

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ELMA POSASINDAN ELDE EDİLEN BİYOKÖMÜRÜN FİDE
YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI**

Seçkin YILMAZ

**Danışman
Prof.Dr. Ali COŞKAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2018**



© 2018 [Seçkin YILMAZ]

TEZ ONAYI

Seçkin YILMAZ tarafından hazırlanan "**Elma Posasından Elde Edilen Biyokömürün Fide Yetiştiriciliğinde Kullanımı** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak başarı ile savunulmuştur.

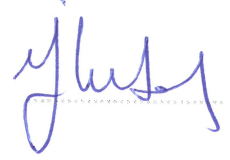
Danışman

Prof. Dr. Ali COŞKAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof.Dr. İbrahim ERDAL
Süleyman Demirel Üniversitesi



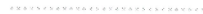
Jüri Üyesi

Yrd.Doç.Dr. Ahmet DEMİRBAŞ
Cumhuriyet Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Prof.Dr. Yasin TUNCER



TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Seçkin YILMAZ



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	7
2.1. Biyokömür	7
2.1.1. Tanım.....	7
2.1.2. Biyokömür üretimi için kullanılacak hammadde seçiminde elma posası	10
2.2. Elma Posası Bileşimi	14
3. MATERYAL VE METOT	15
3.1. Materyal.....	15
3.1.1. Çalışmada kullanılan biyokömür eldesi	15
3.1.2. Çalışmada biyokömürün karıştırılacağı yetiştirme ortamının özellikleri	15
3.1.3. Denemede kullanılan tohumların tür ve çeşitleri	18
3.2. Metot.....	18
3.2.1. Deneme deseni.....	18
3.2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi	18
3.2.3. Denemeden elde edilen gözlem ve analizler	20
3.2.4. Analiz yöntemleri.....	24
3.2.5. İstatistiki değerlendirme	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	25
4.1. Biyokömür Uygulamasının Biber Fidesine Etkileri	25
4.1.1. İlk çimlenme süresi	25
4.1.2. Biberde kök ve toprak üstü aksam gelişimi.....	25
4.1.3. Biber bitkisinin besin elementi konsantrasyonları	27
4.2. Biyokömür Uygulamasının Domates Fidesine Etkileri	29
4.2.1. İlk çimlenme süresi	29
4.2.2. Domateste kök ve toprak üstü aksam gelişimi.....	30
4.2.3. Domates bitkisinin besin elementi konsantrasyonu.....	31
4.3. Biyokömür Uygulamasının Hıyar Fidesine Etkileri	33
4.3.1. İlk çimlenme süresi	33
4.3.2. Hıyarda kök ve toprak üstü aksam gelişimi	34
4.3.3. Hıyar bitkisinin besin elementi konsantrasyonu	35
4.4. Biyokömür Uygulamasının Karpuz Fidesine Etkileri.....	37
4.4.1. İlk çimlenme süresi	37
4.4.2. Karpuzda kök ve toprak üstü aksam gelişimi	38
4.4.3. Karpuz bitkisinin besin elementi konsantrasyonu	39
4.5. Biyokömür Uygulamasının Kavun Fidesine Etkileri	41
4.5.1. İlk çimlenme süresi	41

4.5.2. Kavunda kök ve toprak üstü aksam gelişimi.....	41
4.5.3. Kavun bitkisinin besin elementi konsantrasyonu.....	42
4.6. Biyokömür Uygulamasının Marul Fidesine Etkileri	44
4.6.1. İlk çimlenme süresi	44
4.6.2. Marulda kök ve toprak üstü aksam gelişimi.....	45
4.6.3. Marul bitkisinin besin elementi konsantrasyonu.....	46
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	54



ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ELMA POSASINDAN ELDE EDİLEN BİYOKÖMÜRÜN FİDE YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI

Seçkin YILMAZ

Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ali COŞKAN

Elma posasından elde edilen biyokömürün fide gelişimine etkisini belirlemek amacıyla saksı denemesi şeklinde yapılan çalışmada standart yetiştirme ortamına 0, 5, 10, 20, 40 ve 80 g/l biyokömür ilave edilmiş, bu ortamlara biber, domates, hıyar, karpuz, kavun ve marul tohumları atılarak ilk çimlenme süresi, kök ve yeşil aksam kuru madde üretimi değerleri ile besin elementi konsantrasyonları belirlenmiştir.

Deneme sonuçları biyokömür uygulanmasının çimlenmeyi hızlandırdığını göstermiştir. Ancak bitkiler üzerine biyokömürün her zaman aynı etkide olmadığı, kimi bitkilerde düşük dozların, kimi bitkilerde ise yüksek dozların etkili olduğu belirlenmiştir. Kök ve toprak üstü aksam kuru ağırlık değerleri yönünden her bitkinin biyokömüre karşı farklı tepki verdiği görülmüştür. Denenen bitkiler arasında biyokömür uygulamasının domates bitkisine etkisi olmamış, hıyar bitkisinde ise etki belirgin biçimde ortaya çıkmıştır. Biyokömür uygulamaları bitkinin besin elementi alımı üzerinde de etkili olmuştur.

Biyokömür uygulamaları fidelerin besin elementi alımı üzerine de etkili olmuştur. Domates fidesinde B20 dozu, fosfor içeriğini %0.41'den %0.48'e; Zn içeriğini 77 mg/kg'dan 98 mg/kg'a çıkarmıştır. Karpuz fidesinde biyokömür uygulamaları Fe ve Zn alımını azaltmış, kontrolde 50 mg/kg olan Fe içeriği B40 dozunda 29'a; 39 olan Zn içeriği ise B10 dozunda 19'a düşmüştür. Denemeden sonuç olarak her fide yetiştirme ortamına aynı oranda biyokömür eklenemeyeceği, her bitki için ayrı ayrı deneme yürütülmesi gerektiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyokömür, fide, elma posası, bitki besleme

2018, 58 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

USE OF THE BIOCHAR OBTAINED FROM APPLE POMACE ON SEEDLING CULTIVATION

Seçkin YILMAZ

**Süleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Soil Science and Plant Nutrition**

Supervisor: Prof. Dr. Ali COŞKAN

A pot experiment was conducted to determine the effect of apple pomace biochar on seedling growth. Pepper, tomato, cucumber, watermelon, melon and lettuce seeds were sown to the 0, 5, 10, 20, 40 and 80 g l⁻¹ biochar added standard seedling medium and first germination time, root and shoot dry weight as well as nutrient concentration values are determined.

Results of experiment revealed that biochar application stimulates the germination. However, it has been determined that biochar does not always have the same effect on plants, in some cases low dose is effective whereas in some cases high doses are effective on particular plants. It has been observed that every plant responds differently to biochar in terms of biomass yield values. Among the tested plants, there was no effect of the biochar on tomato plant while the effect appeared clearly on the cucumber plant.

Biochar incorporation has also positive effects on the nutrient uptake of the seedlings. In tomato seedlings, B20 dose improved phosphorus contents from 0.41% to 0.48%; whereas Zn content from 77 to 98 mg kg⁻¹. Biochar applications is decreased Fe and Zn uptake in watermelon where Fe content was 50 mg kg⁻¹ in control decreased to 29 mg kg⁻¹ at B40 dose. Zinc content is also reduced by biochar n watermelon that was 39 mg kg⁻¹ in control and 19 mg kg⁻¹ in B10 dose. As overall result, it has been determined that optimum biochar dose is not available for every type of seedlings, separate experiment should be carried out for each plant.

Keywords: Biochar, seedling, apple pomace, plant nutrition

2018, 58 pages

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın teorik temellerinin oluşturulması, deneylerin gerçekleştirilmesi, verilerin toplanıp istatistiğinin yapılarak yorumlanması ve yazılması aşamalarında benden bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen, bu süreci en kolay şekilde geçirmem için manevi güç ve desteğini her zaman hissettiren değerli hocam Prof. Dr. Ali COŞKAN'a üzerimdeki emekleri için sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmalarımın her aşamasında bana yardımcı olan sevgili arkadaşım Ziraat Mühendisi Ahmet DOĞAN'a emekleri ve yardımları için teşekkür ederim.

Analizlerin yürütülmesinde, yardımlarından dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bilim Dalı Öğretim üyesi Prof.Dr. İbrahim ERDAL'a teşekkür ederim.

4908-YL1-17 No'lu Proje ile tezimi maddi olarak destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı'na (SDÜ-BAP) teşekkür ederim.

Yine laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olan kardeşim Sevda YILMAZ' a ayrıca her zaman destekleriyle yanımda olan annem Pakize YILMAZ ve babam Erol YILMAZ' a sonsuz saygı ve sevgilerimi sunarım.

Tez çalışmamı sonuçlandırmam için beni teşvik eden, bu bağlamda manevi desteğini hissettiren sevgili hayat arkadaşım Serap Memik'e teşekkür ederim.

Seçkin YILMAZ
ISPARTA, 2018

Şekil 2.1. Yavaş piroliz tekniği ile 500°C sıcaklıkta elde edilen biyokömür görüntüsü	9
Şekil 2.2. Biyokömür'ın gözenekli yapısının elektron mikroskobunda görünümü	9
Şekil 2.3. Elma suyu üretim süreci	13
Şekil 3.1. Yüzeye ilk çıkışı gerçekleşen hıyar fideleri görüntüsü	21
Şekil 3.2. Yüzeye ilk çıkışı gerçekleşen domates fideleri görüntüsü	21
Şekil 3.3. Biyokömür oranlarına göre fidelerin kök ve gövdelerinin görsel açıdan farklılıkları.....	22
Şekil 3.4. Gövde çapı ölçümünden bir görüntü	22
Şekil 3.5. Oda sıcaklığında kurumaya bırakılan fideler.....	23
Şekil 3.6. Denemeye ait diğer görüntüler	23
Şekil 4.1. Biber bitkisi gövde çapları	26
Şekil 4.2. Biber bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları.....	26
Şekil 4.3. Domates bitkisi gövde çapları	30
Şekil 4.4. Domates bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları.....	31
Şekil 4.5. Hıyar bitkisi gövde çapları	34
Şekil 4.6. Hıyar bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları.....	35
Şekil 4.7. Karpuz bitkisi gövde çapları.....	38
Şekil 4.8. Karpuz bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları	38
Şekil 4.9. Kavun bitkisi gövde çapları	41
Şekil 4.10. Kavun bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları	42
Şekil 4.11. Marul bitkisi gövde çapları.....	45
Şekil 4.12. Marul bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları	46

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 1.1. Hazır sebze fidelerinin yetiştirilme süreleri	3
Çizelge 1.2. Fide üreticileri alt birliğine üye sebze fidesi işletme sayılarının illere göre dağılımı	4
Çizelge 1.3. Türkiye hazır fide sektöründeki gelişmeler	5
Çizelge 2.1. Dünya genelinde bazı meyvelerin yıllık işlenen meyve ve atık miktarları	12
Çizelge 2.2. Türkiye geneli elma üretim miktarları.....	12
Çizelge 2.3. Elma posası atık miktarı.....	13
Çizelge 2.4. Elma posasının fiziksel ve kimyasal bileşimi	14
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan torf özellikleri.....	16
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan vermikülitin kimyasal analiz verileri.....	16
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan vermikülitin fiziki nitelikleri	17
Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan perlitin kimyasal özellikleri.....	17
Çizelge 3.5. Deneme deseni.....	19
Çizelge 4.1. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları.....	25
Çizelge 4.2. Biber bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu.....	27
Çizelge 4.3. Biber bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu	27
Çizelge 4.4. Biber bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu	28
Çizelge 4.5. Biber bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu	28
Çizelge 4.6. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları.....	29
Çizelge 4.7. Domates bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu	31
Çizelge 4.8. Domates bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu	32
Çizelge 4.9. Domates bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu...	32
Çizelge 4.10. Domates bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu .	33
Çizelge 4.11. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları	33
Çizelge 4.12. Hıyar bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu	36
Çizelge 4.13. Hıyar bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu	36
Çizelge 4.14. Hıyar bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu.....	37
Çizelge 4.15. Hıyar bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu.....	37
Çizelge 4.16. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları	37
Çizelge 4.17. Karpuz bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu.....	39
Çizelge 4.18. Karpuz bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu.....	39
Çizelge 4.19. Karpuz bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu ...	40
Çizelge 4.20. Karpuz bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu	40
Çizelge 4.21. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları	41
Çizelge 4.22. Kavun bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu	43
Çizelge 4.23. Kavun bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu	43
Çizelge 4.24. Kavun bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu	44
Çizelge 4.25. Kavun bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu	44
Çizelge 4.26. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları	45
Çizelge 4.27. Marul bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu	47
Çizelge 4.28. Marul bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu	47
Çizelge 4.29. Marul bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu	48
Çizelge 4.30. Marul bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu	48

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B0	Biyokömür eklenmemiş kontrol uygulaması
B10	1 Litre yetiştirme ortamına 10 gr biyokömür eklenen uygulama
B20	1 Litre yetiştirme ortamına 20 gr biyokömür eklenen uygulama
B40	1 Litre yetiştirme ortamına 40 gr biyokömür eklenen uygulama
B5	1 Litre yetiştirme ortamına 5 gr biyokömür eklenen uygulama
B80	1 Litre yetiştirme ortamına 80 gr biyokömür eklennnen uygulama
Cu	Bakır
Fe	Demir
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
P	Fosfor
Zn	Çinko

1. GİRİŞ

Günümüz sebze üretiminde başarılı bir yetiştiricilik için temel esaslar, uygun çeşit seçimi ve buna bağlı olarak yetiştirilecek çeşide ait fidenin kalitesidir. Domates, hıyar, biber, patlıcan, karpuz, kavun, kabak, kereviz, lahana, brokoli, marul gibi sebze ve meyve türlerinde araziye doğrudan tohum ekimi yerine fide ile üretime geçilmiştir. Sebze üreticileri; yetiştiriciliğe doğrudan tohum ekimi yerine fide dikimini tercih ederek arazi ve tohumdan tasarruf sağlamaktadır. Bunun yanında sağlıklı ve homojen üretim, en önemlisi de üretimde erkencilik gibi avantajlara sahip olmaktadır (Demir, 2007). Bu sebeple sebze ve meyve yetiştiriciliğinde; sağlıklı ve kaliteli fide elde edilmesi başarılı bir üretimin ilk basamağını oluşturur.

Üreticiler satın alacakları fidenin kalitesinde genelde şu özellikleri aramaktadır;

- Fidenin kök, gövde ve yaprakları sağlam olmalıdır.
- Fidenin, yaprak ve gövdesinde herhangi bir hastalık belirtisi olmamalıdır.
- Dikimi düşünülen fide çok genç veya çok yaşlı olmamalıdır.
- Arazideki olası zorlu koşullara (aşırı sıcak-soğuk, günüşiği yetersizliği, gübreleme sorunlarına) karşı pişkinlik kazanmış olmalıdır.
- Fide aşırı boylanmamalı, bununla birlikte üretimde kullanılan şoklama ile çok kısa ve basık olmamalıdır.
- Fidenin yapraklarında aşırı tüylenme olmamalıdır ki bu fidenin strese olduğunun bir göstergesi olabilir.
- Kök sistemi tam oluşmuş, rengi beyaz ve sağlıklı olmalıdır.
- Araziye dikilecek çeşide ait fideler aynı boyda olmalıdır.

Ülkemizde 2013 yılı verilerine göre fide çeşitlerinin yetiştirme oranları incelendiğinde domates %43,6 oranı ile ilk sırada yer almakta, bunu %12,3 ile marul, %10,4 ile biber, %8,8 ile lahanagiller, %5,9 ile hıyar, %3,3 ile patlıcan, %2,5 ile karpuz, %1,7 ile kavun, %0,4 ile kabak ve %11,1 ile diğer fidelerin üretimi izlemektedir (Anonim, 2017a).

Fide üretiminde türe özgü tohum ekim zamanlarının yetiştirme sürelerine göre belirlenip uygun dönemde yapılması büyük önem taşır. Hazır fide yetiştiriciliğinde kullanılan malzemelerden viyoller, sahip oldukları avantajlar ve ekonomik olma özellikleri ile tercih edilen yetiştirme kaplarıdır. Yetiştirilecek fidenin çeşidine, aşılı veya aşısız olma durumlarına göre viyollerin hücre sayıları ve viyollerin sahip olduğu gözlerin büyüklüğü değişebilmektedir. Üretimin ilk aşaması olan viyollere tohum ekimi, özel tohum ekim makineleri ile yapılmaktadır. İlk olarak tohum ekim harcı olan belirli oranlardaki torf, vermikülit perlit karışımı hazırlanmakta, hazırlanan harç viyollere doldurularak sıkıştırılmaktadır. Sırasıyla viyollerde tohum ekim yatakları açılarak, tohumlar gözlerle atılıp üzerleri vermikülit ile kapatılmaktadır. Bu işlemden sonra tohum ekim makinasının sonundaki sulama mekanizmasıyla viyollere can suyu verilmektedir. Bu aşamadan sonra viyoller üst üste istiflenip paletlere yerleştirilerek çimlenmenin gerçekleşmesi için iklim odalarına taşınmaktadır. Bu odalarda farklı türlere göre farklı nem ve sıcaklık koşulları sağlanmaktadır. Tohum çimlendirme sıcaklıkları ve süreleri türlere göre farklılık göstermektedir. Örneğin domates tohumunun çimlenme sıcaklığı 24-26 °C'de 2-4 gün arasında gerçekleşmekteyken marul tohumu 15-18 °C'de 2-5 gün arasında gerçekleşmektedir. Tohumlar çimlendikten sonra fide üretim seralarındaki ranzalara serilerek doğru ve zamanında sulama ilaçlama gibi işlemlerle yetiştirilip, araziye dikilebilecek duruma gelirler ve tüm fideler aynı boyda olacak şekilde işçilik yapıldıktan sonra üreticiye teslim edilirler. Serada fidelere uygulanacak olan gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele, havalandırma ve işçilik gibi gerekli işlemlerin zamanında ve doğru bir şekilde yapılması fide kalitesini doğrudan etkilemektedir. Yetiştiricilikte bitkinin fide dönemi, üretimde kullanılacak harç karışımına eklenen farklı materyaller, uygulanacak farklı gübreleme yöntemleri ile çok fazla değişkenlik gösterebilecek kadar hassastır. Türlerle hatta aynı türün farklı çeşitlerine göre fide yetiştirme günleri değişebilmektedir. Fide sektöründe üretim maliyetine etki eden koşullardan birinin yetiştirme süresi olduğu göz önünde bulundurulursa yetiştirme süresinden tasarruf sağlamak maliyet düşürmede önemli bir unsurdur (Demir vd., 2014). Fidelerin yetiştirilme süreleri, Çizelge 1.1'de verilmiştir (Balkaya, 2015).

Çizelge 1.1. Hazır sebze fidelerinin yetiştirilme süreleri (Balkaya, 2015)

Tür	Süre(Gün)	Tür	Süre(Gün)
Domates	26-45	Kavun	24-35
Hıyar	14-28	Karpuz	26-50
Biber	30-53	Marul	24-33
Patlıcan	28-50	Lahanagiller	24-33

İlk modern fide üretim tesisi 1994 yılında Antalya’da kurulmuştur (Demir vd., 2010) ve bu yıldan itibaren fide sektörü hızlı bir büyüme göstermiştir. Türkiye genelinde fide üretimi yapan firma sayısı 100’ün üzerindedir. 2000 yılından itibaren Türkiye’de fidecilik sektörü önemli gelişmeler kaydetmiştir. Ülkemizde hazır fide üreten işletmeler, gelişmiş teknolojilere sahip modern üretim tesislerinde kaliteli ve sağlıklı fideler üretirken ve her geçen yıl yüksek verim ve kaliteli ürün sağlayan bu fideleri tercih eden üretici sayısı da ivmeli bir artış göstermektedir. Ülkemizde hazır fide kullanım oranı örtü altı yetiştiriciliğinde %100’ü bulurken açık tarlaya dikimde %70’e ulaşmıştır (Yelboğa, 2014).

Fide sektöründeki olumlu gelişmeler ve firma sayısının hızla artışı ülkemizdeki istihdam açısından oldukça önem sağlamaktadır (Balkaya ve ark., 2015). 2006 yılında 5553 sayılı “Tohumculuk Kanunu” yürürlüğe girer ve bu kanunla birlikte sebze, çilek ve aromatik fide üreticilerini bir araya getiren Fide Üreticileri Alt Birliği (FİDEBİRLİK); 2008 yılında 41 üye ile kurulmuştur. FİDEBİRLİK faaliyetleri arasında fide sektörünün gelişmesi için teknolojinin yakından takip edilerek üyelerin hizmetine sunulması, fide yetiştiriciliğiyle ilgili gerek güncel yaklaşımlar gerekse eğitim içerikli seminerler vermek, sektörü resmi makamlarda ve uluslararası platformda temsil etmek ve üyeler arasındaki birlik ve dayanışmayı sağlamaktır. 2014 yılı itibarıyla FİDEBİRLİK’nin üye sayısı 91’e ulaşmış olup, bu 91 üyenin 85’i sebze, 5’i çilek ve 1’i de aromatik bitki fideleri üreten işletmelerdir. 2008 yılında fide üretim firmalarının %90’ı Antalya ve çevresinde faaliyet göstermekteyken 2014 yılına bakıldığında Doğu Anadolu

Bölgesi hariç hemen hemen diğer bütün bölgelerde faaliyet göstermektedirler (Anonim, 2017b; Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Fide üreticileri alt birliğine üye sebze fidesi işletme sayılarının illere göre dağılımı (Anonim, 2017b)

İLLER	İŞLETME SAYISI	İLLER	İŞLETME SAYISI
Antalya	45	Aydın	1
İzmir	12	Burdur	1
Mersin	9	Eskişehir	1
Bursa	5	İstanbul	1
Adana	4	Samsun	1
Ankara	3	Şanlıurfa	1
Bilecik	2	Tekirdağ	1
Muğla	2	Zonguldak	1
Afyon	1	-	-
Toplam 91			

FİDEBİRLİK'in 2012 yılı kayıtlarına bakıldığında, ülkemizde 100 adet fide işletmesinde toplam 1350 dekar alanda yaklaşık 3,2 milyar fide üretimi gerçekleştiği görülmektedir (Çizelge 1.3). Yanmaz vd. (2015), ülkemizde sebze fidesi üretiminde yaklaşık olarak toplam fide sayısının 3,5 milyar civarında olduğunu ve aradaki farkın bazı verilerin kayıt altına alınamamasından veya doğru verilerin kayıtlı olmamasından kaynaklandığını bildirmişlerdir. Ayrıca bazı işletmelerin FİDEBİRLİK üyesi olmadığı düşünüldüğünde yetiştirilen fide sayısının da kayıtlı olandan daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Ülkemizde son zamanlarda hızla büyüyen fide sektörünün yaşadığı birtakım sorunlar bulunmaktadır. Bu sorunlar konuları itibariyle çok sayıda ana başlık altında irdelenebilir. Çalışmayla alakalı olarak fide yetiştiriciliğinde üretimle alakalı sorunlara bakılacak olursa, bu sorunlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Demir vd., 2014; Yelboğa, 2014; Balkaya vd., 2015).

Çizelge 1.3. Türkiye hazır fide sektöründeki gelişmeler (Yelboğa, 2014)

Yıllar	Fide İşletme Sayısı	Alan (da)	Üretim Miktarı (adet)
1996	3	30	30 000 000
2000	14	220	150 000 000
2004	42	560	1 000 000 000
2010	80	1262	2 600 000 000
2012	100	1350	3 200 000 000

- a. Fide sektörünün başta gelen sorunlarından biri ortaya çıkan bitki hastalıklarına ait tohum kaynaklı sorunlardır. Tohum kaynaklı kimi hastalıklar bitkinin fide döneminde ortaya çıkmayabilir, ancak fidenin araziye dikiminden sonraki süre zarfında belirtilerini gösterebilir. Böyle durumlarda çiftçi doğrudan fide işletmesini sorumlu tutmakta, olay hukuki boyutlara taşınabilmektedir. Hastalık kaynağını teşhis edebilecek tanı laboratuvarının olmayışı, fide sektörünü zor durumda bırakabilmektedir.
- b. Fide üretiminde çimlenmenin düşük ve kademeli olmasından kaynaklanan sorunlar, belirli bir maliyete sebep olmaktadır.
- c. Sektörde araştırma geliştirme çalışmaları yeterli değildir. İşletmeler kendi bünyesinde teknikler geliştirmeye çalışmakta, ancak bu da yetersiz kalmaktadır.

Kaliteli fide üretebilmek için tohumların çimlenme öncesi ya da çimlenme sonrası üstten spesifik gübre-ilaç uygulamaları yapılmaktadır. Bunun yanı sıra fide yetiştirme ortamı olan ve belirli oranlarda hazırlanan torf, vermikülit, perlit karışımına farklı spesifik gübreler ya da materyaller konulabilmektedir. Doğru üretim şartları sağlandığında hastalıklara ve kimi stres faktörlerine (aşırı sıcak-

soğuk) daha dayanıklı, arazi dikiminden itibaren büyüme, çiçeklenme ve meyve dökümü dönemlerine daha sağlıklı ve güçlü fideler elde edilebilir.

Bu çalışmada ekim ortamı olarak kullanılan harca, elma posasından elde edilen biyokömürün farklı dozlarda eklenmesinin fidecilikte kullanılma olanağı araştırılmıştır. Bu amaçla fide üretim şirketlerinde en çok yetiştirilen altı çeşit bitki seçilmiş, uygulamalar yapıldıktan sonra fideler sevk aşamasına gelinceye kadar takip edilmiştir. Araştırmada çimlenme sayısı ve süresi, kök ve vejetatif akşamların araziye dikim şartları sağlandığı andaki yaş ve kuru ağırlıkları, kaliteyi etkileyen faktörlerden olan bitkinin gövde çapı ve fidelerin bazı besin elementleri konsantrasyonları belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Biyokömür

2.1.1. Tanım

Tarımsal/çevresel atıklardan biokütlelerin oksijensiz bir ortamda pirolizi yoluyla elde edilen karbon zengini yan ürün genellikle “biyokömür” olarak adlandırılmaktadır. Biyokömür elde edilecek olan ham maddenin pirolizi sonunda organik madde bozunur, karbon ve mineral kalır. Piroliz tekniği, hızlı piroliz ve yavaş piroliz olarak iki farklı yöntem ile uygulanabilmektedir (Lehmann ve Joseph, 2009). Hızlı pirolizde, biyokütlenin maruz bırakıldığı sıcaklık artışı dakikada 100 °C ve daha üzeri olmaktadır. Bu yöntem, genellikle sıvı ve gaz ürün eldesi için kullanılmaktadır (Anonymous, 2011; Stoyale, 2011; Brewer, 2012). Yavaş piroliz tekniğinde ise biyokütleye uygulanan sıcaklık artışı dakikada 5-10 °C gibi oldukça düşük düzeyde tutulmaktadır. Yavaş piroliz tekniğiyle, hızlı pirolize göre daha yüksek oranlarda katı ürün (biyokömür), daha düşük oranlarda sıvı ve gaz ürün elde edilmektedir (Chen vd., 1997; Anonymous, 2011; Stoyale, 2011; Brewer, 2012). Çeşitli bitki atıklarından, yavaş piroliz tekniğiyle 500 °C sıcaklığa kadar artışla elde edilen biyokömür görünümü Şekil 2.1’ de verilmiştir (Berger, 2010). Piroliz yöntemi ile ilgili literatür incelendiğinde, araştırmacıların biyokütlelerden özellikle biyokömür ve bio-yağ verimliliğine yönelik parametrelerin belirlenmesine yöneldikleri görülmektedir. Verheijen vd. (2009), konu üzerine yürüttükleri bir araştırmada “biyokömür”, “Terra Preta” veya “siyah toprak” ile ilgili en eski yayının (ISI Web of Science TM veya Scopus TM) 1953 yılında yapıldığını, bu yayını sırasıyla, 1984 ve 1998 yıllarında yapılan yayınların izlediğini bildirmiştir. Noor vd. (2012), manyok (Cassava) bitkisinin kök ve saplarının piroliz tekniği ile biyokömüre dönüştürülmesiyle ilgili laboratuvar çalışmaları yürütmüşlerdir. Stoyale (2011), laboratuvar koşullarında, çeşitli materyallerden (ahır gübresi, çeltik kavuzu ve mısır koçanı) biyokömür üretiminde, farklı ısılarda gerçekleştirilen pirolizin biyokömür verimi üzerindeki etkilerinin belirlenmesiyle ilgili bir çalışma yürütmüştür.

Biyokömür kullanım amacı yönüyle odun kömüründen farklıdır, yani biyokömür yakıt olarak değil, atmosferik karbonu yakalama ve bünyesinde tutma amacıyla toprakta kullanılır. Biyokömürün elektron mikroskopunda görünümü Şekil 2.2’de verilmiştir (Downie vd., 2012).

Yakın bir zamanda Avrupa Komisyonu, biyokömürü doğal özellikleri sayesinde, toprağa uygulandığında kararlı bir karbon takviyesinin yanında toprak fonksiyonlarını geliştiren, kısa ve uzun vadede çevre üzerinde zararlı etkenleri yok edeceği konusunda bilimsel bir görüş birliğine varılan biyolojik kömür olarak tanımlamıştır (Verheijen vd., 2010). Biyokömürün toprağa katkı yapıcı bir madde olarak kullanılması, iklim değişikliklerinde ortaya çıkabilecek olumsuz etkenleri azaltma, toprak verimliliğini artırma ve tarımsal üretimi zenginleştirme olarak ileri sürülmüştür (Glaser vd., 2002,2009; Lehmann vd., 2006; Ogawa vd., 2006). Makro, mikro ve iz elementlerin düşük olduğu topraklara biyokömür uygulaması tarımsal ve çevresel faydalarından ötürü ilgi çeken bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır. Birkaç araştırma ve çalışma sonucunda biyokömür kullanımının toprak iyileştirmesi yönünden bazı yararları ortaya çıkmıştır. Bu yararların içerisinde toprağa kararlı karbon uygulanmasıyla birlikte küresel ısınmanın azaltılması, kimi atıkların geri dönüşümü, biyoenerji üretimi, tarımsal amaçlı kullanılan toprağın verimliliğinin artırması yer almaktadır (Ogawa vd., 2006; Lehmann vd., 2006; Lehmann, 2007a, b; Mathews, 2008; Laird, 2008; Atkinson vd., 2010; Sohi ve ark., 2010; Woolf vd., 2010). Biyokömürün, su ve besin maddelerini bağlayan ve mikroorganizmalar için bir yaşam alanı sunan, gözle görülür gözenek yapısı Şekil 2.2’ de verilmiştir. Biyokömür tarafından absorbe edilen besinler mikroorganizmalara mükemmel bir şekilde uygun bir yaşam alanı sunar; bu da, topraktaki mikro-biyotik aktiviteyi uyarır, sonuçta mikro organizmalar ve bitkiler arasındaki potansiyel simbiyozu olumlu etkiler (Schmidt, 2014).



Şekil 2.1. Yavaş piroliz tekniği ile 500°C sıcaklıkta elde edilen biyokömür görüntüsü (Berger vd., 2010)



Şekil 2.2. Biyokömür'ın gözenekli yapısının elektron mikroskopunda görünümü (Downie vd., 2012)

2.1.2. Biyokömür üretimi için kullanılacak hammadde seçiminde elma posası

Biyokömüre olan ilginin son zamanlarda artması bilim adamlarının yaptığı çalışmaların sayısının artmasıyla ortaya çıkmaktadır. Çok sayıda araştırmacı hızlı veya yavaş piroliz yöntemi ile elde edilen biyokömürün veriminin yanında kimyasal ve fiziksel özelliklerinin de önemine vurgu yapmışlar ve çeşitli çevresel/tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün fiziksel ve kimyasal özellikleri ile toprak ve çevreye fayda düzeylerini de incelemişlerdir (Lee vd., 2013). Biyokömürün oksijensiz ya da az oksijenli ortamdaki pirolizi sonrası yapısında %65 ile %90 oranında karbon bulunabilmektedir. Uygulanan farklı yöntemlerle birlikte sıcaklığın artışı ile ortaya çıkan biyokömür kütlece azalırken karbon konsantrasyonu artmaktadır.

Biyokömür üretimi çok sayıda farklı materyallerden yapılmaktadır. Farklı materyalin yapısına bağlı olarak da farklı özellikler barındırmaktadır. Biyokömür üretim materyali, içerdiği karbon bakımından belirli oranlara sahip, ayrıca biyokömür üretiminin devamlılığı açısından materyalin kolay ve sürekli bir şekilde temin edilmesi göz önünde bulundurularak seçilmelidir.

Yakın zamanlarda organik materyallerin atık olarak değerlendirilmesi yerine geri dönüşebilirliği sağlanmaya başlanmıştır. Son on yıl değerlendirmeye alındığında, doğal kaynakların verimli kullanımı yönünde dünya çapında artan bir çaba gözlenmektedir. Tarımsal ve çevresel atıkların biyolojik olarak dönüştürülüp daha yüksek bir ticari değerle değerlendirebileceği durumu söz konusu iken atık olarak kullanımı, çevre üzerinde bulunan potansiyel biyokütlenin önemli bir kaybını ifade etmektedir (Vendruscolo vd., 2008).

Hazır gıda içecek sektöründe meyve suyu ve nektarlarının yeri giderek artmıştır. İşlenmiş meyve sularının tüketim ve ihracatındaki bu artışa bakılarak, biyokömürün eldesinde kullanılabilecek biyokütlece zengin bir materyal olarak meyve suyu eldesinden arta kalan meyve posaları düşünülebilir (Schieber vd., 2001).

Meyve suyu işleme sanayinde işleme sırasında meyveye bağlı olarak posa miktarı %30-50 arasında değişmektedir. Meyve suyu eldesinde ilk grupta, işlem öncesi ayrılan bitkinin kökleri, sapı ve gövdesi bulunmakta, ikinci grupta ise işleme sonrası ayrılan tohum, pulp, posa ve kabuklar bulunmaktadır. Birinci grupta ayrılan atıklar genelde kompost, biyogaz, hayvan yemi ve gübrelemede kullanılır. İkinci grupta ayrılan materyallerin ise gıda sanayinin farklı kollarında ve eczacılıkta olmak üzere geniş bir uygulama alanı vardır. Bu geniş uygulama alanında meyve posası, biyokömür için kullanılabilecek zengin bir biokütle olarak düşünülebilir (Pap, 2004). Meyve suyu sanayinde hammaddeye bağlı olarak posa miktarı değişmektedir. Çizelge 2.1’de işlenmiş bazı meyvelerin ve buna bağlı olarak da atık miktarları verilmektedir (Djilas vd., 2009).

Elma posası, çoğunlukla elmanın meyve suyuna işlenmesi esnasında biriken büyük bir atık ürünüdür. Dünya genelinde elma üretimi 2006–2007 yıllarında 46,1 milyon ton olmuş, bu üretim miktarının 50%'den daha fazlasını (24.5 milyon ton) Çin, onu ardından da ABD izlemiştir (Bhushan vd., 2008). Türkiye’de ise, 2000 yılında elma üretimi 2,4 milyon ton iken 2008 yılında 2.5 milyon ton olup, 2000 yılından 2008 yılına kadar yüzdesel değişim %1.4 olmuştur. Meyve suyu sanayinin başlıca hammaddelerinden olan elma, üzümünden sonra en çok üretimi yapılan meyvedir. Türkiye, dünya elma üretimi sıralamasında Çin, Amerika ve İran’ın ardından 4. sırada yer almaktadır. Yıllara göre Türkiye geneli elma üretimi Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Sektörün işlediği meyvelerin miktarı ve çeşidi her geçen gün artmaktadır. İşlenen meyvelerde ana çeşitleri bugüne kadar olduğu gibi elma, şeftali, kayısı ve vişne oluşturmaktadır. Meyve suyu üretimi için işlenen meyve miktarları 2000 yılında 433 000 ton iken 2008 yılında ise 771 000 tondur. Elma suyu üretimi için işlenen elma miktarı ise 2000 yılında 311 500 ton iken 2008 yılında 333 800 ton olmuştur. Hammadde olarak elmanın payı yıldan yıla azalmak ile beraber %43,3 ile ilk sırada yer almaktadır (Akdağ ve Budakoğlu, 2010).

Çizelge 2.1. Dünya genelinde bazı meyvelerin yıllık işlenen meyve ve atık miktarları

MEYVE	Yıllık İşlenme Miktarı (milyon ton)	İşlenmiş meyvelerden çıkan yan ürünler	Tahmin edilen yıllık atık (milyon ton)
Narenciyeler	31.2	50	15.6
Elma	12.0	25-35	3.0-4.2
Armut	1.7	-	-
Şeftali (konserve)	1.0	-	-
Üzüm	50.0	15-20	5.0-9.0
Kivi	1.0	30	0.3

Çizelge 2.2. Türkiye geneli elma üretim miktarları (TUIK, 2017)

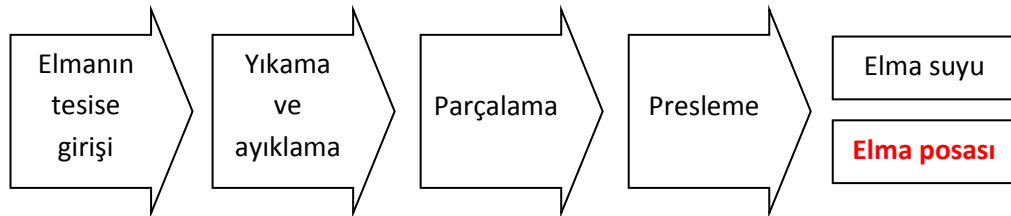
YILLAR	ÜRETİM(TON)	YILLAR	ÜRETİM(TON)
2003	2 600 000	2010	2 600 000
2004	2 100 000	2011	2 680 075
2005	2 570 000	2012	2 888 985
2006	2 002 033	2013	3 128 450
2007	2 457 845	2014	2 480 444
2008	2 504 494	2015	2 569 759
2009	2 782 365	2016	2 925 828

Dünyada genelinde yaklaşık 3.0–4,2 milyon tona ulaşan elma posası, büyük oranda biyolojik ve organik olarak parçalanabilmesinin yanında çevre için ciddi bir problem de oluşturabilmektedir (Vendruscolo vd., 2008). Çizelge 2.3’de Dünya genelinde bazı ülkelerin ürettiği elma posası atığı miktarları verilmektedir (Bhushan vd., 2008).

Çizelge 2.3. Elma posası atık miktarı

Ülke	Miktar (bin ton)
İspanya	20
Almanya	250
Yeni Zelenda	20
Hindistan	3-5
Brezilya	13.75
İran	97
Japonya	160
Amerika Birleşik Devletleri	27

Elma posası, elma suyu yapım aşamasında oluşan bir yan üründür ve meyve suyu sanayi atıklarının %25-35’ini oluşturmaktadır (Vendruscolo vd., 2008, Djilas vd., 2009). Elma suyunun üretim süreci Şekil 2.3’de verilmektedir.



Şekil 2.3. Elma suyu üretim süreci

2.2. Elma Posası Bileşimi

Elma posası, tohum, kabuk, yumuşak doku, çanak yaprak ve saptan oluşan bir karışımdır (Grigelmo vd., 1999). Yüksek su içeriğine sahip ve büyük oranlarda selüloz, lignin ve hemiselüloz gibi suda çözünemeyen karbonhidratlardan oluşmuştur. Sakkaroz, fruktoz, galaktoz gibi basit şekerler, eser miktarlarda proteinler, vitaminler ve mineraller, elma posasında mevcuttur (Zheng ve Shetty 1998; Jin vd., 2002). Elma posasının içeriği, elmanın çeşidine ve işleme aşamasında kullanılan preslemenin niteliğine ve presleme sayısına göre değişiklik gösterir (Paganini vd., 2005). Çizelge 2.4'te elma posasında fiziksel ve kimyasal bileşimlerine ait bazı değerler verilmektedir (Bhushan vd., 2008).

Çizelge 2.4. Elma posasının fiziksel ve kimyasal bileşimi (Bhushan vd., 2008)

Bileşen	Miktar	Bileşen	Miktar
Nem (%)	3.90–10.80	Alkolde eriyebilir fraksiyon	
Protein (%)	2.94–5.67	Sakkaroz (%)	3.80–5.80
Toplam Karbonhidrat (%)	48.0–62.0	Fruktoz (%)	19.50–19.70
Lif (%)	4.70–51.10	Glikoz (%)	48.30
Suda çözünebilir lif (%)	36.5	Ksiloz, Mannoz, Galaktoz (%)	1.20–4.40
Suda çözünemez lif (%)	14.6	L-Malik Asit (%)	2.60–3.20
Yağ (Eterle ekstrakt) (%)	1.20–3.90	Arabinoz ve Ramnoz (%)	7.90–6.0
Pektin (%)	3.50–14.32	Glikooligasakkarit (%)	3.40–3.80
Kül (%)	0.50–6.10	Ksilooligasakkarit (%)	3.0–3.7
Mineraller		Arabinoooligasakkarit (%)	0.20–0.40
Fosfor (%)	0.07–0.076	Üronik Asit (%)	2.70–3.40
Potasyum (%)	0.43–0.95	Alkolde çözünemez fraksiyon	
Kalsiyum (%)	0.06–0.10	Glukan (%)	41.90–42.90
Sodyum (%)	0.2	Nişasta (%)	14.40–17.10
Magnezyum (%)	0.02–0.36	Selüloz (%)	7.20–43.60
Bakır (mg/kg)	1.1	Ksiloz Polisakkaritleri, Mannoz ve Galaktoz (%)	13.0–13.90
Çinko (mg/kg)	15	Arabinoz Ve Ramnoz	13.0–13.90
Manganez (mg/kg)	3.96–9.00	Polisakkarit(%)	8.10–9.0
Demir (mg/kg)	31.80–38.30	Asit Detrjan Lignin (%)	15.20–20.40
		Üronik Asit (%)	15.3

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışmada kullanılan biyokömür eldesi

Çalışmada kullanılan biyokömür eldesi için gereken elma posası, Isparta ili Eğirdir ilçesindeki Asya Meyve Suyu ve Gıda Pazar'ı Sanayi A.Ş.'den alınmıştır. Preslenmiş ve ıslak halde alınan elma posası ilk aşamada serilerek kurutulmuş, daha sonra biyokömür üretim ünitesinde oksijensiz ortamda 400-500 °C'de yaklaşık 5 saat boyunca gaz çıkışı sonlanıncaya kadar ısıtılarak biyokömür elde edilmiştir. Oluşan biyokömür öğütücüde tane boyutu 2 mm'den az olacak şekilde öğütülerek tohumun ekileceği yetiştirme ortamı ile daha kolay karışım elde edilebilir hale getirilmiştir. Oluşturulan biyokömür viyol gözlerine ilave edilmek üzere denemede yetiştirme ortamının her litresine karıştırılacak dozlar olan; 0, 5, 10, 20, 40 ve 80 gr halinde yüzdelik hesabına göre tartılarak paketlenmiştir.

3.1.2. Çalışmada biyokömürün karıştırılacağı yetiştirme ortamının özellikleri

Yetiştirilen fidenin kalitesini etkileyen en önemli faktörlerin başında torf, vermikülit ve perlit karışımı olan harç gelmektedir. Vejetatif aksam yeterli gibi görünse de, kök oluşumunun zayıf olması fidenin araziye dikiminden itibaren arazi şartlarına adapte olmasını güçleştirir. Fidenin kök gelişimini doğrudan etkileyen etmen; tohumun ekildiği harç karışımıdır. Bu karışım genelde 300 litre torf, 200 litre vermikülit ve 100 litre perlit olarak ayarlanabilmekte, bu oranlar mevsimsel olarak farklılık gösterebilmektedir. İçerik olarak bakıldığında vermikülit ve perlit karışımı sadece oransal olarak farklılaştırmaktadır. Torf ise özellik bakımından çok çeşitli olabilmekte bu da harcın yapısını farklılaştırabilmektedir. Denemede kullanılan torf; Kekkila marka profesyonel C serisi ince taneli elenmiş, başlangıç gübresi yapılmış, limestone ilave edilmiş ve beyaz sphagnum liflerinin karışımından oluşmaktadır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan torf özellikleri (Anonim, 2017b)

İçerik	Eleme	Katkılar	pH	EC
Beyaz sphagnum torf	0-8 mm	0.5 kg/m ³ N-P ₂ O ₅ -K ₂ O 16-9-24+ TE (N-P-K 1-4-20) Dolomit limestone	5.5	1.5 mS/cm

Harç karışımını oluşturan diğer bir madde olan vermikülit, endüstriyel olarak genleşme özelliğine sahip tüm mika grubu minerallerini de (flogopit, biotit ve hidrobiotit) kapsayan genel bir terim olarak kullanılmaktadır. Vermikülit sulu magnezyum, alüminyum, demir silikat olarak da tarif etmek mümkündür. Vermikülit toprak düzenleyici malzeme olarak, bitki yetiştirme ortamı hazırlanmasında, tarımda, bahçecilikte, ormancılıkta değişik uygulamalarda kullanım alanına sahiptir. Toprak yüzeyinden az bir miktar derine gömülen genleşmiş malzeme hem toprağın su ve gübre tutma süresini artırmaktadır (DPT, 2001). Çalışmada kullanılacak harç karışımında Agrekal marka vermikülit kullanılmış olup ürüne ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.2’de, fiziki nitelikleri ise Çizelge 3.3’te verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan vermikülitin kimyasal analiz verileri (Anonim, 2017c)

Kimyasal Analizi	(% Ağırlık itibariyle)
SiO ₂	38-46
Al ₂ O ₃	10-16
MgO	16-35
CaO	1-5
K ₂ O	1-6
Fe ₂ O ₃	8-16
H ₂ O	0.2-1.2

Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan vermikülitin fiziki nitelikleri (Anonim, 2017d)

Fiziki Nitelikler	
Renk	Altuni
Yoğunluk	64-160 kg/m ³
pH	6-9
Su tutma kapasitesi	Ağırlık olarak %200-235, Hacimsel olarak %20-50
Katyon değişim kapasitesi	50-150 me/100 gr

Çalışmada kullanılan fide harcının oransal olarak en düşük hacme sahip olan perlitin tanımına baktığımızda; volkanik kayaçların öğütülüp 900-1000°C yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmasıyla elde edilir. Isıyla genleşme özelliği olan, genleştirildiğinde çok hafif ve gözenekli bir hale geçen bir volkanik camdır. Bünyesinde çok küçük hava kabarcıkları bulunduğu için bitki köklerinin havalanması ve nem tutması açısından çok uygundur (Akıncı ve Akıncı, 2013). Çalışmada kullanılan perlitin kimyasal özellikleri Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan perlitin kimyasal özellikleri (DPT, 2001)

Kimyasal Analizi	Kütlece (%)
SiO ₂	71.0- 75.0
AlO ₃	12.5- 18.0
Na ₂ O ₃	2.9- 4.0
K ₂ O	0.5- 5.0
CaO	0.5- 0.2
Fe ₂ O ₃	0.1- 1.5
MgO	0.02- 0.5
TiO ₂	0.03- 0.2
MnO ₂	0.0- 0.1
SO ₃	0.0- 0.2
FeO	0.0- 0.1
Cr	0.0- 0.1
Ba	0.0- 0.05

3.1.3. Denemede kullanılan tohumların tür ve çeşitleri

Denemede marul, domates, hıyar, kavun, karpuz, biber fideleri yetiştirilmiştir. Marul tohumu Yedikule tipinde Bitez F1 çeşidi, domates tohumu tane domates tipinde ve Torry F1 çeşidi, kavun tohumu yuvarlak Kırkağaç tipinde Anka F1 çeşidi, hıyar tohumu silor tipinde PTK40 F1 çeşidi, biber tohumu sivri tipinde Bafra F1 çeşidi ve karpuz tohumu yuvarlak tipi, Crimson Sweet F1 çeşidi kullanılmıştır. Bitki tür ve çeşitleri, fideliklerde genellikle siparişi yoğun olduğu tür ve çeşitler arasından seçilmiştir.

3.2. Metot

3.2.1. Deneme deseni

Araştırma 10 tekerrürlü olarak yürütülmüş olup deneme deseni Çizelge 3.5'te verilmiştir. Deneme, her birinde boyuna 10 enine 6 gözden oluşan toplam 60 hücreli 6 adet viyolden oluşmaktadır. Her viyol bir bitki türünü temsil etmektedir. Sıfır kontrol olmak üzere 5, 10, 20, 40, 80 numaraları litrede gram olarak dozları ifade etmektedir. A, B, C, D, E, F, G, H, I, J harfleri paralelleri (10 paralel) temsil etmektedir. Viyollerdeki bütün gözler eşit ölçülerde olup 250 ml hacminde dir. Biyokömürün karışım oranı önceden hazırlanmış olan 3 birim torf, 2 birim vermikülit, 1 birim perlit karışımından oluşmaktadır ve bu karışımdan her dozun paralelleri için gerekli olan 2.5 litre yetiştirme ortamına biyokömür dozları uygulanmış ve viyoller doldurulmuştur. Denemeye şahit olarak biyokömür içermeyen 0 nolu kontrol dozu ilave edilmiştir.

3.2.2. Denemenin kurulması ve yürütülmesi

Denemede kullanılacak olan viyollerin 1 göz hacmi hesaplanmış ve 250 ml olarak bulunmuştur. 10 tekerrürden oluşan 0, 5, 10, 20, 40, 80 dozları için yüzde oranı hesabına göre her bir dozun paralelleri için hesaplanan 2.5 litre yetiştirme ortamına ayrı ayrı 0 gr, 12.5 gr, 25gr, 50gr, 100 gr, 200 gr biyokömür tartılarak karışıma eklenmiş ve yeni karışım gözlere doldurulmuştur. Her bir göze bir adet tohum ekilmiştir. Tüm gözlere tohum atımı gerçekleştirildikten sonra üzeri V3

olarak adlandırılan 1.4 -4 mm boyutlarında vermikülitte kapatılarak can suyu verilmiş ve çimlenme odasına alınmıştır. Farklı zamanlarda çimlenen viyoller yetiştirme seralarına alınarak günlük düzenli sulama yapılmıştır. Üstten sulama için; ana çözelti hazırlanmış bu çözeltide; 1000 lt suyun içerisine 4 lt fosforik asit, 18-18-18 N-P-K oranlarına sahip 100 kg dengeli gübre, ve kütlece %4 Zn, %4 Fe, %4 Mn, %1 Cu, %0.1 B içeren EDTA şelatlı 1 kg iz element çözdürülmüş, bu çözeltiden gübre dozaj makinası ile 1.8 mS/cm EC olacak şekilde dozlama ayarlanarak günlük gübreleme yapılmıştır. Gübreleme yapılan suyun pH' 6,5 olarak ölçülmüştür. Fide üretim serasının en düşük sıcaklığı 20 °C en yüksek sıcaklığı 38 °C olarak ölçülmüş olup nem yoğunluğu %40 ile %85 arasında değişiklik göstermiştir. Bitkiler birbirinden farklı sürelerde sevk olacak aşamaya gelmektedirler. Biber fidesi 50 günde, domates fidesi 32 günde, hıyar fidesi 22 günde, kavun fidesi 24 günde, marul fidesi 30 günde ve karpuz fidesi 36 günde araziye dikilebilecek hale gelmiştir.

Çizelge 3.5. Deneme deseni

	0	5	10	20	40	80
A	A0	A5	A10	A20	A40	A80
B	B0	B5	B10	B20	B40	B80
C	C0	C5	C10	C20	C40	C80
D	D0	D5	D10	D20	D40	D80
E	E0	E5	E10	E20	E40	E80
F	F0	F5	F10	F20	F40	F80
G	G0	G5	G10	G20	G40	G80
H	H0	H5	H10	H20	H40	H80
I	I0	I5	I10	I20	I40	I80
J	J0	J5	J10	J20	J40	J80

3.2.3. Denemeden elde edilen gözlem ve analizler

Denemede farklı biyokömür oranlarına sahip gözlerdeki tohumların çimlenme sayılarına, erken veya geç çimlenme durumuna, çimlenmeden sonraki süreçten sevk olana kadarki gelişim sürecinde vejetatif ve kök aksamına bakılarak gözleme dayalı yorumlanmıştır. Deneme süresince çekilen fotoğraflardan bazıları Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 ve 3.6'da verilmiştir.

İlk çıkış görüldüğünde, çıkış oranı ve hızını belirlemek için 9 gün boyunca sayım yapılmıştır.

Sevk aşamasına gelen fidelerin torf hizasından gövde çapları ölçülerek not edilmiştir (Şekil 3.4.). Fidelerin torfları temizlenip bitki saf sudan geçirilmiş ve kurutma kağıdına konularak 24 °C oda sıcaklığında yıkama suyu ıslaklığının gitmesi için 1 gün kurutulmaya bırakılmıştır (Şekil 3.5). Kurutulan fideler kök boğazından kesilerek, vejetatif aksamın ve torfları temizlenen köklerin yaş ağırlıkları tartılarak not edilmiştir. Bu örnekler etüvde 80 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, bu haliyle tekrar tartılarak kuru madde ağırlıkları belirlenmiştir. Kurutulan örnekler öğütülerek makro ve mikro analizlere hazır hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerde makro elementlerden; azot, fosfor ve magnezyum analizleri gerçekleştirilmiştir. Mikro analizlerden ise; demir, çinko, bakır, mangan analizleri yapılmıştır. Denemeye ilişkin diğer görseller şekil 3.6.'da verilmiştir.



Şekil 3.1. Yüzeye ilk çıkışı gerçekleşen hıyar fideleri görüntüsü



Şekil 3.2. Yüzeye ilk çıkışı gerçekleşen domates fideleri görüntüsü



Şekil 3.3. Biyokömür oranlarına göre fidelerin kök ve gövdelerinin görsel açıdan farklılıkları



Şekil 3.4. Gövde çapı ölçümünden bir görüntü



Şekil 3.5. Oda sıcaklığında kurumaya bırakılan fideler



Şekil 3.6. Denemeye ait diğer görüntüler

3.2.4. Analiz yöntemleri

Analizler Isparta Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünde gerçekleştirilmiştir. Fidelerin kökleri ve kök üstü aksamalarının yaş ve kuru ağırlıkları hassas terazi ile ölçülmüştür. Alınan tüm örneklerde P, Mg, Fe, Zn, Mn ve Cu analizi için 0.25 gr örneğe 6 ml nitrik+perklorik asit karışımı eklenmiş, mikro dalga yakma fırınında (CEM-MARS Reaction System) berrak çözelti elde edilinceye kadar yakılmıştır. Daha sonra bir dizi seyreltme işlemi yapılmış, Mg Fe, Zn, Mn ve Cu Atomik Absorpsiyon Spektrofotometresi ile okunmuştur (Kacar ve İnal, 2010). Elde edilen süzüğün fosfor konsantrasyonu ise spektrofotometre ile belirlenmiştir (Olsen ve Watanable, 1957).

N tayini için ise 0,5 gr tartılan örnekler tüp içersine konularak üzerine kjledahl tableti ve 15 ml derişik sülfürik asit eklenerek bu tüpler Kjeldahl cihazının yakma ünitesine yerleştirildikten sonra yakılmıştır. Yakma işleminden sonra örnek üzerine 25 ml saf su eklenerek destilasyon cihazına yerleştirilmiş ve tüp içindeki reaksiyon tamamlanıncaya kadar %32'lik sodyum hidroksit çekilmiştir. 250 mL'lik bir erlene 50 ml %4'lük borik asit ve 2-3 damla indikatör çözeltisi konularak soğutma sistemi açılıp destilasyon işlemi yapılmış, bu işlemin sonunda erlende toplanan yeşil renkli destilat 0,05 N hidroklorik asit çözeltisi ile pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Titrasyon sonunda harcanan hidroklorik asit miktarı kaydedilerek formül yardımıyla %N hesaplanmıştır (Bremner, 1965).

3.2.5. İstatistiki değerlendirme

Araştırmada elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla (Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University, Version 1.2) varyans analizine tabii tutulup, Bek (1983)'e göre Duncan testi uygulanarak gruplandırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Araştırmaya biber, domates, hıyar, karpuz, kavun ve marul olmak üzere 6 bitki dahil edilmiş olup, elde edilen sonuçlar her bitki için ayrı ayrı olmak üzere aşağıda ilgili alt başlıklarda sunulmuştur.

4.1. Biyokömür Uygulamasının Biber Fidesine Etkileri

4.1.1. İlk çimlenme süresi

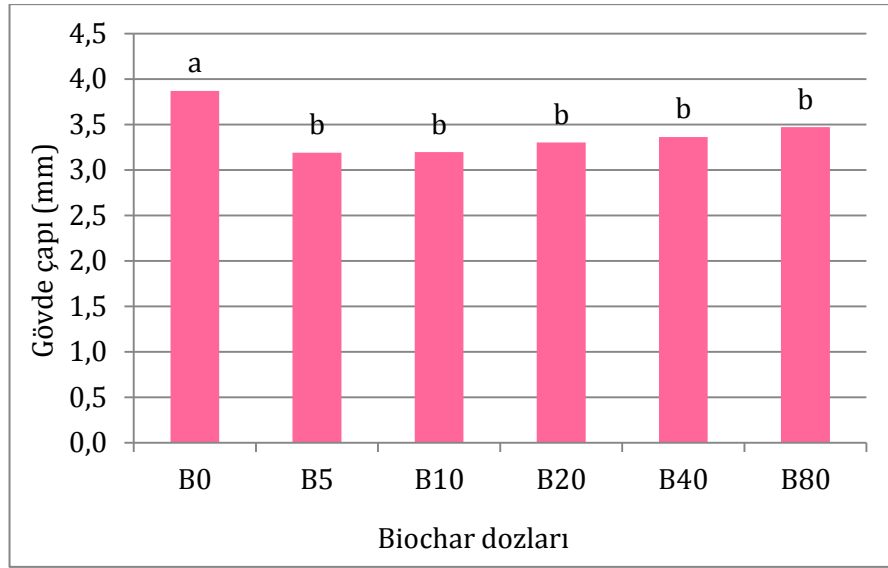
Biber tohumları atıldıktan sonra ilk çimlenmenin hangi uygulamada olduğu takip edilmiş ve gözlem sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Sonuçlardan açıkça görüldüğü üzere biyokömür uygulaması çimlenme süresi üzerine etkili olmuş, biyokömür uygulanan yetiştirme ortamında daha erken çimlenme görülmüştür. Ancak B80 biyokömür uygulamasındaki çimlenme kontrolde gözlenen çimlenmeden daha geç gerçekleşmiştir. B20 dozuna sahip yetiştirme ortamındaki tohumlarda, ekimden 5 gün sonra ilk çimlenme gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.1. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları

Çimlenme sırası	1	2	3	4	5	6
Biyokömür dozu	20	40	10	5	0	80

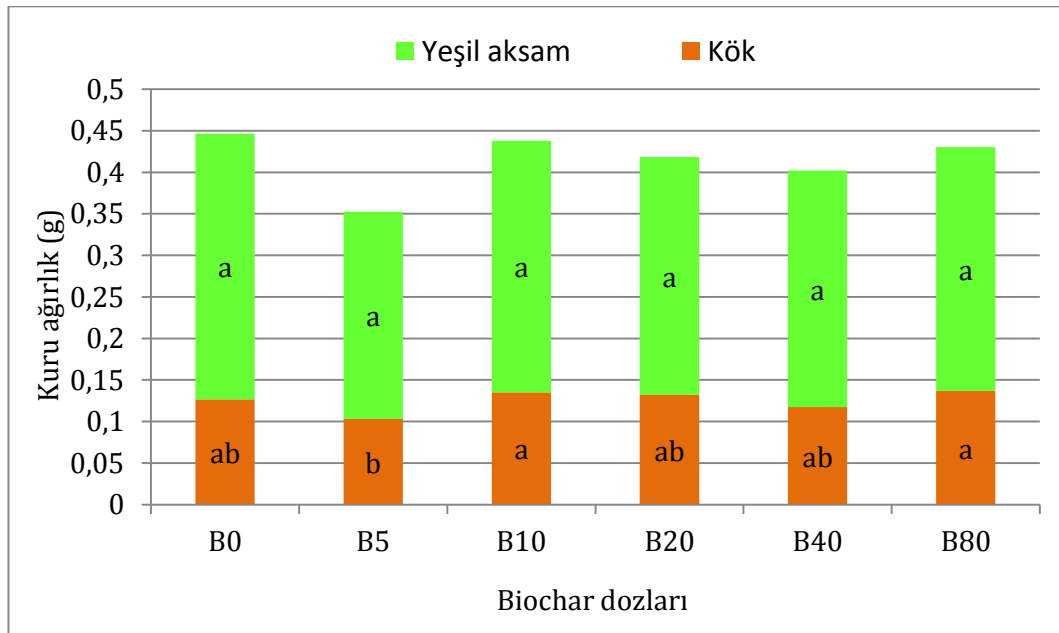
4.1.2. Biberde kök ve toprak üstü aksam gelişimi

Biber fideleri dikime hazır hale geldiğinde analiz yapmak için hasat edilmeden hemen önce gövde kalınlığı kumpas yardımıyla ölçülmüş, elde edilen sonuçlar Şekil 4.1’de verilmiştir. Yine aynı dönemde bitkilerin kuru ağırlıkları kök ve yeşil aksam olmak üzere ayrı ayrı belirlenmiş ve bu sonuçlar da Şekil 4.2’de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Biber bitkisi gövde çapları

Biyokömür uygulamaları bitki çapını (Şekil 4.1) istatistiki olarak önemli düzeyde azaltmıştır ($p < 0.05$). Kontrol uygulamasında 3.87 mm ile en yüksek bitki çapı belirlenirken diğer tüm uygulamalarda kontrolden daha düşük değerler tespit edilmiştir. Yeşil aksam kuru ağırlıkları (Şekil 4.2) biyokömür uygulamasından etkilenmemiştir. En düşük kök+yeşil aksam ağırlığı 0.35 g/bitki iken en yüksek değer 0.45 g/bitki olmuştur.



Şekil 4.2. Biber bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları

Biyokömür uygulamalarının kök gelişimine etkileri incelendiğinde ise B10 dozu ile B80 dozunda daha fazla kök gelişimi olduğu, B5 dozunun kök gelişiminde azalmaya neden olduğu, diğer dozlar ile kontrol arasında fark bulunmadığı görülmüştür.

4.1.3. Biber bitkisinin besin elementi konsantrasyonları

Biyokömür uygulamasının biber fidesi kökünün besin elementi konsantrasyonuna etkileri Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3'te; yeşil aksam besin elementi konsantrasyonuna etkileri ise Çizelge 4.4 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.2. Biber bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	P	K	Ca	Mg
	%			
B0	0.115 a	1.19 a	0.26 a	1.67 b
B5	0.120 a	1.25 a	0.27 a	2.14 ab
B10	0.115 a	1.09 a	0.26 a	1.98 ab
B20	0.120 a	1.14 a	0.30 a	2.25 a
B40	0.124 a	1.23 a	0.15 b	2.00 ab
B80	0.121 a	1.15 a	0.11 b	1.68 b

Çizelge 4.3. Biber bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	67.7 a	97.3 a	53.6 a	5.7 a
B5	283.3 a	78.6 b	51.8 a	7.8 a
B10	181.2 a	70.7 bc	51.0 a	5.1 a
B20	324.3 a	70.1 bc	56.8 a	6.5 a
B40	247.8 a	76.4 b	54.3 a	5.7 a
B80	249.6 a	60.1 c	36.8 a	8.8 a

Çizelge 4.4. Biber bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	N	P	K	Ca	Mg
	%				
B0	2.50 a	0.124 a	1.721 a	0.583 a	1.988 b
B5	2.15 b	0.124 a	1.714 a	0.591 a	2.047 ab
B10	2.04 b	0.120 a	1.674 a	0.562 ab	2.138 ab
B20	2.04 b	0.130 a	1.727 a	0.611 a	2.382 a
B40	2.03 b	0.116 a	1.819 a	0.457 bc	2.231 ab
B80	2.06 b	0.115 a	1.757 a	0.427 c	2.345 ab

Çizelge 4.5. Biber bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	31.9 a	20.2 ab	24.3 a	17.3 a
B5	32.1 a	21.4 a	27.6 a	16.2 a
B10	28.8 a	18.2 ab	23.2 a	15.0 a
B20	27.0 a	18.0 ab	25.7 a	17.6 a
B40	25.2 a	18.6 ab	26.1 a	18.4 a
B80	32.7 a	16.1 b	23.3 a	16.7 a

Yetiştirme ortamına farklı dozlarda biyokömür karıştırılmasının bitki kökünün makro elementlerden fosfor ve potasyum konsantrasyonuna etkisi önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Kalsiyum konsantrasyonu, B40 ve B80 dozlarında diğer dozlara oranla daha düşük belirlenmiştir. Mg konsantrasyonunda ise en yüksek değer olan % 2.25, B20 dozundan elde edilmiştir (Çizelge 4.2).

Biyokömür dozlarının mikro elementlerden Fe, Mn ve Cu içeriklerine etkileri önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.3; $p>0.05$). Mikro elementlerden Zn konsantrasyonuna uygulamalar olumsuz etkili olmuş, artan biyokömür dozları Zn alımını azaltmıştır (Çizelge 4.3).

Uygulamaların biber bitkisinin yeşil aksam kuru ağırlık P ve K konsantrasyonuna etkisi bulunmazken, tüm biyokömür dozları kontrole oranla bitkinin N konsantrasyonunu azaltmıştır (Çizelge 4.4). Ca ve Mg içerikleri birlikte değerlendirildiğinde; Ca için % 0.611 ve Mg için % 2.382 ile en uygun dozun B20 olduğu görülmüştür. Yeşil aksam mikro element içerikleri, kök mikro element konsantrasyonu ile benzerlik göstermiş, biyokömür uygulamaları sadece Zn konsantrasyonu üzerine etkili olmuş, en yüksek Zn konsantrasyonu 21.4 mg/lt ile B5 dozundan elde edilmiştir.

Besin elementi sonuçlarından genel olarak biyokömür uygulamasının biber fidesinin besin elementi alımına etkisinin sınırlı olduğu söylenebilir. Zira hem kök hem de yeşil aksamda belirlenen parametrelerin önemli bölümünde uygulamalar arasında besin elementi alımı yönünden fark belirlenmemiştir. İstatistiki farklar belirlenen parametrelerde ise bir eğilim tespit edilememiştir.

4.2. Biyokömür Uygulamasının Domates Fidesine Etkileri

4.2.1. İlk çimlenme süresi

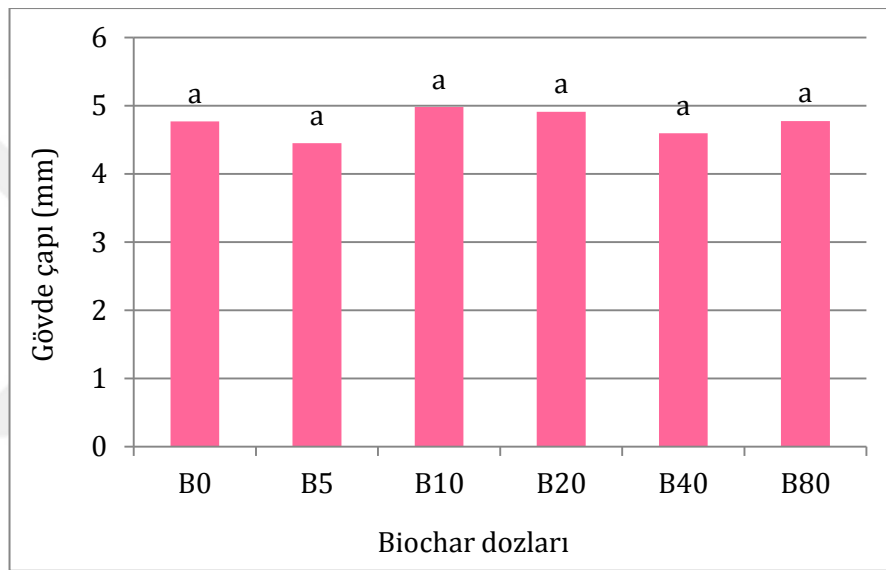
Biyokömür dozlarının domates bitkisi çimlenme süresine etkisi Çizelge 4.6'da verilmiştir. En hızlı çimlenme en yüksek biyokömür dozunda görülmüş ise de bunu en düşük biyokömür dozu takip etmiştir. İlk çimlenme B80 uygulamasında, tohum ekiminden 3 gün sonra gerçekleşmiştir. Genel olarak biyokömür dozlarının çimlenmede etkili olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları

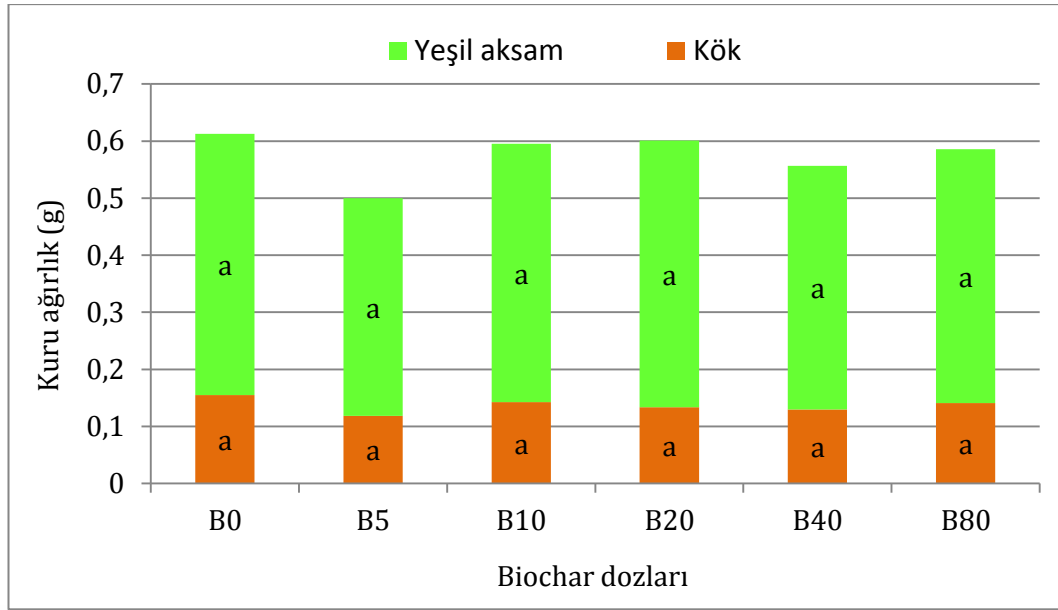
Çimlenme sırası	1	2	3	4	5	6
Biyokömür dozu	80	5	10	0	40	20

4.2.2. Domateste kök ve toprak üstü aksam gelişimi

Biyokömür uygulamaları domates fidesi gelişimi üzerine etkili bulunmamıştır. Ölçülen değerler arasında farklar görülse de bu farklar istatistiki olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). En kalın gövde çapları B10 ve B20 biyokömür uygulamalarından elde edilmiştir. Ancak yüksek varyasyon nedeniyle bu farklar anlamlı bulunmamıştır. Benzer biçimde yeşil aksam ve kök ağırlığı değerlerinde de farklar olmasına rağmen, bu farklar istatistik analizine yansımamıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.3. Domates bitkisi gövde çapları



Şekil 4.4. Domates bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları

4.2.3. Domates bitkisinin besin elementi konsantrasyonu

Domates bitkisi kökünde belirlenen makro element konsantrasyonlarından (Çizelge 4.7) Ca dışındakilerde biyokömür uygulamaları önemli derecede etkiye bulunmuştur ($p < 0.05$). Fosfor konsantrasyonu yönünden B20, potasyum konsantrasyonu yönünden B5, B10, B40 ve B80, Mg konsantrasyonu yönünden ise B5 ve B80 dozları diğerlerine göre besin elementi alımını artırmıştır. Genel olarak biyokömür uygulamasının bitki kökünde belirlenen makro element konsantrasyonlarında kontrole göre olumlu etkiye bulunduğu görülmüştür.

Çizelge 4.7. Domates bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	P	K	Ca	Mg
	%			
B0	0.41 b	1.32 b	0.47 a	1.96 b
B5	0.44 b	1.77 a	0.55 a	2.39 a
B10	0.44 b	1.70 a	0.52 a	1.82 b
B20	0.48 a	1.62 ab	0.52 a	2.06 b
B40	0.48 a	1.74 a	0.55 a	1.86 b
B80	0.41 b	1.89 a	0.52 a	2.46 a

Domates fidesi köklerinin mikro element içerikleri (Çizelge 4.8) biyokömür uygulamasının Fe ve Zn konsantrasyonunu artırdığını, Mn konsantrasyonu üzerinde etkili olmadığını ve Cu konsantrasyonunda azalmaya neden olduğunu göstermiştir. B5 dozu demir konsantrasyonunu 334.2 mg/lt ile oldukça belirgin biçimde artırmıştır. Zn içerisinde ise B20 dozu 97.6 mg/kg ile en etkili doz olarak ortaya çıkmıştır. Bilindiği üzere bakırlı preparatlar fungusit olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır ve bu nedenle zaman zaman toksisiteden söz edilebilmektedir. Bu nedenle domates fidesi üretiminde Cu toksisitesi ihtimaline karşı biyokömür uygulamasının çözüm olabileceği görülmüştür.

Domatesin yeşil aksam makro element içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.9) N, P ve Ca içeriklerinin biyokömür uygulamasından etkilenmediği, B20 ve B40 dozlarında % 0.487 ile en yüksek P konsantrasyonunun olduğu, Mg konsantrasyonunun ise biyokömür uygulaması ile azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. Domates bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	154.1 bc	76.6 b	22.2 a	10.0 a
B5	334.2 a	61.9 bc	36.1 a	8.5 a
B10	74.8 c	64.0 bc	24.7 a	4.2 b
B20	100.1 c	97.6 a	32.8 a	3.9 b
B40	76.9 c	57.2 c	35.9 a	4.6 b
B80	242.2 ab	48.6 c	22.5 a	4.3 b

Çizelge 4.9. Domates bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	N	P	K	Ca	Mg
	%				
B0	5.06 a	0.440 b	1.582 a	1.633 a	2.456 a
B5	4.73 a	0.468 ab	1.765 a	1.620 a	1.915 b
B10	5.13 a	0.461 ab	1.928 a	1.689 a	1.995 b
B20	5.15 a	0.487 a	1.871 a	1.743 a	2.041 b
B40	5.22 a	0.487 a	1.866 a	1.671 a	1.962 b
B80	5.01 a	0.473 ab	1.824 a	1.659 a	2.160 ab

Domates bitkisinin yeşil aksamında belirlenen Fe ve Zn içeriklerinin biyokömür uygulamasından etkilenmediği, Mn ve Cu içeriklerinin ise biyokömür dozlarına bağlı olarak azaldığı belirlenmiştir.

Çizelge 4.10. Domates bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	57.9 a	36.7 a	35.5 a	111.5 a
B5	52.2 a	33.2 a	28.7 ab	69.7 b
B10	52.0 a	33.4 a	30.4 ab	50.2 bc
B20	51.8 a	34.9 a	32.9 ab	50.7 bc
B40	53.4 a	30.0 a	29.5 ab	34.7 c
B80	48.0 a	29.0 a	28.2 b	32.4 c

4.3. Biyokömür Uygulamasının Hıyar Fidesine Etkileri

4.3.1. İlk çimlenme süresi

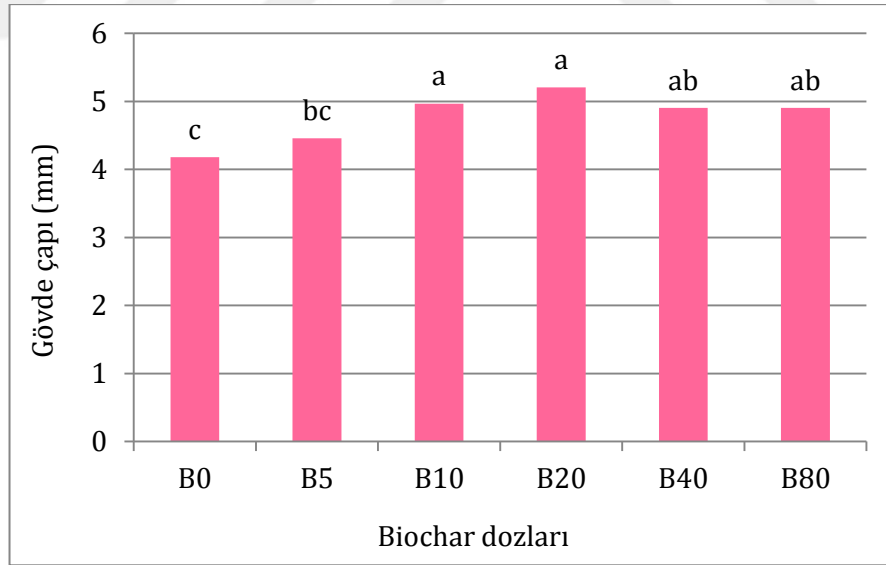
Hıyar bitkisinin biyokömür dozlarına bağlı olarak çimlenme süresindeki değişim Çizelge 4.11’de verilmiştir. En hızlı çimlenme biyokömürün B20 dozundan elde edilmiş, yüksek dozların çimlenmeyi geciktirdiği belirlenmiştir. B20 dozuna sahip gözlerde tohum ekiminden 1 gün sonra çimlenme gerçekleşmiştir. Hıyar bitkisinin iri çekirdekli olması nedeniyle çimlenmesi diğer küçük tohumlu bitkilere göre daha kolaydır. Buna rağmen düşük B20 ve B10 gibi denemede ki düşük dozlarda biyokömür uygulaması çimlenmede erkencilik sağlamıştır.

Çizelge 4.11. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları

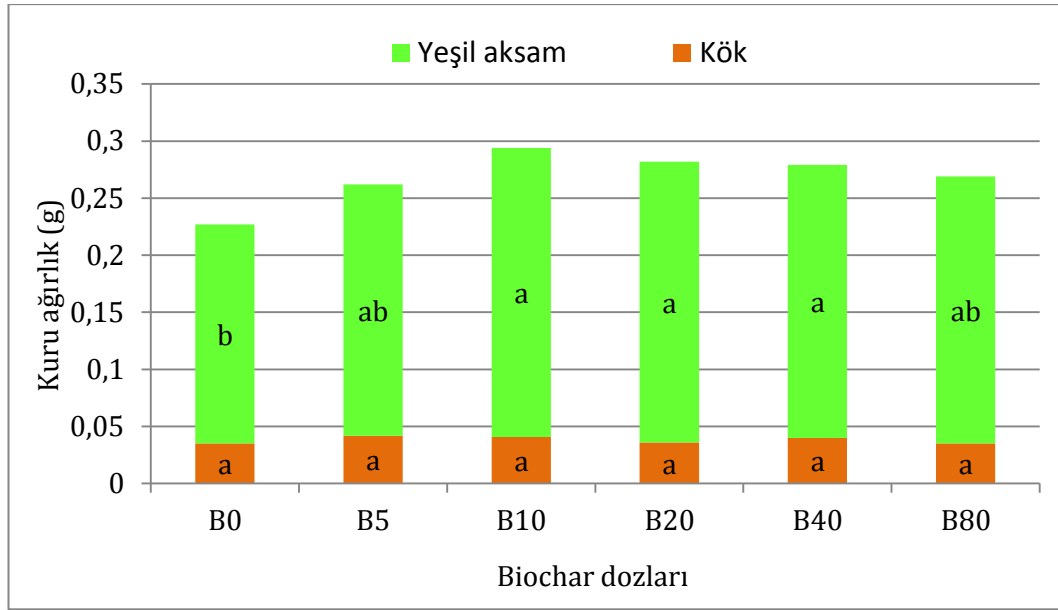
Çimlenme sırası	1	2	3	4	5	6
Biyokömür dozu	20	10	0	5	80	40

4.3.2. Hıyarda kök ve toprak üstü aksam gelişimi

Denemeye konu edilen bitkiler arasında, biyokömür uygulamasından en fazla etkilenen bitki hıyar bitkisi olmuş, Hıyar fidesi gelişimi ile biyokömür dozları arasında olukça yakın ilişki belirlenmiştir. Gövde çapları (Şekil 4.5) arasında en düşük değer kontrol uygulamasında belirlenmiş, B20 dozu da dahil olmak üzere artan dozlara bağlı olarak gövde kalınlığı düzenli biçimde artmıştır. Bu noktadan sonra değerlerde azalma meydana gelmiş ise de en yüksek dozda dahi kontrole oranla daha yüksek bitki çapı değeri ölçülmüştür. Ancak bitki kök gelişimi biyokömür dozlarından etkilenmemiş (Çizelge 4.6), kök ağırlıkları arasında istatistiksel farklar bulunmamıştır. Yeşil aksam değerleri (Şekil 4.6) ise gövde çapı (Şekil 4.5) ile belirgin bir uyum göstermiş, artan dozlar yeşil aksam büyümesini teşvik etmiştir. Denemeye konu edilen en yüksek doza gidildikçe yeşil aksam ağırlığında bir azalma gözlenmekle beraber yine en yüksek biyokömür dozunda dahi kontrole oranla daha fazla yeşil aksam ağırlığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Hıyar bitkisi gövde çapları



Şekil 4.6. Hıyar bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları

4.3.3. Hıyar bitkisinin besin elementi konsantrasyonu

Hıyar bitkisi köklerinden tekerrürlü analize yetecek miktarda örnek alınamadığı için, kök besin elementi içerikleri analizlerinde istatistiki değerlendirme yapılamamıştır. Fosfor değerleri yönünden içerikler arasında büyük farklar görülmemiş olmakla beraber yüksek doz olan B80'da fosfor konsantrasyonunda azalma olduğu, en yüksek P (% 0.47), K (%0.71), ve Ca (%0.72) konsantrasyonunun B20 dozundan elde edildiği belirlenmiştir (Çizelge 4.12). Mikro element içerikleri (Çizelge 4.13), biyokömür uygulamalarından etkilenmiş, Fe için 134.8 mg/lt ile B20 dozu etkili olurken Zn (70.7 mg/kg), Mn (23.8 mg/kg) ve Cu (12 mg/kg) ile B80 dozu en etkili doz olmuştur.

Çizelge 4.12. Hıyar bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	P	K	Ca	Mg
	%			
B0	0.45	0.49	0.60	1.27
B5	0.43	0.46	0.67	1.56
B10	0.46	0.46	0.65	1.53
B20	0.47	0.71	0.72	1.39
B40	0.42	0.53	0.66	1.14
B80	0.38	0.53	0.52	1.19

Çizelge 4.13. Hıyar bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	79.1	140.9	37.8	18.4
B5	68.3	101.1	29.7	15.8
B10	59.4	86.8	30.7	11.9
B20	134.8	123	35.3	11.7
B40	39.7	89.2	28.5	16.7
B80	48.2	70.7	23.8	12.0

Hıyar bitkisi yeşil aksam makro besin elementi içerikleri (Çizelge 4.14), incelendiğinde N ve Mg konsantrasyonu yönünden biyokömür uygulamalarının etkili olmadığı, en yüksek fosfor konsantrasyonunun B5 (% 0.625), B10 (%0.643) ve B20 (% 0.635) dozlarında olduğu, en yüksek K değerinin %0.688 ile B80 dozundan ve en yüksek Ca değerinin %1.348 ile B10 dozundan elde edildiği görülmüştür. Mikro element içeriklerinde (Çizelge 4.15) ise uygulamalar arasında istatistiki farklar belirlenmemiştir ($p>0.05$).

Çizelge 4.14. Hıyar bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	N	P	K	Ca	Mg
	%				
B0	6.27 a	0.618 ab	0.494 ab	1.15 ab	1.78 a
B5	6.46 a	0.625 a	0.364 b	1.19 ab	1.77 a
B10	6.39 a	0.643 a	0.535 ab	1.35 a	2.02 a
B20	6.37 a	0.635 a	0.565 ab	1.29 ab	1.89 a
B40	6.25 a	0.606 ab	0.633 ab	1.26 ab	1.98 a
B80	6.00 a	0.565 b	0.688 a	1.09 b	1.78 a

Çizelge 4.15. Hıyar bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	45.8 a	47.3 a	31.7 a	102 a
B5	32.0 a	43.0 a	31.1 a	109 a
B10	47.8 a	42.4 a	33.4 a	121 a
B20	45.0 a	43.5 a	33.0 a	118 a
B40	47.4 a	38.5 a	32.4 a	152 a
B80	37.7 a	36.6 a	29.7 a	131 a

4.4. Biyokömür Uygulamasının Karpuz Fidesine Etkileri

4.4.1. İlk çimlenme süresi

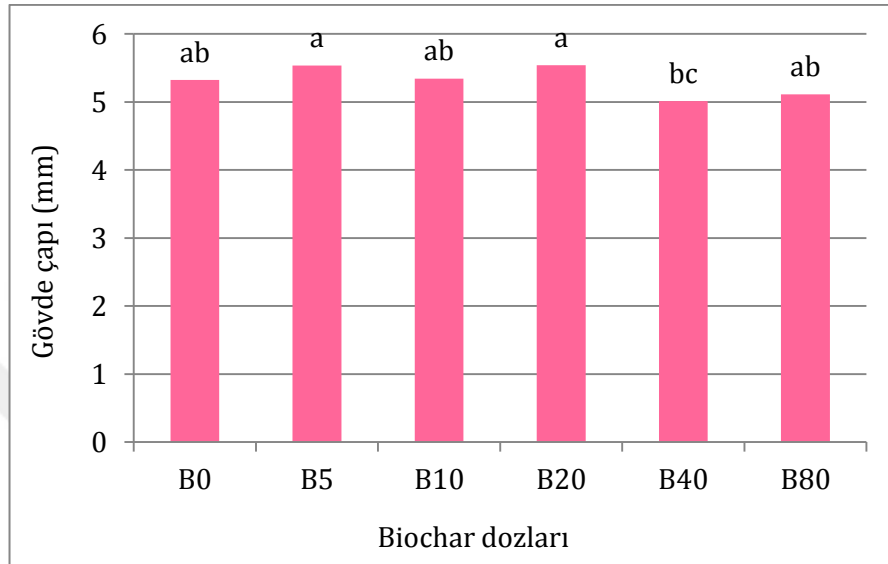
Biyokömür dozlarının karpuz tohumu çimlenmesine etkisi Çizelge 4.16’da yer almaktadır. En hızlı çimlenme B40 dozunda belirlenirken, en geç çimlenme; en yüksek doz olan B80 uygulamasında görülmüştür. B40 dozuna ekilen tohumlarda çimlenme, ekim tarihinden itibaren 3. günde gerçekleşmiştir. Genel olarak biyokömür uygulamaları tohum çimlenmesinde erkencilik sağlamıştır.

Çizelge 4.16. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları

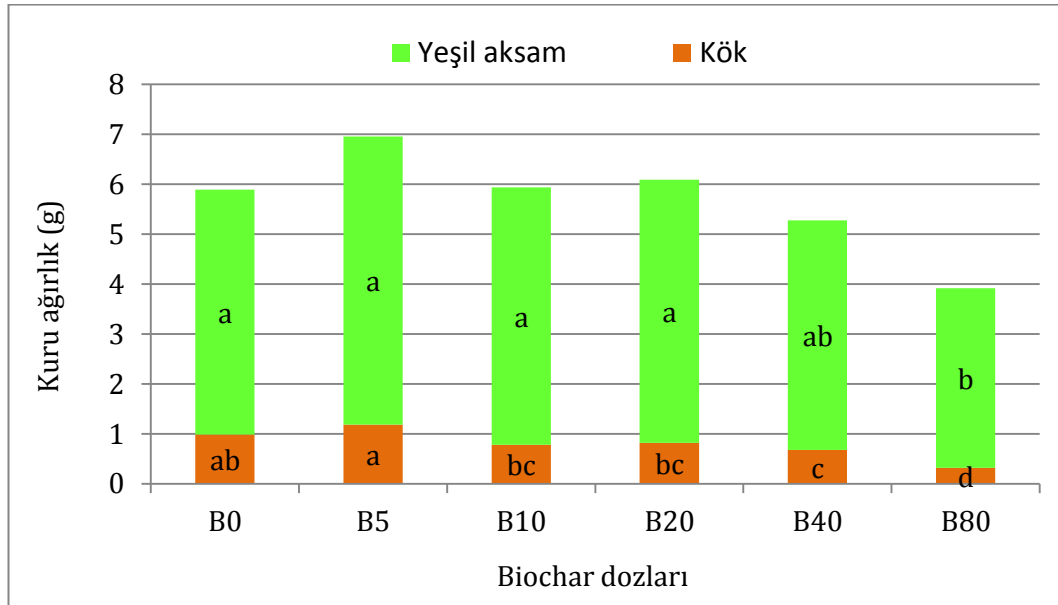
Çimlenme sırası	1	2	3	4	5	6
Biyokömür dozu	40	20	5	10	0	80

4.4.2. Karpuzda kök ve toprak üstü aksam gelişimi

Kök ve toprak üstü aksam gelişiminin parametresi olarak belirlenen gövde çapı değerleri Şekil 4.7’de, kök ve yeşil aksam kuru ağırlık değerleri ise Şekil 4.8’de yer almaktadır.



Şekil 4.7. Karpuz bitkisi gövde çapları



Şekil 4.8. Karpuz bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları

En yüksek gövde çapı değerleri B5 ve B20 dozlarından elde edilmiştir (Şekil 4.7). Kök gelişiminde ise en iyi sonuç B5 dozundan elde edilmiş, bundan sonra artan dozlar kök gelişimini sınırlamıştır (Şekil 4.8).

4.4.3. Karpuz bitkisinin besin elementi konsantrasyonu

Karpuz bitkisi kökünde belirlenen makro besin elementlerinden P, K ve Mg'da biyokömür dozunun istatistiki düzeyde bir etkisi belirlenmemiştir (Çizelge 4.17). Ca konsantrasyonunda ise en yüksek değer %0.68 ile B20 dozundan elde edilmiştir. Mikro elementlerde ise (Çizelge 4.18), Fe ve Zn içerikleri biyokömür uygulamasından olumsuz etkilenmiş, biyokömür uygulaması bitkinin Fe ve Zn konsantrasyonunu azaltmıştır. Diğer yandan B5 dozunda en yüksek biyokütle elde edilmiş olması besin elementi içerisindeki azalmanın seyrelme etkisinden olabileceğini de akla getirmektedir. Mn ve Cu içeriklerinde biyokömür etkili bulunmamıştır.

Çizelge 4.17. Karpuz bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	P	K	Ca	Mg
	%			
B0	0.39 a	1.82 a	0.49 ab	1.75 a
B5	0.40 a	1.72 a	0.48 b	1.78 a
B10	0.41 a	1.88 a	0.51 ab	1.86 a
B20	0.38 a	1.92 a	0.68 a	2.03 a
B40	0.41 a	1.71 a	0.58 ab	2.11 a
B80	0.39 a	1.39 a	0.56 ab	1.98 a

Çizelge 4.18. Karpuz bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	91.9 a	149.7 a	21.9 a	26.0 a
B5	70.9 ab	89.8 b	16.6 a	18.0 a
B10	41.5 b	97.9 b	19.6 a	18.7 a
B20	54.6 b	103.0 b	21.7 a	15.4 a
B40	48.7 b	91.6 b	21.3 a	15.8 a
B80	45.2 b	92.9 b	25.4 a	21.1 a

Karpuz bitkisinin yeşil aksamında en yüksek N konsantrasyonu kontrol uygulamasında belirlenmiş, biyokömür uygulamaları N konsantrasyonunu düşürmüştür (Çizelge 4.19). Ancak P konsantrasyonu biyokömür uygulamasından olumlu etkilenmiş, en yüksek P % 0.412 ile B40 uygulamasından elde edilmiştir. K ve Mg içerikleri biyokömür uygulamasından etkilenmemiştir. Yüksek dozda biyokömür (B40 ve B80) uygulaması bitkinin Ca konsantrasyonunu artırmıştır. B40 için değer %1.746 olurken, B80 için ise %1.706 olmuştur. Belirlenen mikro elementlerin tümü biyokömür uygulamasından olumsuz etkilenmiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.19. Karpuz bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	N	P	K	Ca	Mg
	%				
B0	5.19 a	0.388 abc	1.713 a	1.555 ab	1.646 a
B5	5.01 ab	0.354 c	1.654 a	1.386 b	1.656 a
B10	4.64 bc	0.359 bc	1.891 a	1.522 ab	1.606 a
B20	4.47 c	0.359 bc	1.811 a	1.625 ab	1.751 a
B40	4.60 c	0.412 a	1.855 a	1.746 a	1.764 a
B80	4.79 bc	0.396 ab	1.957 a	1.706 a	1.801 a

Çizelge 4.20. Karpuz bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	50.0 a	38.7 a	45.8 a	162.9 a
B5	40.9 b	24.9 b	39.9 b	103.9 b
B10	32.7 c	19.3 cd	36.1 b	67.8 bc
B20	34.1 c	22.4 bc	40.5 b	72.4 bc
B40	29.0 c	17.7 d	40.5 b	54.2 c
B80	42.4 b	19.9 cd	40.1 b	57.3 c

4.5. Biyokömür Uygulamasının Kavun Fidesine Etkileri

4.5.1. İlk çimlenme süresi

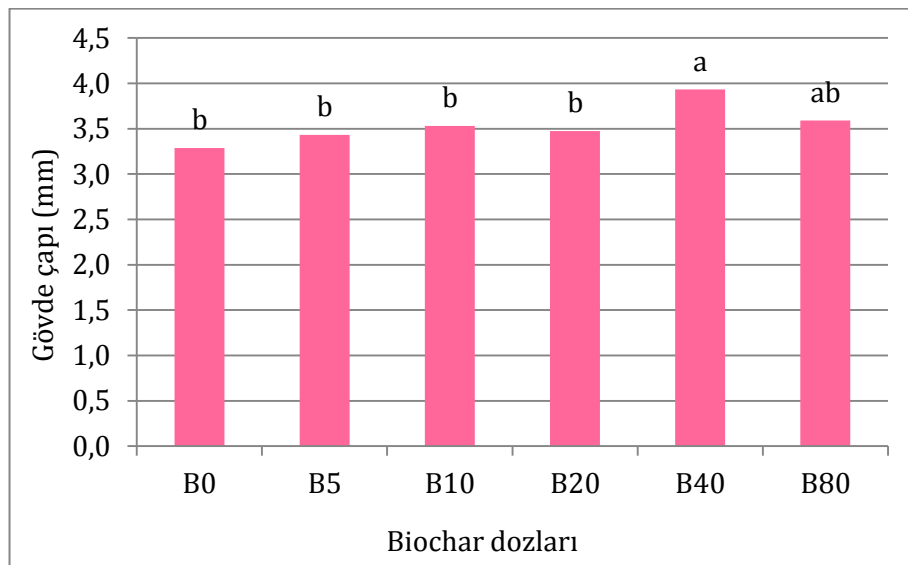
Artan biyokömür dozlarının kavun tohumu çimlenmesine etkisine yönelik gözlem sonuçları Çizelge 4.21’de yer almaktadır. Denemeye konu edilen tüm dozlar kavun tohumunun çimlenmesinde erkencilik sağlamış, tüm uygulamalarda kontrolden daha erken çimlenme gözlenmiştir. En erken çimlenme en yüksek biyokömür dozunda (B80) tohum ekiminden itibaren 2. günde, en geç çimlenme ise kontrol uygulamasında görülmüştür.

Çizelge 4.21. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları

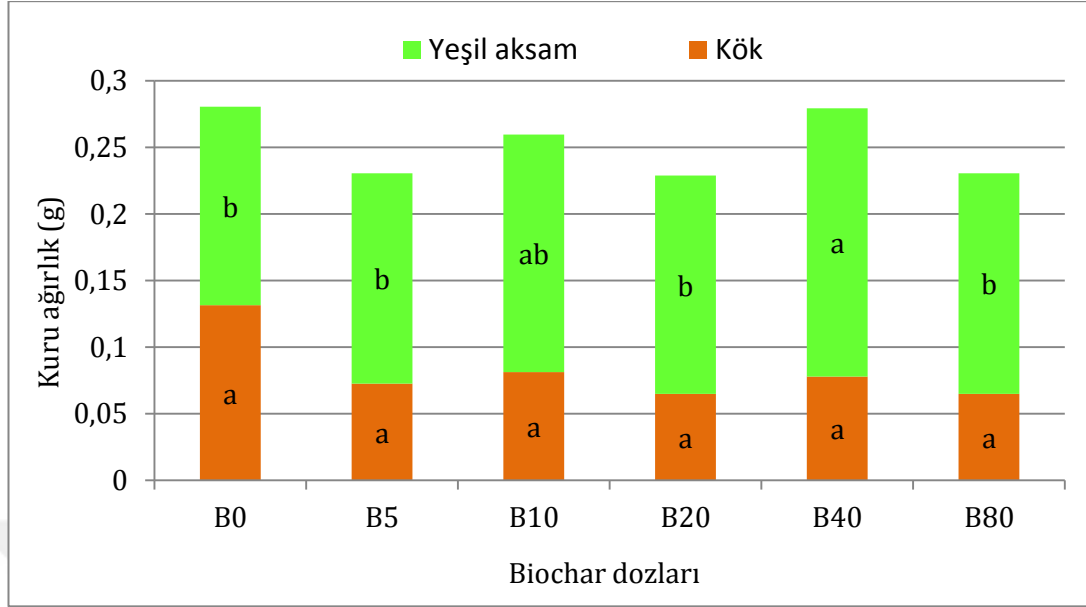
Çimlenme sırası	1	2	3	4	5	6
Biyokömür dozu	80	10	20	5	40	0

4.5.2. Kavunda kök ve toprak üstü aksam gelişimi

Kavun bitkisine biyokömür uygulamalarının bitkinin gövde çapına etkisi Şekil 4.9’da, kök ve yeşil aksam ağırlığına etkisi ise Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Kavun bitkisi gövde çapları



Şekil 4.10. Kavun bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları

Kavun fideleri içerisinde en kalın olanlar B40 biyokömür dozundan görülmüştür (Şekil 4.9). Bu doza ulaşıncaya kadar olan dozlar arasında ise kontrole oranla hafif bir artış görülmüş ancak bu artış istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır. Daha da yüksek doz olan B80 dozunda ise yeniden bir azalma meydana gelmiştir. Bitkinin kök ağırlıkları arasında sayısal farklar belirlenmiştir. Ancak biyokömür uygulamalarının kök ağırlığı üzerine etkisi istatistiki olarak anlamlı değildir ($p>0.05$). Yeşil aksam değerleri arasında ise en yüksek değer B40 dozundan elde edilmiştir.

4.5.3. Kavun bitkisinin besin elementi konsantrasyonu

Kavun bitkisi kökünün makro (Çizelge 4.22) ve mikro (Çizelge 4.32) besin elementleri içeriklerinin yer aldığı çizelgelerden genel olarak biyokömür uygulamasının genel olarak olumlu etkide bulunduğu görülmüştür. Belirlenen besin elementleri arasında sadece Mg konsantrasyonu olumsuz etkilenmiştir.

Çizelge 4.22. Kavun bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	P	K	Ca	Mg
	%			
B0	0.25 a	0.84 b	0.48 b	1.68 a
B5	0.32 a	1.62 a	0.49 b	1.54 ab
B10	0.31 a	1.47 ab	0.30 b	1.46 abc
B20	0.33 a	1.41 ab	0.63 b	1.41 bc
B40	0.33 a	1.83 a	0.54 b	1.46 abc
B80	0.33 a	1.94 a	1.58 a	1.23 c

Çizelge 4.23. Kavun bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	53.6 b	79.1 a	31.1 a	12.7 a
B5	64.6 ab	93.7 a	33.7 a	12.2 a
B10	84.7 a	92.1 a	34.4 a	15.7 a
B20	81.4 a	96.8 a	34.7 a	12.6 a
B40	67.7 ab	88.5 a	28.9 a	10.3 a
B80	68.8 ab	85.3 a	27.3 a	13.5 a

Biyokömür uygulaması kavun bitkisi yeşil aksam makro element konsantrasyonlarından K değerlerinde etki olmamıştır (Çizelge 4.24). Bunun dışındaki tüm elementler artan biyokömür dozlarıyla uyum içerisinde artmıştır. Mikro elementlerden ise (Çizelge 4.25), Cu konsantrasyonunda uygulamalar arasında istatistiksel fark belirlenmemiş, Zn ve Mn değerleri ise artan doza bağlı olarak azalmıştır.

Çizelge 4.24. Kavun bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	N	P	K	Ca	Mg
	%				
B0	2.71 d	0.521 ab	1.718 a	1.716 ab	0.575 b
B5	5.77 a	0.490 b	1.658 a	1.211 ab	0.632 b
B10	5.68 a	0.509 ab	1.731 a	1.456 ab	2.085 a
B20	4.85 c	0.538 a	1.695 a	1.274 ab	1.909 a
B40	5.45 b	0.502 ab	1.833 a	1.729 a	1.996 a
B80	5.32 b	0.494 b	1.462 a	0.624 b	1.872 a

Çizelge 4.25. Kavun bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	53.8 a	47.6 a	37.3 a	57.1 a
B5	42.0 b	44.9 ab	27.2 b	54.4 a
B10	54.2 a	42.6 bc	33.2 ab	56.2 a
B20	50.2 ab	39.1 cd	33.4 ab	48.8 a
B40	52.6 a	41.0 bcd	31.8 ab	47.1 a
B80	50.4 ab	36.1 d	28.7 b	57.4 a

4.6. Biyokömür Uygulamasının Marul Fidesine Etkileri

4.6.1. İlk çimlenme süresi

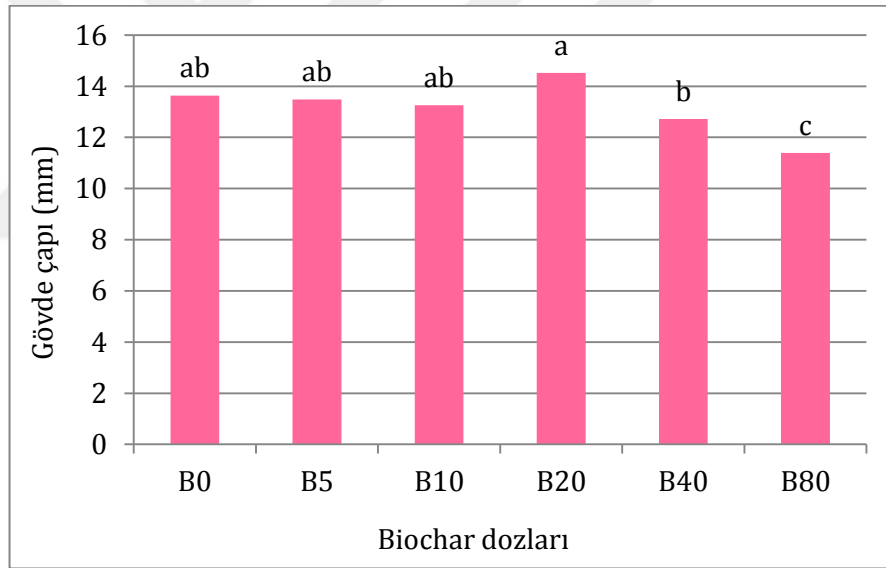
Biyokömür dozlarının marul tohumu çimlenmesine etkisi Çizelge 4.26'da sunulmuştur. Uygulamalardan B40 dozu hariç tutulursa, artan biyokömür dozu düzenli olarak erkencilik sağlamıştır. En yüksek dozda en erken çimlenme görülmüş ve B40 dozu haricinde doz azaldıkça çimlenme gecikmiştir. İlk çimlenmenin gerçekleştiği B80 dozunda tohumlar, ekinin 3 gün sonra çimlenmiştir. Denemelere konu edilen bitkiler içinde çimlenme süresine etki bakımından biyokömürden en fazla etkilenen bitki marul olmuştur.

Çizelge 4.26. Biyokömür oranlarına göre bitkilerin çimlenme sıraları

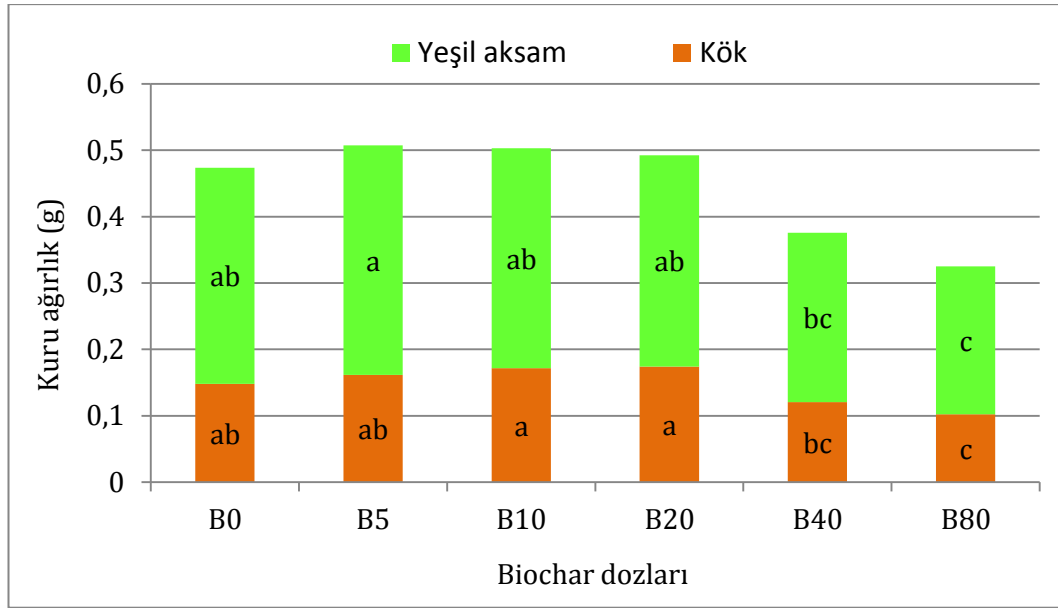
Çimlenme sırası	1	2	3	4	5	6
Biyokömür dozu	80	20	10	5	0	40

4.6.2. Marulda kök ve toprak üstü aksam gelişimi

Marul bitkisinde belirlenen gövde çapları Şekil 4.11’de, yeşil aksam ve kök ağırlıkları ise Şekil 4.12’de verilmiştir. En yüksek gövde çapı B20 dozundan elde edilmiş olup, bu dozdan sonra belirlenen gövde çapları belirgin biçimde azalmaya başlamıştır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Marul bitkisi gövde çapları



Şekil 4.12. Marul bitkisi kök ve yeşil aksam kuru ağırlıkları

Benzer biçimde kök değerleri de B10 ve B20 dozlarında en yüksek bulunmuş, bundan sonra düzenli olarak azalma meydana gelmiştir (Şekil 4.12). Yeşil aksam değerleri arasında en yüksek değer B5 dozundan elde edilmiştir.

4.6.3. Marul bitkisinin besin elementi konsantrasyonu

Marul bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu Çizelge 4.27’de, mikro element konsantrasyonu ise Çizelge 4.28’de verilmiştir. Makro elementlerden P (% 0.20), K (%1.40) ve Ca (% 0.79) içeriklerinin en yüksek olduğu doz B80 olmuştur. Mg konsantrasyonu yönünden ise en yüksek değer %13.27 ile B20’den elde edilmiş, genel olarak kökün makro element konsantrasyonuna biyokömür olumlu etki yapmıştır. Mikro elementlerden Cu alımı biyokömür uygulaması ile azalmış, Zn elementinde bir eğilim görülememiş ve Mn konsantrasyonu arasında istatistiki fark oluşmamıştır. Marul fidesi kökünde Fe elementi konsantrasyonu belirlemesi yapılamamıştır.

Çizelge 4.27. Marul bitkisi kökünün makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	P	K	Ca	Mg
	%			
B0	0.14 bc	0.31 c	0.52 b	6.38 bc
B5	0.15 b	0.52 bc	0.50 b	6.92 bc
B10	0.12 c	0.40 bc	0.48 b	6.50 bc
B20	0.13 bc	0.64 bc	0.51 b	13.27 a
B40	0.16 b	0.83 b	0.58 b	7.26 b
B80	0.20 a	1.40 a	0.79 a	3.87 c

Çizelge 4.28. Marul bitkisi kökünün mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Zn	Mn	Cu
	mg/kg		
B0	127.6 a	51.6 a	9.9 a
B5	117.2 ab	43.0 a	5.1 ab
B10	125.8 a	39.6 a	2.9 b
B20	86.3 c	56.2 a	5.4 ab
B40	91.4 bc	49.5 a	5.1 ab
B80	123.1 a	42.7 a	4.4 ab

Marul bitkisi yeşil aksam makro element konsantrasyonlarından (Çizelge 4.29), Mg dışındakilerde artan biyokömür dozuna bağlı olarak besin elementi konsantrasyonu artmış, Mg'da ise istatistiki fark oluşmamıştır. Genel olarak makro element konsantrasyonunu artırmak için en iyi dozun B80 olduğu görülmüştür. Mikro elementlerden (Çizelge 4.30), Cu'da da en iyi doz 8.6 mg/lt ile B80 olmuş, diğerlerinde istatistiki farklar gözlenmemiştir.

Çizelge 4.29. Marul bitkisi yeşil aksamının makro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	N	P	K	Ca	Mg
	%				
B0	2.36 abc	0.202 c	0.888 b	0.629 c	2.158 a
B5	2.19 cd	0.208 bc	1.035 b	0.699 bc	2.202 a
B10	2.08 d	0.206 bc	0.743 b	0.559 c	1.677 a
B20	2.29 bc	0.203 c	1.587 b	0.611 c	1.876 a
B40	2.47 ab	0.233 b	2.945 a	0.777 b	1.788 a
B80	2.53 a	0.305 a	3.062 a	0.941 a	1.801 a

Çizelge 4.30. Marul bitkisi yeşil aksamının mikro element konsantrasyonu

biyokömür dozu	Fe	Zn	Mn	Cu
	mg/kg			
B0	225.4 a	18.3 a	62.7 a	3.5 b
B5	232.7 a	14.4 a	62.7 a	3.2 b
B10	52.8 a	16.5 a	58.6 a	3.2 b
B20	109.9 a	15.7 a	56.3 a	2.3 b
B40	41.6 a	14.4 a	62.9 a	3.7 b
B80	44.3 a	19.1 a	60.2 a	8.6 a

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yetiştirme ortamlarına artan dozlarda biyokömür eklenmesinin etkilerinin araştırıldığı bu çalışmadan genel olarak biyokömür uygulanmasının çimlenmeyi hızlandırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Başta tohum büyüklüğü olmak üzere çimlenme üzerine birçok faktör etkili olmakta, aynı türün bireyleri arasında farklı çimlenme süreleri görülebilmektedir. Bu çalışmada da bitkiler üzerine biyokömürün her zaman aynı etkide olmadığı, kimi bitkilerde düşük dozların, kimi bitkilerde ise yüksek dozların etkili olduğu belirlenmiştir. Bu araştırmaya konu olan bitkiler için üreticilerin en uygun dozdaki uygulamayı takip etmelerinin erkencilik açısından fayda sağlayacağı söylenebilir.

Kök ve toprak üstü aksam verimi değerleri incelendiğinde her bitkinin biyokömüre karşı farklı tepki verdiği açıkça görülmüştür. Bu nedenle bir bitki ile yapılan çalışmaların diğer bitkilere uygulanamayacağı ortadadır. Aynı ortam, aynı materyal ve aynı yetiştirme şartları uygulandığı halde örneğin domates bitkisinde hiçbir etki belirlenememiştir. Oysa hıyar bitkisinin gelişimi ile artan biyokömür dozları arasında belirgin bir uyum vardır. Diğer yandan hem kök hem de gövde gelişimini en iyi düzeyde tutan tek bir doz bilgisine de ulaşılammıştır. Bazı dozlar kökler üzerine bazı dozlar ise yeşil aksam üzerine etkili olabilmektedir. Artan dozların olumsuz etkisi olduğu da bu denemede ortaya konmuştur. Artan dozun olumsuz etkisi aynı zamanda bu denemede fark görülmeyen bitki olan domateste, en düşük dozun bile olumsuz etkide bulunabileceğini çağrıştırmaktadır. Bu görüşten hareketle domates bitkisi için çok daha düşük dozlarla bu denemenin tekrarlanmasında yarar vardır. Bir başka görüş olmak üzere domates bitkisinde istenilen standardizasyona ulaşılammaması da biyokömürün etkisini sınırlamış olabileceği düşünülmektedir. Namlı (2017) tarafından tavuk altlığı ve fındık kabuğundan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin verim parametrelerine etkisi kıyaslandığında materyaller arasında farklı sonuçlar elde edilmiştir. Buradan hareketle yine domates bitkisi için farklı bir materyalden elde edilen biyokömürle domates özelinde denemelerin tekrarlanmasında yarar olacağı düşünülmektedir.

Besin elementi içerikleri yönünden biber bitkisinde belirgin bir yönelim belirlenememiştir. Çoğunlukla biyokömür uygulamalarının besin elementi alımında etkisi sınırlı olmuş, Mg elementi dışındaki besin elementlerinin alımında biyokömür uygulaması ya elementin alımını azaltmış ya da etkili olmamıştır. Bu nedenle her ne kadar erken çimlenmeye olanak sağlıyorsa da, biber fidesi üreticisi düzeyinde öneride bulunurken, besin elementi alımı yönünden üretim parametreleri aynı olan biyokömür kullanımında dikkatli olunması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Domates bitkisinden elde edilen sonuçlardan biyokömür uygulamasının Ca konsantrasyonunu azaltmadan Mg konsantrasyonunu artırdığı görülmüştür. Bu nedenle kökün hastalıklara karşı daha dayanıklı olabileceği söylenebilir. Makro element içeriklerinin biyokömür dozlarına bağlı olarak artma eğilimde olduğu değerlendirilmiştir. Benzer biçimde kökte Cu dışındaki mikro elementlerde de artma eğilimi vardır. Genel olarak besin elementi konsantrasyonları değerlendirildiğinde, domates bitkisi için yüksek biyokömür dozlarının önerilmemesi gerektiği, B10 ve B20 dozları arasında bir dozun fayda sağlayabileceği belirlenmiştir.

Hıyar bitkisi denemeye konu edilen bitkiler arasından, elma posasından elde edilen biyokömürün en etkili olduğu bitkidir. B20 dozu hem erkencilik sağlamış hem de en kalın gövde çapı bu dozda belirlenmiştir. Kök ve toprak üstü aksam oluşumu ise B20 dozu ile aynı istatistiki grupta olmakla beraber B10 dozundan elde edilmiştir. Besin elementi içerikleri yönünden de B10 ve B20 dozlarının önerilebilir nitelikte olduğu görülmüştür. Yeşil aksam mikro besin elementi konsantrasyonu yönünden uygulamalar arasında fark görülmemiş olmakla beraber, daha fazla biyokütle oluşturduğu halde bitkide seyrelme etkisinin görülmemiş olması umut verici bir sonuçtur. Çinkılıç (2008), farklı inorganik ve organik ortamların hıyar fidesi yetiştiriciliğine etkisini incelediği çalışmada, özellikle cibre+%25 iri perlit ortamında yetiştirilen hıyar fideleri gövde çapı, fide ağırlığı, fide genişliği, yaprak boyu ve yaprak genişliği gibi önemli fide özellikleri yönünden, torf ve torf+%25 iri perlit ortamında yetiştirilen fidelerden daha iyi gelişme gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgudan

hareketle; elma posasından elde edilen biyokömürün B10 ve B20 dozlarının sabit tutularak yetiştirme ortamındaki diğer bileşenlerin ve karışımdaki oranlarının değiştirilmesinin daha iyi sonuçlar verebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Karpuz bitkisinde erkencilik, gövde kalınlığı ve kök ve toprak üstü aksam verimi değerleri üzerine biyokömür uygulaması oldukça etkili bulunmuştur. Bu parametreler ışığında üretici düzeyinde B5 dozunun önerilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Besin elementi içerikleri yönünden ise genelde biyokömür dozlarının besin elementi konsantrasyonunu azalttığı görülmüştür. Bu nedenle karpuz fidesi yetiştiriciliğinde de dozun düşük tutulmasında yarar olduğu düşünülmektedir.

Her ne kadar iri tohumlu olması nedeniyle çimlenme problemi küçük tohumlu bitkilere oranla daha düşük olsa da çimlenmeye etki yönünden kavun bitkisi biyokömür uygulamasından en fazla etkilenen bitki olmuş, biyokömürün her dozu kontrole göre erkencilik sağlamıştır. Kök çapına ve biyokütleyle etki bakımından kavun fidesi için belirlenen en iyi doz B40 olmuştur. Bu doz bazı mikro elementler dışında bitkinin beslenmesi için de uygun doz olarak görülmektedir.

Marul bitkisinin kök çapı ve biyokütle ikilisi bir arada değerlendirildiğinde en uygun dozun B20 civarında olduğu, besin elementi yönünden B80 dozunun en iyi gibi görünmekle beraber bu dozlarda biyokütle oluşumunda azalma nedeniyle besin elementlerinin yüksek çıkmış olabileceği değerlendirilmiştir. Şen vd. (2016), yararlı mikroorganizma uygulamasının marul verim ve kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek için yaptıkları araştırmalarında, yararlı mikroorganizma uygulamalarının, (%95 su ve %5 melas karışımı içerisinde çözünmüş halde; *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Saccharomyces cerevisiae* karışımı) "Romabella" göbekli marul çeşidinde baş ağırlık ve çapını kontrole oranla artırdığını tespit etmişlerdir. Bu tespit üzerine marulda B80 dozunun yararlı mikroorganizmalarla birlikte yeniden bir çalışma yapılmasında yarar olacağı da

düşünülmüştür. Bunun dışında üretici düzeyinde B20 dozunun aşılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tüm sonuçlardan genel olarak her bitki için aynı biyokömür dozunun önerilemeyeceği açıkça görülmüştür. Üretim parametreleri ve hammadde aynı olduğu halde biyokömürün bitkiler üzerine etkisi farklı olabilmektedir. Bu durum büyük olasılıkla bitkilerin yetiştirme ortamında istedikleri havalanma, su tutma kapasitesi ve besin elementi sorblama gücü gibi faktörlerin optimum noktasının bitkiden bitkiye farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

Diğer yandan genel olarak biyokömür uygulamasının denemeye konu edilen parametreler üzerinde genelde olumlu etkili olduğu da görülmüştür. Çalışmanın geliştirilebilirliği açısından, farklı ortamlara biyokömür eklenmesi ya da farklı materyallerden elde edilebilecek olan biyokömürün yetiştirme ortamlarına eklenmesiyle elde edilen sonuçlar değerlendirilerek yeni bir çalışma ortaya çıkabilir.

Ayrıca biyokömürün elektron mikroskopunda görülen gözenekli yapısının, mikroorganizmalar için önemli bir yaşam alanı sunabileceği, mikrobiyal biyokütle ve aktiviteyi önemli oranlarda artırabileceği, sonuçta; mikroorganizmalarla ilgili yapılacak çalışmalarda biyokömür uygulamasının da çalışma için yararlı olabileceği düşünülmektedir. Kumar vd. (1999), ürün yetiştiriciliğinde etkin mikroorganizma faaliyetlerini inceledikleri çalışmada, mikroorganizmaların yetiştirme ortamında organik asit artışı sağlayarak, yine yetiştirme ortamında mevcut inorganik haldeki fosforun çözünürlüğünü artırarak bitki tarafından kolay alınabilir forma dönüştüğünü belirtmişlerdir. Bu bağlamda, fosfor konsantrasyonunu azaltan, diğer parametrelerde olumlu yeterlilik sağlayan biyokömür dozlarına mikroorganizmalarla yeni bir çalışma yapılmasında yarar görülmektedir. Mikroorganizma ile birlikte kullanımın literatürde belirtilen biyokömürün pH'da artışa neden olması (Küçükymuk vd., 2017) problemi de kısmen aşılabılır.

Yapılan bu çalışma sonuçlarına dayanarak biyokömürün yetiştirme ortamlarına ilavesinin yararlı olduğu ancak yetiştirici düzeyinde uygulamalarda yüksek dozlardan kaçınılması gerektiği belirlenmiştir. Bir tedbir olarak düşük dozlarda uygulamaya başlanmak şartıyla yetiştirme ortamlarına biyokömür ilavesinin hem bitkisel parametreler için hem de küresel CO₂ bütçesinden bir miktarın toprağa bağlanması için önerilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.



KAYNAKLAR

- Akdağ, E., Budakoğlu, E., 2010. Türkiye Meyve Suyu Endüstrisi-İstatistiki Değerlendirme
- Akıncı, Ş., Akıncı, İ. E., 2013, Topraksız Tarım.
- Anonim, 2017a. Fide Üreticileri Alt Birliği, <http://www.fidebirlik.org.tr/> Erişim tarihi: 24/12/2017.
- Anonim, 2017b. Agrekal Substrat Tarım Girdileri, <http://agrekal.com.tr/urun/tarim--peyjaz/torf/5> Erişim tarihi: 19/02/2018.
- Anonim, 2017c. Agrekal Substrat Tarım Girdileri, <http://agrekal.com.tr/urun/sanayi--insaati/vermikulit--termikal/21> Erişim tarihi: 24/12/2017.
- Anonim, 2017d. Agrekal Substrat Tarım Girdileri, <http://agrekal.com.tr/urun/tarim--peyjaz/vermikulit/14> Erişim tarihi: 24/12/2017.
- Anonymous, 2011. Methods for Producing Biyokömür and Advanced Biofuels in Washington State. 11-07-017.
- Atkinson, C. J., Fitzgerald, J. D., Hipps, N. A., 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soil: a review. Plant and Soil, 337 (1-2), s. 1-18.
- Balkaya, A., 2015. Sebze Çoğaltma Tekniği Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun.
- Bek, Y., 1983. Experimental Design and Methods. University of Cukurova, Faculty of Agriculture, Publication, Memorandum No. 92, Adana-Turkey
- Berger, E., Van Zwieten, L., S., Kimber, S., Morris, A., Downie, E., J. Rust C., Scheer, 2010. Influence of biyokömürs on flux of N₂ O and CO₂ from Ferrosol. Australian Journal of Soil Research, 48(6/7), s. 555-568
- Bhushan, S., Kalia, K., Sherma, M., Singh, B., Ahuja, P.S., 2008. Processing of Apple Pomace for Bioactive Molecules. Critical Reviews in Biotechnology, 28, s. 285-296.
- Bremner, J.M., 1965. Methods of Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, Agronomy Monograph 9.2, 1965
- Brewer, ÇE., 2012. Biyokömür characterization and engineering Graduate Theses and Dissertations. Lawa State University, 182p.

- Chen, G., Yu, Q., Sjöström, K., 1997. Reactivity of Char From Pyrolysis of Birch Wood. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 40(41), s. 491-499.
- Çinkılıç, H., 2008. Farklı Organik ve İnorganik Ortamlarda Hıyar Fidesi Üretimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2008, 5(2).
- Demir, H., 2007. Ülkemizde Sebze Fideciliği, Sorunları ve Çözüm Önerileri. *Hasad Bitkisel Üretim Dergisi*. 263, s. 68-74
- Demir, İ., Balkaya, A., Yılmaz, K., Onur, A.N., Uyanık, M., Kaycıoğlu, M., Bozkurt, B., 2010. Sebzelelerde Tohumluk ve Fide Üretimi. TMMOB-TZMO, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 1, s. 315-346.
- Demir, K., Çakırer, G., Özkök, A., 2014. Ülkemizde Sebze Fidesi Üretiminin Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri, *Tarım Gündem*, 4, s. 20, 22-24.
- Djilas, S., Canadanovic, J., Cetkovic, BG., 2009. By-products of Fruits Processing As a Source of Phytochemicals *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly*, 15(4), s. 191-202.
- Downie, A., Cox, J., Jenkins, A., Hickey, M., 2012. Biyokömür in horticulture: Prospects for the use of biyokömür in Australian horticulture.
- DPT, 2001. Yapı Malzemeleri III (Pomza, Perlit, Vermikülit- Flogopit-Genleşen Killer). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, RN:2617, Ankara.
- Glaser, B., Lehmann, J., Zech, W., 2002. Ameliorating Physical and Chemical Properties of Highly Weathered Soils in the Tropics With Chorcoal-a review. *Biology and Fertility of Soils* 35, s. 219-230.
- Glaser, B., Parr, M., Braun, C., Kopolu, G., 2009. Biochar is carbon negative. *Nature Geoscience*, 2(1), s. 2.
- Grigelma- Miguel, N., Garinstein, S., Martin-Belloso, O., 1999. Characterisation of Peach Dietary Fibre Concentrate as a Food Ingredient. *Food Chemistry*, 65, s. 175-181.
- Jin, H., Kima, HS., Kim, SK., Shin, MK., Kim, JH., Lee, JW., 2002. Production of heteropolysaccharide-7 by *Beijerinckia indica* from agro-industrial by products. *Enzyme and Microbial Technology*, 30, s. 822-827.
- Kacar, B., Inal, A., 2010. Bitki Analizleri., Novel Yayını, 1,892s, Ankara.
- Kumar, V., Narula, N., 1999. Solubilization of Inorganic Phosphates and Growth Emergence of Wheat as Affected by *Azotobacter chroococcum*. *Biology and Fertility of Soils* 28, s. 301-305.
- Küçükyumuk, Z., Erdal, İ., Coşkan, A., Göktaş, M., Sırça, E., 2017. Influence of Biochar on Growth and Mineral Concentrations of Pepper. *Polska Akademia Nauk, Oddział w Krakowie*, 2(2), s. 793-802.

- Laird, D.A., 2008. The Charcoal Vision: A Win-Win-Win Scenario for Simultaneously Producing Bioenergy, Permanently Sequestering Carbon, While Improving Soil and Water Quality. *Agronomy*, 100, s. 178-181.
- Lee, Y., Eum, P.R.B., Ryu, C., Park, Y.K., Jung, J.H., Hyun, S., 2013. Characteristics of Biyokömür From Slow Pyrolysis of Geodae-Uksae. 1. *Bioresour. Technol*, 130 s. 345-350.
- Lehmann, J., 2007a. A hanfful of carbon. *Nature*, 447(7141), s. 143-144.
- Lehmann, J., 2007b. Bio-energy in the black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(7), s. 381-387.
- Lehmann, J., Joseph, S., 2009. *Biyokömür for Environmental Management*. ISBN: 978-1-84407-658-1.
- Lehmann, J., Rondon, M., 2006. Biochar soil management on highly weathered soils in the humid tropics. *Biological approaches to sustainable soil systems*. CRC Press, Boca Raton, FL, s. 517-530.
- Mathews, J.A., 2008. Viewpoint: Carbon- Negative Biofuels. *Energy Policy* 36(3), s. 940-945.
- Namlı, A., Akça M.O., Akça H., 2017. Tarımsal atıklardan elde edilen biyokömürün buğday bitkisinin gelişimi ve bazı toprak özellikleri üzerine etkileri, *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5 (1), s. 39-47.
- Noor, N.M., Sharif, A., Abdullah, N., 2012. Slow Pyrolysis of Cassava Wastes for Biochar Production and Characterization. *Iranica Journal of Energy & Environment* 3, s. 60-65.
- Ogava, M., Okimari, Y., Takahashi, F., 2006. Carbon Sequestration by Carbonization of Biomass and Forestation: Three Case Studies. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 11:429-444.
- Olsen, R.S., Watanable, F.S., 1957. A Method to Determine a Phosphorous Adsorption Maximum of Soils as Measured by Langmuir Isotherms. *Soil Science Society of America Journal*, 21, s. 144-149.
- Paganini, C., Nogueria, A., Silva, NV., Wosiocski, G., 2005. Utilization of Apple Pomace for Ethanol Production and Food Fiber Abtainment. *Cienc. Agrotec* 29, s. 1231-1238.
- Pap, N., 2004. Industrial Ecology in Food Industry. www.sunum.org/downloads/Industrial%20ecology%20in%20food.3893.pdf-2010.
- Schieber, A., Stintzing, F.C., Carle, R., 2001. By-Products of Plant Food Processing as a Source of Functional Compounds Recent Developments. *Trends in Food Science & Technology*, 12, s. 401-413.

- Schmidt, H.P., 2014. Terra Preta – model of a cultural technique, the Biyokömür Journal 2014, Arbaz, Switzerland. ISSN 2297-1114 www.biyokomur-journal.org/en/ct/4 Erişim Tarihi: 10.01.2018
- Sohi, S., Krull, E., Lopez-Capel, E., Bol, R., 2010. A Review of Biyokömür and Its Use and Function in Soil. Advances in Agronomy 105, s. 47-82.
- Stoyle, A., 2011. Biochar Production For Carbon Sequestration. BSc Thesis, Shanghai Jiao Tong University. Worcester Polytechnic Institute. Shanghai.
- Şen, F., Tekstür, P., Okşar, R., Güleş, A., Aşçıoğlu, T., 2016. Yararlı Mikroorganizma Uygulamasının Marul Verim ve Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2016; 13(1), s. 35 - 40
- TUIK, 2017. Yıllara Göre Türkiye Geneli Elma Üretim Miktarı. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 05.01.2018)
- Vendruscola, F., Albuquerque, DM., Streit, F., 2008. Apple Pomace : A Versatile Substrate for Biotechnological Applications. Critical Reviews in Biotechnology, 28, s. 1-12.
- Verheijen, F., Jeffery, S., Bastos, A. C., Van der Valde, M., Diafas, I., 2010. Biochar application to soils. Institute for Environment and Sustainability, Luxembourg.
- Verheijen, F.G.A., Jefferey, S., Bastos, A.C., Van Der Velde, M., Diafos, I., 2009. Biochar Application to Soils-A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. EUR 24099. Office for the Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
- Woolf, D., Amonette, J.E., Street-Perrott, F.A., Lehmann, J., Joseph, S., 2010. Sustainable Biochar to Mitigate Global Climate Change. Nature Communications. 1(56), s. 1-9.
- Yanmaz, R., Duman, I., Yaralı, F., Demir, K., Sarıkamış, G., Sarı, N., Balkaya, A., Kaymak, H.Ç., Alkan, S., Ozalp, R., 2015. Sebze Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisi VIII. Teknik Kongresi, 1:579-605.
- Yelboğa, K., 2014. Tarımın Büyüyen Gücü : Fide Sektörü. Bahçe Haber 3(2), s.13-16.
- Zheng, Z., Shetty, K., 1998. Solid state production of beneficial fungi on apple processing wastes using glucosamine as the indicator of growth. J. Agric. Food Chemistry. 46, s. 783– 787.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Seçkin YILMAZ
Doğum Yeri ve Yılı : Isparta, 1990
Medeni Hali : Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : yilmaz.seckin@tarim.gov.tr



Eğitim Durumu

Lise : Gülkent Anadolu Lisesi
Lisans : SDÜ, Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme
Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim

Antalya Dost Tarım Ltd. Şti	2016-2017
Gıda, Tarım ve Hayvancılık İlçe Müdürlüğü	2017-....(Halen)

Yayınlar

Coskan A. ve Yılmaz, S., 2015. Effects of vermicompost extract (tea) on tomato seedling production. International Soil Science Congress. 19-23 October, Sochi, Russia.