramalı elektron mikroskobu yüksek vakum uyguladığından, numunelerin bu vakumdan etkilenip bütünlükleri bozulmaması için soğutma adımı uygulanmıştır. Ayrıca numune hazırlama işlemleri sırasında numunelerin yapısının zarar görmediğinden emin olmak amacı ile her materyal den üç replikasyon hazırlanmış ve bunlardan elde edilen görüntüler birbirleri ile karşılaştırılmıştır [29,30,31].



Şekil 3.10. Numunelerin 5 nm kalınlığında altın filmle kaplanması



Şekil 3.11. Hazırlanan numunelerin SEM resimlerinin alınması

### 3.3. İstatistiksel Yöntemler Kullanılarak Sonuçların İncelenmesi

Çalışma kapsamında yapılan analizlerin tümü üç tekerrür olarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar istatistik programı kullanılarak varyans ve LSD testlerine tabi tutularak değerlendirilmiştir.



## **BÖLÜM 4. BULGULAR VE TARTIŞMA**

Tüm bitkiler gelişmek için su, hava ve bitki besin elementi olmak üzere üç ana unsura ihtiyaç duyarlar. Hangi tür yetiştiricilik yönteminin kullanıldığına bakmaksızın, yetiştirme ortamlarının temel vazifesi, bu üç ana unsuru dengeli bir şekilde bitkiye sağlayarak, bitkilere ideal büyüme şartlarını oluşturmaktır. Bitki besin elementi her ne kadar yetiştirme ortamı içinden bitkiye verilse de, bitki besin elementleri gübreleme uygulamaları ile yetiştirme ortamına verilir ve bu durum yetiştirme ortamından bağımsızdır. Bir başka ifade ile yetiştirme ortamlarının kimyasal özellikleri olarak ifade edebileceğimiz mikro ve makro besin elementi içeriği, yetiştirilen bitki türüne göre ve bitki yetiştirme periyodu boyunca dışarıdan yapılacak etkilerle kolayca değiştirilebilir.

Yetiştirme ortamlarının kimyasal özelliklerinin kolayca değiştirilebiliyor olmasına rağmen, bitkiye su ve hava gibi diğer hayati ihtiyaçları sağlamada önemli rol oynayan fiziksel özellikler, yetiştirme ortamında bitki yetiştirme işlemi başladıktan sonra kolay kolay değiştirilemez. Bundan dolayıdır ki yetiştirme ortamı kullanılmaya başlanmadan önce fiziksel özelliklerinin bitki yetiştirmeye en uygun hale getirilmesi önemli bir ihtiyaçtır.

Ancak özellikle organik atıklardan üretilen yetiştirme ortamları her zaman, ideal yetiştirme ortamlarında istenen fiziksel özellikleri karşılamakta yeterli olmayabilir. Bu durum daha çok yetiştirme ortamı olarak kullanılan organik atığın fiziksel özellikleri ile ilişkilidir. Fakat kullanılacak organik atığın fiziksel özelliklerinin ideal yetiştirme ortamında istenen özelliklerin hepsini karşılamaması, o organik atığın yetiştirme ortamı olarak kullanılamayacağı anlamına gelmez.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalar göstermiştir ki başlangıçta yeterli fiziksel özellikleri karşılayamayan organik atıklar kompostlanarak veya farklı organik veya inorganik atıklarla karıştırılarak ideal yetiştirme ortamı özelliklerine sahip olabilir. Ayrıca yine konu ile ilgili yapılan çalışmalarda, fiziksel özelliklerin büyük bölümünün partikül boyut dağılımı ile doğrudan bağlantılı olduğu ve başlangıçta uygun partikül boyut dağılımına sahip olmayan organik atıkların kırma, parçalama ve eleme gibi proseslerden geçirilerek ideal tane boyutu ayarlaması yapıldığında fiziksel özelliklerinde bitkisel üretimde kullanılması açısından önemli iyileşmeler görüldüğü bildirilmiştir.

Mevcut durumda özellikle saksılı süs bitkisi üretimi olmak üzere özel tarımsal uygulamaların en önemli ihtiyacı olan yetiştirme ortamı gereksiniminin karşılanmasına yardımcı olmak ve atık olarak görüldüklerinden yararlı bir kullanım amacı bulunmayan ve çevre kirliliğine yol açan tarımsal kökenli organik atıkların bertarafına yeni bir model önerilebilmek amacı ile yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlar bu bölümde sunulmuştur.

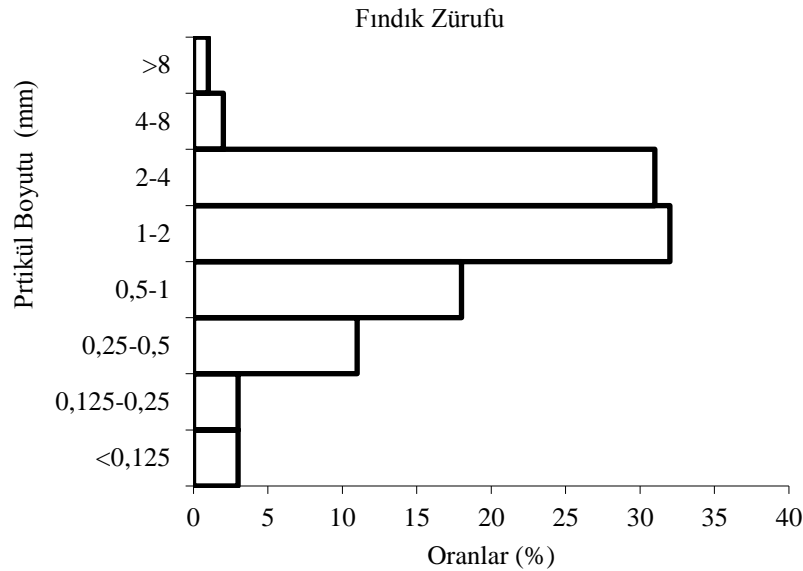
#### **4.1. Organik Atıkların Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanılabilirliklerinin İncelenmesi**

Bu çalışmada Fındık Zürufu (FZ), Mısır Samanı (MS), Çam Kabuğu (ÇK), Çay Atığı (ÇA), Ağaç Talaşı (AT), Pirinç Kabuğu (PK), Atık Mantar Kompostu (MK), Evsel Atık Kompostunun (EK) bazı önemli özellikleri, saksılı süs bitkisi yetiştiriciliğinde yetiştirme ortamı olabilirlikleri açısından incelenmiş ve sonuçlar her bir atık için ayrı ayrı ele alındıktan sonra elde edilen tüm sonuçların toplu olarak değerlendirilmesi yapılmıştır.

##### **4.1.1. Fındık zürufu**

Fındık zürufunun partikül boyut dağılımı şekil 4.1' de verilmiştir. Buna göre fındık zürufunun ağırlıklı olarak 0,5-4 mm büyüklüğü arasında tane boyutuna sahip parçacıklardan oluştuğu ve yüzdelik oran olarak 1-2 mm boyutundaki parçacıkların

en fazla bulunduğu ve 2-4 mm boyutundaki taneciklerin oranının 1-2 mm boyutundaki taneciklerin oranına oldukça yakın olduğu söylenebilir.



Şekil 4.1. Fındık zürufu numunesinin partikül boyut dağılımı

Fındık zürufunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması Tablo 4.1.'de verilmiştir. Tablo 4.1.'deki sonuçlar incelendiğinde hava kapasitesi ve su tutma kapasitesi dışındaki tüm parametrelerde fındık zürufunun özellikleri ideal yetiştirme ortamları için istenen değer aralığında bulunmuştur. Hava kapasitesi 55,12 % V/V ile ticari torf ve ideal değerlerden yüksek bulunurken, su tutma kapasitesi 335 ml/l ile torfun su tutma kapasitesinden düşük ve ideal değer aralığının dışında bulunmuştur. Fındık zürufunun organik maddesi (% 94,20) ticari torftan yüksek ve süs bitkisi yetiştiriciliği için istenen ideal değerlerde bulunmuştur. Ayrıca yeniden su çekme ve sıkışma özellikleri de ticari torfa göre saksılı süs bitkisi üretiminde kullanılması açısından daha uygundur.

Saksılı süs bitkisi üretiminde özellikle hassas bitkiler için önemli olan pH ve elektriksel iletkenlik değerleri incelendiğinde ise fındık zürufunun değerleri ticari torftan düşük ve ideal yetiştirme ortamlarında istenen değer aralığında bulunmuştur.

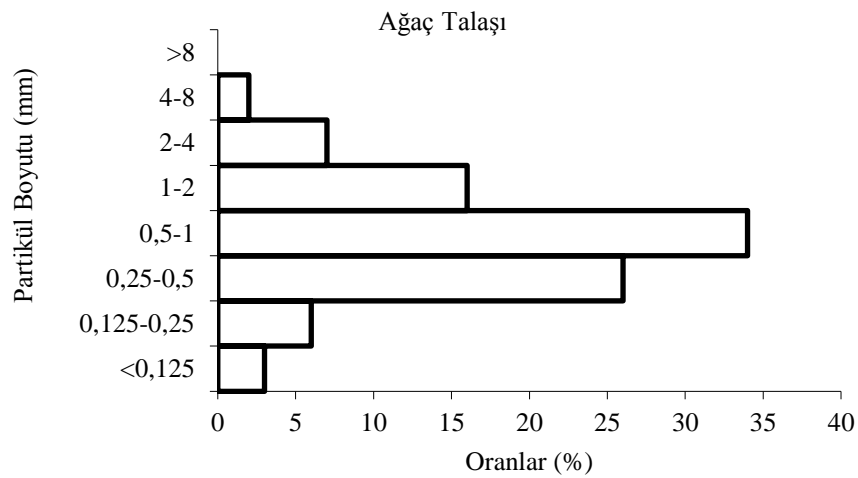
Bu durumda fındık zürufu hassas bitkileri için yetiştirme ortamı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Tablo 4.1. Fındık zürufunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Fındık Zürufu	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,169	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	1,489	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	88,91	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	55,12	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	16,12	31,99	<30
Su Tuma Kapasitesi (ml/l)	335	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (dak.)	1,92	3,28	<5
pH	4,82	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	2,975	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	94,22	51,7	>85

#### 4.1.2. Ağaç talaşı

Şekil 4.2' de verilen ağaç talaşının partikül boyut dağılımları incelendiğinde, ağaç talaşının ağırlıklı olarak 0,25-2 mm boyutu arasındaki partiküllerden oluştuğu ve ağaç talaşı numunesi içindeki en fazla bulunan partiküllerin 0,5-1 mm boyutundaki partiküller olduğu söylenebilir.



Şekil 4.2. Ağaç talaşı numunesinin partikül boyut dağılımı

Ağaç talaşının hava kapasitesi 50,71 % V/V, su tutma kapasitesi 379 ml/l ve pH değeri 6,7 olarak bulunmuş olup bu değerler ideal yetiştirme ortamları için istenen değer aralığı dışında bulunmuştur. Bunun yanında incelenen diğer parametreler ideal değer aralığındadır.

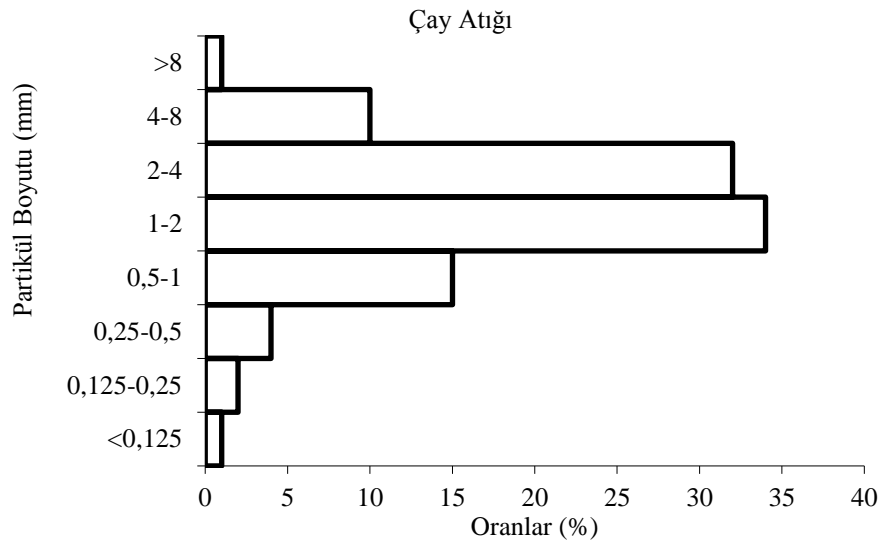
Ağaç talaşının organik maddesi (%91,49), ticari torfunkinden (%51,7) yüksektir. Yüksek organik maddeli materyallerde hacim ağırlığı ve özgül ağırlık değerleri düşüktür. Bundan dolayıdır ki ağaç talaşı numunelerinin de hacim ağırlığı (0,172 g/cm<sup>3</sup>) ve özgül ağırlığı değerleri (1,508g/cm<sup>3</sup>) de torftan düşük çıkmıştır. Bu durum yetiştirme ortamının ve içerisine doldurulduğunda saksıların kolay taşınabilmesi açısından oldukça önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Tablo 4.2. Ağaç talaşının bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Ağaç Talaşı	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	0,172	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	1,508	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	88,72	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	50,71	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	15,27	31,99	<30
Su Tuma Kapasitesi (ml/l)	379	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (dak.)	1,68	3,28	<5
pH	6,47	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	0,202	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	91,49	51,7	>85

#### 4.1.3. Çay atığı

Çay atığının partikül boyut dağılımı grafiği incelendiğinde (şekil 4.3), en yüksek orana sahip olan partiküllerin 1-2 mm arasında büyüklüğe sahip olduğu ve çay atığını oluşturan taneciklerin % 90' ından fazlasının 0,5-8 mm boyutundaki tanecikler olduğunu söylemek mümkündür. Bunun yanında fındık zürufunda olduğu gibi çay atığında da 1-2 mm ve 2-4 mm boyutundaki taneciklerin oranı birbirlerine çok yakın bulunmuştur.



Şekil 4.3. Çay atığı numunesinin partikül boyut dağılımı

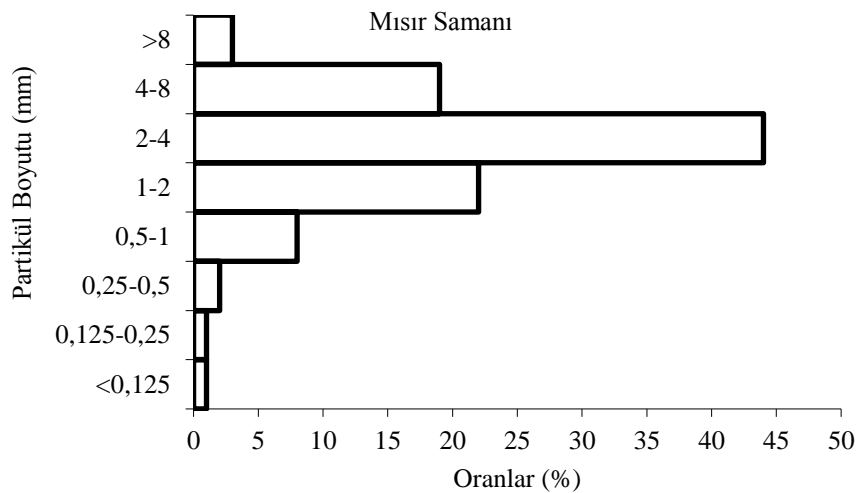
Çay atığının hava kapasitesi ticari torf ve ideal değere göre oldukça yüksek bulunurken, bu durumun tersi olarak su tutma kapasitesi ve elektriksel iletkenliği ticari torf ve ideal değerlerden oldukça düşük bulunmuştur. Çay atığında incelenen diğer parametreler ideal yetiştirme ortamlarında aranan değer aralığında bulunmuştur. Ancak yeniden su çekme süresi, 5 dakikanın altında ve ideal değer aralığında olmasına rağmen, su çay atığının içinden hemen drene olduğundan bu değer ölçülemedi ve 1 dakikanın altı olarak kaydedilmiştir.

Tablo 4.3. Çay atığının bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Çay Atığı	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,076	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	1,502	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	94,21	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	76,73	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	17,21	31,99	<30
Su Tuma Kapasitesi (ml/l)	182	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (dak.)	< 1	3,28	<5
pH	5,52	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik ( $mS/cm$ )	0,532	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	92,42	51,7	>85

#### 4.1.4. Mısır samanı

Mısır samanı numunesinin partikül boyut dağılımı şekil 4.4’ de sunulmuştur. Buna göre mısır samanının çok büyük bir bölümünün 1-8 mm büyüklüğü arasında değişen tane boyuna sahip parçacıklardan oluştuğu ve bu parçacıkların yarısının 2-4 mm büyüklüğündeki parçacıklar olduğu, 1-2 mm ve 4-8 mm boyutundaki parçacıkların oranlarının ise bir birine çok yakın bulunduğu söylenebilir.



Şekil 4.4. Mısır samanı numunesinin partikül boyut dağılımı

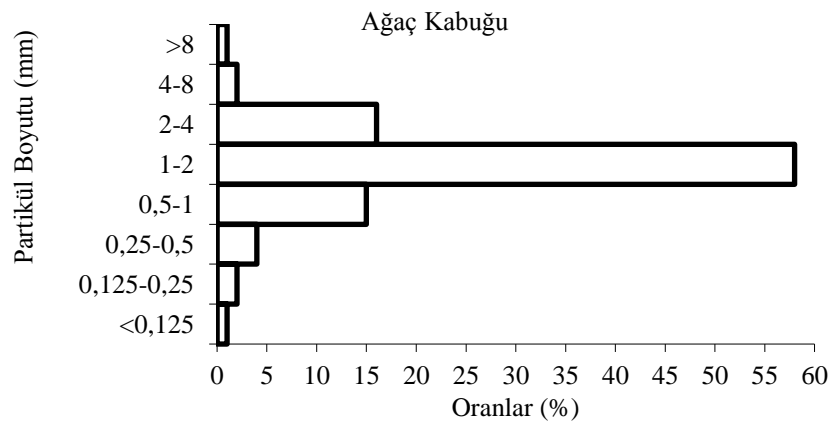
Bununla birlikte mısır samanının bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması Tablo 4.4.’de verilmiştir. Tablo 4.4.’deki değerler incelendiğinde diğer organik atık numunelerine benzer şekilde hava kapasitesi, su tutma kapasitesi ve bunlara ek olarak pH ve elektriksel iletkenlik değerlerinin ideal değer aralığının dışında olduğu, hava kapasitesi (76,09 %V/V) ve pH (7,15) değerleri ideal değerlerin üstünde, su tutma kapasitesi (205 ml/l) ve elektriksel iletkenliğin (0,582mS/cm) ise ideal değerlerin altında olduğu görülebilir. Bununla birlikte mısır samanının organik madde (%96,37) ve porozite (96,56 %V/V) değerlerinin ticari torftan yüksek olduğu ve çay atığında olduğu gibi yeniden su çekme süresinin 1 dakikanın altında bulunduğu anlaşılmıştır. Ayrıca yetiştirme ortamı kurduğunda meydana gelen sıkışma özellikleri (21,13 %V/V) incelendiğinde mısır samanının ideal değer aralığında olduğu ve kurduğunda torftan (31,99 %V/V) daha az sıkışacağı söylenebilir.

Tablo 4.4. Mısır samanının bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Mısır Samanı	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,050	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	1,474	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	96,56	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	76,09	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	21,13	31,99	<30
Su Tuma Kapasitesi (ml/l)	205	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (dak.)	< 1	3,28	<5
pH	7,15	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	0,582	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	96,37	51,7	>85

#### 4.1.5. Ağaç kabuğu

Ağaç kabuğu numunesinin partikül boyut dağılımı incelendiğinde % 60' ının 1-2 mm boyutundaki taneciklerden oluştuğu söylenebilir. Bununla birlikte 1-2 mm boyutundaki tanecikler ile 2-4 mm büyüklüğündeki taneciklerin oranlarının bir birine çok yakın olduğu ve 1-2 mm ve 2-4 mm boyutundaki taneciklerin toplam analiz edilen numunenin % 30' unu oluşturduğu anlaşılmaktadır. Ağaç kabuğu içerisinde >8mm ve <0,125 mm boyutundaki parçacıkların toplam oranı % 1' in altında bulunmuştur (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Ağaç kabuğu numunesinin partikül boyut dağılımı



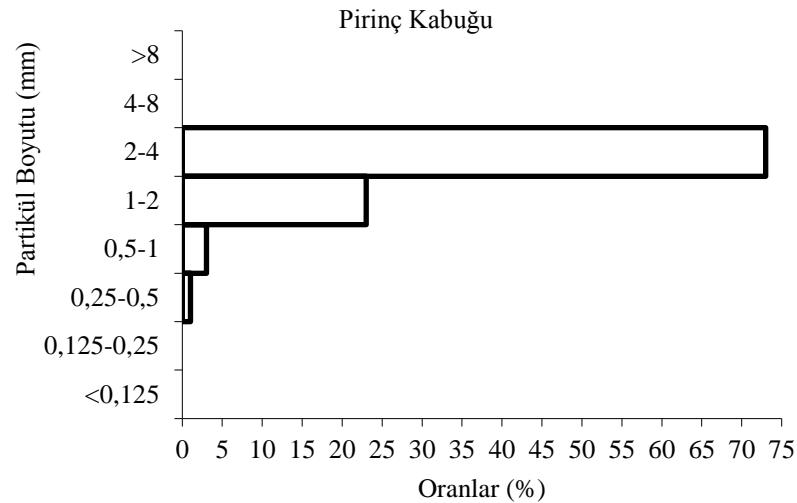
Ağaç kabuğu numunesi 88,21 %V/V porozite ve % 94,39 organik madde değerlerine sahiptir. Su tutma ve hava kapasiteleri dışındaki tüm özellikleri ideal değer aralığındadır ve ideal değerler dikkate alınarak ticari torfa ile karşılaştırıldığında elde edilen sonuçlar ağaç kabuğunun süs bitkisi yetiştiriciliği için istenen ideal değerlere daha yakın özelliklere sahip olduğunu göstermiştir. Ayrıca ağaç kabuğunun 1,32 dakika olan yeniden su çekme süresi ideal değer aralığında ve torftan düşüktür. Bu durum özellikle saksılı süs bitkisi üretiminde ağaç kabuğunun torfa göre kurduğunda tekrar su çekmesinin daha kolay olacağını işaret etmektedir.

Tablo 4.5. Ağaç kabuğunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Ağaç Kabuğu	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,177	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	1,489	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	88,21	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	56,42	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	18,82	31,99	<30
Su Tuma Kapasitesi ( $ml/l$ )	320	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (dak.)	1,32	3,28	<5
pH	5,47	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik ( $mS/cm$ )	0,762	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	94,39	51,7	>85

#### 4.1.6. Pirinç kabuğu

Şekil 4.6' da pirinç kabuğuna ait partikül boyut dağılımı grafiği sunulmuştur. Partikül boyut dağılımı grafiği incelendiğinde, pirinç kabuğu numunelerinin %75' inin 2-4 mm boyutundaki parçacıklardan, % 20 den fazlasının 1-2 mm boyutundaki taneciklerden oluştuğu söylenebilir. Buna ilaveten pirinç kabuğu numunesinde 0,25-1 mm boyutunda %5 den az tanecik bulunduğu ve diğer tane boyutuna sahip tanecik bulunmadığı söylenebilir. Bu durum 4 mm den büyük pirinç bulunmaması ve pirinç kabuğunun stabilitesinin yüksek olmasından dolayı ayrışarak 0,5 mm nin altına düşen parçacık olmamasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.6. Pirinç kabuğu numunesinin partikül boyut dağılımı

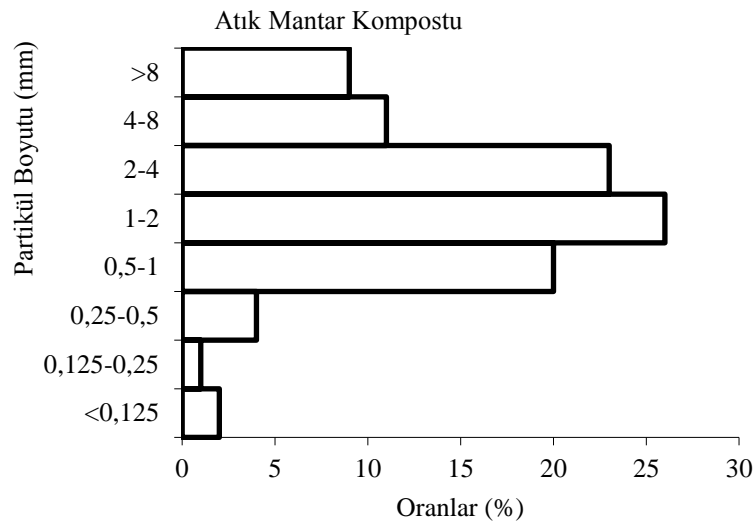
Pirinç kabuğunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması Tablo 4.6.'da verilmiştir. Pirinç kabuğu 93,47 %V/V porozite ve %84,53 %V/V hava kapasitesine sahiptir. Bu değerler ticari torf ve ideal yetiştirme ortamları için istenen değerlerden oldukça yüksektir. Bunun yanında pirinç kabuğunun su tutma kapasitesi 89 ml/l ile incelenen organik atıklar arasında en düşük değere sahiptir. Bu durum şekil 4.6' da açıkça görüldüğü gibi pirinç kabuğunun ayrılmamış ve aynı boyutta parçacıklardan oluşması ve suyun bu parçacıkların arasından serbestçe drene olarak geçmesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 4.6. Pirinç kabuğunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Pirinç Kabuğu	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,099	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	1,524	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	93,47	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	84,53	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	24,99	31,99	<30
Su Tuma Kapasitesi (ml/l)	89	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (min.)	< 1	3,28	<5
pH	7,57	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	0,315	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	89,24	51,7	>85

#### 4.1.7. Atık mantar kompostu

Atık mantar kompostu incelenen organik atık numuneleri arasında en büyük parçacıklara sahip numunedir. Bu numunenin yaklaşık % 10' luk bölümü en büyük elek aralığı olan 8 mm tanecik büyüklüğünün üstünde parçacıklardan oluşmaktadır. Atık mantar kompostunun yaklaşık %80' ini oluşturan parçacıklar ise 0,5-8 mm arasında değişen tane boyutuna sahip parçacıklardır. Bununla birlikte atık mantar kompostunda en fazla bulunan partiküller 1-2 mm tane büyüklüğüne sahip parçacıklardır.



Şekil 4.7. Atık mantar kompostu numunesinin partikül boyut dağılımı

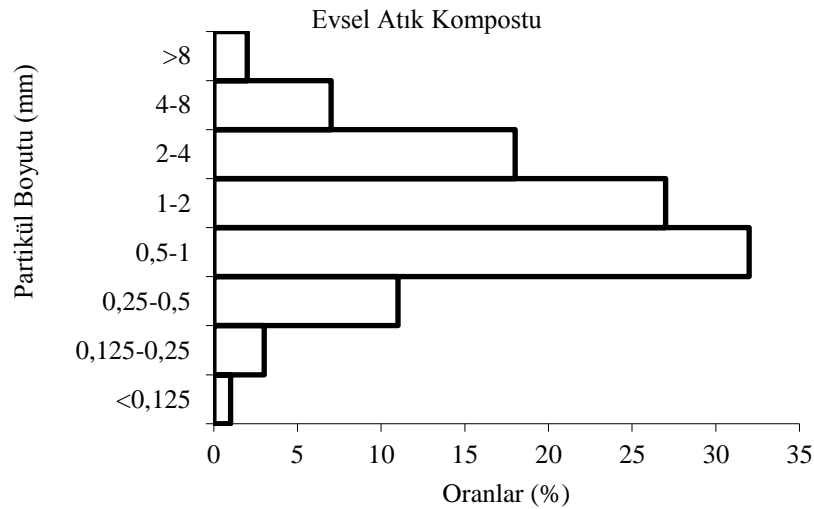
Atık Mantar Kompostunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması Tablo 4.7.'de sunulmuştur. Tablo 4.7.'deki sonuçlar incelendiğinde atık mantar kompostunun porozitesi ve hava kapasitesinin ticari torftan yüksek olduğu buna karşın su tutma kapasitesinin süs bitkileri için istenen ideal değer aralığına ulaşamasa da ticari torfa çok yakın olduğu söylenebilir. Bunun yanında atık mantar kompostunun pH değeri ideal yetiştirme ortamlarından yüksek bulunurken, organik madde içeriği düşük çıkmıştır. Ayrıca atık mantar kompostunun her ne kadar limit değerlerin altında olsa da kurduğunda meydana gelecek sıkışma oranı da yüksektir.

Tablo 4.7. Atık mantar kompostunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Atık Mantar Kompostu	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,178	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	1,614	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	89,02	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	44,45	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	25,55	31,99	<30
Su Tuma Kapasitesi (ml/l)	446	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (min.)	2,89	3,28	<5
pH	7,3	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	1,68	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	77,65	51,7	>85

#### 4.1.8. Evsel atık kompostu

Şekil 4.8'de sunulan evsel atık kompostunun partikül boyut dağılımı grafiği incelendiğinde, evsel atık kompostunun oranları farklı olsa da diğer organik atık numunelerinden farklı olarak incelenen tüm parçacık boyut aralıklarında taneciklere sahip olduğu söylenebilir. Bununla birlikte 0,5-1 mm boyutundaki tanecikler evsel atık kompostu içerisinde en yüksek oranda bulunan tanecik grubunu oluşturmaktadır.



Şekil 4.8. Evsel atık kompostu numunesinin partikül boyut dağılımı

Evsel atık kompostu incelenen tüm organik atık numuneleri arasında en düşük organik madde içeriğine sahip atık türü olmuştur. Bu durum hacim ağırlığı ve özgül ağırlığın her ikisinin de ticari torfa göre yüksek ve ideal yetiştirme ortamlarında istenen değer aralığının dışında olmasına neden olmuştur. Evsel atık kompostunun küçük parçacıklı yapısı nedeniyle porozite ve hava kapasitesi sonuçları da ticari torf ile kıyaslandığında düşüktür. Ancak porozite ideal yetiştirme ortamları için istenen değere ulaşamazken, hava kapasitesi ideal değer aralığındadır. Buna rağmen incelenen özellikler arasında evsel atık kompostunun en pozitif özelliği su tutma kapasitesinde görülmüş ve su tutma kapasitesi her ne kadar ideal değer aralığına ulaşmasa da ticari torfla oldukça yakın bulunmuştur. Su tutma kapasitesi açısından evsel atık kompostu incelenen diğer atık numunelerine göre oldukça yüksek bir değere sahiptir. Bu durum evsel atık kompostunun çok küçük taneciklerinin porozite ve hava kapasitesini olumsuz etkilemesine rağmen, suyun yetiştirme ortamı içerisinde kalmasını sağladığı ve bir başka deyişle suyun kolayca direne olmasını engellediği şeklinde yorumlanabilir.

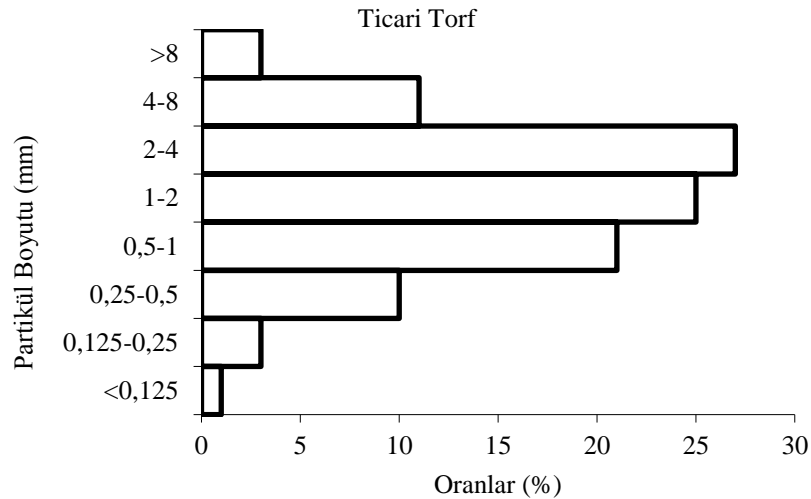
Tablo 4.8. Evsel atık kompostunun bazı özelliklerinin ticari torf ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Evsel Atık Kompostu	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,649	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	2,089	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	68,92	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	23,11	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	21,93	31,99	<30
Su Tutma Kapasitesi (ml/l)	456	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (min.)	3,46	3,28	<5
pH	7,3	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	2,887	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	32,38	51,7	>85

#### 4.1.9. Ticari torf

Şekil 4.9' da ticari torf numunesinin partikül boyut dağılımı grafiği verilmiştir. Şekil 4.9 incelendiğinde ticari torf içerisinde en çok bulunan taneciklerin 2-4 mm

boyutundaki taneler olduğu, ticari torfun içerisinde tam ayrışmamış lifli bitkisel kalıntılar olması nedeni ile 4->8 mm boyutu aralığında yaklaşık % 15 oranında iri parçaların bulunduğu söylenebilir. Bunun yanında ticari torfun içerisindeki 1-2 mm boyutundaki taneler ile 2-4 mm boyutundaki tanelerin oranlarının birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.9. Ticari torf numunesinin partikül boyut dağılımı

Bu çalışmada ticari torf kontrol uygulaması olarak kullanılmış ve süs bitkisi yetiştirme ortamı olabilirlikleri açısından incelenen tüm organik atıkların özellikleri ticari torfun özellikleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmeye çalışılmıştır. Tablo 4.9.'da verilen ticari torfun bazı özellikleri ve ideal yetiştirme ortamlarında istenen değerler karşılaştırıldığında bu durumun haklılığı daha iyi anlaşılmaktadır. Ticari torfun özelliklerinde çıkarıldığı yer ve gördüğü işlemlere bağlı olarak ufak farklılıklar görülebilmektedir.

Bununla birlikte bu çalışmada kullanılan torfun su tutma kapasitesi dışındaki tüm değerleri ideal yetiştirme ortamları için istenen değer aralığında bulunmuştur. Su tutma kapasitesi ise ideal değer aralığından düşük bulunmasına rağmen incelenen tüm organik atıklarda elde edilen su tutma kapasitesinden yüksektir. Ticari torfun tüm özellikleri göz önüne alındığında kontrol uygulaması olarak kullanılmasının ve

incelenen organik atıkların özelliklerinin ticari torf ile karşılaştırılmasının doğru bir yaklaşım olduğu söylenebilir.

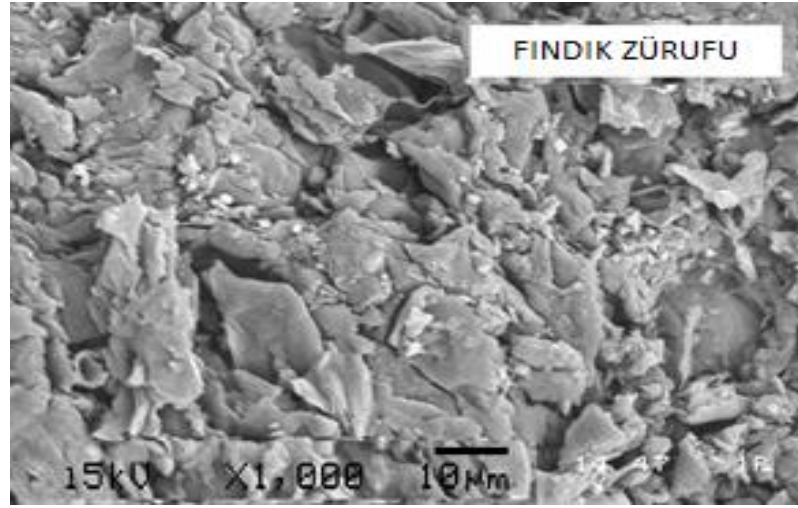
Tablo 4. 9. Ticari torfun bazı özelliklerinin ve ideal değerlerle karşılaştırılması

Parametre	Ticari Torf	İdeal Değerler
Hacim Ağırlığı ( $g/cm^3$ )	0,458	<0,40
Özgül Ağırlık ( $g/cm^3$ )	1,856	1,4-2,0
Porozite (% V/V)	73,28	>80
Hava Kapasitesi (% V/V)	27,72	20-30
Sıkışma (% V/V)	31,99	<30
Su Tutma Kapasitesi (ml/l)	458	600-1000
Yeniden Su Çekme (min.)	3,28	<5
pH	6,92	5,2-6,3
Elektriksel İletkenlik (mS/cm)	3,46	0,75-3,49
Organik Madde (%)	51,7	>85

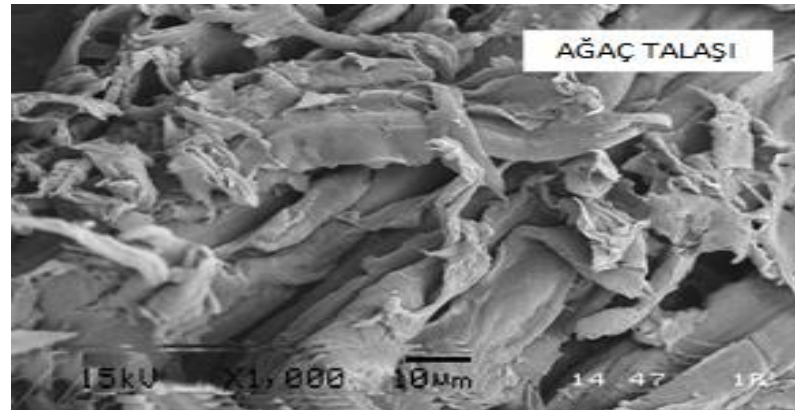
#### 4.2. Organik Atık Numunelerinin Yüzey ve İç Yapısının İncelenmesi

Gözenek yapısının incelenmesinin yetiştirme ortamlarının hidrolik özellikleri ve hava kapasitesi ve degradation seviyesi ile ilgili önemli bilgiler verdiği bilinmektedir [32]. Bundan dolayı bu çalışmada SEM analizi, yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği incelenen organik atık numunelerinin yüzey ve iç yapılarının incelenmesi ve böylece numunelerin fiziksel ve hidrolik özelliklerinin daha kolay anlaşılabilmesi amacı ile kullanılmış ve sonuçlar figür 1' de sunulmuştur. SEM figürleri hem yüzey hem de iç yapı olarak incelendiğinde iki gruba ayrılacağı görülmektedir. İleri derecede ayrılmış numuneler olan, atık mantar kompostu, evsel atık kompostu ve torf,den oluşan birinci grupta çok az makro gözenek bulunmakta ve mikro gözeneklerde homejen olarak dağılım göstermektedir. Fındık zürufu numunesi de ayrışma oranı daha düşük olmasına rağmen bu gruba çok benzemektedir. İkinci grup olarak ayırabileceğimiz ve çok az ayrılmış mısır samanı, pirinç kabuğu, çay atığı ve çam kabuğunda ise özellikle iç yapılarında makro gözenekler fazladır.

Porozite ve partikül boyut dağılımları ile de alakalı olmakla beraber bu iki grubun hidrolik özelliklerindeki farklar yüzey ve iç karakteristikleri ile açıkça anlaşılabilir. Numunelerin pore çapı arttıkça yer çekimsel su drenajı ve hava kapasiteleri artmakta buna karşılık su tutma kapasiteleri azalmaktadır. Bu durumun zıttı olarak numunelerin pore çapı azaldığında su tutma kapasiteleri artmakta fakat hava kapasiteleri azalmaktadır [33]. Yetiştirme ortamı olarak uygunlukları düşünüldüğünde, mısır samanı, pirinç kabuğu ve çay atığının, kompostlama gibi ayrışma oranını önemli ölçüde artıracak bir uygulamanın yapılmasının, yüzey ve iç yapılarını değiştireceğinden hidrolik özellikleri iyileştirebileceği söylenebilir.

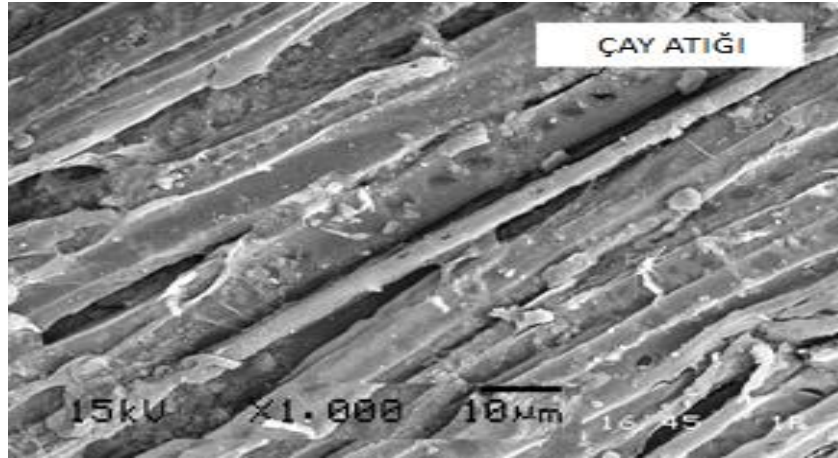


Şekil 4.10. Fındık zürufu numunesinin SEM fotoğrafı

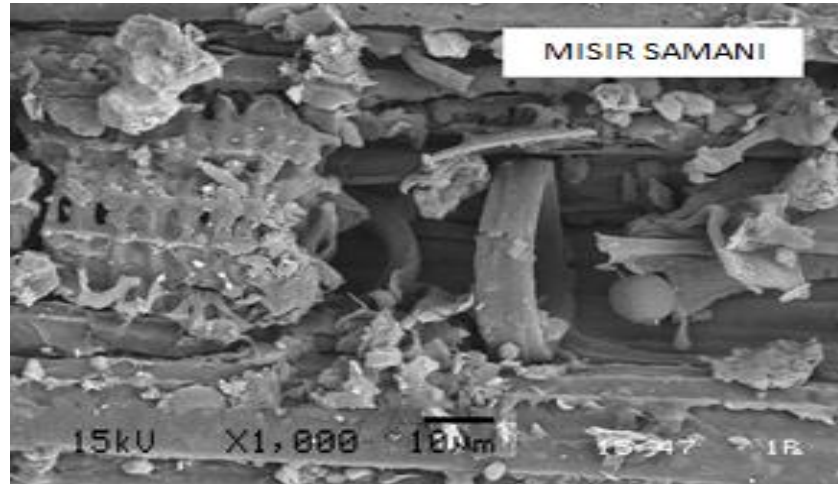


Şekil 4.11. Ağaç talaşı numunesinin SEM fotoğrafı

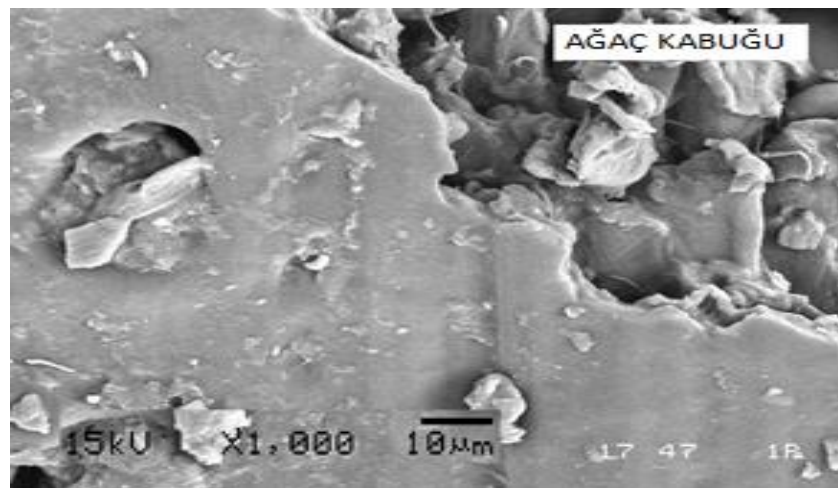




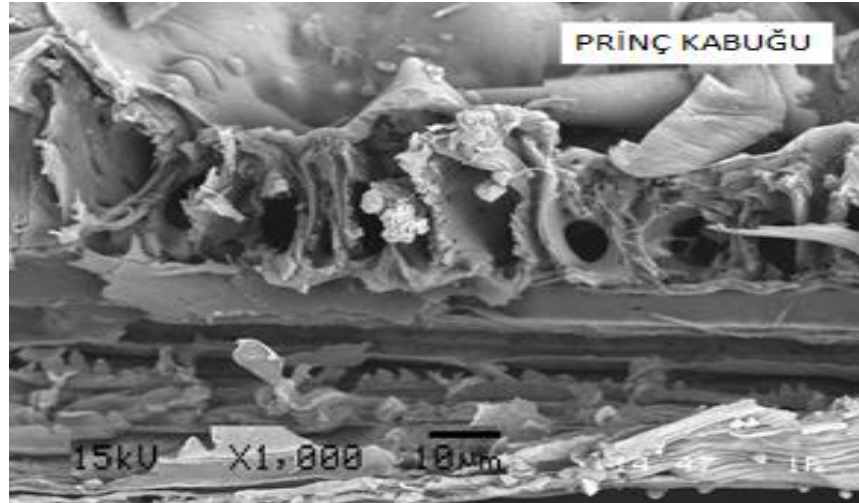
Şekil 4.12. Çay atığı numunesinin SEM fotoğrafı



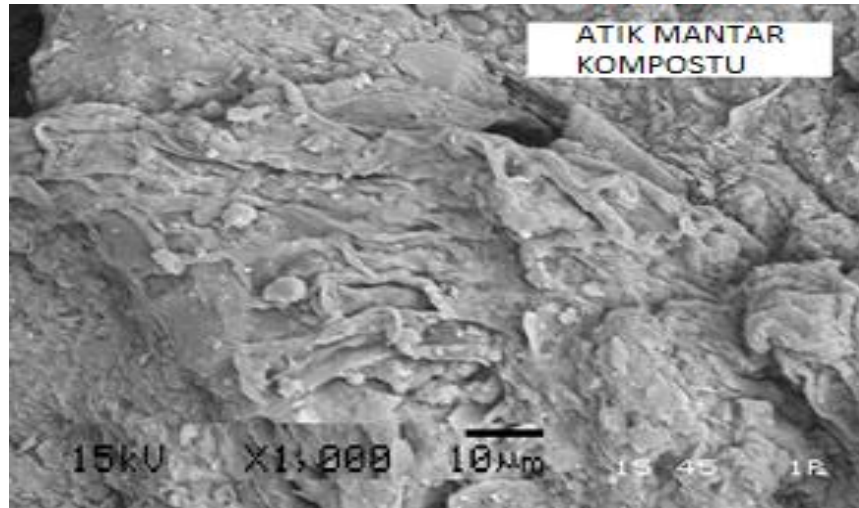
Şekil 4.13. Mısır samanı numunesinin SEM fotoğrafı



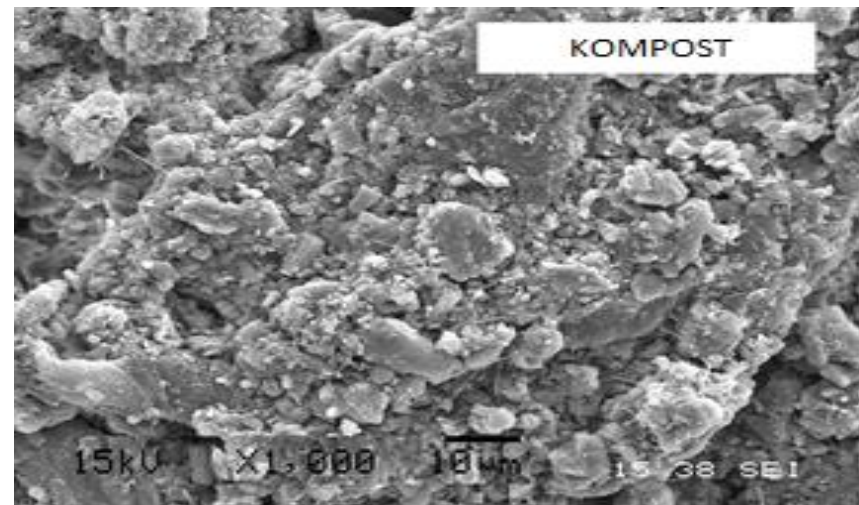
Şekil 4.14. Ağaç kabuğu numunesinin SEM fotoğrafı



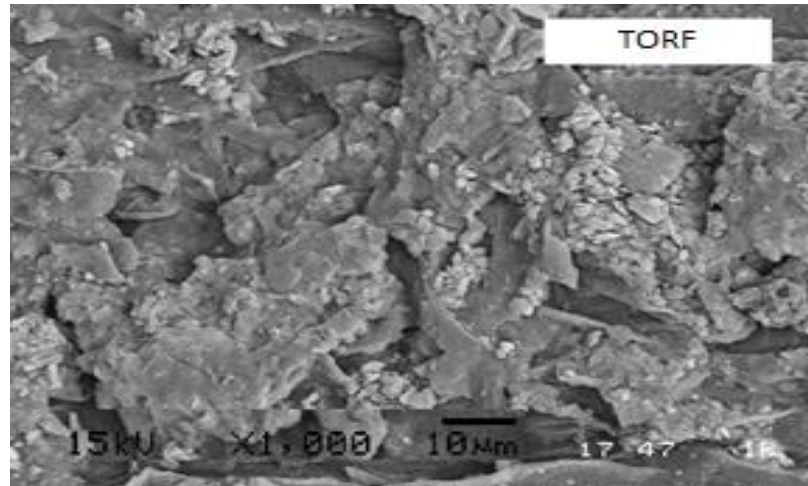
Şekil 4.15. Pirinç kabuğu numunesinin SEM fotoğrafı



Şekil 4.16. Atık mantar kompostu numunesinin SEM fotoğrafı



Şekil 4.17. Evsel atık kompostu numunesinin SEM fotoğrafı



Şekil 4.18. Ticari torf numunesinin SEM fotoğrafı

### 4.3. Organik Atık Numunelerinden Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

SEM figürleri ile yüzey ve iç yapıları incelenerek numunelerin hidrolik özelliklerinin açıklanmasında önemli bilgiler edinilse de, partikül boyut dağılımlarının incelenmesi benzer yapıya sahip numunelerin fiziksel özelliklerdeki farklılıkların anlaşılmasını sağlamıştır [34]. Organik atık numunelerinin partikül boyutları incelendiğinde, mısır samanı ve pirinç kabuğunun (2 - 4 mm) genel olarak büyük partiküllerden oluştuğu, bunun aksine, evsel atık kompostu, çam kabuğu ve ağaç talaşı (0,5-2 mm) numunelerinin ise ağırlıklı olarak küçük tane boyutuna sahip olduğu görülmüştür. Bununla birlikte çay atığı, fındık zürufu, atık mantar kompostu ve torf numunelerinin partikül boyut dağılımının ağırlıklı olarak 1- 4 mm olmak üzere, büyük, orta ve küçük partiküllerin homojen karışımından oluştuğu söylenebilir. Organik atık numunelerinde 1 mm den büyük partiküler dikkate alınarak hesaplanan partikül boyut indeksi (CI) ve numunelerin partikül boyutu geometrik ortalaması ve geometrik ortalamanın standart sapması sonuçlarına göre, en yüksek CI değeri 96 ile pirinç kabuğu numunelerinde, en düşük CI değeri ise 25 ile ağaç talaşı numunelerinde belirlenmiştir (Tablo 4.10.). Fındık zürufunun (66) ve torfun (66,67) partikül boyut indeksi sonuçları çok yakın bulunmuştur.

Partikül boyut dağılımları ve Tablo 4.10.'daki CI, Dg,  $\sigma g$  değerleri birlikte incelendiğinde, mısır samanı, atık mantar kompostunun iri partüküllerinin ilave bir parçalama işlemine ihtiyacı olduğu, pirinç kabuğu, kompost ve ağaç talaşının ise iri partiküllü yetiştirme ortamları ile karışım yapılarak kullanılabilmesi ve fındık zürufu ve torfun ise ilave bir işleme ihtiyaç duymadan yetiştirme ortamı olarak kullanılabilmesi söylenebilir [2].

Tablo 4.10. İncelenen organik atıkların partikül boyut indeksi (CI), partikül boyutlarının geometrik ortalaması ve geometrik ortalamaların standart sapması

Numuneler	CI (%V/V)	Dg	$\sigma g$
Fındık Zürufu	66 e*	1,269 g	2,625 c
Ağaç Talaşı	25 g	0,698 i	2,342 e
Çay Atığı	77 c	1,733 d	2,316 f
Mısır Samanı	88 b	2,462 a	2,284 g
Ağaç Kabuğu	78 c	1,392 f	2,013 h
Pirinç Kabuğu	96 a	2,404 b	1,496 i
Atık Mantar Kompostu	73 d	1,841 c	2,846 a
Evsel Atık Kompostu	54 f	1,226 h	2,529 d
Ticari Torf	66,6 e	1,542 e	2,707 b

\*LSD :  $p=0.05$

Çalışmada incelenen diğer fiziksel özelliklerin sonuçları Tablo 4.11. ve Tablo 4.12.'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre en yüksek hacim ağırlığı ( $0,649 \text{ g/cm}^3$ ) ve özgül ağırlık ( $2,089 \text{ g/cm}^3$ ) evsel atık kompostun da, en düşük hacim ağırlığı ( $0,05 \text{ g/cm}^3$ ) ve özgül ağırlık ( $1,474 \text{ g/cm}^3$ ) ise mısır samanında bulunmuştur. Evsel katı atıkların kompostlanmasında atık ayırım işlemleri uygulansa da önemli miktarda inorganik atık kompostta karışmaktadır. Bu durum evsel atık kompostunun hacim ağırlığı ve özgül ağırlığını artırmaktadır. En yüksek porozite değeri  $96,56 \%$  ile mısır samanına, en düşük porozite değeri ise  $71,55$  ile torfta belirlenmiştir. Hava kapasitesinde ise en yüksek değer çay atığı numunesinde ( $76,73 \%$ ) en düşük değer ise evsel atık kompostu numunesinde ( $23,1 \%$ ) görülmüştür. Yetiştirme ortamlarının kuruduklarında hacimlerinde olan değişikliği ifade eden Sıkışma değerlerinde ise en yüksek değer  $31,99 \%$  ile torfta, en düşük değer ise  $15,27 \%$  ile ağaç talaşında

görülmüştür. Bununla birlikte sıkışma sonuçları incelendiğinde pirinç kabuğu ve atık mantar kompostunun kuruduklarında hacimlerinde önemli bir azalma görülebilir.

Tablo 4.11. Organik atık numunelerinin bazı fiziksel özellikleri

Numuneler	Hacim Ağırlığı (g/cm <sup>3</sup> )	Özgül Ağırlık (g/cm <sup>3</sup> )	Porozite (% V/V)	Hava Kapasitesi (% V/V)	Sıkışma (% V/V)
Fındık Zürafu	0,169 c*	1,489 f	88,91 d	55,12 d	16,12 h
Ağaç Talaşı	0,172 c	1,508 e	88,72 d	50,71 e	15,27 ı
Çay Atığı	0,076 e	1,502 e	94,21 b	76,73 b	17,21 g
Mısır Samanı	0,050 f	1,474 f	96,56 a	76,09 b	21,13 e
Ağaç Kabuğu	0,177 c	1,489 f	88,21 e	56,42 c	18,82 f
Pirinç Kabuğu	0,099 d	1,524 d	93,47 c	84,53 a	24,99 c
Atık Mantar Kompostu	0,178 c	1,614 c	89,02 d	44,45 f	25,55 b
Evsel Atık Kompostu	0,649 a	2,089 a	68,92 g	23,11 g	21,93 d
Ticari Torf	0,458 b	1,856 b	73,28 f	27,72 h	31,99 a
<b>İdeal Değerler</b>	<0,40	1,4-2,0	>80	20-30	<30

\*LSD :  $p=0.05$

Bitkisel üretimde kullanılacak yetiştirme ortamları için en önemli fiziksel özelliklerden olan su tutma kapasitesi ve yeniden su çekme özelliği sonuçlarına (Tablo 4.12.) göre, tüm numunelerin su tutma kapasiteleri ideal yetiştirme ortamlarında istenen değerlerden küçük, yeniden su çekme süreleri ise ideal değer aralığında bulunmuştur. En yüksek su tutma kapasitesi değeri 458 ml/l ile torf numunesinde, en düşük su tutma kapasitesi değeri ise 89 ml/l ile pirinç kabuğu numunesinde belirlenmiştir. Çay atığı, atık mantar kompostu gibi torf ile benzer partikül boyut dağılımı ve bir birine çok yakın porozite değerlerine sahip numunelerin su tutma kapasiteleri torfa göre düşük bulunmuştur. Bu durumun nedeni, incelenen numunelerin farklı gözenek büyüklüğü dağılımına sahip olmalarıdır [35].

Yeniden su çekme özelliğinde ise en yüksek değer 3,63 min. ile ham torf numunesinde, en düşük değer ise <1 min. ile mısır samanı, çay atığı ve pirinç kabuğu numunelerinde görülmüştür. Ancak bu durum yüksek porozite değerlerine

sahip bu numunelerin suyu tutamamasından ve verilen suyun numunelerin içinden çok hızlı drene olmasından kaynaklanmaktadır. Organik yetiştirme ortamlarında yeniden su çekmenin porozite ile doğru orantılı arttığı belirtilmektedir [36]. Bu nedendir ki, mısır samanı, çay atığı ve pirinç kabuğu numunelerinin yeniden su çekme değerlerinin ölçülemediği ve yeniden su çekme sürelerinin ideal yetiştirme ortamları için istenen değerden çok yüksek olduğu söylenebilir.

Tablo 4.12. Organik atık numunelerinin hidrolik özellikleri

Numuneler	Su Tutma Kapasitesi (ml/l)	Yeniden su çekme (min.)
Fındık Zürufu	335 d *	1,92 d
Ağaç Talaşı	379 c	1,68 e
Çay Atığı	182 g	< 1 g
Mısır Samanı	205 f	< 1 g
Ağaç Kabuğu	320 e	1,32 f
Pirinç Kabuğu	89 h	< 1 g
Atık Mantar Kompostu	446 b	2,89 c
Evsel Atık Kompostu	456 a	3,46 a
Ticari Torf	458 a	3,28 b
<b>İdeal Değerler</b>	<b>600-1000</b>	<b>&lt;5</b>

\*LSD :  $p=0.05$

Yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği araştırılan organik atık numunelerinin fiziko-kimyasal özelliklerinin araştırılmasından elde edilen sonuçlar Tablo 4.13.'de sunulmuştur. Bu sonuçlara göre en yüksek pH değeri 7,57 ile pirinç kabuğunda, en düşük pH değeri ise 4,82 ile fındık zürufunda belirlenmiştir.

Tablo 4.13. Organik atık numunelerinin bazı fiziko-kimyasal özellikleri

Numuneler	pH	EC (mS/cm)	Organik Madde İçeriği(%)
Fındık Zırufu	4,82 g *	2,975 b	94,22 b
Ağaç Talaşı	6,47 e	0,202 i	91,49 d
Çay Atığı	5,52 f	0,532 g	92,42 c
Mısır Samanı	7,15 c	0,582 f	96,37 a
Ağaç Kabuğu	5,47 f	0,762 e	94,39 b
Pirinç Kabuğu	7,57 a	0,315 h	89,24 e
Atık Mantar Kompostu	7,3 b	1,68 d	77,65 f
Evsel Atık Kompostu	7,3 b	2,887 c	32,38 h
Ticari Torf	6,92 f	3,46 a	51,7 g
<b>İdeal Değerler</b>	5,2-6,3	0,75-3,49	>85

\*LCD :  $p=0.05$

Bununla birlikte tüm numunelerin içinde yalnızca çam kabuğu ve çay atığının pH değerleri ideal değer aralığında bulunmuştur. EC değerlerinde ise en yüksek değer 4,1 mS/cm ile ham torfda, düşük EC değeri ise 1,68 ile atık mantar kompostunda görülmüştür. Organik madde analizi sonuçlarına göre en yüksek değer 96,87 % ile mısır samanında, en düşük organik madde değeri ise 32,38 % ile evsel atık kompostunda belirlenmiştir. Ayrıca en düşük organik madde değerine sahip evsel atık kompostunun yanında atık mantar kompostu (77,65 %), ve torf (51,7 %) numunelerinin de organik madde değerleri ideal yetiştirme ortamlarında istenen değerden düşük bulunmuştur.

## **BÖLÜM 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER**

Bu çalışmada Türkiye’de bol miktarda bulunan ve herhangi bir faydalı kullanım alanı bulunmayan organik atık numunelerinin, yetiştirme ortamı olarak bitkisel üretimde kullanılabilirlikleri incelenmiş ve fiziksel ve fiziko-kimyasal karakterizasyonları belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlar, incelenen numunelerden fındık zürufu, ağaç talaşı, atık mantar kompostu ve evsel atık kompostunun yetiştirme ortamı olarak kullanılabilceğini, diğer organik atıkların ise yetiştirme ortamı bileşeni olarak hazırlanacak karışımlarda kullanılabilceğini ortaya koymuştur. Ancak bu atıklardan oluşan yetiştirme ortamlarının kullanımı sırasında düşük su tutma kapasiteleri ve yeniden su çekmelerinin zorluğundan dolayı, sulama programının iyi yapılması ve kurumaya izin verilmemesi önemlidir.

Özellikle mısır samanı, çay atığı ve pirinç kabuğu atıklarının, yetiştirme ortamlarına karıştırılmasının, hazırlanacak bu yetiştirme ortamlarının porozite, hava kapasitesi ve sıkışma gibi önemli fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesinde faydalı olacağı düşünülmektedir.

Çalışma başlangıcında ulaşılmak istenen ana hedefler dikkate alınarak çalışma sonuçları değerlendirildiğinde, bu çalışma ile elde edilen genel sonuçlar aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. Hali hazırda değerlendirilmesi mümkün olmayan bazı organik kökenli atıklar için ekolojik bir bertaraf alternatifi sunulmuştur.



2. Organik kökenli atıklardan katma değeri yüksek ürünler üretilmesi için örnek bir model geliştirilmiştir.
3. Süs bitkisi üretiminde önemli bir ihtiyaç olan kaliteli yetiştirme ortamı ihtiyacı için alternatif bir kaynak oluşturulmasına katkı sunulmuştur.
4. Yetiştirme ortamı olarak doğal toprak ve torf kullanımının azaltılmasına destek olunarak bu kullanımların çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasında katkı sağlanmaya çalışılmıştır.
5. Organik atıkların alternatif bertarafı ile ilgili yapılacak sonraki çalışmalar için literatüre katkı sağlanmıştır.

## KAYNAKLAR

- [1] Nelson PV., Greenhouse Operation and Management. 4th ed. Reston, VA: Reston Publishing Company, 1991.
- [2] Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, A., Noguera, V., "Physico-Chemical and Chemical Properties of Some Coconut Coir Dusts for Use as a Peat Substitute for Containerised Ornamental Plants" *Bioresource Technology* 82,241-245, 2003.
- [3] Yahya, A., Sye, C. P., Ishola, T. A., Suryanto, h., "Effect of adding palm oil mill decanter cake slurry with regular turning operation on the composting process and quality of compost from oil palm empty fruit bunches" *Bioresour. Technol.* 101, 8736-8741, 2010.
- [4] Marfa O, Lemaire F, Caceres R, Giuffrida F, Guerin V., Relationships between growing media fertility percolate composition and fertigation strategy in peat-substitute substrates used for growing ornamental shrubs. *Scientia Horticulturae* 94:309-321, 2002.
- [5] Ribeiro H. M., Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedlings production, *Bioresource Technology*, 98, 3294-3297, 2007.
- [6] Tariq, U., Rehman, S., Khan, M. A., Younis, A., Yaseen, M., Ahsan, M., "Agricultural and municipal waste as potting media components for the growth and flowering of *Dahlia hortensis* 'Figaro'" *Turk J Bot* 36 378-385 © TÜBİTAK doi:10.3906/bot-1109-16, 2012.
- [7] Çaycı G, Unver I, Ataman Y, Munsuz M., Distribution and horticultural values of the peats in Anatolia. *Acta Horticulturae* 238:189-196, 1989.
- [8] Abad M, Noguear P, Bures S., National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresour. Technol.* 77:197-200, 2001.

- [9] Abad ,M.,P,Noguer and Bures,S.,National Inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production:case study in Spain.Bioresource Tech.77:197-200, 2002.
- [10] Dede, OH; Dede, G; Ozdemir, S; Abad, M., "Physicochemical Characterization of Hazelnut Husk Residues with Different Decomposition Degrees for Soilless Growing Media Preparation", Journal of Plant Nutrition - Vol.34.pp.1973-1984 ISSN:0190-4167 ,DOI: 10.1080/01904167.2011.610484, 2011.
- [11] Dede, G; Ozdemir, S; Dede, OH; Altundag, H; Dundar, MS; Kiziloglu, FT., "Effects of biosolid application on soil properties and kiwi fruit nutrient composition on high-pH soil ", International Journal of Environmental Science and Technology ,Vol. pp.1451-1458 ISSN : 1735-1472 ,DOI: 10.1007/s13762-017-1252, 2017
- [12] Apaolaza, L. H., Gasco, A.M., Gasco,J. M., Guerrero f., Reuse of Waste Materials as Growing Media for Ornamental Plants, Bioresource Technology, 96, 125-131, 2005.
- [13] Abad, M., Noguera, P., Bures, S., Natinoal inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain, Bioresource Technology, 77, 197-200, 2001.
- [14] Chavez, W., Benedetto, A. D., Civeira,G., Lavado,R., Alternative soilless media for growing *Petunia hybrida* and *Impatiens wallerana*: Physical behavior, effect of fertilization and nitrate losses. Bioresource Technology. 99 , p8082–8087, 2008.
- [15] Papafotiou, M., Phsyhalou, M., Kargas, G., Chatzipaulidis, I., Chronopoulos, J., Olive-mill wastes compost as growing medium component for the production of poinsettia, *Scientia Horticulturae*, 102, 167-175, 2004.
- [16] Saim Ozdemir, Omer H. Dede, and Muhammad Yaqub., "Assessment of Long-Term Nutrient Effective Waste-Derived Growth Media for Ornamental Nurseries," *Waste and Biomass Valorization*, 2016.
- [17] Zhang,L.,Sun,X.Y.,Tian,Y.,Gong,X.Q.,Biochar and humic acid amendments improve the quality ofcomposted green waste as a growth medium for the ornamental plant*Calathea insignis*Lu. *Scientia Horticulturae*. 176, 70-78, 2014.
- [18] Ostos J. C., Lopez- Garrido R., Murillo J. M., Lopez R.,Substitution of peat for municipal solid waste and sewage sludge-based compost in nursery growing media: Effects on growth and nutrition of the native Shrub *Pistacia Lentiscus* L., *Bioresource Technology*, 99, 1793-1800, 2008.
- [19] Abd El-Hady. M., Shaaban S.M., Ebtisam, I. El-Dardiry.,Effect of hydro-physical improvement of substrates on cucumber plant growth, *Journal Applied Sciences Research*, 212, p1185-1190, 2006.

- [20] Grigatti, M., Giorgioni, M.E., Ciavatta C., Compost-based growing media: Influence on growth and nutrient use of bedding plants, *Bioresource Technology*, 98, 3526-3534, 2007.
- [21] Ingelmo F, Canet R, Ibanez MA, Garcia PJ., Use of MSW compost, dried sewage sludge and other wastes as partial substitutes for peat and soil. *Bioresour. Technol.* 63:123-129, 1998.
- [22] Ticknor, R. L., Hemphill, D. D., Flower DJ. and JR., Growth Response of *Photinia* and Nutrient Concentration in Tissues and Potting Medium as Influenced by Composted Sewage Sludge, Peat, Bark and Sawdust in Potting Media, *J. Environ. Hort.*, 34, 176-180, 1985.
- [23] Benito, M., Masaguer, A., Moliner, A., De Antonio R., Chemical and Physical Properties of Prunig Waste Compost and Their Seasonal Variability, *Bioresource Technology*, 97, 2071-2076, 2006.
- [24] Noguera, P., Abad, M., Puchades R., Maquieira, A. And Noguera, V., Influence of Particle Size on Physical and Chemical Properties of Coconut Coir Dust as Container Medium, *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 34, 593-605, 2002.
- [25] Dede, O. H., Köseoğlu G., Ozdemir S., Celebi A., Effects of Organic Wastes Substrates on the Growth of *Impatiens*, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30, 375-381, 2006.
- [26] Martinez, F.X., Proposal of methodology for the determination of the physical properties of the substrata, *Minutes of Gardening*, 11, p55-66, 1992.
- [27] Standart Of European, Potting Mixes, UNE-EN 13650
- [28] Australian Standard, Potting Mixes, AS 3743-1993
- [29] Fornes, F., Belda, R. M., Carrion, C., Noguera, V., Garcia-Agustin, P., Abad, M., "Pre-conditioning ornamental plants to drought by means of saline water irrigation as related to salinity tolerance" *Scientia Horticulturae*, 113, 52-59, 2007.
- [30] Guo, Z., Liu, W., "Biomimic from the superhydrophobic plant leaves in nature: Binary structure and unitary structure" *Plant Science*, 172, 1103-1112, 2007.
- [31] Masaphy, S., Zabari, L., Pastrana, J., Dultz, S., Role of Fungal Mycelium in the Formation of Carbonate Concretions in Growing Media—An Investigation by SEM and Synchrotron-Based X-Ray Tomographic Microscopy, *Geomicrobiology Journal*, 26:7, 442-450, DOI: 10.1080/01490450903060798, 2009.

- [32] Marianthi, T., Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) core and rice hulls as components of container media for growing *Pinus halepensis* M. seedlings. *Bioresource Technology*, 97(14):1631-1639, 2006.
- [33] Fornes, F., Belda, R. M., Abad, M., Noguera, P., Puchades, R., Maquieira, A., Noguera, V., "The microstructure of coconut coir dusts for use as alternatives to peat in soilless growing media" *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43, 1171-1179, 2003.
- [34] Ozdemir, S., Dede, O., Celebi, A., "Improvement of the Wettability Properties of Compost Using Seaweed" ,*Compost Science and Utilization* ,Vol. 23 ,pp. 87-93 - ,ISSN: ,DOI: 10.180/1065657X.2014.980470, 2015.
- [35] Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., Sfinchez-Monedero, M. A., Bernal M. P., "Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes" *BioresourceTechnology* 67,111-115, 1999.
- [36] Beardsell DV, Nichols DG., Wettability properties of dried-out nursery container media. *Scientia Horticulturae* 17:49-59, 1982.

## ÖZGEÇMİŞ

Mürüvet Hazel Öztekin, 09.04.1990'da Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2008 yılında Geyve Lisesi'nden mezun oldu. 2009 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü'nü 2013 yılında bitirdi. Lisans 3.sınıfı Erasmus öğrenim hareketliliğine katılarak, Finlandiya Oulu Üniversitesi, Proses ve Çevre Mühendisliği Bölümü'nde başarıyla tamamladı. 2013-2014 güz döneminde Sakarya Üniversitesi, Çevre Mühendisliği bölümünde yüksek lisans eğitimine başladı ve Sakarya Sabır Hurda Geri Kaz. Mak. İnş. San. Ve Tic.Ltd. Şirketinde 3 ay mühendis olarak çalıştı. 2014 yılında Milli Eğitim Bakanlığına bağlı eğitim kurumlarında ücretli İngilizce öğretmeni olarak, 2016 yılında da Sakarya Büyükşehir Belediyesi Sosyal Gelişim Merkezi'nde İngilizce öğretmeni olarak çalışmaya başladı. Şu anda hem Sosyal Gelişim Merkezi'nde İngilizce öğretmeni hem de Geyve Anadolu Lisesi'nde İngilizce ve Almanca öğretmeni olarak görev yapmaktadır.