

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**MUZ ATIKLARININ FİDE YETİŞTİRME ORTAMI OLARAK
KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

Mehmet Emin BATU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ



**MUZ ATIKLARININ FİDE YETİŞTİRME ORTAMI OLARAK
KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI**

Mehmet Emin BATU

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2023

ANTALYA

T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MUZ ATIKLARININ FİDE YETİŞTİRME ORTAMI OLARAK
KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Mehmet Emin BATU
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bu tez 19/06/2023 tarihinde jüri tarafından Oybirliği / Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erdem YILMAZ (Danışman)

Doç. Dr. Pelin ALABOZ

Doç. Dr. İlker SÖNMEZ

ÖZET

MUZ ATIKLARININ FİDE YETİŞTİRME ORTAMI OLARAK KULLANIM İMKANLARININ ARAŞTIRILMASI

Mehmet Emin BATU

Yüksek Lisans Tezi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Haziran 2023; 52 sayfa

Bu çalışmada muz atıklarının ve muz atıklarından elde edilen biyokömürün fide yetiştirme ortamı olarak kullanım olanaklarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla torf, perlit, vermikulit, muz atığı ve biyokömür (muz atığından elde edilen) farklı oranlarda karıştırılarak 10 farklı fide yetiştirme ortamı hazırlanmıştır. Çalışmada, fide yetiştirme ortamlarının bazı fizikokimyasal özelliklerinin yanı sıra Caııra çeşidi marul (*Lactuca sativa*) fide kalite parametrelerindeki değişimler belirlenmiştir. Ortamlara herhangi bir besin ilavesi yapılmamış sadece bitkinin isteğine göre her ortama su verilmiştir. 63 günlük deneme periyodu sonunda; ortamların farklı tansiyon değerlerinde (0 kPa, -2 kPa, -4 kPa, -6 kPa, -8 kPa, -10 kPa, -33 kPa ve -1500 kPa) tuttıkları su miktarı, pH ve EC değerleri, hacim ağırlığı, toplam porozite, makro por, mikro por, tohum çimlenme yüzdesi (%), fide boyu (cm), fide kök uzunluğu (cm), fide gövde çapı (mm), fide yaş ve kuru ağırlığı (gr), fide yaş kök ve kuru kök ağırlığı (gr) ile fide klorofil içeriğine bakılmıştır.

Sonuçlara göre en iyi çimlenme yüzdesi ve fide kök uzunluğu O1(%60 Torf + %20 Perlit + %20 Vermikulit) ortamında gerçekleşmiştir. En iyi fide boyu, fide gövde çapı, fide yaş ve kuru ağırlığı, fide yaş kök ağırlığı ve fide kuru kök ağırlığı O6 (% 80 Torf + %15 Muz atığı + %5 Muz biyokömür) ortamında elde edilmiştir. En yüksek fide klorofil değeri ise O8 (% 65 Torf + % 30 Muz atığı + %5 Muz biyokömür) ortamında ölçülmüştür. En yüksek pH değeri O2 ortamında (%60 Muz atığı + %20 Perlit + %20 Vermikulit), en yüksek EC değeri ise O4 ortamında (%80 Muz atığı + %10 Perlit + %10 Muz biyokömür) belirlenmiştir. Satürasyon düzeyinde (0 kPa) en yüksek % nem O1, en düşük % nem ise O8 ortamında elde edilmiştir. Çalışmada, %15 muz atığı ve %5 oranındaki biyokömürün torf ile birlikte fide yetiştirme ortamı olarak kullanımının (O6) birçok fide kalite parametresinde pozitif gelişme sağlayabileceği görülmüştür. Yüksek EC ve pH değerlerinden dolayı muz atığı ve muz biyokömürün ortamlardaki yüzdece miktarının arttırılmasının fide çimlenme oranı başta olmak üzere birçok fide kalite parametresinde olumsuzluklar meydana getirebileceği anlaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELE: Biyokömür, muz atığı, marul, torf, fide, yetiştirme ortamı

JÜRİ: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Doç. Dr. Pelin ALABOZ

Doç. Dr. İlker SÖNMEZ

ABSTRACT

INVESTIGATION OF USE OF BANANA WASTES AS SEEDLING GROWING MEDIA

Mehmet Emin BATU

Msc Thesis in Soil Science and Plant Nutrition

Supervisor: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

June 2023; 52 pages

In this study, it is aimed to determine the possibilities of using banana wastes and biochar obtained from banana wastes as a seedling growing medium. For this purpose, 10 different seedling growing media were prepared by mixing peat, perlite, vermiculite, banana waste and biochar (obtained from banana waste) in different proportions. In the study, besides some physicochemical properties of seedling growing media, changes in seedling quality parameters of Caipira variety lettuce (*Lactuca sativa*) were determined. No nutrients were added to the mediums, only water was given to each medium according to the plant's request. At the end of the 63-day trial period; The amount of water held by the media at different tension values (0 kPa, -2 kPa, -4 kPa, -6 kPa, -8 kPa, -10 kPa, -33 kPa and -1500 kPa), pH and EC values, bulk density, total porosity, macro- pore, micro-pore, seed germination percentage (%), seedling height (cm), seedling root length (cm), seedling stem diameter (mm), seedling fresh and dry weight (gr), seedling fresh root and dry root weight (gr), and seedling chlorophyll content were examined.

According to the results, the best germination percentage and seedling root length were realized in O1(60% Peat + 20% Perlite + 20% Vermiculite) environment. The best seedling height, seedling stem diameter, seedling fresh and dry weight, seedling fresh root weight and seedling dry root weight were obtained in O6 (80% Peat + 15% Banana waste + 5% Banana biochar) medium. The highest seedling chlorophyll value was measured in O8 (65% Peat + 30% Banana waste + 5% Banana biochar) medium. The highest pH value was determined in O2 medium (60% Banana waste + 20% Perlite + 20% Vermiculite), while the highest EC value was determined in O4 medium (80% Banana waste + 10% Perlite + 10% Banana biochar). At the saturation level (0 kPa), the highest % moisture was obtained in O1 and the lowest % moisture was obtained in O8 medium. In the study, it was seen that the use of 15% banana waste and 5% biochar together with peat as a seedling growing medium can provide positive improvement in many seedling quality parameters. It has been understood that increasing the percentage of banana waste and banana biochar in the environment due to high EC and pH values may cause negative effects on many seedling quality parameters, especially seedling germination percentage.

KEYWORDS: Biochar, banana waste, lettuce, peat, seedling, growing media

COMMITTEE: Prof. Dr. Erdem YILMAZ

Doç. Dr. Pelin ALABOZ

Doç. Dr. İlker SÖNMEZ

ÖNSÖZ

Ülkemizde açığa çıkan bitkisel atıkların geri dönüştürülmesi ve tarımda sürdürülebilirlik dünyada ve ülkemizde gittikçe önem kazanmaktadır. Sürdürülebilir bir tarım için hasat ve budama sonrası ortaya çıkan bitkisel atıkların geri kazanılması gerekmektedir. Bu sebeple budama sonrası ortaya çıkan muz atıklarının geri dönüştürülmesi ve verimli bir şekilde kullanılması bu çalışmada araştırılmıştır.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her zaman destek veren, bilgi ve yardımlarını esirgemeyen, Prof. Dr. Erdem YILMAZ'A teşekkür ederim.

Denemede kullandığım materyali temin etmede yardımcı olan, Doç. Dr. İsmail EMRAH TAVALI'ya teşekkür ederim.

Denemenin kurulması ve yürütülmesinde yardımcı olan, KIRCAMI FİDECİLİK LTD.ŞTİ. üretim tesislerine teşekkür ederim

Denemede kullanılan biyokömürün hazırlanmasında yardımcı olan, Arş. Gör. Hasan YILMAZ'a teşekkür ederim.

Denemede kullanılan muz atığı materyalinin temininde yardımcı olan Öğr. Gör. Dr. Ahmet ŞAFAK MALTAŞ'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ	iii
AKADEMİK BEYAN.....	vi
KISALTMALAR VE SİMGELER	vii
Kısaltmalar	vii
Simgeler.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1.GİRİŞ	xii
2. KAYNAK TARAMASI	2
2.1.Torf.....	2
2.2. Perlit.....	2
2.3.Vermikulit	2
2.4.Biyokömür	3
3.MATERYAL ve METOT	9
3.1. Materyal.....	9
3.1.1. Muz atığı.....	9
3.1.2. Muz atığından elde edilen biyokömür	10
3.1.3. Piroliz reaktörünün işleyişi	11
3.1.4. Ortam oluşturmada kullanılan materyaller	12
3.1.4.1.Torf.....	12
3.1.4.2 Perlit.....	13
3.1.4.3 Vermikulit	14
3.1.5. Kullanılan Bitki materyali	15
3.1.6.Araştırma alanına ait özellikler.....	15
3.1.7. Denemenin kurulması	17
3.2. Metot	19
3.2.1. Fide yetiştirme ortamına ait analizler ve ölçümler	19
3.2.1.1. Farklı tansiyon değerlerinde yetiştirme ortamlarında tutulan su miktarı tayini	19
3.2.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)	21

3.2.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH).....	21
3.2.1.4. Çimlenme yüzdesi (%).....	21
3.2.2. Fiziksel fide kalite parametrelerine ait ölçümler	21
3.2.2.1. Fide boyu (cm).....	21
3.2.2.2. Fide kök boyu (cm).....	21
3.2.2.3. Gövde çapı (mm)	22
3.2.2.4. Fide kök yaş ve kuru ağırlıkları (g/kök)	22
3.2.2.5. Fide yaş ve kuru ağırlıkları (g/fide)	22
3.2.2.6. Klorofil miktarı (SPAD)	24
3.3 İstatistiksel analizler	24
4.BULGULAR ve TARTIŞMA	25
4.1. Yetiştirme ortamlarının farklı tansiyon değerlerindeki su tutma kapasiteleri	25
4.2. Yetiştirilen marul fidelerine ait fiziksel ölçümler	35
5. SONUÇ	47
6. KAYNAKÇA	49
ÖZGEÇMİŞ	

AKADEMİK BEYAN

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Muz Atıklarının Fide Yetiştirme Ortamı Olarak Kullanım İmkanlarının Araştırılması” adlı bu çalışmanın, akademik kurallar ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını belirtir, bu tez çalışmasında bana ait olmayan tüm bilgilerin kaynağını gösterdiğimi beyan ederim.

09.06.2023

Mehmet Emin BATU



KISALTMALAR VE SİMGELER

Kısaltmalar

EC : Elektriksel Kondaktivite

O1: %60 Torf + %20 Perlit + %20 Vermikulit

O2: %60 Muz Atığı + %20 Perlit + %20 Vermikulit

O3: %80 Muz Atığı + %10 Perlit + %10 Vermikulit

O4: %80 Muz Atığı + %10 Perlit + %10 Muz Biyokömür

O5: %85 Torf + %10 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür

O6: %80 Torf + %15 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür

O7: %75 Torf + %20 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür

O8: %65 Torf + %30 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür

O9: %55 Torf + %40 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür

O10: %45 Torf + %50 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür

pH : Toprak Reaksiyonu

Simgeler

% : Yüzde

< : Küçük

> : Büyük

°C :Derece

cm :Santimetre

cm³ : santimetreküp

mS : Mili Siemens

N₂ : Azot

Gr : gram

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3. 1. Denemede kullanılan muz atıklarının alındığı seranın görseli	9
Şekil 3. 2. Denemede kullanılan muz atıklarının kurutulmadan önceki ve sonraki görselleri.....	9
Şekil 3. 3. Muz atıklarının piroliz işlemi öncesi görselleri	10
Şekil 3. 4. Muz atıklarının piroliz işlemi sonrası görselleri.....	10
Şekil 3. 5. Denemelerde kullanılan piroliz reaktörünün görseli	11
Şekil 3. 6. Torf materyalinin görseli	12
Şekil 3. 7. Denemede kullanılan perlit materyalinin görseli.....	13
Şekil 3. 8. Denemede kullanılan vermikulit materyalinin görseli	14
Şekil 3. 9. Denemede kullanılan marul (Caipira) tohumunun görseli	15
Şekil 3. 10. Ortamların tohum ekildikten sonraki görselleri.....	17
Şekil 3. 11. Deneme seraya kurulduktan sonraki görseli	18
Şekil 3. 12. Deneme seraya kurulduktan 60 gün sonraki görseli.....	18
Şekil 3. 13. Farklı tansiyon değerlerinde yetiştirme ortamlarında tutulan su miktarı tayini görselleri.....	19
Şekil 3. 14. Ortamların hacim ağırlığı ölçüm görseli.....	20
Şekil 3. 15. Ortamların pH ve EC ölçümleri görseli.....	21
Şekil 3. 16. Ortam 1’de (O1) yetişen bitkiler	23
Şekil 3. 17. Ortam 5’te (O5) yetişen bitkiler	23
Şekil 3. 18 . Ortam 6’da (O6) yetişen bitkiler.....	23
Şekil 3. 19. Ortam 7’de (O7) yetişen bitkiler	23
Şekil 3. 20. Ortam 8’de (O8) yetişen bitkiler	23
Şekil 3. 21. Ortam 9’da (O9) yetişen bitkiler.....	23
Şekil 3. 22. Klorofil ölçümleri için kullanılan klorofil metrenin görseli	24

Şekil 4. 1. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 1(O1) 'e ait su tutma eğrisi (kPa).....	25
Şekil 4. 2. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 2(O2) 'ye ait su tutma eğrisi (kPa).....	26
Şekil 4. 3. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 3(O3) 'e ait su tutma eğrisi (kPa).....	26
Şekil 4. 4. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 4(O4) 'e ait su tutma eğrisi (kPa).....	27
Şekil 4. 5. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 5(O5) 'e ait su tutma eğrisi (kPa).....	27
Şekil 4. 6. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 6(O6) 'ya ait su tutma eğrisi (kPa).....	28
Şekil 4. 7. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 7(O7) 'ye ait su tutma eğrisi (kPa).....	28
Şekil 4. 8. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 8(O8) 'e ait su tutma eğrisi (kPa).....	29
Şekil 4. 9. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 9(O9) 'e ait su tutma eğrisi (kPa).....	29
Şekil 4.10. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 10(O10) 'e ait su tutma eğrisi (kPa).....	30
Şekil 4. 11. Bütün ortamların farklı tansiyonlarda su tutma eğrileri.....	32
Şekil 4. 12. Marul fidelerine ait fide çıkış yüzdesi (%)	34
Şekil 4. 13. Marul fidelerine ait fide boyu ölçüm değerleri (cm)	35
Şekil 4. 14. Marul fidelerine ait fide kök boyu ölçüm değerleri (cm)	37
Şekil 4. 15. Marul fidelerine ait gövde kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)	38
Şekil 4. 16. Marul fidelerine ait gövde çapı ölçüm değerleri (cm)	39
Şekil 4. 17. Marul fidelerine ait gövde yaş ağırlık ölçüm değerleri (gr)	40
Şekil 4. 18. Marul fidelerine ait kök kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)	42
Şekil 4. 19. Marul fidelerine kök yaş ağırlık ortalama ölçüm değerleri(gr)	43
Şekil 4. 20. Marul fidelerine klorofil değerleri ortalama ölçüm değerleri(SPAD)	44
Şekil 4. 21. Marul fidelerine ait taç yaprak ortalama ölçüm değerleri (cm).....	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3. 1. Torf'un fizikokimyasal özellikleri	12
Çizelge 3. 2. Perlit'in fizikokimyasal özellikleri	13
Çizelge 3. 3. Vermikulit'in fizikokimyasal özellikleri	14
Çizelge 3. 4. Denemenin yürütüldüğü kır cami fideden alınan günlük nem ve sıcaklık verilerinin haftalık ortalaması	15
Çizelge 3. 5. Ortam hazırlamada kullanılan materyallere ait pH ve EC ölçüm değerleri	16
Çizelge 3. 6. Fide yetiştirme ortamlarına ait karışım düzeyleri	16
Çizelge 4. 1. Ortamların fizikokimyasal özellikleri	33
Çizelge 4. 2. Marul fidelerine ait çıkış sayıları(adet)	34
Çizelge 4. 3. Marul fidelerine ait fide boyu ölçüm değerleri (cm)	35
Çizelge 4. 4. Marul fidelerine ait fide kök boyu ölçüm değerleri (cm)	36
Çizelge 4. 5. Marul fidelerine ait gövde kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)	37
Çizelge 4. 6. Marul fidelerine ait gövde çapı ölçüm değerleri (cm)	39
Çizelge 4. 7. Marul fidelerine ait gövde yaş ağırlık ölçüm değerleri (gr)	40
Çizelge 4. 8. Marul fidelerine ait kök kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)	41
Çizelge 4. 9. Marul fidelerine ait kök yaş ağırlık ölçüm değerleri (gr)	43
Çizelge 4. 10. Marul fidelerine ait klorofil ölçüm değerleri (SPAD)	44
Çizelge 4. 11. Marul fidelerine ait taç çapı yaprak ölçüm değerleri (cm)	45

1.GİRİŞ

Her geçen gün artan dünya nüfusuna bağlı olarak ihtiyaçlar doğrultusunda tüketim malzeme gereksinimleri artmakta, yaşam kolaylaştırıcı ürünler giderek yaygınlaşmakta ve tüm bunlarla orantılı olacak şekilde çevre kirliliği de artmaktadır. Küresel nüfus artışının bir sonucu olarak artan besin ihtiyacı ile üretilen tarımsal ürünlerin büyük miktarlarda işlenmemiş atıkları da oluşmaktadır. Tarımsal ürünlerin hasadı sırasında oluşan atıkların önemli bir kısmı ortamda bırakılarak ya da yakılarak değerlendirilememektedir. Tarımsal atıkların bertaraf edilmesi sırasında doğal çevre üzerinde önemli olumsuz etkiler oluştuğu gözlenmektedir (Kalyoncu ve Ondarala. 2021). Tarımsal atıkların faydaya dönüştürülmesi üzerine yapılan çalışmaların giderek yaygınlaşması nedeniyle yeni teknolojiler geliştirilmiş ve bu sayede tarımsal atıklardan olabildiğince fazla değer elde edilebilmek amaçlanmıştır. Özellikle, meyve bahçelerinde, hasat ve bakım işlemleri sırasında önemli miktarlarda atık meydana gelmektedir. Diğer taraftan topraksız kültürde gerçekleştirilen bitkisel üretim ve fide yetiştiriciliğinde torf kullanımı oldukça yaygındır ve bu bağlamda önemli bir döviz çıktısı gerçekleştirilmektedir.

Muz, dünyada tropik ve subtropik olmak üzere yaklaşık 135 ülkede yetiştirilen ihracat ve ithalat açısından büyük potansiyele sahip ürünlerin başında gelmektedir. Subtropik bölgelerde muz yetiştiriciliği yapan ülkelerin durumu incelendiğinde, alan ve üretim bakımından en büyük paya sahip olan ülkeler arasında Mısır, İspanya (Kanarya Adaları), Güney Afrika, Fas, Türkiye ve İsrail gösterilebilir (Aurore vd. 2009). Her yıl yaklaşık 120- 150 milyon ton yetiştirilen muz (*Musa spp.*) dünyada dördüncü en önemli gıda ürünüdür (Reddy ve Yang. 2015). Ülkemizde 2020 yılı istatistiklerine göre 111.544 dekar alanda toplam 728 bin ton muz üretimi gerçekleştirilmiştir (Kalyoncu vd. 2021). Ülkemizde hasattan sonra ortaya çıkan muz artıkları konusunda ne yapılacağı bilinmemektedir. Muz artıklarının birçoğu yakılmakta veya gelişigüzel atılmaktadır. Gerçek ve yalancı gövde olmak üzere iki kısımdan oluşan muz bitkisinin yalancı gövde kısmı meyve hasadının ardından kesilerek atılmaktadır (Khan vd. 2014; Ortega vd. 2016). Her yıl muz ekim alanlarında önemli miktarlarda atık ürünler oluşmaktadır (Padam. 2014). Muz üretim seralarında her hafta yapılan yalancı gövde kesimi nedeniyle üretim sırasında ortaya çıkan atık, ülkemiz için de ciddi bir çevresel risk potansiyeli ve/veya organik kaynak potansiyeli oluşturmaktadır. Üretimi yapılan 498.888 ton muz için tarımsal faaliyetler sonucunda yaklaşık olarak 209.448 ton kuru biyokütle artığı açığa çıktığı belirtilmiştir (Demirel ve Pınar 2019). Bir dönümlük arazi de ortalama 1000 ila 1500 adet yalancı gövde atığı ortaya çıkmaktadır (Hussain ve Tarar. 2014). Muz yalancı gövde atığının bulunabilirliğinin kolay olması, sürekliliği, düşük maliyeti ve yüksek mekanik özellikleri doğal liflere özgü avantajlı özelliklerdir (Khan vd. 2014). Bu açıdan muz bitkisinin yalancı gövde atıklarının katı ortam için hammadde olarak değerlendirilmesi önemli bir öneri olacak ve bu araştırma sonucunda kullanılan muz atığının katı ortam olarak kullanımı ve fide üretimine olası katkılarının belirlenmesi söz konusu atıkların değerlendirilme stratejisine katkı sağlayacaktır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1.Torf

Torf, bataklık ve/veya su birikmiş alanlarda hızla gelişen bitkilerin solduktan sonra kalan artıkların anaerobik şartlarda çürümesiyle zaman içinde oluşan bitkisel organik materyallerdir. Torf'un sınıflandırılmasında kullanılan pek çok farklı sistem vardır ve bunlar arasında bitki çeşitleri ve çürüme/ayırışma dereceleri en fazla kullanılanıdır. Torf, günümüzde fide üretiminde doğrudan ya da karışım içerisinde en yaygın kullanılan yetiştirme ortamıdır; çünkü fiziksel (kök bölgesinde yeterli hava/su oranı, düşük hacim ağırlık, stabil yapı gibi) (Raviv vd. 1986), fizikokimyasal (yüksek kation değişim kapasitesi gibi) ve biyolojik özellikleri (fitotoksik maddelerden arı olması) ile kullanışlı bir ortamdır (Robertson 1993). Torfun yetiştirme ortamı olarak kullanımının avantajları olmasına rağmen, torf kaynaklarının sınırlı olması, maliyeti, atıkları yeniden kullanmaya yönelik artan sosyal baskı (De Lucia vd. 2013) ve en önemlisi torf çıkarma işleminin dünya çapında sayıları azalan sulak alan ekosistemlerini tehlikeye atıyor olması torf'un alternatiflerini geliştirmeye mecbur bırakmaktadır. Ayrıca torf kullanımı, organik tarımın bazı temel ilkelerine de aykırıdır. Bununla birlikte, organik tarım mevzuatında yetiştirme ortamı olarak torf kullanımında herhangi bir kısıtlama yoktur. Ancak, Bio-Suisse Standartlarına göre fide yetiştirme ortamında %70'den fazla torf kullanılmaması gerekmektedir (Bio-Suisse 2019).

2.2. Perlit

Perlit, öğütüldükten sonra, 1000°C 'ye kadar ısıtılarak, beyaz, hafif ve parçacıklı bir yapıya dönüştürülmüş, volkanik orijinli alüminyum silikattır. Steril olup, çok iyi havalanması, iyi drene olması, su ve bitki besin maddelerini bitkinin yararlanabileceği şekilde tutabilmesi nedeniyle topraksız tarımda kullanılmak için uygundur. Parçacık büyüklüğüne göre perlitleri çok iri (hacimdeki taneciklerin %80 'i 1.5- 5 mm), iri (%80'i 1.0- 2.5 mm) ve ince (%80'i 0.0 – 1.0mm) olarak üç gruba ayırmak mümkündür. Bunların hacim ağırlıkları ise sırasıyla g/cm³ olarak 0.085, 0.162 ve 0.096'dır. Hava kapasitesi (iyice sulanıp süzildükten sonra ortamdaki hava hacmi) sırasıyla (% Hacim/Hacim) %59, %49 ve %17'dir (Varış. 2017).

2.3.Vermikulit

Vermikulit, ısıtılınca belirli şekilde genişleyen mikalı steril bir mineral olup fazla miktarda su absorbe edebilir. Vermikulit yetiştirme ortamı olarak kullanıldığında içindeki bal peteği şeklindeki yapılar çökerek havalanma ve drenaj azalır, ortam ıslak bir duruma geçer. Bu nedenle yetiştirme ortamı yapımında içine bir miktar torf veya perlit karıştırılır(Çelik vd. 2010).

2.4.Biyokömür

Biyokömür; organik materyalin oksijensiz ya da düşük oksijen koşullarında ve genellikle düşük sıcaklıklarda (200-900°C) termal bozulması sonucu elde edilen karbonca zengin ve çözünmeye dayanıklı bir materyaldir. Biyokömürün kökeni Amazon kara topraklarına (Black earth) kadar uzanmaktadır. Amazon kara toprakları siyah topraklar (Terra preta) ve kahverengi (normal) topraklar (Terra mulata) olmak üzere ikiye ayrılır. Terra Preta kendine özgü siyah rengini, bünyesinde bulundurduğu; odun kömürü, kemik atığı, kompost ve çeşitli gübre karışımlarından oluşan karbonize olmuş kömür içeriğinden almaktadır (Mao vd. 2012).

Biyokömür, organik materyalin termokimyasal dönüşüm süreçlerinde oksijensiz ya da sınırlı oksijen koşullarında yakılmasıyla oluşan karbon içeriği yüksek bir yanma ürünüdür. Termokimyasal dönüşüm, ara enerji taşıyıcıları veya ısı üretmek için çeşitli metotlar kullanılarak biyokütlenin kontrollü ısıtılması veya oksidasyonu şeklinde tanımlanabilir. Biyokütlenin termokimyasal olarak dönüştürülmesi kavramı, enerji kullanımının en basit ve en eski örneklerinden biri olan biyokütlenin yakılmasından, sıvı taşıt yakıtları ve kimyasal hammaddelerin üretimi için kullanılan teknolojilere kadar birçok farklı yöntemi kapsamaktadır. Termokimyasal dönüşüm teknolojileri, oksijensiz bir ortamda (endotermik) biyokütlenin ısıtılmasından, biyokütlenin tam ekzotermik oksidasyonuna kadar değişiklik gösterebilen çeşitli metotlara ayrılabilir (Alma vd. 2021). Termokimyasal dönüşüm prosesleri kuru ve ıslak olmak üzere iki ana bölümde incelenebilir. Kuru prosesler kendi arasında; hızlı piroliz, yavaş piroliz (karbonizasyon), gazlaştırma ve kısmi piroliz (torrefaction) olmak üzere dört bölümde incelenebilir. Islak termokimyasal dönüşüm prosesi için ise hidrotermal karbonizasyon örnek olarak gösterilebilir (Ronsse. 2016).

Biyokütlenin oksijenin sınırlı olduğu bir ortamda termo-kimyasal dönüşümü işlemi ile elde edilen karbon (C) bakımından zengin katı materyaller biyokömür olarak tanımlanmaktadır (Masek vd. 2016). Biyokömürün toprak verimliliği ve bitki gelişimi üzerine etkisi, biyokömürün ve uygulanan toprağın özellikleri, uygulama dozu ve uygulanan ürünün isteklerinin karşılıklı etkileşimleri tarafından belirlenmektedir. Ancak biyokömürün yüksek pH'sı, gözenekli yapısı ve yüksek yüzey yükü nedeni ile toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerine doğrudan veya dolaylı yollarla etki ettiğini rapor eden çok sayıda araştırma yayınlanmıştır (Fryda ve Visser. 2015). Bunlara ek olarak biyokömürün yüksek yük yoğunluğu ve yüzey alanı ile fitotoksik organik molekülleri adsorbe edebilmesi ve toprak kökenli patojenleri baskılaması da bitkisel üretimdeki olumlu etkileri arasında gösterilmektedir (Zheng vd. 2012).

Atıkların ele alınmasının zor olduğu, çevresel ve ekonomik konuların büyük önem taşıdığı tarımsal üretimde, torf bazlı karışımlara olan ihtiyacı ortadan kaldırma veya torfu farklı organik atıklarla ikame etme çabası uzun zamandır üzerinde çalışılan konular olmuştur (Mendoza-Hernandez vd. 2014). Son zamanlarda biyokömürlerin, substratlar veya substrat bileşenleri olarak kullanılmasına yönelik çeşitli çalışmalar dikkat çekmektedir (Gruda 2012; Kammann vd. 2012; Ojanen vd. 2013; Fornes vd. 2015; Xu vd. 2016). Biyokömür, su tutma özelliğini arttırırken toprağın uzun süreli karbon zenginleşmesini sağlamak için uygun bir toprak düzenleyicidir (Safian vd. 2020).

Simiele vd. (2022) gerçekleştirdikleri saksı denemesinde %20 düzeyinde biyokömür karışımının topraksız bir substrat üzerindeki etkilerinin yanı sıra domates bitki büyümesi, meyve verimi ve kalitesi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada üç örnekleme noktasında substrat özellikleri, bitki morfolojik özellikleri ile bitki kök , yaprak C/N içeriği, meyve morfolojik özellikleri, titre edilebilir asitlik, likopen ve katı çözünür içeriği belirlenmiştir. Biyokömür ilavesinin yapıldığı substrat N içeriğinde %17, toplam C içeriğinde ise %13'lük bir artış meydana geldiği bildirilmiştir. Çalışmada, Biyokömür ilavesinin vejetatif ve meyve aşamalarında bitki kök, sürgün ve yaprak morfolojisi üzerinde teşvik edici bir etkisinin olduğu ifade edilmiştir. Biyokömür ilavesinin kontrol bitkilere kıyasla kök uzunluğunu, kök yüzey alanını ve kök, gövde ve yaprak biyokütlelerini iki kat artırdığı tespit edilmiştir.

Rogovska vd. (2012) çeşitli hammaddelerden, farklı sıcaklık değerlerinde termokimyasal işlemlerle üretilen altı biyokömürün sulu ekstraktlarında mısır fide büyümesini ve ekstraktların mısırdaki bulunan allelokimyasalların emilimi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırmacılar altı biyokömürden elde edilen ekstraktların çimlenme yüzdesi üzerinde hiçbir etkisi olmadığını; bununla birlikte, yüksek dönüşüm sıcaklıklarında üretilen üç biyokömürden elde edilen ekstraktların, deiyonize (DI) suya göre sürgün büyümesini ortalama %16 oranında önemli ölçüde engellediğini, ekstraktlarda tespit edilen polisiklik aromatik hidrokarbonların fide büyümesindeki azalmadan kısmen sorumlu olabilecek bileşen olduğu belirlenmiştir. Biyokömürlerin tekrar tekrar yıkanarak fide büyümesi üzerindeki olumsuz etkilerinin ortadan kaldırıldığını ifade edilmiştir.

İslam vd. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada muz kabuğu atığından elde edilen biyokömür (%1,%2,%3) oranlarında toprakla karıştırılarak *Ipomoea aquatica* tohumları ekilmiş söz konusu bitkinin gelişim parametreleri belirlenmiştir. Çalışmada tohum ekiminden 42 gün sonra bitkiler hasat edilerek bitki boyu, yaprak sayısı, yaş ağırlık ve kuru ağırlık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan ölçümde toprak üstü aksamın biyokömür oranı arttıkça arttığı ama istatistiksel olarak önemsiz olduğu ifade edilmiştir. %3 oranında biyokömür içeren toprağın potasyumca en zengin olan karışım olduğu, biyokömür oranı arttıkça bitkinin daha canlı ve sağlıklı gelişim gösterdiğini bildirmiştir.

Kakar vd. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada muz yaprakları kullanılarak elde edilmiş biyokömürün toprak ve mısır bitkisi verimi üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada yavaş piroliz yöntemiyle (300-400°C) hazırlanan muz yaprağı bazlı biyokömür, üç biyokömür oranı ($B_0 = 0 \text{ t ha}^{-1}$, $B_1 = 20 \text{ t ha}^{-1}$ ve $B_2 = 40 \text{ t ha}^{-1}$), kompost kontrolü ($B_c = 5 \text{ t kompost ha}^{-1}$) ve üç kimyasal gübre (CF) oranı ($F_0 = 0$ –Kontrol, $F_1 = 120 \text{ kg N ha}^{-1}$ ve $F_2 = 120-90 \text{ kg NP ha}^{-1}$) üç tekerrürlü ortamlar hazırlanmıştır. Araştırmanın sonucunda muz yaprağı bazlı biyokömür eklenmesi, toprak pH ve EC özellikleri dışındaki toprak özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Bu nedenle, daha düşük biyokömür oranı ve kimyasal gübrelerle birlikte muz yaprağı menşeli kompost, mısırın beslenmesi, toprak verimliliğinin ve kalitesinin iyileştirilmesi için bir alternatif olabileceğini sonucuna varılmıştır.

Prasad vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada farklı materyallerden (A-orman odunu; B-kabuk ve kâğıt lifi; C-bambu ve D-taze odun) elde edilmiş biyokömürün lahana fidesi (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) üzerine etkileri araştırılmıştır. Belirledikleri farklı oranlara (%0-5-10-15-20) biyokömür, kalan kısmında ise torf kullanılmıştır. Orman odunundan elde edilen biyokömür 700 C° piroliz sıcaklık değerinde elde edilmiş olup diğer biyokütller ise daha düşük derecelerde işleme tabi tutulmuştur. Ortama eklenen biyokömür oranı arttıkça ortamın pH değerlerinin arttı gözlemlenmiştir. Diğer taraftan düşük oranda biyokömür (%5-10) bitkinin yaş ağırlığı ve bitki boyunda artışlar meydana getirmiştir. Yüksek dozdaki (%20) biyokömürün bitkiyi strese sokarak bitki boyunu kısalttığı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra orman ağacından (A) ve taze odun(D) hammaddelerinden elde edilen biyokömürün diğer hammaddelerden (kabuk ve kâğıt lifi, bambu) elde edilen biyokömürden daha iyi sonuçlar verdiği bulunmuştur. Çalışma sonucunda araştırmacılar tarafından bitkide kalite ve verimi artırdığı için düşük oranlarda biyokömür kullanımını tavsiye edilmiştir.

Banitalebi vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada biyokömür bazlı karışımların yetiştirme ortamına uygunluğunu değerlendirilmiştir. Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömler 300 (B300) ve 500 °C'de (B500) yavaş piroliz ile üretilmiştir. Büyüme ortamını hazırlamak için talaş (Sd), buğdayın organik substratları/biyokömleri saman (WS), pirinç kabuğu (Rh), hurma demetleri (Plm) ve şeker kamışı küspesi (SC) ve vermikülitin (V) inorganik substratları ve zeolit (Z) kullanılmıştır. Yüksek su tutma kapasitesi (WHC), kolayca temin edilebilir su (EAW), su depolama kapasitesi (WBC), sulama sonrası hava (AIR), düşük kütle yoğunluğu (BD), EC, pH ve su damlası penetrasyon süresi (WDPT) bu ortamlarda izlenmiştir. Biyokömlerin/inorganik bileşenlerin dahil edilmesi, hindistan cevizi torfu-perlite kıyasla karışımların BD, pH ve EC'sini arttırdığını gözlemişlerdir. EAW, WHC ve WBC, biyokömür bazlı karışımlarda cocopeat-perlite göre daha fazla sahip olduğu belirtilmiştir. En yüksek WHC, Plm-WSB300-V ve WS-V'de gözlemlendi ve PlmB300-WS-V, cocopeat-perlite benzer WHC değerlerine olduğunu ifade etmişlerdir. Genel olarak, PlmB300-WS-V gibi biyokömür bazlı karışımlar ve WSB500-Rh-V, cocopeat-perlite için uygun olduğu söylenmiştir. Ek olarak biyokömür ilavesinin ortamın besin değerini artırabileceği ifade edilmiştir.

Chrysargyris vd. (2020) yaptıkları araştırmada torfa alternatif olarak yetiştirme ortamlarına biyokömür ilavesi yapmışlar ve araştırma için marul bitkisini kullanmışlardır. Ağırlıklı olarak odunsal bazlı biyokütleden elde edilen iki ticari sınıf biyokömür (BFW-orman odunu ve BTS-taze odun) %7.5 ve %15 (h/h) oranlarında kullanmışlar ve ortamlara iki farklı düzeyde bitki besin maddesi eklemişlerdir (100 % ve %150 standart gübre seviyesi-Fert). Biyokömürün ortam pH'sında meydana getirdiği artış ve besin içeriğindeki değişikliklerle yetiştirme ortamı özelliklerini etkilediği bildirilmiştir. Biyokömürün kontrole kıyasla tohumların çıkışını artırdığı ve biyokömürün ortamlara eklenmesinin bitkideki antioksidan aktivitesini azalttığı gözlemlenmiştir. Büyüme ortamlarına biyokömür ilave edilmesi fidenin kuru madde miktarını artırdığı ve Kayın, ladin ve çam türlerine ait biyokömürün %7.5 oranındaki uygulamalarının marul fideleri üretmek için torf yerine kullanılması açısından uygun olabileceği tavsiye edilmiştir.

Méndez vd. (2015) marul bitkisinde yaptıkları çalışmada kanalizasyon çamurundan elde ettikleri biyokömürü piroliz ile (300 C°)' de hazırlamışlardır. Torf ve hindistan cevizine %50 oranında biyokömür ilavesi yapmışlardır. Torf ve Hindistan cevizine eklenen biyokömürün ortamın kimyasal ve hidrofiziksel özelliklerini

iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Biyokömür eklenen torf ortamında o havalanma durumu, su tutma kapasitesi ve toplam gözeneklilik artarken Hindistan cevizinin eklendiği ortamda hidrofiziksel özellikleri arttırdığı sonucuna varılmıştır. Araştırmacılar yetiştirme ortamı olarak torfa ek biyokömür kullanımının verimi artırabileceğini tavsiye etmişlerdir.

Yılmaz vd. (2014) sera koşullarında yaptıkları çalışmada torf, perlit, klinoptilolit içeren doğal zeolit ve bunların karışımlarından oluşan 8 farklı yetiştirme ortamı hazırlanarak zeolit kullanımının salatalık (*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F1) fide kalitesi ve besin içerikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada tohum çimlenmesi, bitki boyu, gövde çapı, fide taze ağırlığı ve makro besin [azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)] ve mikro besin üzerine etkileri [demir (Fe), çinko (Zn), manganez (Mn) ve bakır (Cu)] incelenmiştir. Çalışma sonucunda, yetiştirme ortamının fide kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin tohum çimlenmesi, bitki boyu, gövde çapı ve taze ağırlığı ve fidelerin besin içerikleri için önemli olduğu ve en iyi sonuçların genellikle torf + zeolit karışımlarından elde edildiği belirtilmiştir.

Glağ vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada biyokömürün toprak üzerindeki etkilerini araştırılmış, biyokömür *miscanthus* ve kış buğdayı olmak üzere iki türün samanı kullanılarak, 300 °C sıcaklıkta 15 dakika süreyle sınırlı hava erişimi ile piroliz işlemiyle üretilmiştir. Yürütülen saksı denemesinde dört biyokömür oranı kullanmış. (%0.5, %1, %2 ve %4). biyokömür parçacıkları 0–500 µm, 500-1000 µm ve 1000–2000 µm olmak üzere üç boyut fraksiyonu ayırmıştır. Biyokömür uygulamasının test edilen kumlu toprağın fiziksel özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiği, hacim ağırlığını ve toplam gözeneklilik gibi temel toprak fiziksel parametreleri, yalnızca orana değil aynı zamanda biyokömürün boyutuna da bağlı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada küçük biyokömür parçacıklarının, çap olarak toprak gözeneklerinin hacmini 0.5 µm'nin altına düşürdüğü, ancak 0.5–500 µm çapındaki daha büyük gözeneklerin hacmini artırdığı belirlenmiştir. Biyokömür uygulamasında, özellikle en ince fraksiyon kullanıldığında (0,064 cm³ cm⁻³) ortamın mevcut su içeriğini (AWC) artırdığı bildirilmiştir. *Miscanthus*'tan yapılan biocharın, kışlık buğdaydan (0.050 cm³ cm⁻³) yapılabildiğine göre daha yüksek AWC (0.056cm³ cm⁻³) ile karakterize edildiği bildirilmiştir.

Steiner vd. (2014) biyokömürün ayçiçeği üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada; biyokömür hacimce %25, %50 ve %75 oranında perlit, kil granülleri ve *Sphagnum* torfa karıştırarak, ayçiçek bitkisinin gelişimi, ortam pH ve elektrik iletkenliği üzerine etkisi değerlendirilmiştir. Araştırmacılar biyokömürün su ile doyurulduğunda torfa benzer pH'ya sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca biyokömürün nispeten yüksek pH'sı nedeniyle, %75'e varan bir konsantrasyonda kireç yerine torfa eklenebileceği belirtilmiştir. Ayçiçeğinin gelişim parametrelerinin tüm yetiştirme ortamlarında benzer olduğu ifade edilmiştir. Sadece bitki ağırlığının perlit veya turbada yetişen bitkilerden biraz daha fazla olduğunu ifade edilmiştir. Biyokömür üretiminde partikül boyutu ve hammadde seçiminin yetiştirme ortamı optimizasyonunda oldukça önemli olduğu bildirilmiştir.

Fetjah vd. (2021) muz atığı biyokömürünün *Paspalum vaginatum* bitkisinin fizyolojik özellikleri ve büyümesi üzerindeki etkisini üç su uygulaması altında (toprağın su tutma kapasitesinin (WHC- %100, %80 ve %60'ı) değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada, toprağa kompost, muz atığı biyokömürü, muz atığı biyokömürü + kompost kombinasyonu denenmiştir. Çalışmada, muz atığı biyokömürünün çeşitli su temini koşullarında *Paspalum vaginatum* bitkisinin incelenen tüm özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Dispenza vd. (2016) tarafından yürütülen çalışmada kozalak ağacından elde edilen biyokömürü süs bitkileri için torfa alternatif substrat olarak kullanımı değerlendirilmiştir. Bu amaçla çalışmada *Euphorbia × lomi* Rauh cv. Bitkileriyle saksı denemesi yürütülmüştür. Araştırmacılar test bitkisinin temel fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanı sıra bitki büyümesi, süs özellikleri ve besin alımı üzerindeki etkisini değerlendirmek için kahverengi torf ve biyokömürün farklı karışımları (v: v) kullanılmıştır. Torfa biyokömür ilavesinin, substratların pH, EC ve K içeriğinin yanı sıra gözeneklilik ve hacim ağırlığı arttırdığı ve substratın biyokömür içeriğinin, bitki büyümesini ve biyokütle bölünmesini önemli ölçüde etkilediği ifade edilmiştir. Çalışmada, %40 torf + %60 biyokömürde yetiştirilen bitkilerde, %100 torf ve ikincil olarak yetiştirilen bitkilere kıyasla daha yüksek sayıda sürgün ve yaprak, yaprak alanı ve yaprak kuru ağırlığı elde edilmiştir. %100 biyokömür ortamında yetiştirilen bitkilerin yaprak klorofil içeriği %60 ve %80 biyokömür ortamında yetiştirilen bitkilerin yaprak klorofil içeriğinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Substratların biyokömür içeriği arttıkça bitkinin K ve Ca alımının arttığı ve bu nedenle, %40 kahverengi torf ve %60 biyokömür içeren bir substratın *Euphorbia × lomi* bitkilerinin yüksek kalitede üretimine olanak tanıyan daha uygun bir karışım olduğu belirtilmiştir.

Sönmez vd. (2010) tarafından sera koşullarında yaptıkları çalışmada torf, perlit, klinoptilolit içeren doğal zeolit ve bunların karışımlarından oluşan 8 farklı yetiştirme ortamı hazırlayarak zeolit kullanımının domateste (*Solanum lycopersicon* cv. Malike F1) fide kalitesi ve besin içerikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülen çalışmada tohum çimlenmesi, bitki boyu, gövde çapı, fide taze ağırlığı ve makro besin [azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg)] ve mikro besin üzerine etkileri [demir (Fe), çinko (Zn), mangan (Mn) ve bakır (Cu)] içerikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda, yetiştirme ortamının fide kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin tohum çimlenmesi, bitki boyu, gövde çapı ve taze ağırlığı ve fidelerin besin içerikleri için önemli olduğu bulunmuş ve en iyi sonuçların genellikle torf + zeolit karışımlarından elde edildiği belirtilmiştir.

García vd. (2022) tarafından çalışmada yapılan bitki besin ortamlarında torfa alternatif olarak biyokömür kullanılmıştır. Bağ budamasından elde ettikleri atıklar biyokömüre dönüştürülmüştür. Çalışmada sera ve yarı-hidroponik koşullar altında marul bitkilerinin büyümesi üzerindeki etkisi incelemiştir. Substrat karışımlarında (h/h) vermikülit, biyokömür ve torfu farklı oranlarda [0:70 (B0), 15:55 (B15), 30:40 (B30), 50:20 (B50) ve 70:0 (B70)] karıştırarak kullanmışlardır. Araştırmacılar daha yüksek düzeyde gerçekleştirilen biyokömür muamelelerinin, substratın pH'sını ve elektrik iletkenliğini artırarak bitki büyümesini ve çimlenmeyi (özellikle B70'de) olumsuz yönde etkilediğini ifade etmiştir. %40 Torf + %30 biyokömür (B30) ortamında tohumların çimlenmesinin geciktiği, ancak daha yüksek seviyelerde organik nitrojen ve nitrat içeren sürgünlerle bitki büyümesini ve nitrojen kullanım etkinliğini (NUE) geliştirdiği

tespitedilmiştir. Ayrıca bu ortamda su tutma kapasitesinin artışıyla birlikte besinlerin verimli bir şekilde kullanılmasını sağladığı belirtilmiştir. Biyokömürün torf ve N gübre tüketimini başarılı bir şekilde değiştirebileceği ve azaltılabileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar, ortama biyokömür ilavesinin hem bitki büyümesi hem de çevre üzerinde olumlu etkileri olan daha sürdürülebilir çiftçiliği teşvik etme potansiyeline sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

Kim vd. (2017) yapmış oldukları bir çalışmada pirinç kabuğundan biyokömür elde etmişlerdir. Biyokömür hindistan cevizi tozu, perlit ve vermikulitten oluşan ortamlara %0,1,2,5 oranlarında eklenmiştir. Daha sonra bu ortamlara karalahana (*Brassica oleracea* L. var. *acephala*) tohumları ekilmiş ve 25 gün boyunca bitki büyümesini gözlemlemişlerdir. Çalışmada bütün ortamlardan lahanaya yetiştiriciliği sırasında, sızıntı suları toplanmış ve biyokömür ilavesinin besin seviyelerindeki değişiklikleri belirlemek için sızıntı suları analiz edilmiştir. Biyokömür uygulanmasının katyon değişim kapasitesinde biyokömürün neden olduğu bir artışa bağlı olarak potasyum ve fosfor gibi besin elementlerinin yetiştirme ortamında tutulmasını artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca, biyokömürün bir ıslah maddesi olarak kullanıldığında yetiştirme ortamının daha yüksek bir su içeriğine sahip olacağı bulunmuştur. Araştırmacılar bunun başlıca nedeninin, su depolama için mevcut olan gözenek alanının biyokömür ilavesiyle artmasını göstermişlerdir. Ayrıca biyokömür oranı arttıkça lahananın büyüme oranının da arttığı bildirilmiştir. Araştırmacılar tarafından lahanaya filizlerinin kuru ağırlığının %5 biyokömür karışımı içeren ortamda yetiştirildiğinde kontrol ortamına (biyokömür içermeyen) kıyasla %150 daha iyi olduğu belirlenmiştir. Çalışmada, pirinç kabuğundan elde edilen biyokömürün, yetiştirme ortamının özelliklerini iyileştirmek için pratik olarak uygulanabilir olacağı sonucuna varmışlardır.

Kahraman vd. (2014) tarafından kardelen soğanlarının (*Galanthus elwesii* Hook) soğan çevre uzunluğu, soğan ağırlığı, yavru soğan oranı, bitki boyu ve yaprak boyu üzerine farklı yetiştirme ortamlarının (perlit, zeolit, pomza, kum, torf, Hindistan cevizi lifi, talaş) etkileri araştırılmıştır. Hasat sonrası en yüksek soğan çevre uzunluğu ve soğan ağırlığı değerleri Hindistan cevizi lifi (5,1 cm ve 2.2 g) ve torf (4,9 cm ve 2.0 g) ortamlarından elde edilmiştir. En yüksek yavru soğan oranı (%43,8) ve bitki boyu (22,7 cm) Hindistan cevizi lifinde saptamıştır. Soğan çevre uzunluğu, soğan ağırlığı, yavru soğan oranı, bitki boyu ve yaprak boyu gibi parametreler toplu olarak dikkate alındığında kardelen soğanı büyütmek için topraksız kültürde ortam olarak torf ve Hindistan cevizi lifinin kullanılmasının uygun olabileceğini belirtilmiştir.

Pradhan vd. (2020) tarafından dört bitkisel atığın (karnabahar, lahanaya, muz kabukları ve mısır koçanı kalıntıları) biyokömüre dönüştürülerek değerlendirme olanağı araştırılmıştır. Her bir atığın, biyokömür özellikleri üzerindeki hammadde etkilerini değerlendirmek için ayrı ayrı ve kombine olarak test edilmiştir. Çalışmada, 300 °C ila 600 °C arasında değişen çeşitli piroliz sıcaklıkları ve iki parçacık boyutu fraksiyonu (75 µm'den küçük, 75–125 µm) dikkate alınmıştır. Biyokömürler pH 7.2–11.6; EC 0.15–1.00 mS cm⁻¹; CEC 17–cmolc kg⁻¹ ve ζ-potansiyel- 0.24 ila- 43 mV arasında değişen özelliğe sahiptir. Literatürdeki bu parametrelerin optimal değerlerine dayanarak, karnabahar ve muz kabuklarının en iyi hammaddeler olduğun ancak karışık sebze atıklarının da iyi özellikler sergilediği bildirilmiştir.

3.MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada bazı katı ortamların belli oranlarda karıştırılarak bitki için ideal büyüme ortamı sağlanmaya çalışılmıştır. Bu ortamların bazıları piyasada kullanılan ortamlardan seçilmiştir.

3.1. Materyal

Denemede muz atığı, torf, perlit, vermikulit ve muz atığının kısmi pirolizinden elde edilen biyokömür yetiştirme ortamı hazırlamada kullanılmıştır.

3.1.1. Muz atığı

Denemede kullanılan muz atığı Antalya’da kurulu bir seradan alınan muz atıklarıdır (gövde ve yaprak). Atıklar açık havada 2 ay bekletilip kurutulmuş ve muhafaza edilmiştir. Daha sonra Akdeniz Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünün altyapısı kullanılarak ilk önce 20 cm boyutunda parçalanmış sonrasında bitkiye uygun bir ortam olabilmesi için en büyük parçası 4 cm olabilecek boyuta getirilmiştir. Aşağıda adım adım yapılan işlemlerin görselleri bulunmaktadır (Şekil 3.1; Şekil 3. 2).



Şekil 3. 1. Denemede kullanılan muz atıklarının alındığı seranın görseli



Şekil 3. 2. Denemede kullanılan muz atıklarının kurutulmadan önceki ve sonraki görselleri

3.1.2. Muz atığından elde edilen biyokömür

Denemede kullanılan biyokömür Antalya’da üretim yapılan muz serasından toplanan muz atıklarının kısmi pirolizi (Torafikasyon) yöntemiyle (300 °C) elde edilmiştir. Biyokömür 1-1.5 mm'lik elekten geçirilerek yetiştirme ortamında karışım olarak kullanılmıştır. Aşağıda piroliz öncesi muz biyokütlesi ve piroliz sonrası muz biyokömür görselleri ile piroliz işleminde kullanılan piroliz cihazı bulunmaktadır (Şekil 3.3; Şekil 3. 4; Şekil 3. 5).



Şekil 3.3. Muz atıklarının piroliz işlemi öncesi görselleri



Şekil 3. 4. Muz atıklarının piroliz işlemi sonrası görselleri (Biyokömür)



Şekil 3. 5. Denemelerde kullanılan piroliz reaktörünün görseli

3.1.3. Piroliz reaktörünün işleyişi

Denemede kullanılan kısmi piroliz reaktörü Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümünde yer almaktadır. Söz konusu reaktör biyokütle atıklarının yavaş pirolizi ile yakıt özelliklerini iyileştirmek amacıyla geliştirilmiştir. Reaktörün işleyişi oksijensiz ortamda biyokütlenin 200-300 °C aralığında ısıtılarak uçucu maddeler ve nem içeriğinin uzaklaştırılması prensibine dayanır. Reaktör, kabin ve kontrol paneli olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Kabin içinde 5 adet rafın eşit aralıklarla yerleştirildiği bir raf sehpası ve kabinin arka iç yüzeyine dikey konumda ve eşit aralıklarla konumlandırılmış 1 m boyunda, 4 adet, her biri 1 kW gücünde serpantinli ısıtıcılar bulunmaktadır. Piroliz işleminde oksijensiz ortam azot (N₂) gazı ile sağlanmaktadır. Azot gazı 10L/h debi ile bir gaz dağıtıcı aracılığıyla kabinin üst, sol ve sağ bölmelerinden ikişer girişle kabin içerisine aktarılmaktadır. Raf sehpası, aralarında 5 cm mesafe bulunan rafların yerleştirilebilmesi için karşılıklı konumlandırılmış 10x2 adet raf ayağı bulunmaktadır. Rafların her biri 60 x 40 cm ölçülerindedir. Kabin içerisinde bulunan sıcak azot gazının tüm peletlere homojen düzeyde etki edebilmesi için her bir rafın tabanında 3 mm çapında raf tabanını kaplayacak biçimde delikler bulunmaktadır. Piroliz gazları ve buharlaşan nemin sistemi terk etmesi için kabin alt yüzeyinde baca çıkış noktası bulunmaktadır. Kabin içi sıcaklık değerinin kontrol altında tutulabilmesi için ön denemelerle belirlenen noktalara 2 adet termokupl yerleştirilmiştir. Kontrol panelinde belirlenen sıcaklık değerine ulaşıldığında sistem ısıtıcıları kapatıp açarak kabin içi sıcaklığı sabitlemektedir.

3.1.4. Ortam oluşturmada kullanılan materyaller

3.1.4.1.Torf

Denemede kullanılan torf (şekil 3.6) fide firmasının kullandığı materyal olup fide tesisinden temin edilmiştir. Üretici firma tarafından beyan edilen torfa ait analiz ölçüm değerleri Çizelge 3.1’de belirtilmiştir.



şekil 3.6. Torf materyalinin görseli

Çizelge 3. 1. Torf ’un fizikokimyasal özellikleri

Parametreler	Değerler
pH	5.5-6
EC	-

Kaynak: Üretici firma tarafından beyan edilen değerler.

3.1.4.2 Perlit

Denemede kullanılan perlit (Şekil 3.7) fide firmasının kullandığı materyal olup fide tesisinden temin edilmiştir. Üretici firmanın beyan ettiği analiz ölçüm değerleri Çizelge 3.2’ de belirtilmiştir.



Şekil 3. 7. Denemede kullanılan perlit materyalinin görseli

Çizelge 3. 2. Perlit ’in fizikokimyasal özellikleri

Parametreler	Sonuçlar
pH	6.8
EC	-
Boyut (mikron)	20-200
Silikon (%)	33.8
Alüminyum (%)	7.2
Potasyum (%)	3.5
Sodyum (%)	3.4
Demir (%)	0.6
Oksijen (%)	47.5
Su (%)	3.0

Kaynak: Firma tarafından beyan edilen değerler.

3.1.4.3 Vermikulit

Denemede kullanılan vermikulit (Şekil 3.8) fide firmasının kullandığı materyal olup üretici firmanın beyan ettiği analiz ölçüm değerleri Çizelge 3.3’ te belirtilmiştir.



Şekil 3. 8. Denemede kullanılan vermikulit materyalinin görseli

Çizelge 3. 3. Vermikulit’in fizikokimyasal özellikleri

Parametreler	Sonuçlar
pH	6-9
EC	-
Silisyum (%)	38-48
Alüminyum (%)	10-16
Magnezyum (%)	16-35
Potasyum (%)	1-6
Kalsiyum (%)	1-5
Demir (%)	8-16
Su (%)	0.2-1.2

Kaynak: Firma tarafından beyan edilen değerler.

3.1.5. Kullanılan Bitki materyali

Denemede kıvırcık marul (CAIPIRA) tohumu kullanılmıştır. Kullanılan tohum Kırcaami fide tesisinden temin edilmiştir.



Şekil 3. 9. Denemede kullanılan kıvırcık marul Caipira (*lactuca sativa*) tohumunun görseli

3.1.6.Araştırma alanına ait özellikler

Deneme 17.01.2023- 21.03.2023 tarihleri arasında Antalya, Aksu bölgesinde bulunan Kırcaami Fidecilik Ltd. Şti. üretim tesislerinde gerçekleştirilmiştir. Kırcaami fideden alınan günlük nem ve sıcaklık verileri Çizelge 3.4’ te verilmiştir.

Çizelge 3. 4. Denemenin yürütüldüğü kır cami fideden alınan günlük nem ve sıcaklık verilerinin haftalık ortalaması

ZAMAN ARALIKLARI	ENYÜKSEK SICAKLIK(C°)	ENDÜŞÜK SICAKLIK(C°)	NEM (%)
1.HAFTA	24	15	60
2.HAFTA	25	5	45
3.HAFTA	23	2	35
4.HAFTA	24	3	35
5.HAFTA	28	5	52
6.HAFTA	33	9	52
7.HAFTA	31	11	45
8.HAFTA	35	15	55
9.HAFTA	39	19	50

Çizelge 3.5’de yetiştirme ortamı hazırlamada kullanılan materyallerde yapılan laboratuvar ölçüm değerleri (pH ve EC) verilmiştir. Materyaller arasında en yüksek pH ve EC değerleri 9.89 ve 26.7 (mS/cm) ile biyokömürde ölçülmüştür. En düşük pH değeri torfta (5.25) en düşük EC değeri ise perlitte (0.081 mS/cm) ölçülmüştür.

Çizelge 3. 5. Ortam hazırlamada kullanılan materyallere ait pH ve EC ölçüm değerleri

Materyaller	pH (1: 5)	EC (mS/cm)
Torf	5.25	0.350
Perlit	6.16	0.081
Vermikulit	6.96	0.189
Muz Atığı	8.86	18.59
Biyokömür	9.89	26.7

Çizelge 3.6’da fide yetiştirme ortamlarının karışım düzeylerine ait veriler verilmiştir. O1, O2, O3 ortamlarında muz biyokömürü kullanılmamıştır. O4 ortamında % 10 muz biyokömürü kullanılmış olup diğer ortamlarda % 5 oranında yer almaktadır.

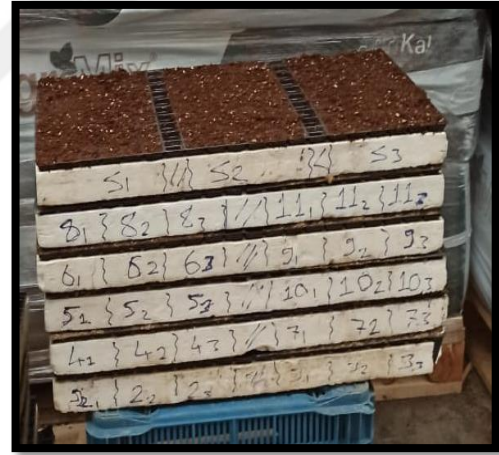
Çizelge 3. 6. Fide yetiştirme ortamlarına ait karışım düzeyleri

Ortamlar	Kısaltmalar	Yetiştirme Ortamlarının İçeriği
Ortam 1	O1	%60 Torf + %20 Perlit + %20 Vermikulit (Kontrol)
Ortam 2	O2	%60 Muz Atığı + %20 Perlit + %20 Vermikulit
Ortam 3	O3	%80 Muz Atığı + %10 Perlit + %10 Vermikulit
Ortam 4	O4	%80Muz Atığı + %10 Perlit + %10 Muz Biyokömür
Ortam 5	O5	%85 Torf + %10 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür
Ortam 6	O6	%80 Torf + %15 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür
Ortam 7	O7	%75 Torf + %20 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür
Ortam 8	O8	%65 Torf + %30 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür
Ortam 9	O9	%55 Torf + %40 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür
Ortam 10	O10	%45 Torf + %50 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür

3.1.7. Denemenin kurulması

Denemede fide yetiştiriciliğinde kullanılan farklı ortamların bazı fizikokimyasal özellikleri ile marul fide kalite parametrelerindeki değişimleri belirlemek için 10 yetiştirme ortamı 3 tekrür 1 marul çeşidi olmak üzere toplamda 30 uygulama oluşturulmuştur. Araştırmada 100'lük viyoller kullanılmıştır. Ortamlar viyollere el ile istenilen oranlarda karıştırılarak ortamlar hazırlanmıştır. Deneme boyunca firmanın kendi fide üretiminde gerçekleştirdiği uygulamaların (sulama ve ilaçlama) aynısı uygulanmıştır.

Deneme 17.01.2023 tarihinde Kırcami Fidecilik Ltd. Şti'nin serasında öncelikle muz atığı, torf, perlit, vermikulit ve muz atığı biyokömür belirli oranlarda tartılarak homojen bir şekilde her ortama ayrı ayrı Çizelge 3. 6 da verilen oranlarda eklenerek karıştırılmıştır. Denemede tesadüf parselleri deneme deseni uygulanmış ve ortamlar tamamen rastgele olacak şekilde viyolere doldurulmuştur. Makine yardımı ile viyolün her bir bölmesinde 1 cm derinliğinde çukurlar açılmış sonra el ile her çukura bir marul Caipira (*lactuca sativa*) tohumu gelecek şekilde tohum atma işlemi yapılmıştır. Tohum atma işleminden sonra viyollere su verilmiştir ve ilk çimlenme görülüne kadar 25 C° de sabit olan iklimlendirme odasına konulmuştur. Denemenin 3. günde ilk çimlenme O1 (kontrol olarak belirlenen firmanın ortamı) de görüldükten sonra bütün deneme ortamları seraya çıkarıldı.



Şekil 3. 10. Ortamların tohum ekildikten sonraki görselleri

Serada bütün ortamlar aynı koşullarda gözlemlenmiş ve denemenin bulunduğu sera ortamının her gün sıcaklık ve nem verisi alınmıştır. 9 haftalık deneme periyodunun sonunda ilk önce fidelerin klorofil değerleri ölçülmüştür. Daha sonrasında fiziksel ölçümler için bitki ve ortam numuneleri alınmıştır. Alınan örneklerin kısa bir süre içinde Akdeniz Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme bölümü laboratuvarında fidelere ait fiziksel ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler; fide boyu (cm), kök uzunluğu (cm), gövde çapı (mm), yaş gövde ağırlığı (g), kuru gövde ağırlığı (g), yaş kök ağırlığı (g) ve kuru kök ağırlığı ölçümleridir. Sonraki zamanlarda yetiştirme ortamlarına ait bazı fizikokimyasal ölçümler; farklı tansiyon değerlerinde ortamlarda tutulan su miktarı tayini,

hacim ağırlığı, toprak reaksiyonu, elektriksel iletkenlik gibi analizler yapılmıştır. Denemenin kurulumuyla ilgili görseller aşağıdadır (Şekil 3. 11; Şekil 3. 12).



Şekil 3. 11. Deneme seraya kurulduktan sonraki görseli



Şekil 3. 12. Denemenin 60 gün sonraki görseli

3.2. Metot

3.2.1. Fide yetiştirme ortamına ait analizler ve ölçümler

Deneme süresinin sonunda yetiştirme ortamlarından alınan örneklerde ve marul fidelerinde laboratuvar ortamında aşağıdaki analizler yapılmıştır;

3.2.1.1. Farklı tansiyon değerlerinde yetiştirme ortamlarında tutulan su miktarı tayini

Farklı tansiyon değerlerinde (0 kPa, -2 kPa, -4 kPa, -6 kPa, -8 kPa ve -10 kPa) ortamların tuttuğu su miktarı çelik silindirlere serbest düşüş ile yerleştirilen ortam örnekleri kullanılmış olup söz konusu tansiyon değerinde negatif basınç altındaki ortamların içerdiği su yüzdeleri Sand- Box da belirlenmiştir. Diğer taraftan 33 kPa (1/3 atm) ile 1500 kPa (15 atm) tansiyon değerlerinde tutulan su miktarları (% nem) ise basınçlı tencerelerde belirlenmiştir (Demiralay 1993).



Şekil 3. 13. Farklı tansiyon değerlerinde yetiştirme ortamlarında tutulan su miktarı tayini görselleri

3.2.1.2. Hacim ağırlığı

Fide yetiştirme ortamlarının hacim ağırlığı, hacmi belirli olan silindirlerin içerisine ortamlara ait materyallerin serbest düşüş ile yerleştirilmesi, daha sonra gerekli ölçümlerin ve hesaplamaların yapılmasıyla belirlenmiştir (Demiralay 1993).



Şekil 3. 14. Ortamların hacim ağırlığı ölçüm görseli

Ortamların hacim ağırlığı, toplam porozite, makro ve mikro porozite miktarı aşağıda verilen formüllerle hesaplanmıştır.

$$V_{\text{silindir}} = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

$$\text{Hacim Ağırlık} = \frac{\text{Fırın kuru ağırlık}}{V_{\text{silindir}}}$$

$$\text{Toplam Porozite (\%)} = \% \text{ Nem (0kPa)} \times \text{Hacim Ağırlık}$$

$$\text{Makro Porozite (\%)} = \% \text{ Nem (4kPa)} \times \text{Hacim Ağırlık}$$

$$\text{Mikro Porozite (\%)} = \text{Toplam Porozite (\%)} - \text{Makro Porozite (\%)}$$

3.2.1.2. Elektriksel İletkenlik (EC)

Fide yetiştirme ortamlarının EC değerleri 1: 5 oranındaki ortam: su karışımı oluşturularak EC metre okumalarıyla belirlenmiştir.

3.2.1.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Fide ortamlarının pH değeri 1:5 oranındaki ortam: su karışımında pH metre okumalarıyla belirlenmiştir (Jackson 1967).



Şekil 3. 15. Ortamların pH ve EC ölçümleri görseli

3.2.1.4. Çimlenme yüzdesi (%)

Çimlenme yüzdesi, fide yetiştirme ortamlarına ekilen tohumların %50'sinin çıktığı tarih kaydedilerek çıkış süresinin hesaplanmasıyla belirlenmiştir.

3.2.2. Fiziksel fide kalite parametrelerine ait ölçümler

Farklı yetiştirme ortamlarının marul fidelerinin gelişimi ve fiziksel fide kalite parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla fide boyu (cm), kök uzunluğu (cm), gövde çapı (mm), yaş gövde ağırlığı (g), kuru gövde ağırlığı(g), yaş kök ağırlığı (g) ve kuru kök ağırlığı değerleri tespit edilmiştir. Bu ölçümlerde;

3.2.2.1. Fide boyu (cm)

Deneme süresi sonunda her bir fidenin kotiledon yapraklarının gövdeye birleştiği nokta ile büyüme noktasına kadar olan kısım esas alınarak ve cetvel yardımıyla ölçülüp kaydedilmiştir.

3.2.2.2. Fide kök boyu (cm)

Deneme süresi sonunda kök boğazından kök uçlarına kadar olan kısım esas alınarak hazırlanan şerit metre yardımıyla ölçülüp kaydedilmiştir.

3.2.2.3. Gövde apı (mm)

Fidenin ilk yaprağının başladığı noktanın hemen alt kısmından kumpas ile ölçümüyle elde edilmiştir.

3.2.2.4. Fide kök yaş ve kuru ağırlıkları (g/kök)

Fide kök kuru ve yaş ağırlıkları (g / kök) yeterli fide gelişimine ulaşıldığında her bir fidenin kökün 0.001 gr hassasiyetindeki terazide ölçülmesiyle elde edilmiştir.

3.2.2.5. Fide yaş ve kuru ağırlıkları (g/fide)

Fide yaş ve kuru ağırlıkları (g/fide) yeterli fide gelişimine ulaşıldığında her bir fidenin 0.001 gr hassasiyetindeki terazide ölçülmesiyle elde edilmiştir. Fide gelişimine ait görseller Şekil 3. 16-3. 21’de verilmiştir.





Şekil 3. 16. Ortam 1'de (O1) yetişen fideler



Şekil 3. 17. Ortam 5'te (O5) yetişen fideler



Şekil 3. 18. Ortam 6'da (O6) yetişen fideler



Şekil 3. 19. Ortam 7'de (O7) yetişen fideler



Şekil 3. 20. Ortam 8'de (O8) yetişen fideler



Şekil 3. 21. Ortam 9'da (O9) yetişen fideler

3.2.2.6. Klorofil miktarı (SPAD)

Dikimden sonra 63. gün fidelerin klorofil içeriği ve/veya yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD 502, Osaka, Japan) ile yapılmıştır (Şekil 3.22). Klorofil miktarı ölçümleri her viyolde yer alan 10 fideden her fide için 3'er adet yaprak seçilerek öğleden önce açık havada yapılmış ve cihazdan okunan değerler SPAD değeri olarak ifade edilmiştir. SPAD değerlerinin belirlendiği Konica Minolta SPAD- 502, klorofil ölçümü için yaprak hasadına gerek duymadan hızlı ve basit bir şekilde ölçüm alabilen, günümüzde kullanılan taşınabilir yaprak klorofil metrelerinden biridir. SPAD, kırmızı (yaklaşık 660 nm) ve yakın infrared NIR (yaklaşık 940 nm) gibi iki dalga boyunda yaprağa iletilen ışığa, bu dalga boylarındaki absorbe edilen ışığın farkından klorofil miktarını ölçme yöntemine dayanan bir sistemdir. Bu tekniğin teorik prensibi Markwell vd. (1995) tarafından belirlenmiştir.



Şekil 3.22. Klorofil ölçümleri için kullanılan klorofil metrenin görseli

3.3 İstatistiksel analizler

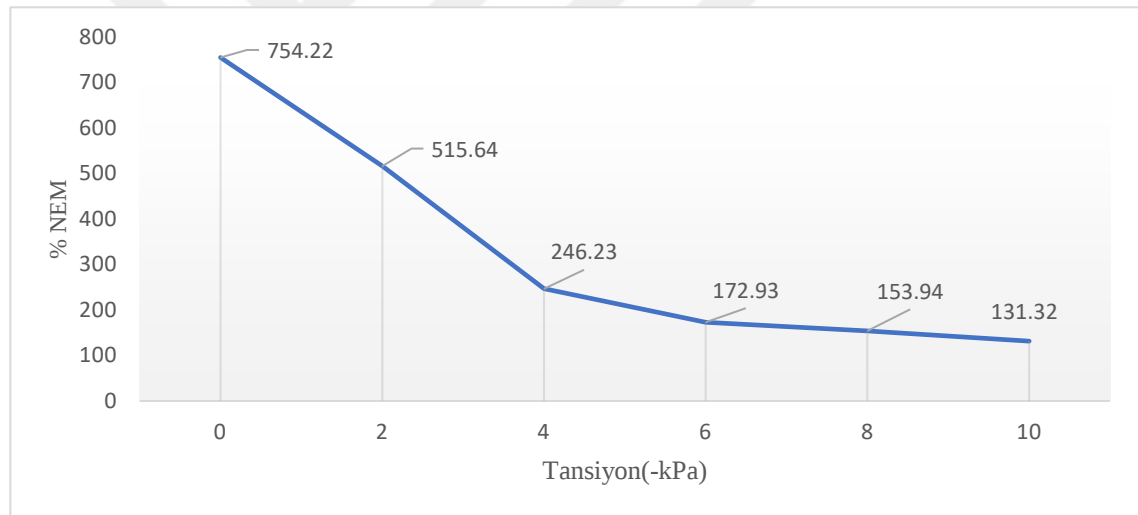
Tanımlayıcı istatistikler ortalama, standart sapma, minimum, maksimum değerleri ile sunulmuştur. İkidenden fazla grubun sayısal verileri arasındaki farkın analizinde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) yapılmıştır. Anlamlı çıkan durumlarda ikili karşılaştırmalar Duncan Testi ile yapılmıştır. Analizler SPSS 23.0 programı ile yapılmıştır. $P < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4.BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde yetiştirme ortamlarından alınan örneklerde ve bu ortamlarda yetiştirilen marul fidelerinde gerçekleştirilen analiz ve ölçümlere ait sonuçlar değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar bu konuda daha önce yapılan çalışmalara ait literatür ile desteklenmeye çalışılmıştır.

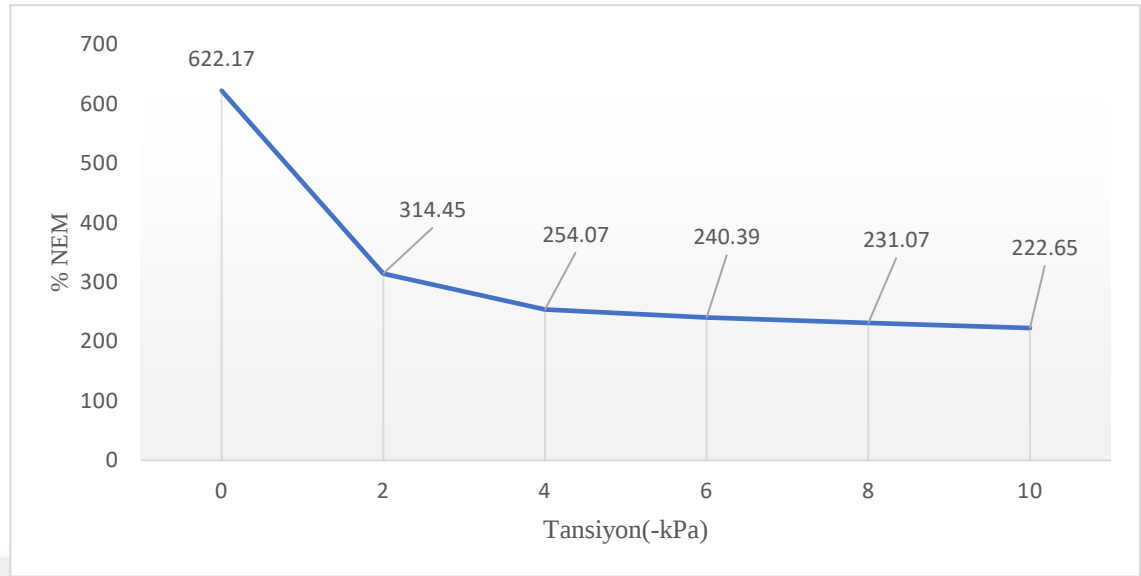
4.1. Yetiştirme ortamlarının farklı tansiyon değerlerindeki su tutma kapasiteleri

Şekil 4.1’ de ortam 1’in (O1) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O1 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %754.2, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %131.3 olduğu belirlenmiştir. O1 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %574.4 olarak hesaplanmıştır. Diğer ortamlarla kıyaslandığında en yüksek nem farkının O1 ortamında olduğu belirlenmiş olup bu farkın ortamda bulunan torf, perlit ve vermikulitin su tutma kapasitelerinin yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Torfun oranca diğer ortamlara göre yüksek olması O1 ortamının su tutma kapasitesini artırmıştır.



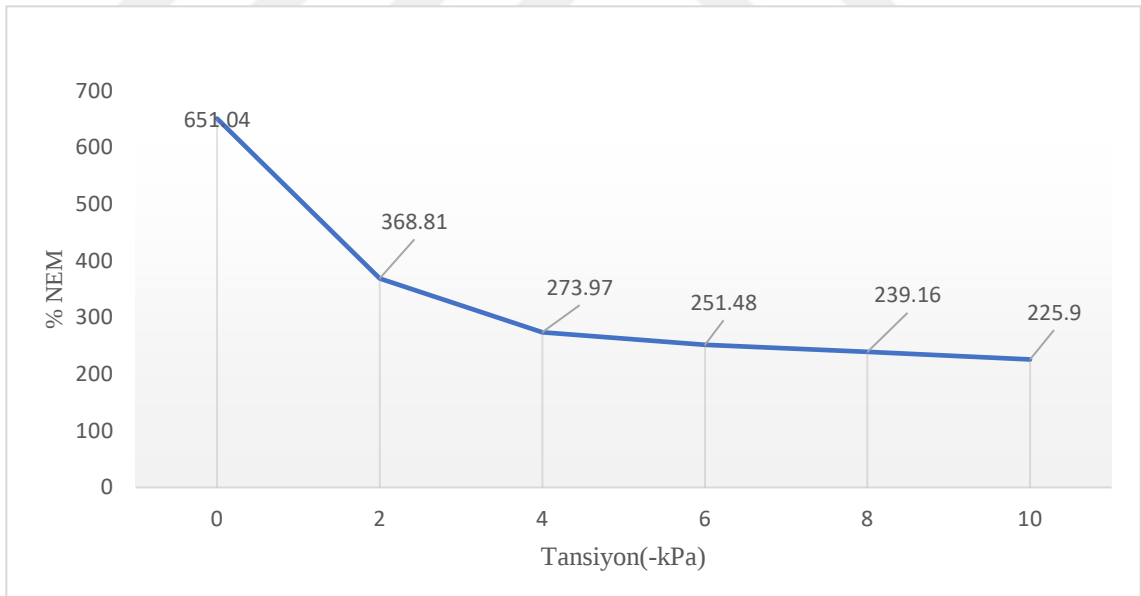
Şekil 4. 1. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 1’e (O1) ait su tutma eğrisi (-kPa)

Şekil 4.2’ de ortam 2’nin (O2) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O2 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %622.1, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %222.6 olduğu belirlenmiştir. O2 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %279.43 olarak hesaplanmıştır.



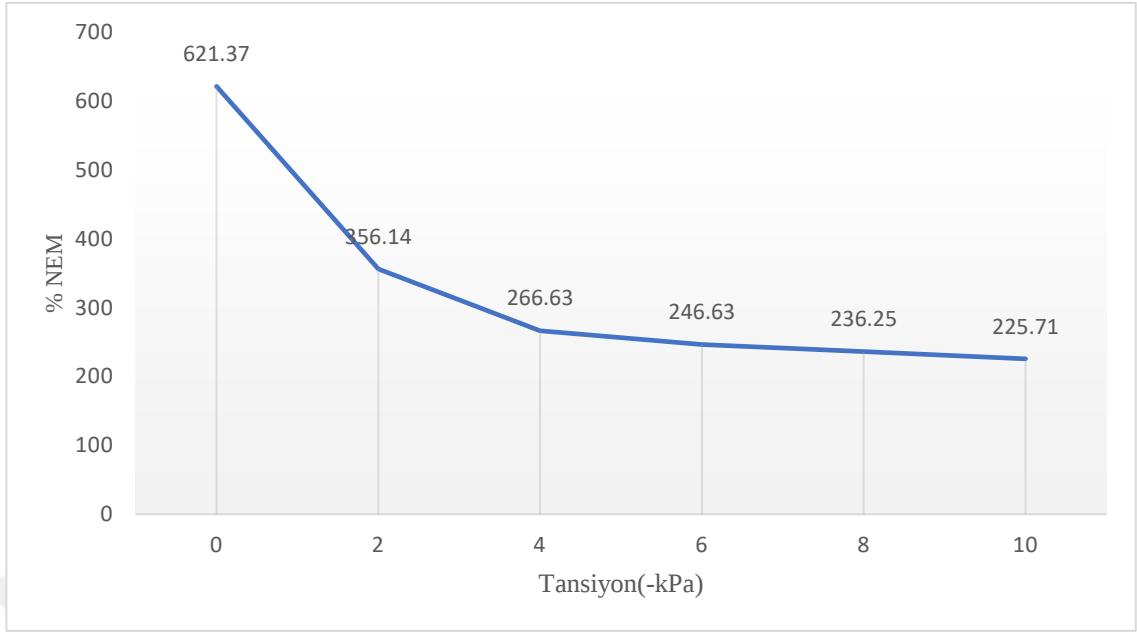
Şekil 4. 2. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 2'ye (O2) ait su tutma eğrisi (-kPa)

Şekil 4.3' te ortam 3'ün (O3) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O3 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa'daki nem içeriğinin %651.0, -10 kPa'daki nem içeriğinin ise %225.9 olduğu belirlenmiştir. O3 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %288.19 olarak hesaplanmıştır.



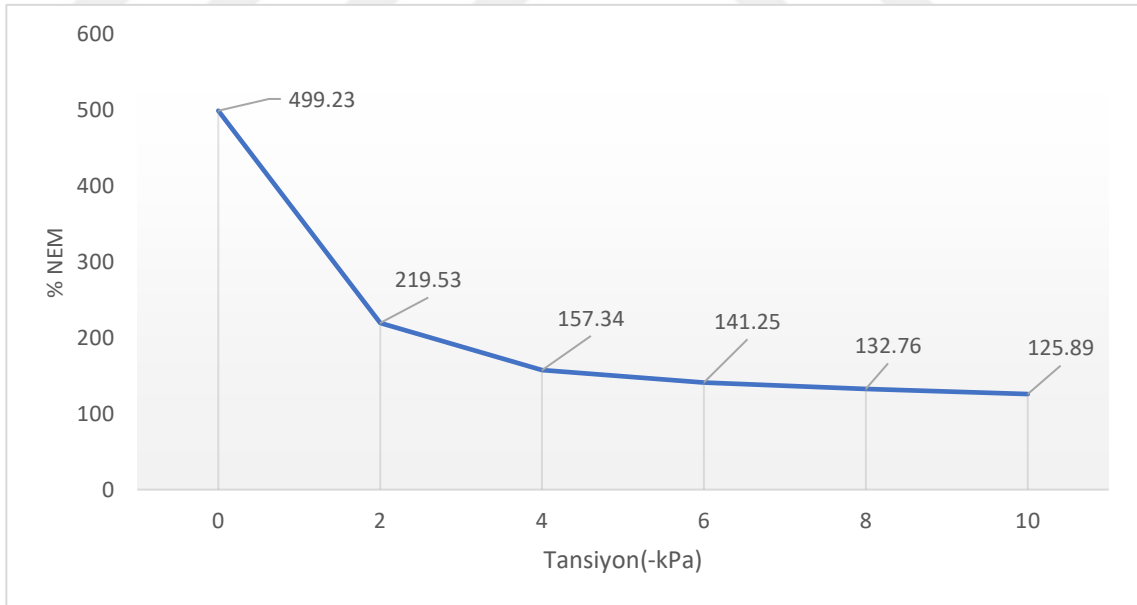
Şekil 4. 3. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 3 (O3) 'e ait su tutma eğrisi (-kPa)

Şekil 4.4' te ortam 4'ün (O4) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O4 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa'daki nem içeriğinin %621.3, -10 kPa'daki nem içeriğinin ise %225.7 olduğu belirlenmiştir. O4 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %275.29 olarak hesaplanmıştır.



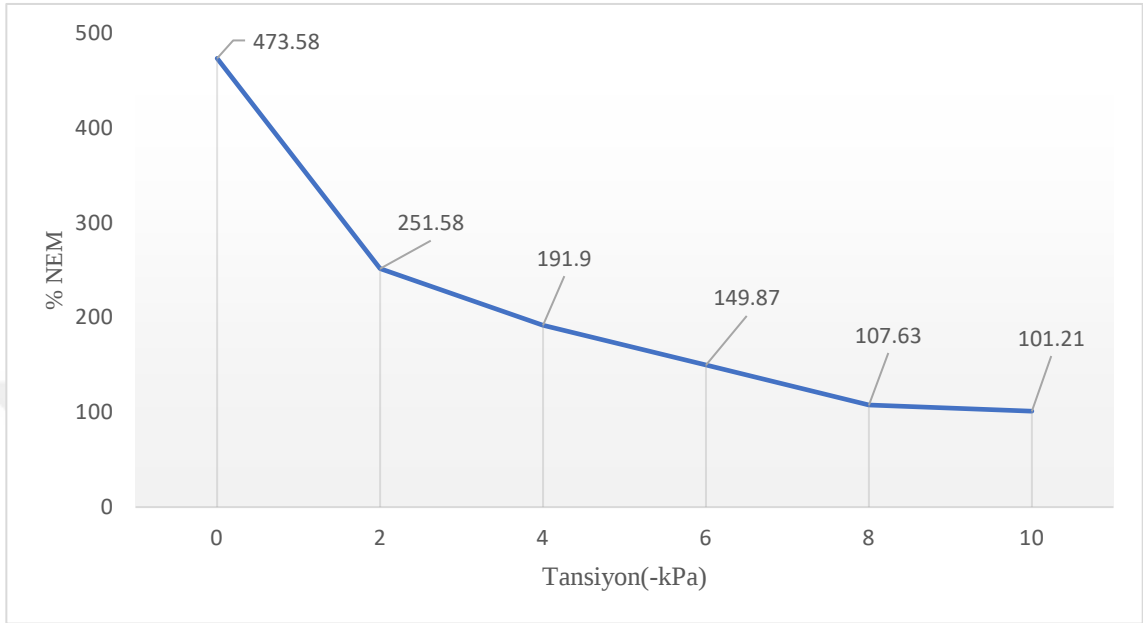
Şekil 4. 4. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 4 (O4) ‘e ait su tutma eğrisi (-kPa)

Şekil 4.5’ te ortam 5’in (O5) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O5 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %499.2, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %125.8 olduğu belirlenmiştir. O5 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %396.56 olarak hesaplanmıştır.



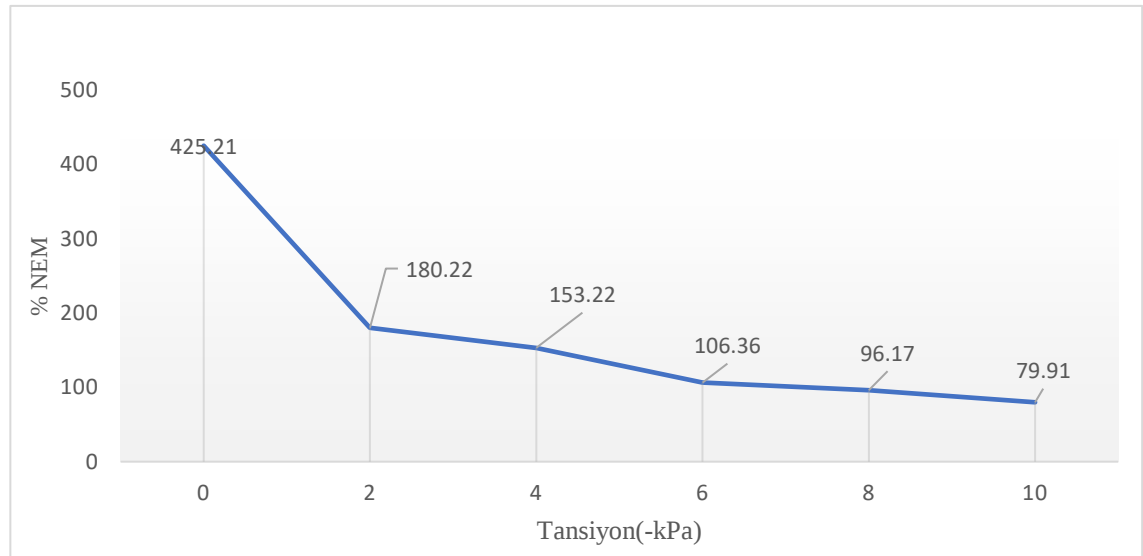
Şekil 4. 5. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 5 (O5) ‘e ait su tutma eğrisi (-kPa)

Şekil 4.6’ da ortam 6’nın (O6) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O6 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %473.5, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %101.2 olduğu belirlenmiştir. O6 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %467.91 olarak hesaplanmıştır.



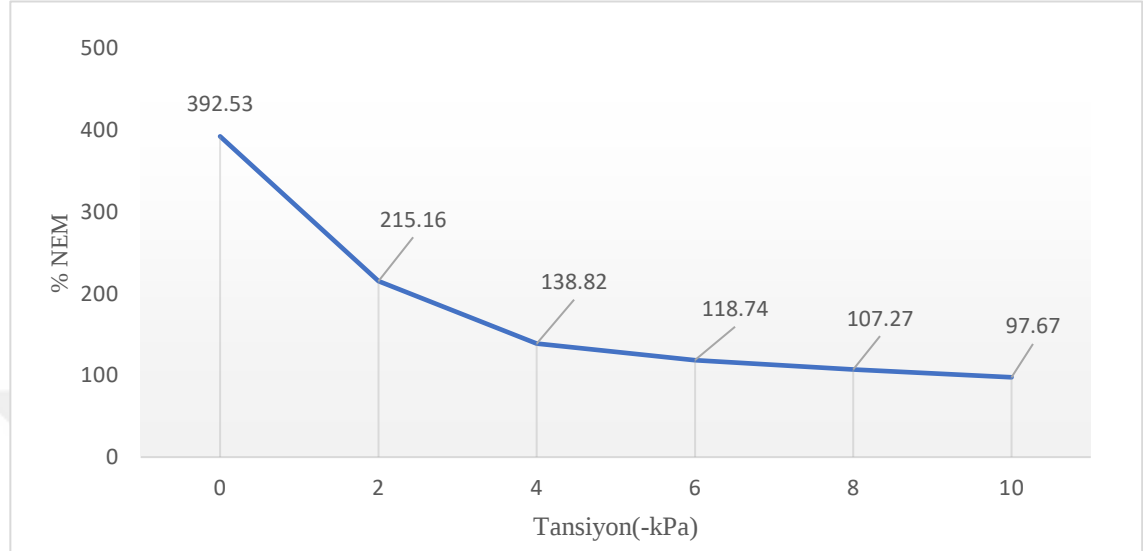
Şekil 4. 6. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 6 (O6) ‘ya ait su tutma eğrisi (-kPa)

Şekil 4.7’ de ortam 7’nin (O7) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O7 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %425.2, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %79.9 olduğu belirlenmiştir. O7 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %532.11 olarak hesaplanmıştır.



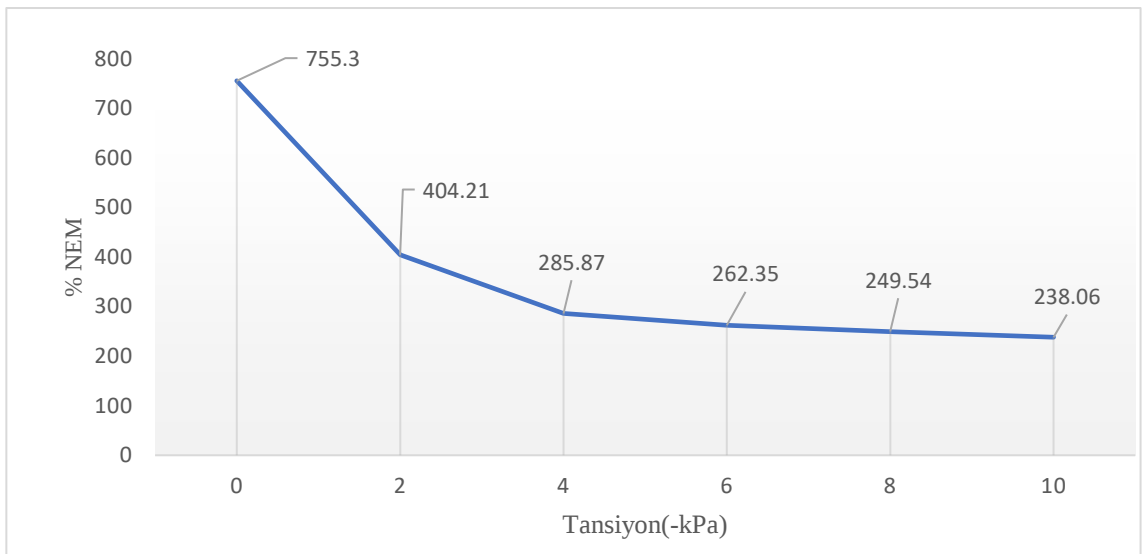
Şekil 4. 7. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 7 (O7) ‘ye ait su tutma eğrisi (-kPa)

Şekil 4.8’ de ortam 8’in (O8) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O8 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %392.5, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %97.6 olduğu belirlenmiştir. O8 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %401.89 olarak hesaplanmıştır.



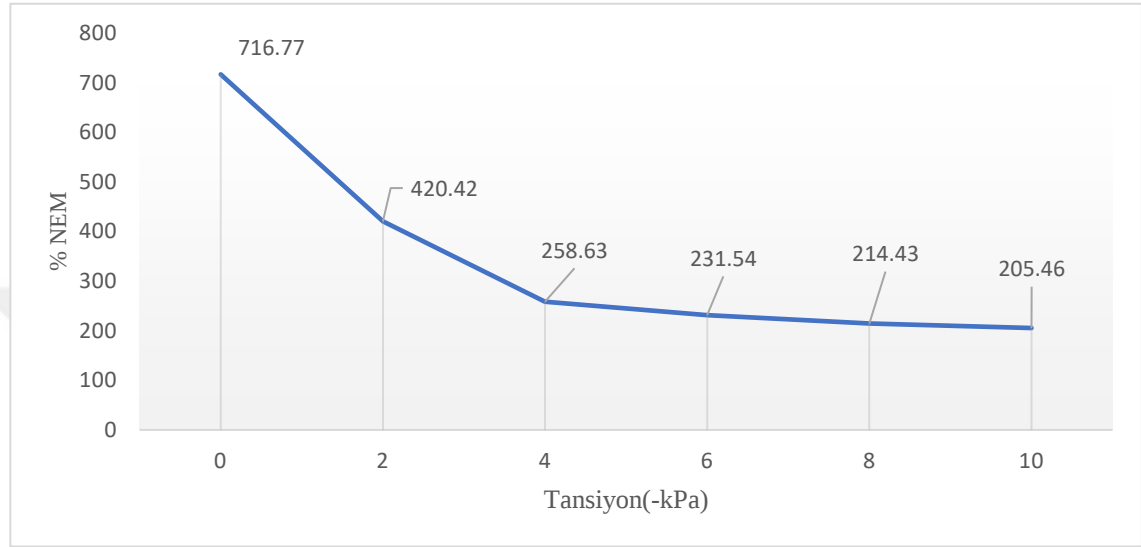
Şekil 4. 8. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 8 (O8) ‘e ait su tutma eğrisi (kPa)

Şekil 4.9’ da ortam 9’un (O9) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O9 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %755.3, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %238.0 olduğu belirlenmiştir. O9 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %317.27 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. 9. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 9 (O9) ‘e ait su tutma eğrisi (kPa)

Şekil 4.10' de ortam 10'un (O10) farklı tansiyon değerlerindeki su tutma eğrisi verilmiştir. O10 ortamının satürasyon düzeyi olan 0 kPa daki nem içeriğinin %716.7, -10 kPa daki nem içeriğinin ise %205.4 olduğu belirlenmiştir. O10 ortamının 0 kPa ile -10 kPa arasındaki nem farkı %348.86 olarak hesaplanmıştır.



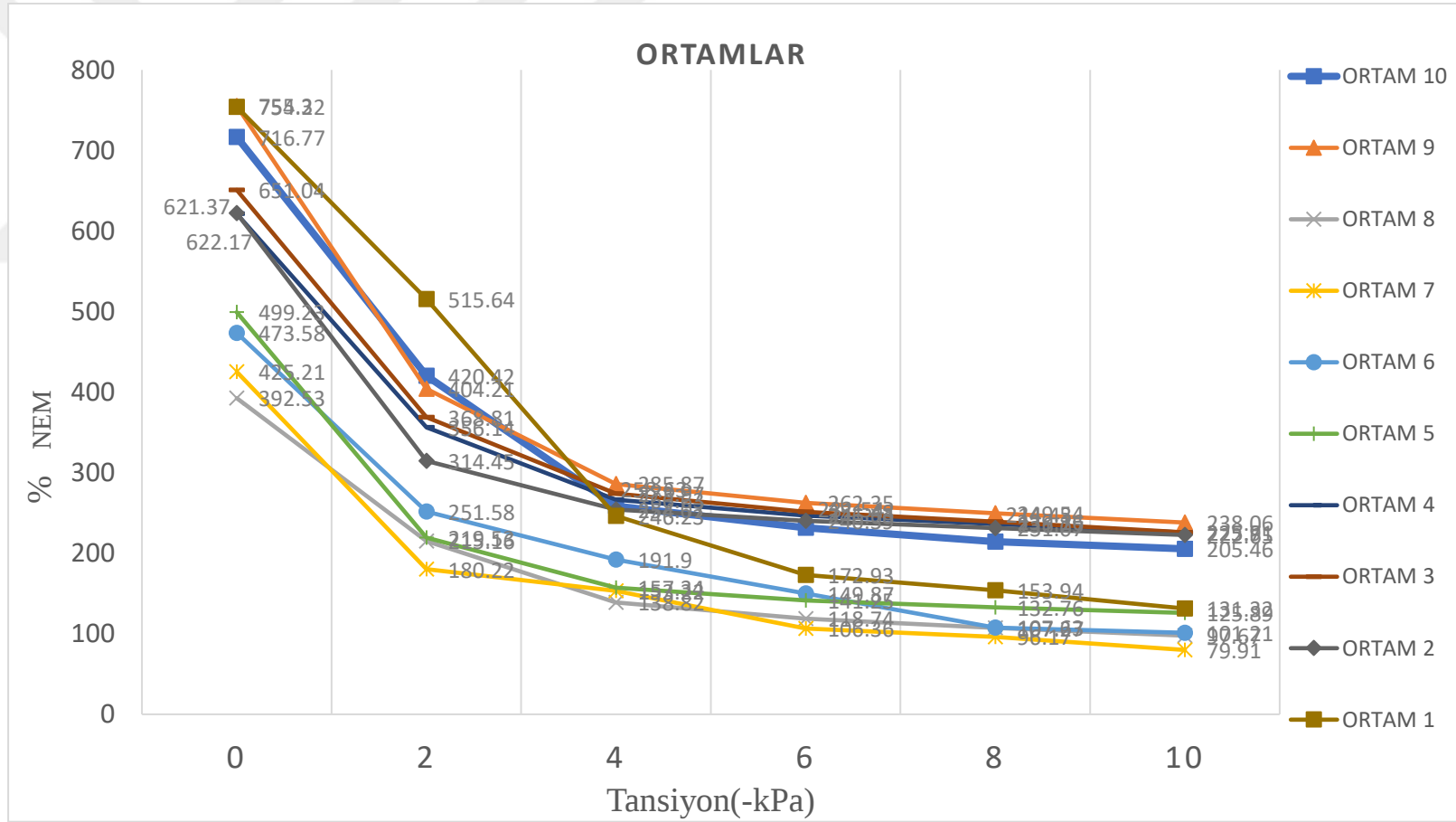
Şekil 4.10. Farklı tansiyon değerlerinde ortam 10 (O10) 'e ait su tutma eğrisi (kPa)

Şekil 4.11' de bütün fide yetiştirme ortamların farklı tansiyonda tuttıkları su miktarını gösteren su tutma eğrisi verilmiştir. Su tutma eğrisi incelendiğinde satürasyon noktasında en yüksek nem yüzdesi O1 ortamında en düşük ise O8 ortamında gerçekleşmiştir. Su gerilim düzeyi en yüksek nokta olan -1500 kPa da ise en yüksek nem yüzdesi O9 en düşük ise O7 de gerçekleşmiştir. Diğer taraftan ortam su miktarındaki net azalma eğilimi O1 de -4 kPa ya kadar devam ederken diğer ortamlarda -2 kPa da gerçekleşmiştir. Bununla birlikte kontrol ortamı olarak değerlendirilen O1 deki gerilim düzeyindeki artışa bağlı olarak % nem içeriğindeki azalmadaki oran farkı daha yüksek iken diğer ortamlarda daha düşük bulunmuştur. Bu durum O1 ortamındaki EC değerinin az olmasına bağlı olarak aynı tansiyon değerinde daha fazla miktarda suyu yapısından serbest bırakabildiğini göstermektedir.

Çizelge 4.1'de fide yetiştirme ortamlarının pH, EC (mS/cm), hacim ağırlığı (gr/cm^3), toplam porozite, makro por (%), mikro por (%), tarla kapasitesi (%) ve solma noktası değerleri verilmiştir. Fide yetiştirme ortamları arasında en yüksek hacim ağırlığı değerine O1 ve O10 ortamları sahiptir. En yüksek pH değeri O2'de en düşük pH değeri ise O1'de okunmuştur. En yüksek EC (mS/cm) değerine sahip ortam O4'tür. En düşük EC (mS/cm) değeri O1'de ölçülmüştür. En düşük hacim ağırlığına (gr/cm^3) sahip olan ortam O7'nin olarak belirlenmiştir. En yüksek toplam poroziteye O1 ortamı sahiptir. O10'un en iyi makro por (%) değerine sahip olduğu, O1 ise en iyi mikro por (%) değerine sahip ortam olduğu tespit edilmiştir. - 33 kPa ve -1500 kPa da en yüksek % nem O4'te ölçülmüştür. - 33 kPa en düşük % nem değeri ise O7'de, -1500 kPa daki en % nem değeri ise O10 ortamında belirlenmiştir.

Farklı yetiştirme ortamlarındaki marul fidelerine ait çimlenme yüzdesi değerlerindeki değişimler Şekil 4.12’te gösterilmiştir. En yüksek fide çimlenme yüzdesi O1 (%93) ortamında belirlenmiştir. Bunu sırasıyla O5 (%77), O6 (%67), O7 (%60), O8 (%57) ortamları izlemektedir. Daha sonra sırasıyla O9 (%50), O10 (%40) ve O2 (%10) ortamları gelmektedir. O3 ve O4 ortamında fide çıkışı gözlemlenmemiştir. Ek olarak O10’da çıkan marul fidelerinin ölçüm yapılamayacak kadar küçük olduğu gözlemlenmiştir. O2’de çıkan fideler ise bir süre sonra solmuş ve kurumuştur. O2’de çimlenen fidelerin ortamın pH ve EC değerlerinin yüksek olmasına bağlı olarak solduğu ve kuruduğu değerlendirilmektedir. 3. Haftanın sonunda O1 dışındaki diğer ortamlarda %50 oranının altında çimlenmenin gerçekleştiği görülmüştür. Bu duruma sebep olarak ortamların yüksek pH ve EC değerlerine sahip olması görülmüştür. Nitekim García vd. (2022) yüksek düzeydeki biyokömür uygulamalarının, substratın pH ve elektriksel iletkenliğini arttırarak bitki çimlenmesini ve büyümesini olumsuz yönde etkilediğini ifade etmişlerdir.





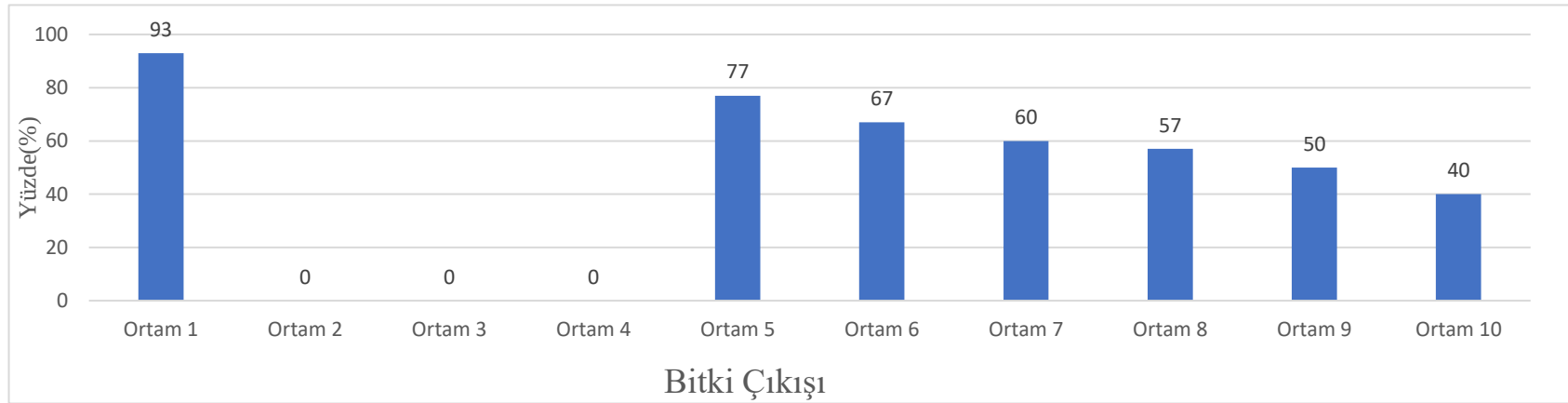
Şekil 4. 11. Bütün ortamların farklı tansiyonlarda su tutma eğrileri

Çizelge 4. 1. Fide yetiştirme ortamlarının bazı fizikokimyasal özellikleri

Ortamlar	pH	EC mS/cm	Hacim ağırlığı (gr/cm ³)	Toplam porozite (%)	Makro por (%)	Mikro por (%)	Tarla kapasitesi (%)	Solma noktası (%)
Ortam 1	5.25	0.41	0.106	79.95	26.10	53.85	237.82	98.82
Ortam 2	9.64	10.13	0.094	58.48	23.88	34.60	309.64	161.98
Ortam 3	9.36	9.99	0.096	62.50	26.30	36.20	326.84	140.15
Ortam 4	8.88	11.79	0.098	60.90	26.13	34.77	355.46	205.71
Ortam 5	7.01	1.70	0.077	23.04	4.41	18.62	170.26	79.47
Ortam 6	7.14	2.38	0.070	33.15	7.83	25.31	171.96	104.05
Ortam 7	7.40	3.46	0.067	19.11	4.90	14.20	143.19	89.70
Ortam 8	7.67	4.01	0.079	31.01	10.97	20.04	192.26	115.84
Ortam 9	8.63	6.55	0.092	69.49	26.30	43.19	259.44	110.52
Ortam 10	8.59	8.89	0.106	75.98	27.41	48.57	280.54	51.30

Çizelge 4. 2. Marul fidelerine ait çıkış sayıları (adet)

Ortamlar	1.Hafta	2.Hafta	3.Hafta	4.Hafta	5.Hafta	6.Hafta	7.Hafta	8.Hafta	9.Hafta
Ortam 1	22	24	28	28	28	28	28	28	28
Ortam 2	--	4	2	--	--	--	--	--	--
Ortam 3	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ortam 4	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Ortam 5	--	8	14	20	23	23	23	23	23
Ortam 6	--	--	3	8	14	20	20	20	20
Ortam 7	--	2	8	13	15	18	18	18	18
Ortam 8	--	--	1	8	11	14	17	17	17
Ortam 9	--	--	3	5	9	15	15	15	15
Ortam 10	--	--	3	5	11	12	12	12	12

**Şekil 4. 12.** Marul fidelerine ait fide çıkış yüzdesi (%)

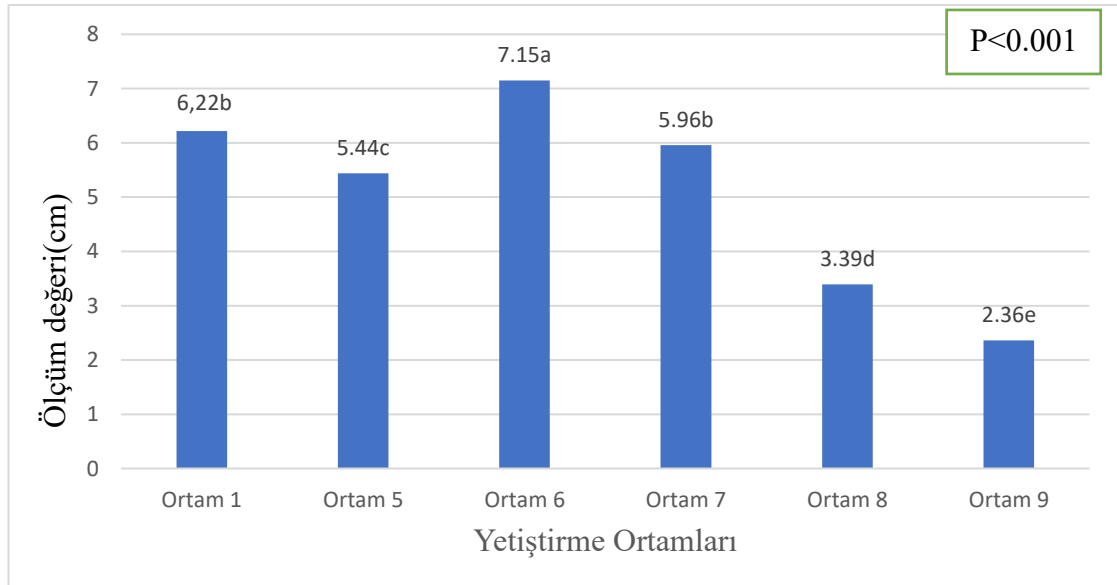
4.2. Yetiştirilen marul fidelerine ait fiziksel ölçümler

Çizelge 4.3'te farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait fide boyu ölçümlerinde örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum boy ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4. 3. Marul fidelerine ait boy ölçüm değerleri (cm)^a

Ortamlar	Fide Boyu				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata (±)	Min.	Max.
Ortam 1	15	6.22	0.13	5.20	7.00
Ortam 5	15	5.44	0.18	4.30	6.50
Ortam 6	15	7.15	0.13	6.30	8.00
Ortam 7	15	5.96	0.16	4.70	7.10
Ortam 8	15	3.39	0.20	2.10	5.00
Ortam 9	15	2.36	0.21	1.00	3.50

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır



Şekil 4. 13. Marul fidelerine ait fide boyu ölçüm değerleri (cm)

Şekil 4.13'teki yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide boyu bakımından istatistiksel olarak önemli ($P < 0.001$) farklılıklar meydana gelmiştir. En iyi fide boyu ortalaması O6' da elde edilmiştir. O6 dan sonra en yüksek fide boyu sırasıyla O1, O7 ve O5 ortamlarında gerçekleşmiştir. Fide boylarının en düşük olduğu ortamlar ise O8 ve O9 olarak belirlenmiştir.

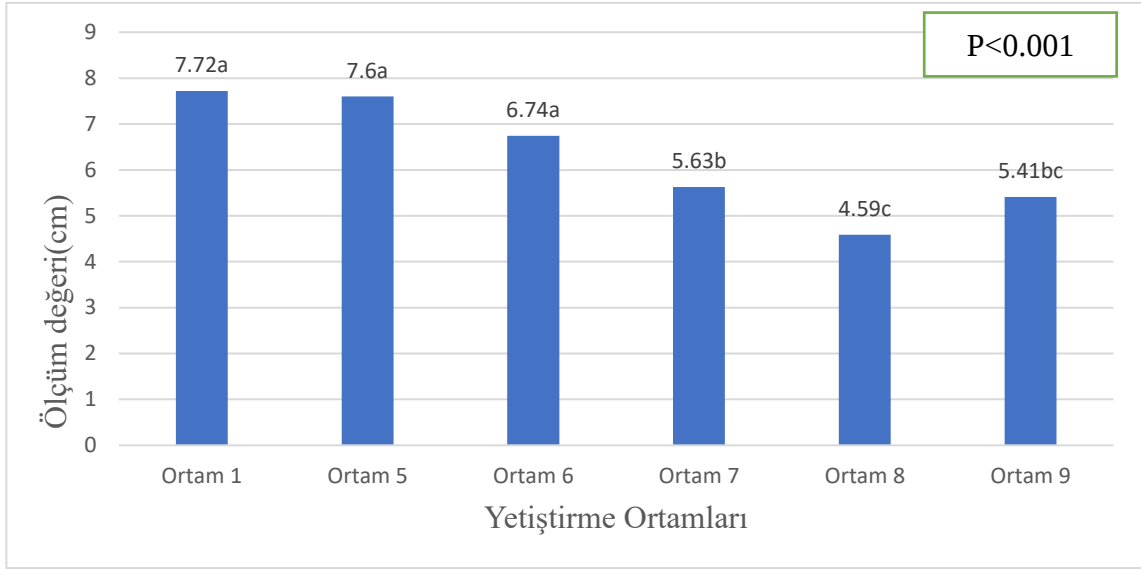
Mendez vd. (2017) arıtma çamurundan elde edilen biyokömürün yetiştirme ortamlarına eklenmesiyle ortam N, P ve K içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir. Torfa hacimsel olarak %10 oranında biyokömür ilavesinin ortamın hidrofiziksel özelliklerini iyileştirmemesine rağmen marul biyokütle üretimini %184-270, sürgün uzunluğunu ise %137-147 artırdığı belirtilmiştir.

Çizelge 4.4'te farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait fide kök boyu ölçümlerinde örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum kök boyu ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4. 4. Marul fidelerine ait fide kök boyu ölçüm değerleri (cm)^a

Ortamlar	Fide kök boyu				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata ($\pm$)	Min.	Max.
Ortam 1	15	7.72	0.40	5.00	12.00
Ortam 5	15	7.60	0.35	5.90	10.50
Ortam 6	15	6.74	0.51	4.50	12.30
Ortam 7	15	5.63	0.29	4.20	8.20
Ortam 8	15	4.59	0.17	3.40	5.90
Ortam 9	15	5.41	0.17	4.40	7.00

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır



Şekil 4. 14. Marul fidelerine ait fide kök boyu ölçüm değerleri (cm)

Şekil 4.14'teki verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide kök boyu bakımından istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) farklılıklar meydana gelmiştir. Farklı yetiştirme ortamlarında gelişen fideler arasında en iyi fide kök boyu değerinin O1 ortamında olduğu görülmüştür. O1 ortamını takiben en iyi fide kök boyu değerinde sırasıyla O5, O6 ve O7 ortamları gelmektedir. Fide boylarının en düşük olduğu ortamlar ise O9 ve O8 ortamları olarak belirlenmiştir. En iyi fide kök boyu değerine sahip ortalar olan O1, O5 ve O6 arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamıştır.

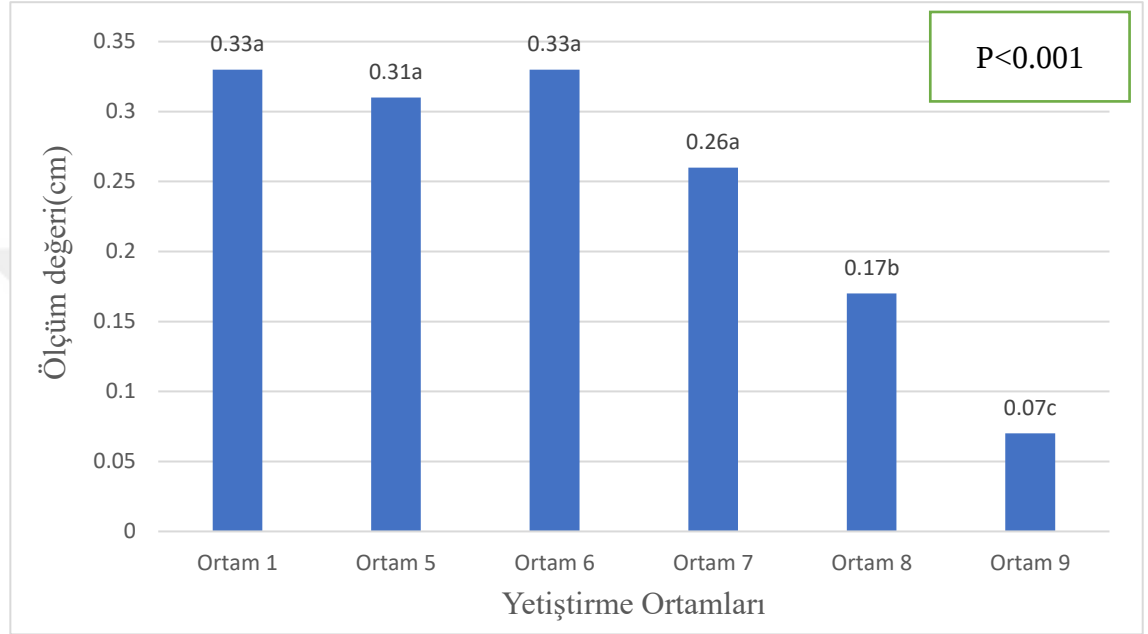
Çizelge 4.5'te farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait gövde kuru ağırlık ölçümlerinde örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum gövde kuru ağırlık ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4. 5. Marul fidelerine ait gövde kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)^a

Ortamlar	Gövde kuru ağırlık				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata ($\pm$)	Min.	Max.
Ortam 1	15	0.33	0.00	0.30	0.37
Ortam 5	15	0.31	0.01	0.13	0.40
Ortam 6	15	0.33	0.02	0.23	0.52
Ortam 7	15	0.26	0.01	0.15	0.36
Ortam 8	15	0.17	0.05	0.06	0.85
Ortam 9	15	0.07	0.00	0.04	0.12

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır

Şekil 4.15'teki yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide gövde kuru ağırlık bakımından istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) farklılıklar meydana gelmiştir. En iyi fide gövde kuru ağırlık değerinin O1 ve O6' da olduğu görülmüştür ve bunu sırasıyla O5 ve O7 ortamları takip etmiştir. Fide gövde kuru ağırlık değerinin en düşük olduğu ortamlar ise O8 ve O9 ortamları olarak belirlenmiştir. En iyi fide gövde kuru ağırlık değerine sahip olan O1, O5, O6 ve O7 ortamları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamıştır.



Şekil 4. 15. Marul fidelerine ait gövde kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)

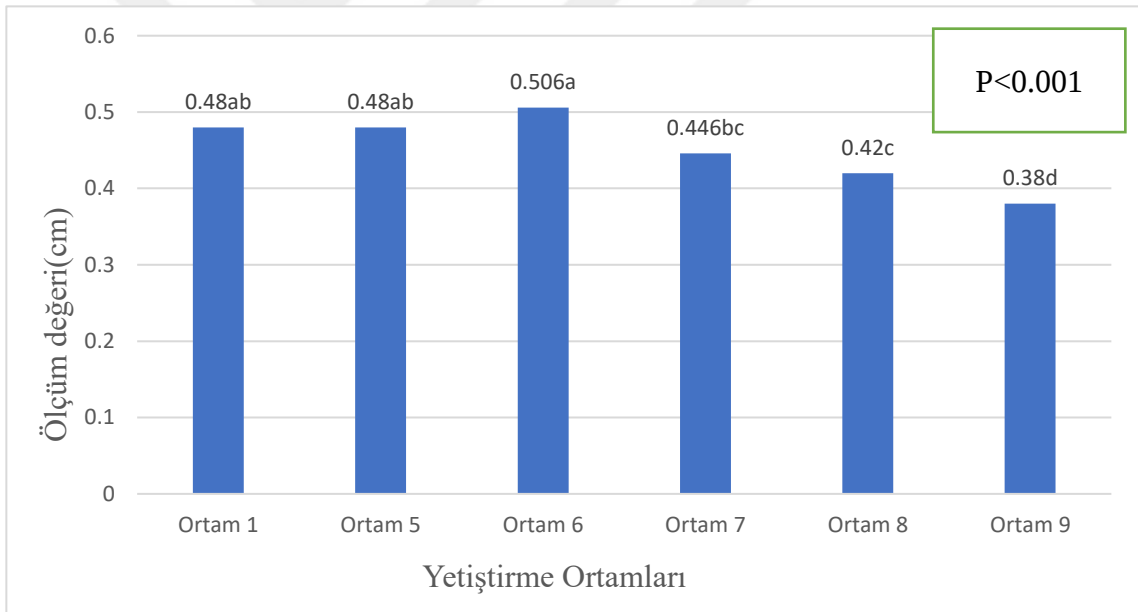
Simiele vd. (2022) yapmış oldukları bir çalışmada ortamlara yapılan biyokömür ilavesinin kontrol bitkilere kıyasla kök uzunluğunu, kök yüzey alanını, kök, gövde ve yaprak biyokütle miktarını iki kat artırdığını tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.6'da farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait gövde çapı ölçümlerinde örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum gövde çapı ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4. 6. Marul fidelerine ait gövde çapı ölçüm değerleri (cm)^a

Ortamlar	Gövde çapı				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata (±)	Min.	Max.
Ortam 1	15	0.48	0.01	0.40	0.50
Ortam 5	15	0.48	0.01	0.40	0.50
Ortam 6	15	0.51	0.01	0.40	0.60
Ortam 7	15	0.45	0.01	0.40	0.50
Ortam 8	15	0.42	0.01	0.40	0.50
Ortam 9	15	0.38	0.01	0.30	0.50

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır.

**Şekil 4. 15.** Marul fidelerine ait gövde çapı ölçüm değerleri (cm)

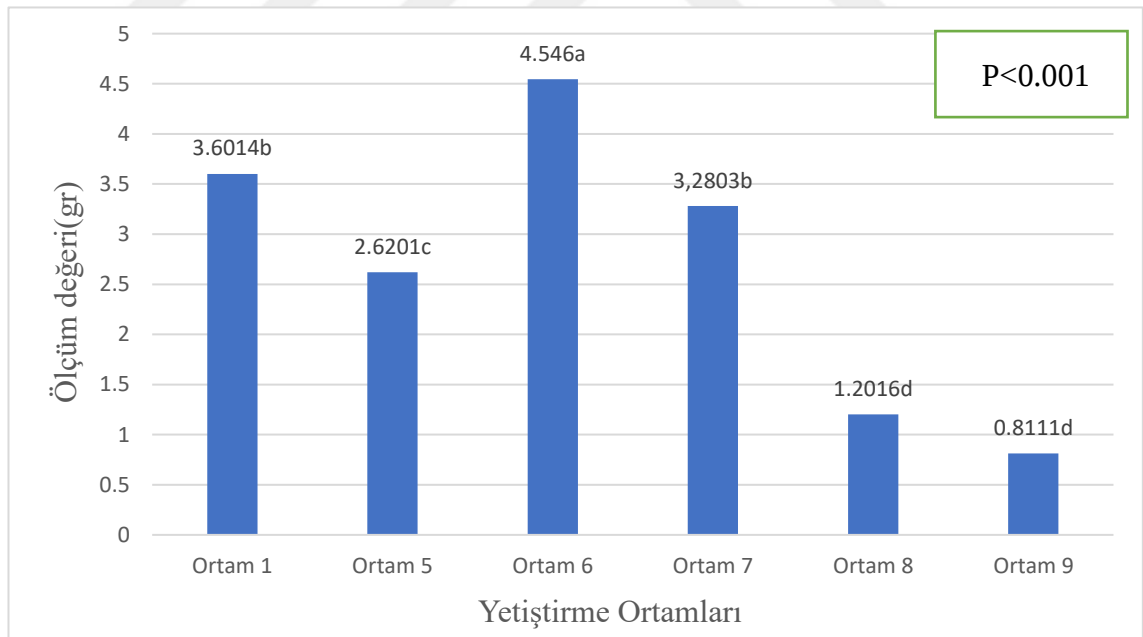
Şekil 4.16'da yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide gövde çapı bakımından istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) farklılıklar meydana gelmiştir. En iyi fide gövde çapı değerinin O6 ortamında olduğu belirlenmiş ve bunu sırasıyla O1, O5 ve O7 ortamlarının izlediği tespit edilmiştir. Fide gövde çapının en düşük olduğu ortamların ise O8 ve O9 ortamları olarak belirlenmiştir. Fide yetiştirme ortamlarında muz atığı oranı arttıkça pH ve EC değerlerinin yükseldiği gözlemlenmiştir. pH ve EC değerleri yükseldikçe marul fidelerinde fiziksel özellikler olumsuz yönde etkilenmiştir. Marul bitkisinde yapılmış benzer bir çalışmada da ortamların pH ve EC değerleri yükselmesinin bitkiyi olumsuz etkilediği belirtilmiştir (García vd. 2022).

Çizelge 4.7’de farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait gövde yaş ağırlık ölçümlerinde örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum gövde yaş ağırlık ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4. 7. Marul fidelerine ait gövde yaş ağırlık ölçüm değerleri (gr)^a

Ortamlar	Gövde yaş ağırlık				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata ($\pm$)	Min.	Max.
Ortam 1	15	3.60	0.07	3.23	4.15
Ortam 5	15	2.62	0.15	1.92	3.54
Ortam 6	15	4.55	0.27	2.82	6.92
Ortam 7	15	3.28	0.20	2.24	4.49
Ortam 8	15	1.20	0.12	0.65	2.13
Ortam 9	15	0.81	0.05	0.46	1.29

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır



Şekil 4. 16. Marul fidelerine ait gövde yaş ağırlık ölçüm değerleri (gr)

Şekil 4.17’da yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide gövde yaş ağırlık bakımından istatistiksel anlamda önemli ($P<0.001$) farklılıklar meydana gelmiştir. En iyi fide yaş ağırlığı değerinin O6 ortamında olduğu belirlenmiş ve bunu sırasıyla O1, O7 ve O5 ortamlarının izlediği tespit edilmiştir. Fide gövde yaş ağırlığının en düşük olduğu ortamlar ise O8 ve O9 ortamları olarak belirlenmiştir

García vd. (2022) yapmış oldukları bir çalışmada %30 vermikulit %40 torf %30 biyokömür oranlarına sahip ortamdaki tohumların çimlenme düzeyinin diğer ortamlara göre daha geç olduğu, ancak daha yüksek seviyelerde organik azot ve nitrat içeren sürgünlerle bitki büyümesini ve azot kullanım etkinliğini geliştirdiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca hazırlanan ortamın su tutma kapasitesini arttırarak besinlerin verimli bir şekilde kullanılmasını sağladığı ve biyokömürün torf ve N gübre tüketimini başarılı bir şekilde değiştirebileceğini ve/veya azaltabileceğini ifade etmişlerdir. Bu durumun hem bitki büyümesi hem de çevre üzerinde olumlu etkileri olan daha sürdürülebilir tarımı teşvik etme potansiyeline sahip olduğu sonucuna varmışlardır.

De Melo Carvalho vd. (2014) kumlu-tınlı bünyeye sahip tarla koşullarında 3 yıl boyunca yürüttükleri çalışmalarında odun kaynaklı biyokömür kullanmışlardır. Yapılan çalışmada biyokömürün bitki nem içeriğinde artışa neden olduğu sonucuna varmışlardır.

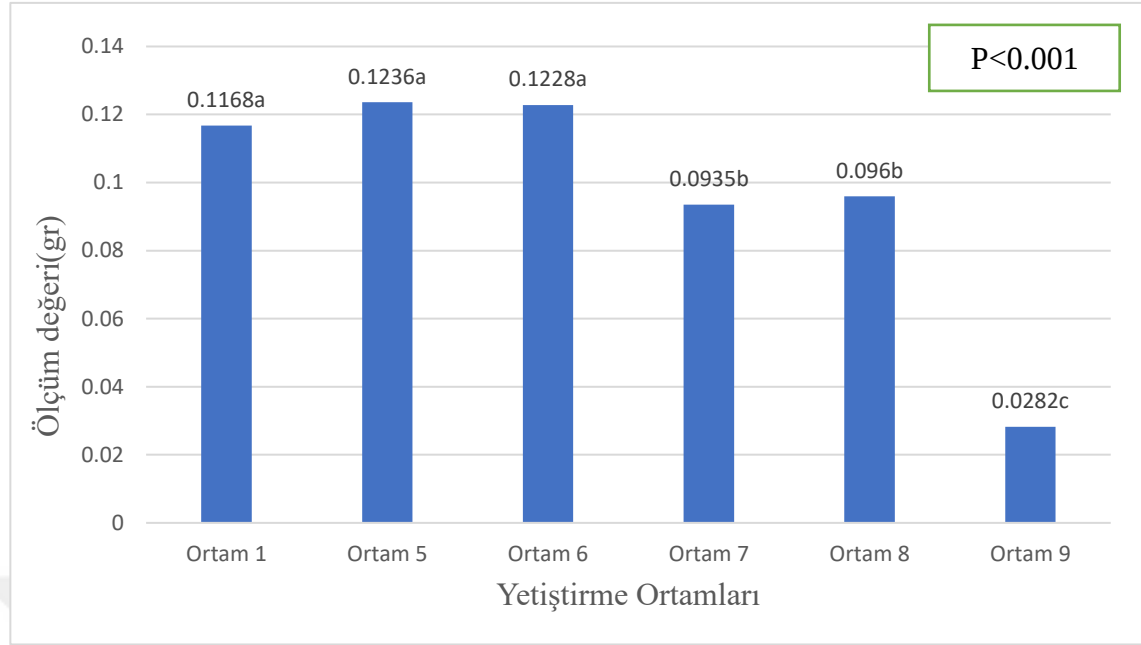
Manickam vd. (2015) tarafından pirinç kabuğunun 550 °C piroliz yöntemiyle üretilen biyokömürün bitki bünyesindeki mevcut su kapasitesine olan etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; toprağa 550 g kg⁻¹ düzeyindeki biyokömür ilavesinin bitkideki mevcut su kapasitesini %74 oranında artırdığını ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.8’de farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait kök kuru ağırlık ölçümlerinde örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum kök kuru ağırlık ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4. 8. Marul fidelerine ait kök kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)^a

Ortamlar	Kök kuru ağırlık				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata (±)	Min.	Max.
Ortam 1	15	0.12	0.00	0.10	0.14
Ortam 5	15	0.12	0.01	0.07	0.16
Ortam 6	15	0.12	0.01	0.08	0.17
Ortam 7	15	0.09	0.01	0.03	0.15
Ortam 8	15	0.10	0.01	0.04	0.15
Ortam 9	15	0.03	0.00	0.02	0.05

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır



Şekil 4. 17. Marul fidelerine ait kök kuru ağırlık ölçüm değerleri (gr)

Şekil 4.18’da yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide kök kuru ağırlık bakımından istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) farklılıklar meydana gelmiştir. En iyi fide kök kuru ağırlık değerinin O5 ortamında olduğu görülmüş ve bunu sırasıyla O6, O1 ve O8 ortamlarının izlediği belirlenmiştir. Kök ağırlığı değerinin en düşük olduğu ortamlar O7 ve O9 ortamları olarak belirlenmiştir. En iyi fide kök boyu değerine sahip olan O1, O5 ve O6 ortamları arasında istatistiksel anlamda önemli bir fark bulunmamıştır.

Caroline vd. (2016) yetiştirme ortamına yapılan %3 biyokömür ilavesinin taze ağırlıkta %166.5 ve kuru ağırlıkta %114.3 çilek bitkisi ağırlığını önemli ölçüde arttırdığını ifade etmişlerdir.

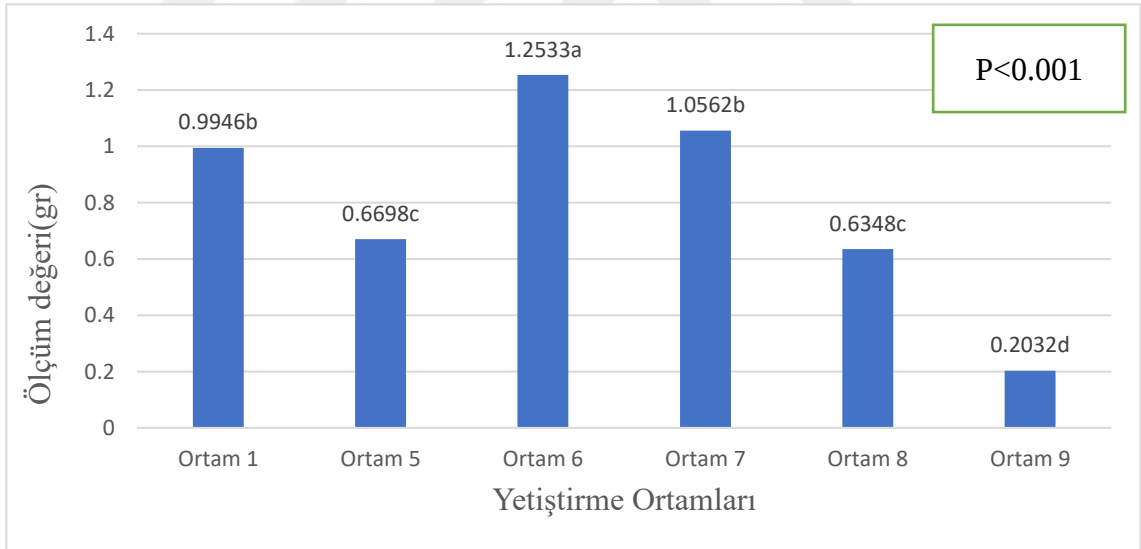
Kim vd. (2017) lahana filizlerinin kuru ağırlığının %5 biyokömür karışımı içeren ortamda yetiştirildiğinde kontrol yetiştirme ortamına (biyokömür içermeyen) kıyasla %150 daha iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çizelge 4.9’de farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait kök yaş ağırlık ölçümlerinde örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum kök yaş ağırlık ölçümleri verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Marul fidelerine ait kök yaş ağırlık ölçüm değerleri (gr)^a

Ortamlar	Kök yaş ağırlık				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata ($\pm$)	Min.	Max.
Ortam 1	15	0.99	0.02	0.87	1.20
Ortam 5	15	0.67	0.03	0.39	0.83
Ortam 6	15	1.25	0.06	0.80	1.61
Ortam 7	15	1.06	0.08	0.71	1.73
Ortam 8	15	0.63	0.02	0.34	0.79
Ortam 9	15	0.20	0.02	0.07	0.39

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır.

**Şekil 4. 18.** Marul fidelerine kök yaş ağırlık ortalama ölçüm değerleri(gr)

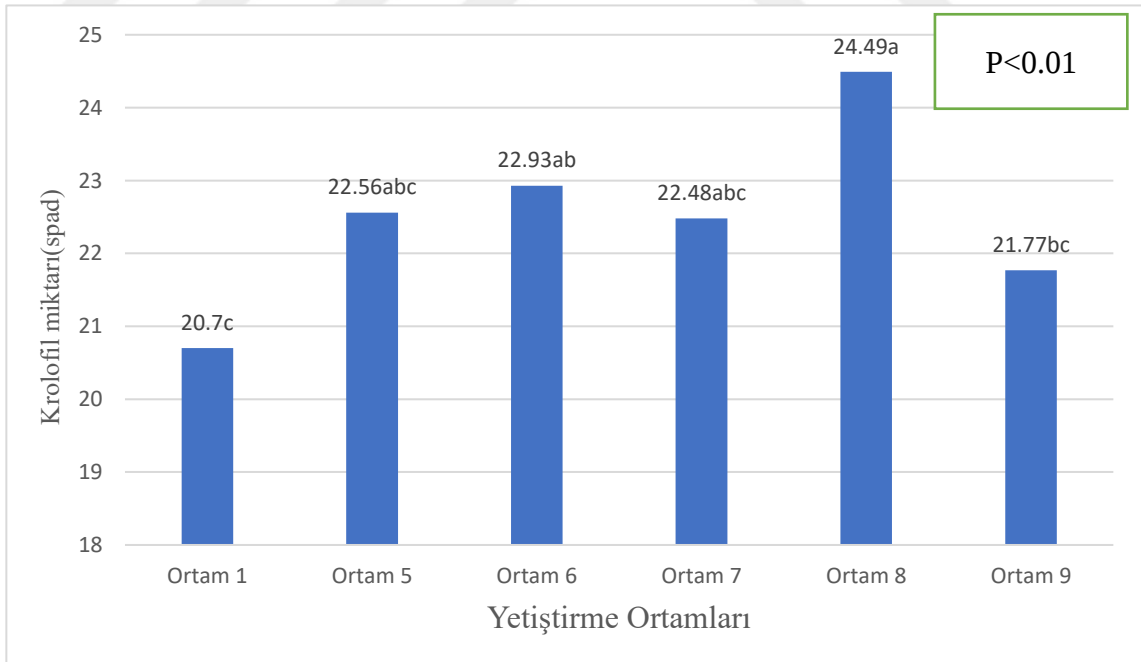
Şekil 4.19’da yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide kök yaş ağırlık bakımından istatistiksel olarak önemli ($P<0.001$) farklılıklar meydana gelmiştir. En iyi kök yaş ağırlığı değerinin O6 ortamında olduğu belirlenmiş ve bunu sırasıyla O7, O1 ve O5 ortamlarının takip ettiği tespit edilmiştir. Fide gövde çapının en düşük olduğu ortam ise O9 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.10’da farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait klorofil değerleri örnek sayısı, ortalama, standard hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum değerler olarak verilmiştir.

Çizelge 4. 10. Marul fidelerine ait klorofil ölçüm değerleri (SPAD)^a

Ortamlar	Klorofil değerleri				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata (±)	Min.	Max.
Ortam 1	15	20.71	0.64	16.80	25.70
Ortam 5	15	22.56	0.78	17.90	27.30
Ortam 6	15	22.93	0.63	18.50	26.60
Ortam 7	15	22.49	0.77	18.90	29.10
Ortam 8	15	24.51	0.55	21.10	28.10
Ortam 9	15	21.77	0.73	16.30	28.10

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır



Şekil 4. 19. Marul fidelerine klorofil değerleri ortalama ölçüm değerleri(SPAD)

Şekil 4.20’de yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide klorofil değeri bakımından istatistiksel anlamda önemli ($P<0.01$) farklılıklar meydana gelmiştir. En yüksek klorofil değerinin O8 ortamında olduğu belirlenmiş ve bunu sırasıyla O6, O5 ve O7 ortamlarının izlediği tespit edilmiştir. Fide gövde klorofil içeriğinin en düşük olduğu ortamlar ise O1 ve O9 ortamları olarak belirlenmiştir.

Bitkilerde renklenmeyi sağlayan pigmentler içerisinde en önemlilerinden biri klorofildir. Klorofil bitkilerin yaşamak için ihtiyaç duydukları besin maddeleri ve oksijenin üretilmesi ile fotosentez olayının gerçekleşmesini sağlayan, bitkilere yeşil rengini veren pigmenttir. Bitki türü ve yetiştirme koşulları gibi birçok faktöre bağlı olarak klorofil miktarı artıp azalabilmekte, bundan dolayı standart koşullarda yetişen bitkilerde ortalama klorofil miktarının bilinmesi önemli olmaktadır (Zeren vd. 2017).

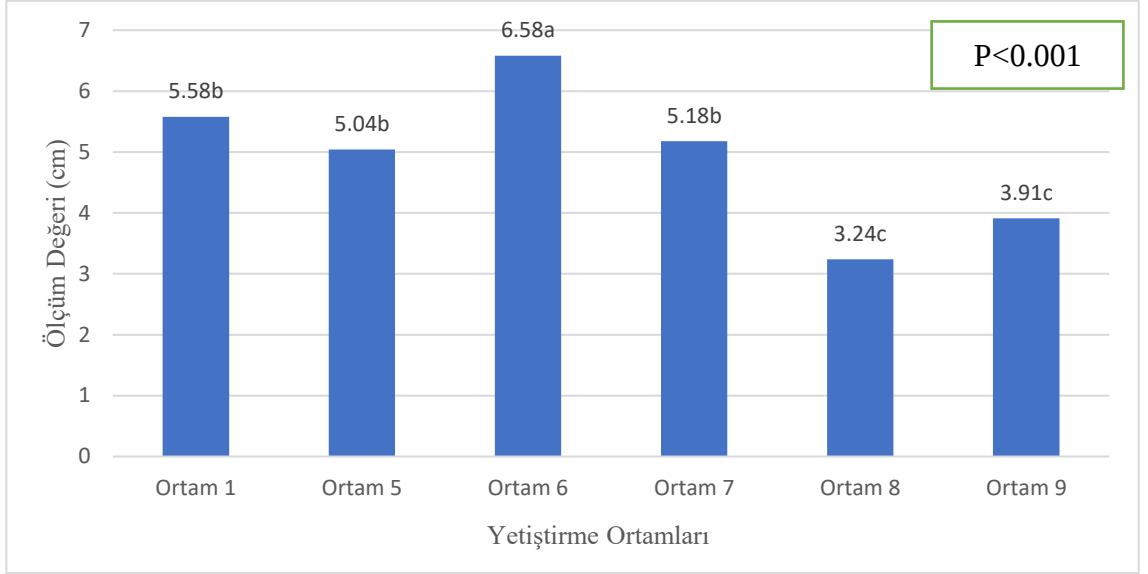
Gümüş vd. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada, biyokömür ve ahır gübresi karışımından oluşturulan ortamın kontrol ile kıyaslandığında karışım ortamının pH, EC, organik karbon, toplam azot, yarıyışlı fosfor değerlerinde önemli ölçüde artış meydana geldiği ifade edilmiştir. Araştırmacılar ayrıca biyokömür ve ahır gübresi karışımından oluşturulan ortamda sera şartlarında yetiştirilen mısır bitkisinin bitki boyu, biyokütle verimi, yaprak klorofil içeriği (SPAD-unit) değerlerinde önemli değişimlerin olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.11’de farklı yetiştirme ortamlarında gelişen marul fidelerine ait taç yaprak ölçümü değerleri; örnek sayısı, ortalama, standart hata ve marul fidelerinin minimum ve maksimum değerler olarak verilmiştir.

Çizelge 4. 11. Marul fidelerine ait taç yaprak çap ölçüm değerleri (cm)^a

Ortamlar	Taç yaprak çap ölçümü				
	Örnek sayısı	Ortalama	Standard Hata (±)	Min.	Max.
Ortam 1	15	5.58	0.20	4.20	6.90
Ortam 5	15	5.04	0.23	3.00	6.30
Ortam 6	15	6.58	0.23	5.20	8.50
Ortam 7	15	5.19	0.28	3.00	7.10
Ortam 8	15	3.24	0.28	1.90	5.80
Ortam 9	15	3.91	0.21	2.50	5.40

^a:O2,O3,O4 ve O10 ortamlarında fide çıkışı olmadığından değerlendirme yapılamamıştır



Şekil 4. 20. Marul fidelerine ait taç yaprak ortalama ölçüm değerleri (cm)

Şekil 4.21’da yer alan verilere göre yetiştirme ortamları arasında fide taç yaprak çap ölçüm değerlerinde istatistiksel olarak ($P<0.001$) önemli farklılıklar meydana gelmiştir. En iyi fide taç yaprak çapı değerinin O6 ortamında olduğu belirlenmiş ve bunu sırasıyla O1, O5 ve O7 ortamlarının takip ettiği görülmüştür. Fide taç yaprak çap değerinin en düşük olduğu ortamlar O8 ve O9 olarak belirlenmiş ve bu iki ortam arasında istatistiksel bir fark meydana gelmemiştir.

5. SONUÇ

Tarımsal üretimde fide yetiştiriciliğinde en önemli etmenler arasında fide yetiştirme ortamının içeriği ve özelliği gelmektedir. Yetiştirme ortamı, fidenin çimlenme oranından başlayarak fide boyu, fide kök boyu gibi birçok fiziksel özelliğine etki etmektedir.

Farklı materyallerle ortamlar hazırlanarak fide gelişiminin izlendiği bu çalışmada muz atıklarının ve muz atıklarından elde edilen biyokömürün yetiştirme ortamı olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Oluşturulan ortamlarda gelişen marul fidelerine ait fizikokimyasal değişimler ortam özellikleri dikkate alınarak gözlemlenmiş ve yorumlanmaya çalışılmıştır.

Ortamlara ait fizikokimyasal özellikler bakımından en yüksek pH'ya sahip ortamın O2 (%60 Muz Atığı + %20 Perlit + %20 Vermikulit) ve en yüksek EC'ye sahip ortamın O4 (%80 Muz Atığı + %10 Perlit + %10 Muz Biyokömür) olduğu tespit edilmiştir. Yarayışlı su miktarı en fazla olan ortam O10 (%45 Torf + %50 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür), en düşük olan ortam ise O5 (%85 Torf + %10 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür) ortamı olmuştur. Yetiştirme ortamları arasında en yüksek hacim ağırlığına 0,106 gr/cm³ ile O1 ve O10 ortamlarının ve en düşük hacim ağırlığı 0,067 gr/cm³ ile O7 ortamının olduğu tespit edilmiştir. O1 ortamının %79,95 ile ortamlar arasında en iyi toplam poroziteye sahip ortam olduğu ölçülmüştür. O5 ortamı %23,04 ile ortamlar arasında en düşük toplam poroziteye sahip ortam olarak belirlenmiştir.

Fide ölçümlerinde elde edilen sonuçlara göre en iyi fide çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğu denemenin yürütüldüğü fide tesisinin kullandığı ve bizimde referans (kontrol) olarak değerlendirdiğimiz O1 ortamında (%60 Torf + %20 Perlit + %20 Vermikulit) elde edilmiştir. Çalışmamızda O3 ve O4 ortamlarında fide çimlenmesi gözlenmemiştir. O2 ortamında ise çimlenme gözlemlenmiş ancak çimlenen fideler bir süre sonra solmuş ve kurumuştur. Bu ortamlarda çimlenmemeye veya çimlendikten sonra solma veya kurumunun sebebi olarak ortamların pH ve EC değerlerinin oldukça yüksek olması olarak değerlendirilmiş ve bu ortamların fide yetiştiriciliği açısından uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Diğer taraftan O10 ortamında çimlenme gerçekleşmiş ancak çimlenen fideler 63 günün sonunda ölçüm yapılabilecek seviyeye ulaşamamıştır. O10 ortamının da pH ve EC değerinin O2, O3 ve O4 ortamları gibi oldukça yüksek olması çimlenen fidelerde fiziksel özelliklerinin iyi olmaması ve ölçüm yapılamamasına neden olmuştur. Bunun yansıması en iyi fide boyu, gövde çapı, fide yaş ve kuru ağırlığı, fide yaş kök ve kuru kök ağırlığı değerleri ise O6 ortamında (%80 Torf + %15 Muz Atığı + %5 Muz Biyokömür) ölçülmüştür. Diğer taraftan en yüksek klorofil ölçüm değeri O8 ortamında elde edilmiştir.

Yetiştirme ortamları arasında O6 ortamının diğer ortamlarla karşılaştırıldığında birçok marul fidesine ait fiziksel parametre ölçümlerinde daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Elde edilen bu sonuçta O6 ortamının sahip olduğu fiziksel özelliklerinden daha çok pH değerindeki uygunluğun (ortamdaki besin elementi miktarı ve yarayışlılığı)

daha etkili olabileceğini düşündürmüştür. Nitekim bu ortamın pH değeri nötre yakın değerdedir. O6 ortamının diğer ortamlara kıyasla EC değerinin daha düşük olması (toprakta bitki yetiştiriciliği için kabul edilebilir sınır değerleri arasındadır) her ne kadar fide gelişim parametrelerinde pozitif bir katkı sağlasa da fide çimlenme yüzdesi açısından O1 ortamına kıyasla düşük değerlerin elde edilmesi fide üretiminde kullanımını sınırlandırabileceğini düşündürmektedir.

Fide yetiştirme ortamı olarak kullanılması düşünülen muz atıklarının ve muz atıklarından elde edilen biyokömürün sahip olduğu yüksek pH ve EC değerleri biyokömürün elde edileceği materyalin ne kadar önemli olduğu sonucunu göstermektedir. Özellikle muz atığından elde edilen biyokömür olmak üzere muz atıklarının da yetiştirme ortamı olarak karışımlara eklendiği durumlarda ortam pH ve EC değerlerini önemli derecede yükselttiği ve fide çimlenme ve gelişim parametreleri üzerinde olumsuz etkilerinin gerçekleştiği görülmüştür. Elde edilen bu sonuçta muz yetiştiriciliğindeki yoğun gübrelemenin ve buna bağlı olarak muz atıklarının besin elementi içeriğinin zengin olmasının ayrıca bu atıkların piroliz işlemi ile bu etkinin daha da belirgin olmasının önemli olabileceği düşünülmüştür. Bu nedenle çalışmaya konu olan muz atıklarının ve muz atığından elde edilen biyokömürün yıkanarak EC değerleri düşürüldükten sonra kullanılması ya da oldukça düşük oranlarda karışımlara ilave edilerek kullanılması önerilebilir. Nitekim özellikle biyokömürün fide yetiştirme ortamlarında düşük oranlarda (%5) kullanımı ile marul fidesine ait bazı fiziksel özelliklerde artış sağlandığını bize göstermiştir.

Sonuç olarak kaliteli fide üretimi için muz atıklarının ve bu atıklardan elde edilecek biyokömürün oldukça düşük oranlarda karışımlara ilave edilerek kullanılabileceği veya yüksek pH ve EC bakımından materyallerin ıslah edildikten sonra kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu alanda etkin bir atık kullanımının sağlanabilmesi amacıyla konu özelinde ve toprakta bitki yetiştiriciliği açısından da daha fazla araştırma yapılmasının gerektiği ön görülmüştür.

6. KAYNAKÇA

- Alma, M.H. ve Altıkat, A. 2021. Biyokömür ve Toprak Fiziksel Özellikleri. *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 11 (4), 2599-2612.
- Aurore, G., Parfait, B. and Fahrasmane, L. 2009. Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science and Technology*, 20(2), 78-91.
- Banitalebi, G., Mosaddeghi, M. R. and Shariatmadari, H. 2021. Evaluation of physico-chemical properties of biochar-based mixtures for soilless growth media. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 23(3), 950-964.
- Bio-Suisse,2019.Summary of Bio Swiss Standards.https://www.bio-suisse.ch/media/vundh/import/downloads/merkblatt_e_summary_rl_02_2019.pdf
- Caroline, A., Debode, J., Vandecasteele, B., D'Hose, T., Cremelie, P., Haegeman, A. and Maes, M. 2016. Biological, physicochemical and plant health responses in lettuce and strawberry in soil or peat amended with biochar. *Applied Soil Ecology*, 107, 1-12
- Chrysargyris, A., Prasad, M., Kavanagh, A. and Tzortzakakis, N. 2020. Biochar type, ratio, and nutrient levels in growing media affects seedling production and plant performance. *Agronomy*, 10(9), 1421.
- Çelik, H. 2010. Süs bitkileri ve peyzaj (İç Mekân Süs Bitkileri, Tek Yıllık Bahçe Çiçekleri ve Peyzaj). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı No: 54. sf: 202.
- De Lucia, B., Cristiano, G., Vecchiatti, L. and Bruno, L. 2013. Effect of different rates of composted organic amendment on urban soil properties, growth and nutrient status of three Mediterranean native hedge species. *Urban Forestry & Urban Greening*, 12(4), 537-545.
- De Melo Carvalho M.T, De Holanda Nunes Maia A, Madari B.E, Bastiaans L, Van Ort, P.A.J, Heinemann A.B, 2014. Biochar Increases Plant Available Water in a Sandy Soil under an Aerobic Rice Cropping System. *Solid Earth* 6:887–917
- Demiralay, İ. 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 143. Erzurum, s:90-95.
- Demirel, B. ve Pınar, H., 2019. Determination of possible energy potential of banana residues in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7: 41-45
- Dispenza, V., De Pasquale, C., Fascella, G., Mammano, M.M. and Alonzo, G. 2016. Use of biochar as peat substitute for growing substrates of Euphorbia×lomi potted plants. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(4), e0908-e0908.
- Fetjah, D., Ainlhout, L.F.E., Ihssane, B. and Bouqbis, L. 2021. Effect of Banana Waste Biochar on Physiological Responses and Growth of Seashore Paspalum. *Journal of Ecological Engineering*, 22(8).

- Fornes, F., Belda, R.M., Lidón, A., 2015. Analysis of two biochars and one hydrochar from different feedstock: focus set on environmental, nutritional and horticultural considerations. *J. Clean. Prod.* 86, 40–48.
- Fryda, L. and Visser, R. 2015. Biochar for soil improvement: Evaluation of biochar from gasification and slow pyrolysis. *Agriculture*, 5(4), 1076-1115.
- García-Rodríguez, Á.F., Moreno-Racero, F.J., García de Castro Barragán, J.M., Colmenero-Flores, J.M., Greggio, N., Knicker, H. and Rosales, M.A. 2022. Influence of Biochar Mixed into Peat Substrate on Lettuce Growth and Nutrient Supply. *Horticulturae*, 8(12), 1214.
- Głab, T., Palmowska, J., Zaleski, T. and Gondek, K. 2016. Effect of biochar application on soil hydrological properties and physical quality of sandy soil. *Geoderma*, 281, 11-20.
- Gruda, N. 2012. Current and future perspective of growing media in Europe. *ActaHortic.* 960, 37–43.
- Gümüş, İ., Negiř, H. ve şeker, C. 2022. Ahır gübresi biyokömürünün bazı toprak özellikleri ve mısır bitkisinin gelişimi üzerine etkisi. *Ziraat Mühendisliği*, (374), 24-33.
- Hussain, I., Tarar, O.M., 2014. Pulp and paper making by using waste banana stem. *Journal of Modern Science and Technology*, 2(2): 36-40.
- Islam, M., Halder, M., Siddique, M.A., Razir, S.A.A., Sikder, S. and Joardar, J.C. 2019. Banana peel biochar as alternative source of potassium for plant productivity and sustainable agriculture. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(1), 407-413.
- Jackson, M.L. 1967. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi.
- Kahraman, Ö. ve Özzambak, M.E. 2014. Topraksız Tarımda Farklı Yetiştirme Ortamlarının *Galanthus elwesii* Hook Soğan Performansı Üzerine Etkileri. *Afyon Kocatepe University Journal of Science and Engineering*, 14(1).
- Kakar, H., Memon, M., Rajpar, I. and Chachar, Q. 2021. Slow Pyrolyzed Banana Leaf Waste Biochar Amended Calcareous Soil Properties and Maize Growth. *Indian Journal of Science and Technology*, 14(21), 1791-1805.
- Kalyoncu, E.E. ve Ondaral, M. 2021. Muz yalancı gövde atığının kağıt hamuru ve kağıt üretimine uygunluğunun kimyasal ve morfolojik açıdan değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Forestry*, 22(2), 143-150.
- Kammann, C., Ratering, S., Eckhard, C. and Müller, C., 2012. Biochar and hydrochar effects on greenhouse gas (carbon dioxide, nitrous oxide, and methane) fluxes from soils. *J. Environ. Qual.* 41, 1052–1066.
- Khan, M.Z., Sarkar, M.A., Forhad, I.A., Khan, M.Z. and Raimo, O.M., 2014. Paper making from banana pseudo-stem: Characterization and comparison. *Journal of Natural Fibers*, 11: 199-211

- Kim, H.S., Kim, K.R., Yang, J.E., Ok, Y.S., Kim, W.I., Kunhikrishnan, A. and Kim, K.H. 2017. Amelioration of horticultural growing media properties through rice hull biochar incorporation. *Waste and Biomass Valorization*, 8, 483-492.
- Manickam, T., Cornelissen, G., Bachmann, R.T., Ibrahim, I.Z., Mulder, J., Hale, S.E. 2015. Biochar application in Malaysian sandy and acid sulfate soils: Soil amelioration effects and improved crop production over two cropping seasons. *Sustainability* 7:16756–16770
- Mao, J.D., Johnson, R.L., Lehmann, J., Olk, J., Neeves, E.G., Thompson, M.L., Schmidt-Rohr, K. 2012. Abundant and stable char residues in soils: Implications for soil fertility and carbon sequestration. *Environmental Science and Technology*, 46 (17): 9571–9576.
- Markwell, J., Osterman, J.C. and Mitchell, J.L. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis research*, 46(3), 467-472.
- Mašek, O. 2016. Biochar in thermal and thermochemical biorefineries—production of biochar as a coproduct. In *Handbook of biofuels production* (pp. 655-671). Woodhead Publishing.
- Méndez, A., Paz-Ferreiro, J., Gil, E., and Gascó, G. 2015. The effect of paper sludge and biochar addition on brown peat and coir based growing media properties. *Scientia Horticulturae*, 193, 225-230.
- Mendoza-Hernandez, D., Fornes, F. and Belda, R.M. 2014. Compost and vermicompost of horticultural waste as substrates for cutting rooting and growth of rosemary. *Scientia Horticulturae*. 178, 912–202.
- Ojanen, P., Minkkinen, K., Penttilä, T. 2013. The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *For. Ecol. Manage.* 289, 201–208.
- Ortega, Z., Morón, M., Monzón, M.D., Badalló, P. and Paz, R. 2016. Production of banana fiber yarns for technical textile reinforced composites. *Materials*, 9(5): 370.
- Padam, B.S., Tin, H.S., Chye, F.Y. and Abdullah, M.I. 2014. Banana by-products: An under-utilized renewable food biomass with great potential. *Journal of Food Science and Technology*, 51(12): 3527-3545.
- Pradhan, S., Abdelaal, A. H., Mroue, K., Al-Ansari, T., Mackey, H. R., and McKay, G. 2020. Biochar from vegetable wastes: Agro-environmental characterization. *Biochar*, 2(4), 439-453.
- Prasad, M., Chrysargyris, A., McDaniel, N., Kavanagh, A., Gruda, N. S. and Tzortzakis, N. 2019. Plant nutrient availability and pH of biochars and their fractions, with the possible use as a component in a growing media. *Agronomy*, 10(1), 10.
- Raviv, M., Chen, Y., and Inbar, Y. 1986. The use of peat and composts as growth media for container-grown plants. in: the role of organic matter in modern agriculture. Chen, Y. and Y. Avnimelech (Eds.) Martinus Nijhoff Publ., Dordrecht., pp.257-287.
- Reddy, N. and Yang, Y. 2015. Fibers from banana pseudo-stems. In: Innovative Biofibers from Renewable Resources. (Ed: Reddy, N., Yang, Y.), Springer, Berlin, pp. 25-27.

- Robertson, R.A., 1993. Peat, horticulture and environment. *Biodiversity and Conservation* 2:541-547
- Rogovska, N., Laird, D., Cruse, R. M., Trabue, S., and Heaton, E. 2012. Germination tests for assessing biochar quality. *Journal of environmental quality*, 41(4), 1014-1022.
- Ronsse F. 2016. Biochar: A Regional Supply Chain Approach in View of Climate Change Mitigation. *Biochar Production*. Chapter 10:199-226.
- Safian, M., Motaghian, H. and Hosseinpour, A. 2020. Effects of sugarcane residue biochar and P fertilizer on P availability and its fractions in a calcareous clay loam soil. *Biochar*, 2, 357-367.
- Simiele, M., Argentino, O., Baronti, S., Scippa, G. S., Chiatante, D., Terzaghi, M. and Montagnoli, A. 2022. Biochar Enhances Plant Growth, Fruit Yield, and Antioxidant Content of Cherry Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) in a Soilless Substrate. *Agriculture*, 12(8), 1135.
- Sönmez, İ., Kaplan, M., Demir, H. and Yılmaz, E. 2010. Effects of zeolite on seedling quality and nutrient contents of tomato plant (*Solanum lycopersicon* cv. Malike F1) grown in different mixtures of growing media. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 8(2), 1162-1165.
- Steiner, C., and Harttung, T. 2014. Biochar as a growing media additive and peat substitute. *Solid Earth*, 5(2), 995-999. Steiner, C., and Harttung, T. (2014). Biochar as a growing media additive and peat substitute. *Solid Earth*, 5(2), 995-999.
- Variş, S. 2017. Sera sebzelerinin perlit doldurulmuş torbalarda topraksız yetiştirilmeleri. *Tekirdağ*.
- Xu, X., Kan, Y., Zhao, L., Cao, X. 2016. Chemical transformation of CO₂ during its capture by waste biomass derived biochars. *Environmental Pollution*. 213, 533–540.
- Yılmaz, E., Sönmez, İ. and Demir, H. 2014. Effects of zeolite on seedling quality and nutrient contents of cucumber plant (*Cucumis sativus* L. cv. Mostar F1) grown in different mixtures of growing media. *Communications in soil science and plant analysis*, 45(21), 2767-2777.
- Zeren, I., Cantürk, U. ve Yaşar, M.O. 2017. Bazı peyzaj bitkilerinde klorofil miktarının değişimi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(2), 174-182.
- Zheng, R.L., Cai, C., Liang, J.H., Huang, Q., Chen, Z., Huang, Y.Z. and Sun, G.X. 2012. The effects of biochars from rice residue on the formation of iron plaque and the accumulation of Cd, Zn, Pb, As in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings. *Chemosphere*, 89(7), 856-862.

ÖZGEÇMİŞ

MEHMET EMİN BATU

ÖĞRENİM BİLGİLERİ

Yüksek Lisans 2021-2023	Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Ana Bilim Dalı, Antalya
Lisans 2016-2020	Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Antalya