



## Turunçgil Budama Atığından Üretilen Biyokömürün Çileklerde Meyve Verim ve Pomolojik Özellikler Üzerine Etkileri\*

The Effects of Biochar Produced From Citrus Pruning Waste on The Yield and Pomological Properties of Strawberries

Gülşah Selcen Keskinaslan<sup>1</sup>, Mehmet Ali Sarıdaş<sup>2</sup>, Sevgi Paydaş Kargı<sup>3</sup>

Geliş Tarihi (Received): 27.03.2023

Kabul Tarihi (Accepted): 29.08.2023

Yayın Tarihi (Published): 20.12.2023

**Öz:** Çalışmada turunçgil budama atığından üretilen biyokömür uygulamasının (%0 - %1 biyokömür) Sabrina ve Fortuna çilek çeşidi ile 33, 36 ve 112 No'lu seçilmiş melez çilek genotiplerinde meyve verim ve kalite kriterleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma 2020-2021 yetiştirme sezonunda İspanyol tipi yüksek tünel altına yerleştirilen 3 litrelik saksılarda ve Çukurova Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölüm laboratuvarlarında yürütülmüştür. Biyokömür uygulamaları; titre edilebilir asit içeriğinde, suda çözünabilir toplam kuru madde miktarında, meyve dış renk hue<sup>0</sup> değerlerinde olumlu etkiler yapmış ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bitki başına toplam verimde, meyve ağırlığında, meyve et sertliğinde ise uygulamaların istatistiksel olarak önemli etkisi olmadığı, ancak 33 No'lu (109.5 g/bitki +biyokömür; 71.3 g/bitki -biyokömür) ve 36 No'lu (126.9 g/bitki +biyokömür; 93.0 g/bitki -biyokömür) genotiplerde verimi olumlu yönde etkilediği bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Atık yönetimi, *Fragaria × ananassa*, saksı denemesi, sürdürülebilir tarım

&

**Abstract:** In this study, the effects of biochar application (0 - 1% biochar) produced from citrus pruning waste on fruit yield and quality criteria were investigated in Sabrina and Fortuna strawberry cultivars and selected hybrid strawberry genotypes 33, 36 and 112. The study was carried out in 3-liter pots placed under the Spanish type high tunnel in Çukurova University Horticulture Department laboratories in the 2020-2021 growing season. Biochar applications had positive effects on titratable acid content, total amount of water-soluble dry matter, fruit outer color hue<sup>0</sup> values, and the difference between applications was found to be statistically significant. It was found that the application was not statistically significant in total yield per plant, fruit weight, fruit flesh firmness. However, genotypes 33 (109.5 g/plant +biochar; 71.3 g/plant -biochar) and 36 (126.9 g/plant +biochar 93.0 g/plant -biochar) were positive affected on yield per plant.

**Keywords:** Waste management, *Fragaria × ananassa*, pot experiment, sustainable agriculture

**Atıf/Cite as:** Keskinaslan, G.S, Sarıdaş, M.A., & Kargı P, S. (2023). Turunçgil budama atığından üretilen biyokömürün çileklerde meyve verim ve pomolojik özellikler üzerine etkileri. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 9(3), 289-299. doi: 10.24180/ijaws.1271778

**İntihal-Plagiarizm/Etik-Ethic:** Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği, araştırma ve yayın etiğine uyulduğu teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and it has been confirmed that it is plagiarism-free and complies with research and publication ethics. <https://dergipark.org.tr/pub/ijaws>

Copyright © Published by Bolu Abant İzzet Baysal University, Since 2015 – Bolu

<sup>1</sup> Ziraat Yüksek Mühendisi Gülşah Selcen Keskinaslan, Verim Tarım, Adana gulsahselcenkeskinaslan@gmail.com

<sup>2</sup> Doç. Dr. Mehmet Ali Sarıdaş, Çukurova Üniversitesi, Ziraat fakültesi, bahçe Bitkileri Bölümü, Adana masaridas@gmail.com.

<sup>3</sup> Prof. Dr. Sevgi Paydaş Kargı, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana sevpay@cu.edu.tr (Sorumlu Yazar/ Corresponding author)

\*Bu makale Gülşah Selcen KESKİNASLAN'ın Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

## GİRİŞ

Dünya nüfusunun artışıyla enerji gereksinimi hızla artmaktadır. Dünyanın enerji ihtiyacı endüstrileşmenin başlangıcından bugüne esas olarak kömür, doğal gaz petrol gibi fosil kaynaklardan yararlanılmaktadır. Ancak yakın zamanda bu kaynakların dünyanın enerji gereksinimini sağlayamayacak seviyeye geleceği ve tükeneceği öngörülmektedir (Schiffer, 2008; Abas vd., 2015; Rintamäki vd., 2016). Diğer yandan enerji üretimi için fosil kaynakların kullanılması sonucunda dünya atmosferindeki karbondioksit düzeyi artmıştır. Karbondioksit, dünya ikliminde bir değişim, dünya atmosferinde sera etkisi oluşturmakta ve ısınmanın ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Jones ve Warner, 2016).

Son 20 yıldır bitki yetiştirme ortamı olarak torf kullanımı yaygınlaşmış olup, temini de zorlaşmıştır. Torf yenilenemeyen bir kaynak olduğundan dolayı, yetiştirme ortamı olarak yeni alternatif arayışlara sebep olmuştur (Benito vd., 2005). Arayışların sonucunda torf yerine alternatif olarak atık mantar kompostu, bitki budama atıkları, atık mantar kompostu, ağaç kabukları vb. birçok atık yetiştirme ortamı kullanılmaya başlanmıştır. Bu bağlamda biyokömürün birçok farklı alanda kullanıldığı görülmektedir. Toprak yapısının düzenlenmesi, biyolojik, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi, toprakta su ve besin elementlerinin tutulmasına olan etkisi gibi nitelikleri, değerlendirilen bazı etkileri arasında bulunmaktadır (Lehmann vd., 2011; Bender Özenc vd., 2019).

Yapılan bir çalışmada buğday verimini arttırmak için arazi koşullarında m<sup>2</sup>'ye 3 ve 6 kg biyokömür uygulanmış, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde çok belirgin değişimler meydana gelmediği rapor edilmiştir (Castaldi vd., 2011). Öte yandan Harel vd. (2012), toprağa uyguladıkları biyokömürün bitki performansını arttırdığını gözlemişlerdir.

Pirinçde biyokömür uygulamasının protein içeriğinde ve biyokütle üretiminde artış sağladığını, solucan uygulamasının ise biyokütleyi arttırdığı ancak protein içeriğinde değişim yaratmadığı saptanmıştır (Noguera vd., 2012). Doan vd. (2015), mısır bitkilerine biyokömür (7 t . ha<sup>-1</sup>) ile organik gübre (20 t . ha<sup>-1</sup>) uygulamalarından; biyokömürün bitki gelişmesi ile veriminde önemli bir artış sağladığını, dane verimi üzerine biyokömür ve kompostun birlikte uygulanmasının ise daha etkin olduğunu belirlemişlerdir.

Budama sonucunda ortaya çıkan odunsu atıkları 300°C ve 500°C'de piroliz işlemine tabi tutarak biyokömür elde eden Nieto vd. (2016), saksıda yetiştirilen marul bitkisinin gelişimi üzerine biyokömürün etkilerini gözlemişlerdir. Çalışma sonucunda marul bitkisinin veriminde ve biyokütlesinde önemli artışlar olduğu, biyokömürün topraksız tarımda torf yerine kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır. Öte yandan organik marul yetiştiriciliğinde farklı azot dozları ile farklı biyokömür uygulamalarını deneyen Pereira vd. (2017), en iyi bitki gelişmesinin biyokömür ile birlikte 225 kg N ha<sup>-1</sup> uygulamasından elde edildiğini rapor etmişlerdir.

Hurma ağacı, çeltik kavuzu ve Hindistan cevizinden elde edilen üç farklı biyokömürün soğan bitkisinin gelişmesi ve verimi ile toprak özellikleri üzerine etkileri araştırılmış ve çeltik kavuzu biyokömürü uygulamasının, Hindistan cevizi ve hurma ağacı biyokömürlerine göre daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Rageendrathas vd., 2017).

Antonious (2018), tavuk gübresi, biyokömür, arıtma çamuru, at gübresi ve bahçe atıkları kompostunu ayrı ayrı ve değişik kombinasyonlarda denediği çalışmasında; toplam taze domates meyvesi ağırlığının tavuk gübresi ile biyokömürün birlikte uygulanmasıyla önemli düzeyde arttığını, kompost ile biyokömür ve at gübresi ile biyokömür birlikte uygulandıklarında pazarlanabilir domates veriminin diğer uygulamalara göre daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir.

Biyokömür uygulamasından sonra yapılan gözlemlerde, topraktaki toplam karbon, azot, fosfor, organik madde oranı ve su seviyesinin Kontrole göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Lu vd., 2020). Başka bir çalışmada da biyokömür uygulamasının toprağın pH değerini, katyon değişim kapasitesini ve topraktaki toplam karbon oranını arttırdığı gözlemlenmiştir. Ayrıca kumlu ve asidik topraklarda biyokömür uygulamalarının bitkisel verimliliği artırdığı da vurgulanmıştır (Dai vd., 2020). Benzer şekilde Gao vd.

(2021), biyokömür kullanımının toprağın kalitesini iyileştirdiğini ve karbon tutma seviyesini arttırdığını tespit etmişlerdir.

Liu vd. (2020), saksı denemelerinde alkali toprağa %0; %2.5; %5 ve %10 oranlarında biyokömür karıştırmışlar, %5 oranında biyokömür karışımında yetiştirilen soya fasulyesinden maksimum bakla verimi elde ederken, %10 seviyesinde verimde azalma görmüşlerdir.

Bu çalışmanın amacı, turunçgil budama atığı kullanılarak üretilen biyokömürün iki adet ticari çilek çeşidiyle, Üniversitemiz bünyesinde melezleme ıslahıyla elde edilen ve üstün özellikleri nedeniyle seçilen üç adet çilek genotipinde meyve verim ve kalite kriterleri üzerine etkilerini belirlemektir.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma alanı ile laboratuvarlarında, 2020-2021 yetiştirme döneminde çilekler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Biyokömür materyali, Bölümümüze ait turunçgil alanlarından sağlanan budama atıklarının (portakal-mandarin-limon), Fakültemiz "Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü"ne ait fırında 500°C'de 2 saat süreyle piroliz işlemine tabi tutularak hazırlanmıştır. Söz konusu işlemden sonra elde edilen biyokömür, porselen havanda ezilip, toz haline getirilerek çalışmada kullanılmıştır.

Denemede bitkisel materyal olarak; Fortuna ve Sabrina çilek çeşitleri ile 112, 33 ve 36 No'lu üstün özellikleri (tat, aroma) nedeniyle seçilmiş melez çilek genotipleri kullanılmıştır (Sarıdaş, 2018).

İspanyol tipi yüksek tünelin altına yerleştirilen 3.1 litre hacmindeki plastik saksılara 3:1 oranında torf ve perlit karışımı ile hazırlanan yetiştirme ortamları doldurulmuştur. Saksılara, Ekim ayının ikinci haftasında taze tüplü çilek fideleri dikilmiştir. Deneme bitkilerini kontrollü bir şekilde sulamak için Ekim ayının ilk haftasında, yukarıda açıklanan yetiştirme ortamından örnekler alınmış, tarla kapasitesini belirlemek üzere "Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü"nde ölçümler yapılmıştır. Her sulamada bitkilere verilen su miktarı yapılan hesaplamalara göre belirlenmiştir. Saksılara fide dikimi sonrasında temel gübreleme olarak; 100 mg N kg<sup>-1</sup> NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, 150 mg P kg<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 150 mg K kg<sup>-1</sup> K<sub>2</sub>O uygulaması yapılmıştır. Gübreleme ile hastalık ve zararlı kontrolleri önceki tecrübelerle göre gözlemsel olarak yürütülmüştür.

Denemede uygulananlar: Turunçgil budama atıklarından üretilen biyokömür uygulaması (Biyokömür Var) ve Kontrol (Biyokömür Yok) şeklinde yapılmıştır. Yapılan hesaplamalarda 3 litrelik saksıların her birine 30 g olacak şekilde biyokömür, hassas terazide tartıldıktan sonra saksılara tek tek uygulanmıştır. Deneme, 2 farklı dozda biyokömür uygulaması (%0 ve %1) X 5 çilek genotipi X 3 tekerrür X her tekerrürde 5 bitki olmak üzere 150 saksıda yürütülmüştür.

Denemede; Bitki Başına Verim, Meyve Ağırlığı, Meyve Dış Renk Değerleri (L\* ve hue<sup>0</sup>), Meyve Et Sertliği, Suda Çözünabilir Toplam Kuru Madde Miktarı, Titre Edilebilir Asit İçeriği gibi analizler Sarıdaş (2018)'a göre yapılmıştır. Meyve; verim ve ağırlığı aralık-mayıs, kalite analizleri mart-mayıs aylarında yapılmıştır.

Deneme kapsamında genotip, ay ve biyokömür uygulaması olmak üzere 3 faktör incelenmiş ve elde edilen bütün parametreler "Tesadüf parsellerinde faktöriyel düzen" deneme desenine göre JMP 8.1.0. paket programında varyans analizine tabi tutularak istatistiksel analizleri yapılmıştır. Ortalamalar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Turunçgil budama atığı kullanılarak üretilen biyokömürün beş çilek genotipinde meyve verim ve kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen bulgular sunulmuş ve tartışılmıştır.

### *Bitki Başına Toplam Verim*

Bitki başına toplam verim değerleri üzerine genotip, zaman (ay), genotip x zaman, zaman x uygulama etkileşimleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunurken, uygulamalar ve diğer interaksiyonlar arasındaki farklar önemsiz olmuştur (Çizelge 1). Yetiştirme sezonunda aylar arasında en yüksek bitki başına verim 34.3 g olarak Mart ayında elde edilirken, en düşük değer Aralık ayında 5.8 g

olarak saptanmıştır. Genotiplerde en yüksek bitki başına toplam verim değeri (140.0 g) Sabrina çeşidinde gözlemlenirken, en düşük değer (90.4 g) 33 No'lu genotipde saptanmıştır. Biyokömür uygulanan bitkilerin verimi 118.0 g iken, Kontrol grubu bitkilerden 115.6 g ürün alınmıştır. Sabrina çeşidinin Kontrol grubu bitkilerinden en yüksek verim (156.5 g) alınırken, en düşük verim değeri 33 No'lu genotipin Kontrol grubu bitkilerinde (71.3 g) tespit edilmiştir. Bununla birlikte 33 ve 36 No'lu genotiplerde biyokömür uygulaması Konrole göre verimi sırasıyla 1.53 ve 1.36 kat arttırırken, diğer genotiplerde Kontrol bitkileri daha fazla ürün vermişlerdir. Bu durum, her ne kadar istatistiksel olarak önemli olmasa da pratikte biyokömür uygulamasının genotip seçiciliğinin olduğunu, ayrıca bu sonucun uygulanan dozun az olmasından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Zira yapılan çalışmalarda daha yüksek biyokömür dozlarından olumlu sonuçlar alındığı dikkati çekmiştir. Genotip x zaman etkileşiminde, en yüksek verim değeri Mart ayında Sabrina çeşidinde, bu açıdan en düşük değer ise Aralık ayında 33 No'lu genotipte ölçülmüştür. Çilek yetiştiricilik sezonlarında Mart-Nisan-Mayıs aylarında elde edilen verimin diğer aylara göre yüksek olmasının nedeni, havaların yetiştiricilik bakımından uygun hale gelmesinden kaynaklanmaktadır.

**Çizelge 1.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde bitki başına verim üzerine etkileri (g bitki<sup>-1</sup>).  
Table 1. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on yield per plant (g plant<sup>-1</sup>).

Genotip	Uyg.	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg	Toplam verim
33	Var	0	4.7	25.4	35.1	17.5	26.8	109.5	90.4 B
	Yok	0	1.4	5.0	31.7	16.7	16.5	71.3	
36	Var	0	6.1	20.8	42.4	19.3	38.3	126.9	109.9 AB
	Yok	0	9.9	13.1	31.3	19.7	18.9	93.0	
112	Var	0	4.6	18.8	43.0	17.3	24.7	108.5	111.8 AB
	Yok	4.9	16.7	15.9	43.0	16.0	18.6	115.2	
Fortuna	Var	13.3	25.1	18.2	19.1	25.9	20.2	121.7	131.8 A
	Yok	27.2	23.5	22.4	26.2	29.1	13.6	141.9	
Sabrina	Var	7.5	16.0	22.3	27.3	32.7	17.7	123.5	140.0 A
	Yok	4.8	4.9	17.5	43.2	62.6	23.4	156.5	
Aya Ait Ort.		5.8 E	11.3 D	17.9 C	34.3 A	25.7 B	21.9 BC		
Uyg. Ort	Var	Yok							
		118.0	115.6						
LSDgenotip*= 32.0		LSDzaman***= 4.97		LSDdoz= Ö. D.		LSDgenx zam***= 11.1			
LSDgenxuyg= Ö. D.		LSDzamyuyg*= 7.0				LSDgenx zamxuyg= Ö. D.			

(1) : Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2) : Ö.D.: Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05

Ensarioğlu (2015), Muğla ile Yatağan arası karayolu kenarındaki çam ormanlarından çıkan atık ve budaklardan geleneksel yöntemlerle elde ettiği biyokömürden %5 ile %10 oranlarında saksılara uygulayarak yetiştirdiği buğdayların veriminde belirgin farklar olduğunu görmüştür. Vinh vd. (2014), sebzelerde komposta %5 biyokömür ilavesinin verimde artış meydana getirdiğini, fakat %25 biyokömür uygulamasının verimi düşürdüğünü, yine pirinç tarlasına NPK + %2.5 biyokömür ile verimde yaklaşık %20 artış sağlandığını gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte Yaman vd. (2019), ceviz kabuğundan elde ettikleri biyokömürden 5 g'ın 1 kg toprağa karıştırılmasıyla en iyi sonucun sağlandığını, bununla birlikte söz konusu uygulamanın bitkide önemli bir büyüme etkisi yaratmayıp, daha çok toprak özellikleri üzerine olumlu etki yaptığını savunmuşlardır.

Sonuçlandırılan bu çalışma, önceki çalışmalarla kıyaslandığında; verime etkisi olmadığını savunanlarla benzer, ancak verime etkisi olduğunu savunanlarla farklı bulunmuştur. Söz konusu farklılığın; tür ve genotip farklılığı, uygulama miktarı, biyokömür kaynağı, piroliz protokolü ve bitkilerin bakım koşulları gibi faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

**Meyve Ağırlığı**

Meyvelerin ağırlık değerleri Çizelge 2’de verilmiştir. Üç faktörlü bu çalışmada; zaman, genotip ve genotip x zaman etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli, diğer faktör ve etkileşimlerin arasındaki farkların ise önemsiz oldukları saptanmıştır.

**Çizelge 2.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve ağırlığı üzerine etkileri (g meyve<sup>-1</sup>).  
Table 2. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit weight (g fruit<sup>-1</sup>).

Genotip	Uyg.	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	0	6.3	11.5	9.7	12.2	8.2	9.8	10.0 B
	Yok	0	3.5	6.3	11.3	11.0	8.6	10.1	
36	Var	0	2.5	10.2	10.8	12.0	10.9	10.3	10.4 B
	Yok	0	17.7	8.9	9.3	10.8	21.5	10.5	
112	Var	0	4.6	13.6	13.7	16.7	13.8	14.1	13.0 A
	Yok	14.2	12.2	10.3	13.6	12.4	9.6	11.9	
Fortuna	Var	15.2	8.8	6.9	8.2	8.5	8.5	8.9	9.1 B
	Yok	14.4	6.9	12.6	10.1	7.3	7.1	9.2	
Sabrina	Var	12.3	15.3	16.1	15.2	12.0	6.7	11.9	12.0 A
	Yok	9.9	12.2	10.9	14.7	13.1	8.4	12.1	
Aya Ait Ort.		6.6 B	9.0 AB	10.8 A	11.7 A	11.6 A	10.3 A		
Uyg.Ort		Var	Yok						
		11.0	10.8						
LSDgenotip***=1.35		LSDzaman**=2.77		LSDuyg=Ö.D.			LSDgenxam***=6.20		
		LSDgenxuyg= Ö.D.		LSDzamxuyg= Ö.D.		LSDgenxamxuyg= Ö.D.			

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \* :p<0.05

Meyve ağırlığı genel olarak genetik bir faktör olarak ele alınsa da iklim koşullarından ve yetiştirme tekniklerinden etkilenebilmektedir. Bu çalışmada yetiştirme sezonundaki en ağır meyvelere, 11.7 g ve 11.6 g değerleriyle Mart ve Nisan aylarında ulaşılrken, bunları 10.8 g ve 10.3 g ile aynı istatistiksel grupta olan Şubat ve Mayıs aylarındaki meyveler izlemiştir. Bu açıdan en düşük değer (6.6 g) Aralık ayında belirlenmiştir. Aralık ayındaki değer düşük olmasının nedeni; 36 ve 112 No’lu genotiplerin Aralık ayında meyve vermemesinden kaynaklanmıştır. Genotipler arasında en yüksek meyve ağırlık değerleri (13.0 g) 112 No’lu genotip ile Sabrina çeşidinde (12.0 g) bulunmuştur. Bunları istatistiksel olarak aynı grupta bulunan 36 No’lu, 33 No’lu genotipler ile Fortuna çeşidi izlemiştirlerdir. Genotip x zaman etkileşiminde, en ağır meyveler 36 No’lu genotipin Mayıs ayında (16.2 g) hasat edilenlerde tespit edilmiştir. Biyokömür uygulanan bitkilerden 11.0 g, Kontrol grubu bitkilerden 10.8 g ağırlığında meyveler elde edilmiştir. Bu gözlemler sonucunda yapılan uygulamanın meyve ağırlığı üzerine etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tarakçıoğlu vd. (2019), denemelerde verim ve biyokütle parametrelerine ilişkin değerlerde belirlenen yüksek varyasyon kaynağının, düşük dozda kullanılan biyokömürün topraklara homojen karıştırılmasının mümkün olmaması veya etkinin başlaması için yeterince beklenilmemesi ile ilgili olduğunu savunmuşlardır. Biyokömürün özgül ağırlığının topraktan yaklaşık 5 kat daha düşük olması, homojen karışım oluşturmada büyük sorun teşkil etmektedir. Saksı denemelerinde bile karışma probleminden söz ediliyor olması, tarlada kullanımında daha dikkatli olunması gerektiğine de açık işaretlerdir. Daha kolay uygulama sağlanabilmesi için biyokömürün üretildikten sonra pelet haline getirilmesinin yararlı olabileceği rapor edilmiştir.

**Meyve Et Sertlik Değerleri**

Meyvelerin et sertlik değerleri bakımından; uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz olurken, diğer faktörler ve bütün etkileşimler arasındaki farklar önemli bulunmuştur (Çizelge 3).

**Çizelge 3.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve et sertliği üzerine etkileri (lb inch<sup>-2</sup>).  
 Table 3. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit firmness (lb inch<sup>-2</sup>).

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	2.3 e-1	1.1 k	1.8 f-k	1.7 ef	1.5 D
	Yok	2.3 e-1	1.8 g-k	0 l	1.4 f	
36	Var	2.5 e-h	2.1 f-j	2.6 c-f	2.4 cd	2.4 C
	Yok	2.5 c-g	2.5 d-g	2.3 e-1	2.5 c	
112	Var	1.6 ijk	1.8 f-k	1.4 jk	1.6 ef	1.8 D
	Yok	2.4 e-h	1.9 f-j	1.7 h-k	2.0 de	
Fortuna	Var	3.3 bc	3.3 bcd	2.9 b-e	3.1 b	3.1 B
	Yok	3.0 b-e	4.2 a	2.2 e-1	3.1 b	
Sabrina	Var	4.3 a	4.3 a	3.4 b	4.0 a	3.7 A
	Yok	3.6 ab	3.5 b	2.9 b-e	3.3 b	
Aya Ait Ort.		2.8 A	2.7 A	2.1 B		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		2.6	2.5			
LSDgenotip ***= 0.31		LSDzaman***= 0.24		LSDuyg= Ö.D.		LSDgenx zam**= 0.53
LSDgenxuyg**= 0.44		LSDzamxuyg**= 0.34		LSDgenx zamxuyg**= 0.75		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

Genotipler arasından en yüksek meyve et sertlik değeri (3.7 lb inch<sup>-2</sup>) Sabrina çeşidinde, en düşük değer ise 33 No'lu genotip (1.5 lb inch<sup>-2</sup>) ile onunla aynı istatistiksel grupta yer alan 112 No'lu genotipde (1.8 lb inch<sup>-2</sup>) saptanmıştır. Aylar arasında en sert meyveler Mart ayında toplanmış olup, onu çok yakın değerle Nisan ayı izlemiştir. Bununla birlikte Sabrina çeşidinin Mart ve Nisan aylarındaki, Fortuna çeşidinin Nisan ayındaki meyvelerinin oldukça sert etli oldukları tespit edilmiştir. Bu açıdan en düşük değeri ise, 33 No'lu genotipde Mayıs ayında saptanmıştır. Öte yandan en sert etli meyveler Sabrina çeşidine biyokömür uygulanmış bitkilerden, en yumuşak meyveler ise 33 No'lu genotipin Kontrol bitkilerinden elde edilmiştir. Denemedeki üç faktörün birlikte etkileşimleri bakımından yapılan değerlendirmede; Sabrina çeşidinde Mart ayında Biyokömür uygulanmış bitkilerden, Fortuna çeşidinde Nisan ayında Kontrol grubu bitkilerden en sert etli meyvelerin elde edildiği dikkati çekmiştir.

Yola dayanım ve muhafaza bakımından en etkili faktör olan meyve et sertlik değerleri üzerine genel olarak, genotip, ekoloji, bitki besleme koşulları ile yetiştiricilik sistemlerinin önemli etkiler yaptığı bilinmekte olup, bu çalışmada da genotip ve olgunlaşma zamanı etkileri açıkça görülmüştür.

#### Titre Edilebilir Asit Miktarı

Meyvelerin titre edilebilir asit değerleri üzerine, deneme kapsamında incelenen bütün faktörler ile bunların bütün etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları saptanmıştır (Çizelge 4).

Genotipler arasında en yüksek değer (% 2.3) 36 No'lu genotipde, en düşük değer ise (% 1.2) 33 No'lu genotipde saptanmıştır. Analiz yapılan aylar arasında Nisan, titre edilebilir asit miktarının en yüksek (% 2.1) olduğu ay olarak belirlenirken, bunu % 1.9 ile Mayıs ayı takip etmiştir. En düşük değer ise, Mart ayında ölçülmüştür. 36 No'lu genotipin Nisan ayı meyveleri en yüksek asit içeriğine sahip meyveleri üretirken, bu açıdan en düşük değer 33 No'lu genotipin Mayıs ayı meyvelerinde tespit edilmiştir. Biyokömür uygulanan bitkilerin (%2.0), kontrole (%1.8) göre biraz daha asitli meyveler ürettikleri dikkati çekmiştir. Hatta 36 No'lu genotipde biyokömürün meyve suyundaki titre edilebilir asit miktarı üzerine etkisi daha belirgin olmuştur. Yine biyokömür uygulanan ve Nisan ayında hasat edilen meyvelerde de asit içeriği bulunmuştur. Çalışmadaki en asitli meyvelerin, 112 No'lu genotipin Mayıs ayındaki Kontrol grubuna ait bitkilerden hasat edilen meyvelerde olduğu da dikkati çekmiştir. Bu durumda biyokömürün meyve asitliğini bir miktar yükseltme etkisinin olduğu, ancak bu etkinin düzeyinin zaman ve genotipe bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde titre edilebilir asit üzerine etkileri (%).  
Table 4. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on titratable acidity (%).

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	1.3 k	1.5 h-k	1.5 ı-k	1.5 f	1.2 E
	Yok	1.7 f-h	1.4 jk	0.0 l	1.0 g	
36	Var	1.7 f-h	3.0 b	2.7 c	2.5 a	2.3 A
	Yok	1.5 ı-k	3.2 a	1.5 ı-k	2.1 c	
112	Var	1.6 h-k	2.6 c	1.5 h-j	1.9 d	2.0 C
	Yok	1.6 g-ı	1.6 g-ı	3.3 a	2.2 b	
Fortuna	Var	1.6 f-ı	2.2 de	2.3 d	2.1 c	2.2 B
	Yok	1.8 f	1.7 fg	3.2 a	2.3 b	
Sabrina	Var	1.7 fg	2.6 c	1.5 h-j	1.9 d	1.8 D
	Yok	2.0 e	1.5 h-k	1.4 jk	1.6 e	
Aya Ait Ort.		1.7 C	2.1 A	1.9 B		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		2.0 A	1.8 B			
LSDgenotip***= 0.07		LSDzaman***= 0.06		LSDuyg***= 0.05		LSDgenxzam***= 0.13
LSDgenxuyg***= 0.11		LSDzamxuyg***= 0.08		LSDgenxamxuyg***= 0.18		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

#### Suda Çözünebilir Toplam Kuru Madde Miktarı

Meyvelerin SÇKM değerleri üzerine deneme kapsamında incelenen zaman dışındaki faktörler ile bunların etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları saptanmıştır (Çizelge 5).

**Çizelge 5.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde suda çözünebilir toplam kuru madde üzerine etkileri (%).  
Table 5. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on total soluble solids (%).

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	7.0 h-l	6.5 klm	8.0 efg	7.2 c	6.0 D
	Yok	7.3 g-j	7.2 h-k	0.0 o	4.8 e	
36	Var	9.0 bc	9.0 bc	9.0 bc	9.0 a	9.2 A
	Yok	9.0 bc	9.3 abc	10.0 a	9.4 a	
112	Var	7.7 fgh	6.2 m	8.5 cde	7.4 bc	7.6 C
	Yok	8.2 def	6.8 ı-m	8.7 cde	7.9 b	
Fortuna	Var	4.7 n	6.3 lm	6.7 j-m	5.9 d	5.8 D
	Yok	4.8 n	5.2 n	7.0 h-l	5.7 d	
Sabrina	Var	9.8 a	8.2 def	9.7 ab	9.2 a	8.4 B
	Yok	6.7 j-m	8.8 cd	7.5 fghı	7.7 b	
Aya Ait Ort.		7.4	7.3	7.5		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		7.7 A	7.1 B			
LSDgenotip***= 0.33		LSDzaman= Ö.D.		LSDuyg***= 0.21		LSDgenxzam***= 0.56
LSDgenxuyg***= 0.46		LSDzamxuyg***= 0.36		LSDgenxamxuyg***= 0.80		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

En yüksek SÇKM miktarı (% 9.2) 36 No'lu genotipde, en düşük değer (% 5.8) ise Fortuna çeşidinde bulunmuştur. Hatta 36 No'lu genotipin Mayıs ayında hasat edilen meyvelerinde SÇKM değerinin bir miktar daha yükseldiği (% 9.5) belirlenmiştir. Biyokömür uygulaması (%7.7), Kontrole (%7.1) göre daha tatlı meyvelerin elde edilmesini sağlamıştır. Bununla birlikte uygulamanın genotip seçiciliği değerlendirildiğinde; en yüksek SÇKM miktarının (%9.4) 36 No'lu genotipin Kontrol grubu bitkilerine ait meyvelerinde ölçüldüğü, ancak biyokömür uygulanan Sabrina (%9.2) ve 36 No'lu (%9.0) genotiplere ait bitkilerin ise en yüksek düzeye yakın değerler sergileyen meyveler ürettikleri dikkati çekmiştir. Bu

bağlamda en düşük SÇKM değeri 33 No'lu genotipin Kontrol grubundan elde edilmiştir. Denemedeki en tatlı meyveler; 36 No'lu genotipin Mayıs ayında Kontrol grubu ile Sabrina çeşidinin biyokömür uygulamalı bitkilerinin Mart ve Mayıs ayında olgunlaşan meyvelerinden elde edilmiştir. Sonuç olarak uygulamaların genotip ve zamana bağlı olarak meyvelerin tadı üzerine etki yaptığı ortaya konulmuştur.

Turhan (2022), arazi koşullarında biyokömür uyguladığı ıspanak bitkilerinde suda çözünebilir toplam kuru madde miktarında artış olduğunu rapor etmiştir. Yapılan çalışma ile çıkan sonuçlar benzerlik göstermiştir. İslah programlarından gelen 42 çeşitle yapılan bir çalışmada; en yüksek SÇKM içeriklerinin %9.4 ile %9.7 arasında ('Kaşka', 'Osmanlı', 'Arnavutköy', 'Ebru'), bu açıdan en düşük değerlerin ise %5.1 ile %5.2 arasında ('Dorit', 'Dorukhan 77', 'Cal Giant 3', 'Cal Giant 5', 'Sweet Charlie', 'Tioga') dağılım gösterdiklerini bildirmişlerdir (Gündüz ve Bayazıt, 2017). Adak vd. (2016), Camarosa çeşidinde SÇKM değerlerinin aylara göre %8.43 ile %9.33 arasında dağılım gösterdiğini saptamışlardır. Suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) içeriği; çeşit, ekolojik koşullar, kültürel bakım şartları, yapılan uygulamalar, bitki başına verim, derim zamanı gibi birçok faktöre bağlı olarak farklılık göstermektedir.

### Meyve Dış Renk L\* Değeri

Meyvelerin dış renk L\* değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Deneme kapsamındaki bütün faktörler ile bunların etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları bulunmuştur.

**Çizelge 6.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve dış renk L\* değerleri üzerine etkileri.

Table 6. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit outer color "L\*".

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	80.5 a-e	82.8 a-d	79.7 a-e	81.0 a	66.9 B
	Yok	75.1 d-f	83.5 a-d	0.0 g	52.9 b	
36	Var	84.2 a-c	79.2 a-f	82.5 a-d	81.9 a	79.6 A
	Yok	70.9 f	77.6 b-f	83.5 a-d	77.4 a	
112	Var	81.1 a-d	86.4 a	76.3 c-f	81.3 a	80.5 A
	Yok	78.5 a-f	79.6 a-e	81.1 a-d	79.7 a	
Fortuna	Var	75.7 c-f	81.2 a-d	85.4 ab	80.8 a	81.3 A
	Yok	78.9 a-f	85.5 ab	80.8 a-e	81.7 a	
Sabrina	Var	83.8 a-c	77.4 b-f	72.5 ef	77.9 a	78.8 A
	Yok	81.5 a-d	81.6 a-d	76.0 c-f	79.7 a	
Aya Ait Ort.		79.0 A	81.5 A	71.8 B		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		80.6 A	74.3 B			
LSDgenotip***= 3.51		LSDzaman***= 2.72		LSDuyg***= 2.22		LSDgenxam***= 6.08
LSDgenxuyg***= 4.96		LSDzamxuyg***= 3.84		LSDgenxamxuyg***= 8.59		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

Genotiplerin L\* değerleri birbirlerine çok yakın seyretmiş ve aynı istatistiksel grupta yer alanlar, Fortuna (81.3), 112 No'lu (80.5), 36 No'lu (79.6) ve Sabrina (78.8) şeklinde sıralanmıştır. Bu açıdan 33 No'lu genotip, en düşük L\* değeriyle (66.9) oldukça farklı parlaklığa sahip olmuştur. Analiz yapılan aylar arasında; Nisan L\* değeri en yüksek (81.5) ay olarak belirlenirken, bunu 79.0 ile Mart ayı takip etmiştir. En düşük değer ise, Mayıs ayında 71.8 olarak önemli düzeyde farklı bulunmuştur. Nisan ayında derilen meyvelerden L\* değeri en yüksek olanlar Fortuna çeşidinde (83.4) saptanmıştır. Biyokömür uygulanan bitkilerden elde edilen meyvelerin dış renk L\* değeri 80.6 olup, bu değer Kontrol grubu meyvelerde belirlenen 74.3 değerinden istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Uygulamaların genotip seçiciliğinde 36 No'lu genotipe biyokömür uygulanmış bitkilerin meyvelerinde en yüksek L\* değerine (81.9) ulaşıldığı, bununla birlikte denemedeki en yüksek L\* değerinin (86.4) 112 No'lu genotipin Nisan ayında biyokömür uygulanan bitkilere ait meyvelerinde ölçüldüğü dikkati çekmiştir. Sonuç olarak meyvelerin parlaklık değerinin kısmen de olsa uygulamalardan etkilendiği dikkati çekmiştir.

Pılanalı vd. (2002), katı humik asit uygulamaları sonucunda meyvenin L\* değeri ile toprağın organik madde miktarı arasında olumlu ( $r=0.646^{**}$ ) ilişki olduğunu, başka bir deyimle katı humik asit



uygulamalarının toprağın organik madde miktarını arttırarak, meyvelerin L\* değerini yükselttiğini saptamışlardır. Yapılan bu çalışmada da genel olarak biyokömür uygulamalarının meyvelerin parlaklık değerleri üzerine olumlu etki yaptığı belirlenmiştir. Söz konusu parametre bakımından her genotipin uygulamadan az veya çok etkilendiği, Nisan ayındaki meyvelerin daha parlak oldukları, 33 No'lu genotipin diğerlerinden belirgin derecede farklı olduğu bulunmuştur.

#### Meyve Dış Renk Açı Değeri

Çizelge 7'de sunulan meyvelerin dış renk "hue<sup>0</sup>" değerleri üzerine deneme kapsamında incelenen bütün faktörler ile bunların etkileşimleri arasındaki farkların istatistiksel olarak önemli oldukları saptanmıştır.

Genotipler arasındaki  $h^0$  değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek değer Sabrina çeşidinde 36.2 olarak tespit edilmiş olup, en düşük değer ölçüldüğü 33 No'lu genotip (28.8) hariç, denemedeki diğer çeşit ve genotiplerin birbirlerine çok yakın değerlere sahip oldukları belirlenmiştir. Analiz yapılan aylar arasında Nisan  $h^0$  değeri en yüksek (35.9) meyvelerin hasat edildiği ay olmuştur. Söz konusu ayı, Mart ayında hasat edilen meyveler yakın değerle izlemişlerdir. Bu açıdan en düşük değer ise Mayıs ayında 32.3 olarak ölçülmüştür.

**Çizelge 7.** Biyokömür ve kontrol uygulamalarının beş çilek genotipinde meyve dış renk aç değeri üzerine etkileri (hue<sup>0</sup>).

Table 7. Effects of biochar and control treatments in five strawberry genotypes on fruit outer color "hue<sup>0</sup>".

Genotip	Uyg.	Mart	Nisan	Mayıs	Gen. x Uyg.	Genotip Ort.
33	Var	33.1 bc	33.6 bc	34.2 bc	33.6 b	28.8 B
	Yok	33.8 bc	38.1 ab	0 d	23.9 c	
36	Var	34.4 bc	36.8 a-c	37.6 ab	36.3 ab	35.5 A
	Yok	34.0 bc	33.0 bc	37.5 ab	34.8 ab	
112	Var	35.5 a-c	33.9 bc	36.0 a-c	35.2 ab	35.3 A
	Yok	35.8 a-c	33.3 bc	37.3 ab	35.4 ab	
Fortuna	Var	31.6 c	37.7 ab	35.9 a-c	35.0 ab	36.0 A
	Yok	36.8 a-c	40.0 a	34.4 bc	37.1 a	
Sabrina	Var	37.9 ab	37.4 ab	34.2 bc	36.5 ab	36.2 A
	Yok	36.1 a-c	35.7 a-c	36.2 a-c	36.0 ab	
Aya Ait Ort.		34.9 A	35.9 A	32.3 B		
Uyg.Ort		Var	Yok			
		35.3 A	33.4 B			
LSDgenotip***= 2.23		LSDzaman***= 1.73		LSDuyg*=1.41	LSDgenxam***= 3.86	
LSDgenxuyg***= 3.15		LSDzamxuyg***= 2.44		LSDgenxamxuyg***= 5.46		

(1): Ortalamalar arasındaki farklar ayrı harflerle gösterilmiştir. (2): Ö.D.:Önemli Değil. \*\*\*:p<0.001; \*\*:p<0.01; \*:p<0.05.

Biyokömür uygulaması ( $h^0 = 35.3$ ) ile kontrol grubu bitkilerin ( $h^0 = 33.4$ ) meyve dış renk hue<sup>0</sup> değerleri arasındaki küçük fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Söz konusu parametrenin, Kontrol grubu bitkilerin Mayıs ayı meyvelerinde önemli düzeyde düşük değer aldığı görülmüştür.

Adak vd. (2016), çilek meyvelerinin istatistiksel olarak  $h^0$  değerleri üzerine ayların etkisinin önemli olduğunu, en düşük  $h^0$  değerlerini tüm uygulamalarda sezon sonunda kaydettiklerini bildirmişlerdir. Bu değerler modern serada topraksız yetiştiricilikte 30.37, modern serada geleneksel yetiştiricilikte 20.99, yüksek plastik tünelde geleneksel yetiştiricilikte 27.26 olarak ölçülmüştür. Yapılan bu çalışmada Çizelge 7'den de görülebileceği gibi, elde edilen  $h^0$  değerlerinin, Adak vd. (2016)'nın elde ettiği değerlerden biraz yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durumun farklı yetiştirme koşulları ve genotiplerden kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır.

#### SONUÇ

İspanyol Tipi Yüksek Tünelin altına yerleştirilmiş, 3 litrelik saksılarda beş farklı çilek genotipi kullanılarak yürütülen bu çalışmada turunçgil budama atığından üretilen biyokömürün meyve verim ve

kalite parametreleri (bitki başına verim, meyve ağırlığı, meyve et sertliği, SÇKM, titre edilebilir asit miktarı, meyve dış renk değerleri) üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırmada elde edilen bulgulara göre; yapılan biyokömür uygulamalarının verimde artışa neden olmadığı gözlemlenmiştir. Biyokömür uygulaması bitki başına toplam verimde, meyve ağırlığında, meyve et sertliğinde istatistiksel olarak önemli bir fark yaratmamıştır. Bu sonucun kontrol olarak 3:1 oranında torf ve perlit karışımının kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumda sürdürülebilir tarım ve tarımsal atıkların geri dönüşümü açısından topraktaki yetiştiricilikte biyokömür uygulamasının denenmesinde büyük yarar vardır.

Ancak 33 No'lu ve 36 No'lu genotiplerde kontrole göre verim artışı olduğu dikkati çekmiş olup, genotipin baskın etkisi görülmüştür.

Biyokömür uygulamaları titre edilebilir asit içeriğinde, suda çözünebilir toplam kuru madde miktarında, meyve dış renk parlaklık ve açılış değerlerinde olumlu etkiler yapmış ve uygulamalar arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Bu bulgulardan hareketle biyokömürün her bitki, toprak, iklim koşullarında aynı etkiyi gösteremediği belirtilebilir.

Önceki çalışmalar ile karşılaştırıldığında, biyokömür uygulamasının bazı parametrelere olumlu etki yapmadığı, bunun farklı atıklardan biyokömür üreterek, farklı piroliz işlemi uygulayarak ve uygulanan doz miktarını değiştirerek daha yararlı hale getirilebileceği düşünülmektedir.

Bundan sonra yürütülecek çalışmalarda, her biyokömür hammaddesi her yerde aynı etkiye sahip olmayacağı sonucundan dolayı, biyokömür uygulaması yapılmadan önce o bölgede, seçilen biyokömür hammaddesi ile yürütülen bilimsel çalışmalar incelenmelidir.

Ülkemiz için nispeten yeni bir konu olan biyokömür uygulamalarına yönelik elde yeterli bulgular olmamasından dolayı tüm alana uygulama yapmak yerine üretim yapılacak alanın bir kısmına uygulama yapılması ve alınan sonuçlara göre işleme devam edilmesi önerilmektedir. Bu husus dikkate alınmadan yapılacak çalışmalardan, biyokömürün toprakta uzun ömürlü olmasından dolayı dönüş yapmak zordur.

Yapılan çalışmanın başka çalışmalara kaynak olması ile farklı biyokömür çeşitlerinde, farklı dozlarında, farklı bitki çeşitlerinde, farklı ortamlarda yetiştiricilikte verim ve kaliteye etkisinin incelenmesi önerilmektedir.

## ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

## YAZAR KATKISI

Yazarların makaleye katkıları eşit düzeydedir.

## KAYNAKLAR

- Abas, N., Kalair, A., & Khan, N. (2015). Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*, 69, 31-49. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.03.003>.
- Adak N., Tetik, N., Güneş, E., Balkıç, R., Gübbük, H. & Kulcan, A. A. (2016). Değişik yetiştirme sistemlerinin çilek (*Fragaria×ananassa* Duch.) meyvelerinin bazı fizikokimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 29(2), 33-38.
- Antonious, G. F. (2018). Biochar and animal manure impact on soil, crop yield and quality. *Agricultural Waste and Residues*, 2, 45-67. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77008>.
- Bender Özenç, D., Irmak Yılmaz, F., Tarakçıoğlu, C. & Aygün, S. (2019). Fındıktan üretilen atıkların toprağın fiziko-kimyasal ve biyolojik özelliklerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, Cilt: 32 Sayı: Özel Sayı, 7-13. DOI: 10.29136/mediterranean.558856.
- Benito, M., Masaguer, A., De Antonio, R. & Moliner, A. (2005). Use of pruning waste compost as a component in soilless growing media. *Bioresource Technology*, 96, 597-603. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2004.06.006>.
- Castaldi, S., Riondino, M., Baronti, S., Esposito, F. R., Marzaioli, R., Rutigliano, F. A. & Miglietta, F. (2011). Impact of biochar application to a Mediterranean wheat crop on soil microbial activity and greenhouse gas fluxes. *Chemosphere*, 85(9), 1464-1471. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2011.08.031>.

- Dai, Y., Zheng, H., Jiang, Z & Xing, B. (2020). Combined effects of biochar properties and soil conditions on plant growth: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 713. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136635>.
- Doan, T. T., Tureaux, T. H., Rumpel, C., Janeau, J. L. & Jouquet, P. (2015). Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: A three-year mesocosm experiment. *Science of the Total Environment*, 514, 147-54. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.005>.
- Ensarioğlu, K. (2015). *Biochar'ın bitki gelişimine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi], Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla.
- Gao, M., Yang, J., Liu, C., Gu, B., Han, M., Li, J. & Han, X. (2021). Effects of long-term biochar and biochar-based fertilizer application on brown earth soil bacterial communities. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 309, <http://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107285>.
- Gündüz, K. & Bayazıt, S. (2017). Farklı ıslah programlarından elde edilen çilek çeşitlerinde fenotipik çeşitlilik. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22(2), 35-48.
- Harel, Y. M., Elad, Y., Rav-David, D., Borenstein, M., Shulchani, R. & Lew, B. (2012). Biochar mediates systemic response of strawberry to foliar fungal pathogens. *Plant and Soil*, 357(1-2), 245-257. <http://doi.org/10.1007/s11104-012-1129-3>.
- Jones, G. A. & Warner, K. J. (2016). The 21<sup>st</sup> century population-energy-climate nexus. *Energy Policy*, 93, 206-212. <http://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.02.044>.
- Lehmann, J., Rillig, M.C., Thies, J., Masiello, C.A., Hockaday, W.C. & Crowley, D. (2011). Biochar effects on soil biota—a review. *Soil Biology and Biochemistry*, 43(9), 1812-1836. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.04.022>.
- Liu, D., Feng, Z., Zhu, H., Yu, L., Yang, K., Yu, S. & Guo, W. (2020). Effects of corn straw biochar application on soybean growth and alkaline soil properties. *Bio Resources*, 15(1), 1463-1481.
- Lu, H., Yan, M., Wong, M. H., Mo, W. Y., Wang, Y., Chen, X. W. & Wang, J. J. (2020). Effects of biochar on soil microbial community and functional genes of a land fill cover three years after ecological restoration. *Science of the Total Environment*, 717. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137133>.
- Nieto, A., Gascó, G., Paz-Ferreiro, J., Fernández, J. M., Plaza, C. & Méndez, A. (2016). The effects of pruning waste and biochar addition on brown peat based growing media properties. *Scientia Horticulturae*, 199, 142-148. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.012>.
- Noguera, D., Barot, S., Laossi, K. R., Cardoso, J., Lavelle, P. & de Carvalho, M. C. (2012). Biochar but not earthworms enhances rice growth through increased protein turnover. *Soil Biology and Biochemistry*, 52, 13-20.
- Pereira, E. I. P., Conz, R. F. & Six, J. (2017). Nitrogen utilization and environmental losses in organic greenhouse lettuce amended with two distinct biochars. *Science of the Total Environment*, 598, 1169-1176. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.04.062>.
- Pılanalı, N., Kaplan, M. & Karkacier, M., (2002). Farklı formlarda humik asit uygulamalarında çileğin meyve şekeri ile toprağın bitki besin kapsamı arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. *Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1-2), 13-21.
- Rageendrathas, T. & De Silva, C. S. (2017). Effect of bio-char on growth and yield of onion (*Allium cepa*) and soil properties of calcic red yellow latasols in Jaffna district. *Journal of Engineering and Technology of the Open University of Sri Lanka*, 5(1), 21-35.
- Rintamäki, H., Rikkonen, P. & Tapio, P., (2016). Carrot or stick: Impacts of alternative climate and energy policy scenarios on agriculture. *Futures*, 83, 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2016.03.004>
- Sarıdaş, M. A. (2018). *Mezleleme ıslahıyla seçilmiş çilek genotiplerinin verim, kalite özelliklerinin belirlenmesi ve moleküler karakterizasyonu* [Doktora Tezi]. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Schiffer, H. W. (2008). WEC energy policy scenarios to 2050. *Energy Policy*, . 36(7), 2464-2470.
- Tarakçıoğlu, C., Bender Özenç, D., Yılmaz, F. I., Kulaç, S. & Aygün, S. (2019). Fındık kabuğundan üretilen biyokömürün toprağın besin maddesi kapsamı üzerine etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 34(1), 107-117. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.433030>.
- Turhan, A. S. (2022). *Biyokömür ve çiftlik gübresi uygulamalarının Van ekolojik koşullarında ıspanak (Spinacia oleracea L.) yetiştiriciliği üzerine etkileri*. [Doktora Tezi]. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Vinh, N., Hien, N., Anh, M., Lehmann, J. & Stephen, J. (2014). Biochar treatment and its effects on rice and vegetable yields in mountainous areas of Northern Vietnam. *International Journal of Agricultural and Soil Science*, 2(1), 5-13.
- Yaman, E., Apaydın-Varol, E., Gültaş, H. T. & Özbay, N. (2019). Ceviz kabuğunun karbonizasyonu ile elde edilen katı ürününün toprak düzenleyicisi olarak kullanılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6, 106-116. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.571391>.