

## Çeşitli Organik Atıkların Barbunya Fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto) Bitkisinin Gelişimine ve Arbusküler Mikorhizal Funguslar'a Etkisi

Hasret GÜNEŞ\*, Gökhan BOYNO, Emre DEMİRER DURAK, Semra DEMİR\*\*

Van Yüztüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Van, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 06.05.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 30.06.2021

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

[orcid.org/0000-0003-3155-2695](https://orcid.org/0000-0003-3155-2695) [orcid.org/0000-0003-3195-0749](https://orcid.org/0000-0003-3195-0749) [orcid.org/0000-0001-5757-6332](https://orcid.org/0000-0001-5757-6332) [orcid.org/0000-0002-0177-7677](https://orcid.org/0000-0002-0177-7677)

\*\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: semrademir@yyu.edu.tr

**Öz:** Bu çalışmada, farklı organik atıkların [Üzüm cibresi (ÜC), fındık zuru (FZ) ve fındık kuruğu (FK)] barbunya fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto)'nin gelişimine ve Arbusküler Mikorhizal Funguslar (AMF)'a [*Rhizophagus irregularis* (Ri), *Gigaspora margarita* (Gm) ve Ticari AMF (ERS)] etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Bitkiler, organik atıklardan % 3 oranında toprağa karıştırılarak hazırlanan yetiştirme ortamında iklim odası koşullarında yetiştirilmiştir. Deneme sonunda, AMF kök kolonizasyonu, mikorhizal bağımlılık, topraktaki spor yoğunluğu, bitkide toplam fosfor (P) miktarı belirlenmiş ve bitki gelişim parametreleri (sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, toplam bitki yaş ve kuru ağırlık) değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre ÜC'nin, AMF kök kolonizasyonuna ve toprak spor yoğunluğuna etkisi olmamış ancak mikorhizal bağımlılığı ve P miktarını arttırmıştır. FK, Ri ve Gm'nin kök kolonizasyonu, mikorhizal bağımlılık ve topraktaki spor yoğunluğunda artış sağlarken, FZ ise Gm'nin mikorhizal bağımlılığı ve topraktaki spor yoğunluğunu olumlu yönde etkilemiştir. FK ve ERS'nin birlikte uygulaması barbunya bitkisinde bazı gelişim parametrelerini artırırken, kullanılan bütün organik atıkların AMF türleri ile etkileşimini toplam P miktarını arttırmıştır. Sonuç olarak, söz konusu tarımsal atıkların hem bitki gelişimi hem de topraktaki yararlı mikroorganizma popülasyonunun teşvik edilmesi açısından ümitvar olduğu görülmektedir. Bu bağlamda tarımsal atıkların geri dönüşümünün sağlanmasının toprak ve çevre sağlığının korunmasının yanı sıra tarımsal üretimin sürdürülebilirliğinin sağlanması yönünde de faydalı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sürdürülebilir tarım, bitki gelişimi, tarımsal atıklar, bitki yetiştirme ortamı, Arbusküler Mikorhizal Fungus

## The Effect of Various Organic Wastes on the Development of Kidney Bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi

**Abstract:** In the study, it was aimed to determine the effect of different organic wastes [grape pomace (Gp), hazelnut husk (Hh), and hazelnut groats (Hg)] on the development of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L. var. Pinto) and Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) [*Rhizophagus irregularis* (Ri), *Gigaspora margarita* (Gm) and Commercial AMF (ERS)]. The plants were grown in climate chamber conditions in the growing medium prepared by mixing 3% of organic wastes into the soil. At the end of the experiment, AMF root colonization, mycorrhizal dependence, spore density in the soil, total phosphorus (P) amount in the plant were determined and plant growth parameters (shoot diameter, shoot length, root length, total plant fresh and dry weight) were evaluated. According to the data obtained, Gp had no effect on AMF root colonization and soil spore density, but increased mycorrhizal dependence and P content. While root colonization of Hg, Ri and Gm increased mycorrhizal dependence and spore density in the soil, Hh had a positive effect on Gm's mycorrhizal dependence and spore density in the soil. While the application of Hg and ERS together led to an increase in some development parameters in the plant, the interaction of all organic wastes with AMF species increased the total amount of phosphorus. As a result, it is seen that these agricultural wastes are promising in terms of both plant growth and promoting beneficial microorganism population

in the soil. In this context, it is thought that recycling of agricultural wastes will be beneficial in terms of ensuring the sustainability of agricultural production as well as protecting soil and environmental health.

**Keywords:** Sustainable agriculture, plant growth, agricultural wastes, plant growth medium, Arbuscular Mycorrhizal Fungus

## 1. Giriş

Barbunya fasulyesi (*Phaseolus vulgaris* L. var. *pinto*) Fabaceae familyasının ılıman iklim koşullarında yetişen bir sebze türüdür. Ana vatanı Orta ve Güney Amerika olan barbunya, fasulyenin bir alt varyetesidir (Balkaya ve Odabaş, 2004; Gürdap ve Türkmen, 2019). Anonymous (2020) verilerinde barbunya bitkisinin üretim miktarı ayrı bir değerlendirmeye alınmadan direkt fasulye verileri içerisinde gösterilmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2019 yılı verilerine göre, 80.358 dekar alanda taze barbunya üretiminin ve 89.860 ton veriminin olduğu belirtilmektedir. Türkiye’de illere göre dağılımında ilk sırada 16.797 ton ile Muğla bulunurken, ikinci sırada 15.695 ton ile Isparta yer almaktadır (Anonim, 2020).

Barbunya fasulyesi; taze bakla, olgunlaşmamış tohumlu bakla ve kuru bakla olmak üzere çeşitli şekillerde tüketilmektedir. Barbunya fasulyesi tohumları sofralık, dondurulmuş, konserve ve kuru daneleri gıda endüstrisinde değerlendirilmektedir (Çam, 2017). Diyet lifi ve nişasta bakımından zengin barbunya fasulyesi fenolik bileşikler, lektinler, enzim inhibitörleri gibi çok sayıda bioaktif madde içermektedir. Protein içeriği bakımından yeterli ve dengeli beslenemeyen toplumların besin zincirinde önemli bir bitkisel protein kaynağıdır (Gürdap ve Türkmen, 2019). Son yıllarda barbunya fasulyesi gibi insan beslenmesinde fayda sağlayan birçok bitki yetiştiriciliğinde biyogübreler sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bu gübrelerin gerek bitkisel üretimde verimi arttırmaları gerekse mikrobiyal parçalanma sonucunda toprak strüktürüne zarar vermemeleri ile önemi artmıştır (Duman ve ark., 2009; Duan, 2013).

Son yıllarda sürdürülebilir tarıma duyulan ilgi, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini teşvik etmek için, organik maddelerin ilavesi gibi tarımsal uygulamalara artan bir ivmeyle dönüş yapıldığı görülmektedir (Liu ve ark., 2018; Özyazıcı, 2020; Ozyazıcı ve Turan, 2021). Organik atığın sürdürülebilir, güvenli ve çevre dostu yöntemlerle sağlanabilmesi hem dünyada hem de Türkiye’de son yıllarda değer kazanmıştır (Gönen, 2019). Türkiye’de tarımsal alanların ürün çeşitliliğine ve iklim özelliklerine göre değişkenlik göstermesi ile birlikte büyük miktarda organik atık ortaya çıkmaktadır. Bu tarımsal atıklara karşı gerekli önlemler alınmadığı sürece, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkide bulunabilmektedir (Çerçioğlu, 2019). Organik maddece fakir olan

topraklar için bu bitkisel atıklar, besin maddesi açısından önemli bir potansiyele sahip olup (Güçdemir, 2006; Çerçioğlu, 2011); bu sayede toprağın su tutma kapasitesi, tuz içeriği, elektriksel iletkenliği ve pH değeri uygun agregasyon sağlanmasıyla birlikte hem erozyona karşı dirençli bir yapı hem de sağlıklı bitki yetiştirme ortamı oluşturulmaktadır (Irmak Yılmaz ve Eltutmaz, 2019). Sürdürülebilir tarımın devamlılığı, toprak strüktürünün iyileştirilmesi ve korunmasına bağlı olduğu (Alagöz ve ark., 2006; Şenol ve ark., 2017; Irmak Yılmaz ve Eltutmaz, 2019) dikkate alındığında, bitkisel atıkların bu amaca yönelik olarak değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Yüksek organik madde, azot (N) ve potasyum (K) kaynağı olması nedeniyle üzüm cibresi, bir toprak düzenleyicisi olarak kullanılabilir (Özdamar, 2006). Üzüm cibresi, şarap fabrikalarında üzümün işlendikten sonra, üzüm çeşidine ve işleme şekline göre % 15-25 oranında arta kalan üzüm posasıdır. Bunun yaklaşık % 50’si kabuklardan, % 25’i çekirdeklerden ve kalan % 25’i ise üzüm çöplerinden oluşmaktadır (Kılıç, 1990; Varış ve ark., 2000; Bekar, 2016; Şen, 2018). Direkt toprağa organik madde kaynağı olarak karıştırılabileceği gibi, birçok alanda (kozmetik sanayisinde, endüstri alanında, silaj katkı maddesi, hayvan yemi, tekstil, gıda sanayisinde, boyar madde, yakıt ve biyoçar) değerlendirilebilecek bir materyaldir (Silici ve ark., 2011; Kayahan ve ark., 2016). Kompostlanmış üzüm cibresi posasında yaklaşık % 30 nem, % 1.5 N, % 2.0 K ve % 0.5 fosfor (P) bulunmaktadır. Birçok makro ve mikro besin elementi içeren üzüm cibresi özellikle; demir (Fe), mangan (Mn), bakır (Cu) ve çinko (Zn) içeriği açısından zengindir (Tekçe, 2019). Hasat sonrası toprak yapısını düzenleyen bir diğer organik materyal ise; fındık kuruğu ve fındık zurufudur. Türkiye’de bol miktarda üretimi yapılan fındıkların hasadından sonra yaklaşık % 20 oranında atık elde edilmektedir. Bu atıklardan fındık zurufu ve boş fındıkların (fındık kuruğu) genellikle ekonomik anlamda değerlendirilemediği görülmektedir. Sadece küçük bir kesim fındık zuruflarını gübre, yakıt, hayvan altlık materyali ve boya üretiminde kullanmaktadır (Özcan, 2017). Organik maddece zengin fındık zurufunun toprak su tutma kapasitesini arttırdığı, iyi bir kök gelişimi sağladığı ve toprak sıkışmasını önlediği (İslam, 2016); toprakların pH değerini iyileştirdiği, organik maddesini, alınabilir P ve K içeriğini arttırdığı (Özyazıcı ve ark., 2010) rapor edilmiştir. Fındık

zurufu kompostu, toprağın elektriksel iletkenliğini, değişebilir katyon miktarını, agregat stabilitesini, solma noktasını ve biyomas-C içeriğini arttırmaktadır (Aygün, 2015).

Rizosfer bölgesinin en etkili mikroorganizmaları arasında yer alan Arbusküler Mikorhizal Fungus (AMF)'lerin bitkiyi bazı biyotik (toprak kaynaklı fungal patojenler, nematodlar) ve abiyotik (tuz, su, ağır metal v.b.) stres faktörlerine karşı korumalarının yanı sıra bitki gelişimi ve canlılığının korunması açısından önemli katkıları vardır (Demir ve Özrenk 2009). Bu yönleriyle AMF, kimyasal gübrelerin ve pestisitlerin oluşturduğu problemleri azaltmada alternatif olmaları, doğal dengeyi korumaları ve organik tarımda kullanılmaları ile oldukça yaygınlaşmıştır (Chliyeh ve ark., 2014; Güneş ve ark., 2019; Talukder ve ark., 2019). AMF miselleri toprak agregatlarını bir yumak şeklinde sarıp salgıladıkları enzimler ile toprak strüktürünün daha iyi oluşmasına katkıda bulunmakta ve toprak erozyonundan dolayı olan kayıpları da engellemektedir (Ijdo ve ark., 2011; Cely ve ark., 2016).

Toprağa uygulanan organik atıklar (mısır sapı, üzüm cibresi, fındık zurufu, çay atıkları, tütün atıkları, biyoçar, peyniraltı suyu v.b.) toprak yapısını güçlendirmeleri ve besin statüsünü arttırmalarının yanı sıra (Sonnleitner ve ark., 2003a, 2003b), başta AMF olmak üzere mikroorganizmaların simbiyotik aktivitesini etkileyebilmektedirler (Jaafar, 2014; Demir ve ark., 2015). Organik atık x AMF kombinasyonlarının hem toprak iyileştirici hem de bitki büyümesi üzerinde olumlu-olumsuz etkisi olabileceği bildirilmektedir. Her ne kadar organik atıklar bitki köklerinde bulunan AMF'nin kolonizasyonunu dolaylı olarak uyarabilse de aralarındaki etkileşim azalabilmektedir. Organik atıkların toprak yapısına ve bitki gelişimine etkileri, organik atık çeşidine, organik atık miktarına, toprak koşullarına ve AMF türüne göre değişkenlik göstermektedir (Jaafar, 2014).

Bu çalışmada; gerek dünyada gerek Türkiye'de değerlendirilmeden yakılarak yok edilen veya çevre kirliliğine neden olan üzüm cibresi, fındık zurufu ve fındık koruğunun özellikleri kullanılarak, inorganik gübreye alternatif uygulamanın araştırılması hedeflenmiştir. Ayrıca seçilen organik atıkların barbunya bitkisinin bazı gelişim parametrelerine, P içeriğine ve AMF'nin oluşumu ve gelişimine (kök kolonizasyonu, toprak spor yoğunluğu ve mikorhizal bağlılılık) etkileri de değerlendirilmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma 23±2 °C sıcaklık ve % 60-70 orantılı nem koşullarına sahip iklim odası koşullarında yürütülmüştür. Bitkilere deneme süresince 6000-8000 lux ışık şiddetine sahip led bitki gelişim ışıklarıyla donatılmış 16 saat aydınlık 8 saat karanlık fotoperiyot uygulanmıştır.

Çalışmada bitkisel materyal olarak, Zeta tohumculuk firmasından temin edilen Akbar barbunya (*Phaseolus vulgaris* L. var. *pinto*) çeşidi kullanılmıştır. Üzüm cibresi (ÜC), Pamukkale şarap fabrikasından; fındık koruğu (FK) ve fındık zurufu (FZ) Samsun ilinin Çarşamba ilçesine bağlı Kumtepe köyü çiftçilerinden temin edilmiştir. Çalışmada, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü kültür stoklarında bulunan *Rhizophagus irregularis* (Ri) ve *Gigaspora margarita* (Gm) AMF türleri kullanılmıştır. Ticari AMF olarak Bioglobal Ltd. Şirketi'nden temin edilen (ERS, Endo Roots Soluble) ve farklı AMF türleri (*G. intraradices*, *G. aggregatum*, *G. mossea*, *G. clarum*, *G. monosporus*, *G. deserticola*, *G. brasilianum*, *G. etunicatum*, *G. margarita*) içeren ürün kullanılmıştır.

Organik atık (ÜC, FK ve FZ) uygulanan ve organik atık uygulanmayan koşullar altında kontrol, Ri, Gm ve ERS uygulamaları araştırmanın konusunu teşkil etmiştir. Deneme 5 tekerrürlü olacak şekilde tesadüf parsellerine göre kurulmuştur.

Temin edilen organik atıklar (% 3 oranında) ve organik atık kullanılmayan kontrol grupları 1:1 torf-perlit ile karıştırılıp nötr pH (7) optimum tuz oranına sahip bir harç elde edilmiş bu harç bitki yetiştirme ortamı olarak kullanılmıştır. Çalışmada 3 litrelik karışım alabilen 20 cm çapında plastik saksılar, barbunya bitkisinin gelişimine ortam oluşturabilmek için kullanılmıştır. Saksıların % 10'luk sodyum hipoklorit (NaClO) ile dezenfeksiyonu yapılmıştır.

Barbunya tohumları % 2'lik NaOH içinde 5 dakika bekletilmiş, daha sonra steril destile su ile yıkanmıştır (Marschner ve ark., 1997). İnokulum materyali (AMF türleri) hazırlanan organik atık-torf perlit karışımı toprakta her saksıya 2.5'er g (25-150 spor g<sup>-1</sup>) olarak tohum derinliğinin 2.5-3 cm altına yerleştirilmiştir. Sulamalar saf su ile yapılmış ve bitkilere 4 kez Hoagland besin solüsyonu verilmiştir (Hoagland ve Arnon, 1950).

Bitkiler, 8 hafta sonra hasat edilmiş ve kökleri musluk suyu altında yıkanarak temizlenmiştir. Barbunya köklerinden 1-0.5 g olacak şekilde parçalar alınmış, AFA (% 70'lik 90 ml alkol, 5 ml

formaldehit ve 5 ml asetik asit) solüsyonu içinde boyama işlemine kadar bu sıvı da bekletilmiştir. Barbunya bitkisinin sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunlukları ölçülmüş ve toplam bitki yaş ve kuru ağırlıkları tartılarak belirlenmiştir. Bitkide toplam P miktarı; kurutulmuş bitki örnekleri öğütülerek kuru yakma işlemine tabii tutulmuş ve 3 N hidroklorik asit (HCl) çözeltisinden 4 ml eklenerek sıcak hot plate'e 15-20 dakika bekletilmiştir. Isıtılan örneklerden süzükler elde edilerek, vanadomolibdofosforik sarı renk yöntemi ile spektrofotometre (Jenway 6505 UV/vis) kullanılıp P değerleri ppm olarak tespit edilmiştir. Yaş ve kuru ağırlıkları tespit edilen bitkilerdeki mikorhizal bağımlılık (MB) Eşitlik 1'de verilen formül yardımıyla belirlenmiştir (Declerck ve ark., 1995).

$$MB (\%) = A - B / A \times 100 \quad (1)$$

Eşitlikte A, mikorhizal bitkinin toplam kuru ağırlığını; B, mikorhizal olmayan bitkinin toplam bitki ağırlığını ifade etmektedir.

Barbunya köklerinde ERS, Gm ve Ri'nin varlığını ve kolonizasyon yüzdesini saptamak amacıyla boyama işlemi yapılmıştır (Phillips ve Hayman, 1970). Laktofenol mavisi ile boyanmış köklerin AMF kolonizasyon yüzdesini saptamak üzere "Grid-Line Intersect Metodu" kullanılmıştır. Mikroskopik gözlemler sırasında fungusa ait herhangi bir üreme yapısının (hif, klamidiospor, vesikül, arbuskül) yer aldığı her bir kök parçası, fungus tarafından kolonize edilmiş olarak değerlendirilmiştir. Köklerdeki kolonizasyon oranı (% AMF), sayımlar sonucu elde edilen değerler Eşitlik 2'de verilen formül yardımıyla yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Giovanetti ve Mosse, 1980).

$$AMF (\%) = AMF_K / K \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte AMF<sub>K</sub>, AMF ile kolonize olmuş kök sayısını; K, toplam kök sayısını ifade etmektedir.

AMF inokule edilen bitkilerin rizosfer bölgesine ait topraklardaki AMF spor yoğunluğu ıslak eleme metodu yardımıyla tespit edilmiştir (Gerdemann ve Nicholson, 1963). Kaba unsurlarından ayrılan toprak örnekleri önce 80 µm'luk daha sonra 45 µm'luk elekten geçirilmiştir. Tüp içerisindeki sıvı 2000 devirde 3 dakika santrifüj edildikten sonra üstte kalan sıvı atılmıştır. Daha sonra bir petri kabına boşaltılarak stereoskopik mikroskop altında sağlıklı görünen sporlar belirlenerek gram topraktaki spor yoğunluğu tespit edilmiştir.

Çalışma sonunda elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizleri SPSS (SPSS Statistic Program, Ver.21.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) bilgisayar programına ile yapılmıştır. Organik atıklı veya atıksız koşullarda ki uygulamaların kendi aralarında varyans analizine (ANOVA) tabii

tutularak, Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır. Organik atıklı ve atıksız koşullardaki benzer uygulamaların karşılaştırılması ise t testi ile yapılmıştır.

### 3. Bulgular

#### 3.1. Organik atıksız AMF (Ri, Gm ve ERS) uygulamalarının bitki gelişimine etkileri

Organik atıksız koşullarda yapılan uygulamalar neticesinde, barbunya bitkisinin bazı gelişim parametreleri (sürgün çapı, sürgün boyu, kök uzunluğu, toplam bitki yaş ağırlığı ve toplam bitki kuru ağırlığı) arasında farklılıklar meydana gelmiştir (p<0.05). Buna göre organik atıksız koşullarda; kontrol (K)'e göre, kök uzunluğunu *R. irregularis* (Ri) uygulaması istatistiki olarak azaltırken, diğer uygulamaların [Ticari Arbusküler Mikorhizal Fungus (ERS) ve *G. margarita* (Gm)] değiştirmedikleri belirlenmiştir. Toplam yaş ve kuru ağırlığını ise organik atıksız koşullarda Ri ve Gm uygulamalarının istatistiksel anlamda arttırdığı, ERS'nin ise değiştirmedikleri tespit edilmiştir (Tablo 1-4).

#### 3.2. Organik atıklı AMF (Ri, Gm ve ERS) uygulamalarının bitki gelişimine etkileri

Üzüm cibresinden oluşan organik atıklı koşullar altında, Ri uygulamasının sürgün boyunu (73.33 cm), aynı koşullarda Ri ve Gm uygulamalarının ise toplam bitki yaş ve kuru ağırlıklarını istatistiksel olarak arttırdığı belirlenmiştir. Tüm organik atıklı-AMF uygulamalarının (ERS, Ri ve Gm) ise kök uzunluğu değerlerinde istatistiksel anlamda artış gösterdiği tespit edilmiştir. Bununla beraber aynı koşullarda Ri ve Gm uygulamaları m Ayrıca, ÜC'den oluşan organik atıklı ve atıksız koşullarda uygulamaların t-testi ile karşılaştırıldığında farklı sonuçlar görülmüştür. Bu analiz sonuçları baz alındığında, ÜC uygulamasının organik atıksız-K uygulamasına göre, tüm bitki gelişim parametrelerini istatistiki olarak düşürdüğü görülürken; sürgün çapını ise 4.41 mm ile sadece organik atıklı-ERS uygulamasının istatistiksel anlamda arttırdığı, diğer uygulamaların ise etki etmediği belirlenmiştir. Ayrıca, sürgün boyuna ve kök uzunluğuna organik atıklı-Ri uygulamasının etkisinin bulunmadığı, ancak diğer AMF'li uygulamaların organik atıklı koşullarda bu parametreleri istatistiksel anlamda düşürdüğü tespit edilmiştir. Bununla beraber, organik atıklı koşullarda yer alan uygulamaların tümünün, toplam yaş ve kuru ağırlık değerlerini istatistiksel olarak azalttığı saptanmıştır (Tablo 1).

Fındık zürufundan oluşan organik atıklı koşullar altında yer alan tüm AMF'li uygulamalarının, FZ uygulamasına göre bitkinin toplam yaş ve kuru



**Tablo 1. Üzüm cibresinden oluşan organik atıklı koşullarda uygulamaların bitki gelişim parametrelerine etkisi**

Table 1. The effect of applications on plant growth parameters in organic waste conditions consisting of grape pomace

Uygulamalar		Sürgün çapı (mm)	Sürgün boyu (cm)	Kök uzunluğu (cm)	Toplam bitki yaş ağırlığı (g)	Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
		$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$
Organik atıksız	K	4.44±0.10 <sup>A*</sup> **	87.77±2.08 <sup>A*</sup> **	53.87±1.67 <sup>A*</sup> **	55.20±2.53 <sup>B*</sup> **	5.55±0.39 <sup>B*</sup> **
	ERS	3.98±0.04 <sup>Bb</sup>	82.00±4.32 <sup>Aa</sup>	52.62±2.23 <sup>Aa</sup>	56.90±3.86 <sup>Ba</sup>	6.53±0.52 <sup>ABa</sup>
	Ri	4.51±0.10 <sup>Aa</sup>	81.55±2.39 <sup>Aa</sup>	43.44±2.70 <sup>Ba</sup>	68.88±1.80 <sup>Aa</sup>	7.65±0.27 <sup>Aa</sup>
	Gm	4.37±0.06 <sup>Aa</sup>	85.88±2.78 <sup>Aa</sup>	52.44±2.74 <sup>Aa</sup>	64.57±1.07 <sup>Aa</sup>	7.50±0.38 <sup>Aa</sup>
Organik atıklı	ÜC	4.03±0.13 <sup>A*b</sup>	60.67±0.67 <sup>B*b</sup>	24.66±2.90 <sup>B*b</sup>	26.08±2.96 <sup>C*b</sup>	2.90±0.04 <sup>B*b</sup>
	ERS	4.41±0.31 <sup>Aa</sup>	64.01±3.05 <sup>Bb</sup>	36.33±2.02 <sup>Ab</sup>	33.01±5.55 <sup>BCb</sup>	2.88±0.51 <sup>Bb</sup>
	Ri	4.76±0.28 <sup>Aa</sup>	73.33±2.40 <sup>Aa</sup>	42.33±0.33 <sup>Aa</sup>	57.70±7.05 <sup>Ab</sup>	5.98±0.56 <sup>Ab</sup>
	Gm	4.32±0.21 <sup>Aa</sup>	65.67±3.48 <sup>ABb</sup>	35.33±3.48 <sup>Ab</sup>	48.76±3.35 <sup>ABb</sup>	4.67±0.61 <sup>Ab</sup>

K: Kontrol, ÜC: Üzüm cibresi, ERS: Ticari arbusküler mikorhizal fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, \*: Büyük harfler organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark  $p < 0.05$ 'e göre önemsizdir, \*\*: Küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda karşılıklı iki grup arasındaki t testi karşılaştırmalarının önemliliğini göstermekte olup, aynı harfli alan gruplar  $p < 0.05$ 'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata

ağırlıklarını istatistiki olarak arttırdığı belirlenirken, diğer gelişim parametrelerinde ise etkisiz oldukları tespit edilmiştir. Ayrıca, fındık zurufundan oluşan organik atıklı ve organik atıksız koşullarda, uygulamaların t-testi ile karşılaştırıldığında farklı sonuçlar çıktığı görülmektedir. Buna göre, FZ organik atıklı uygulamaların bitki gelişim parametrelerine göre değişiklik göstermekle beraber genel olarak değerleri azalttığı belirlenmiştir. Özellikle de sadece organik atıklı uygulamanın (FZ) sürgün çapı dışında, diğer parametrelerde; sürgün çapında ise sadece organik atıklı-Ri uygulamasında azalmalar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca sürgün boyunda organik atıklı-ERS uygulamasında, toplam yaş ve kuru ağırlıklarında ise organik atıklı koşullarda yer alan Ri ve Gm uygulamalarında istatistiksel anlamda azalmalar olduğu belirlenmiştir. Diğer uygulamalar arasında ise gelişim parametreleri üzerindeki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (Tablo 2).

Fındık koruğundan oluşan organik atıklı koşullar altında, organik atıklı-ERS uygulamasının kök uzunluğunu (50.00 cm); aynı koşullarda Ri ve Gm uygulamalarının ise, toplam yaş ve kuru ağırlıklarını istatistiksel anlamda arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, fındık koruğundan oluşan organik atıklı ve organik atıksız koşullarda, uygulamaların birbirleri ile karşılaştırıldığında farklı sonuçlar çıktığı tespit edilmiştir. Buna göre, organik atıklı-Ri uygulamasının atıksız benzer uygulamasına göre sürgün çapı, sürgün boyu ve kök uzunluğunu istatistiksel olarak azalttığı görülmüştür. Ek olarak, kök uzunluğunu FK uygulamasının da istatistiki anlamda azalttığı tespit edilmiştir. Ayrıca organik atıklı koşullarda uygulamaların tümünün toplam yaş/kuru ağırlık değerlerini istatistiksel anlamda düşürdüğü belirlenirken, diğer parametrelerde benzer uygulamalar arasında önemli bir fark oluşmamıştır (Tablo 3).

**Tablo 2. Fındık zurufundan oluşan organik atıklı koşullarda uygulamaların bitki gelişim parametrelerine etkisi**

Table 2. The effect of applications on plant growth parameters in organic waste conditions consisting of hazelnut husk

Uygulamalar		Sürgün çapı (mm)	Sürgün boyu (cm)	Kök uzunluk (cm)	Toplam bitki yaş ağırlığı (g)	Toplam bitki kuru ağırlığı (g)
		$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$
Organik atıksız	K	4.44±0.10 <sup>A*</sup> **	87.77±2.08 <sup>A*</sup> **	53.87±1.67 <sup>A*</sup> **	55.20±2.53 <sup>B*</sup> **	5.55±0.39 <sup>B*</sup> **
	ERS	3.98±0.04 <sup>Ba</sup>	82.00±4.32 <sup>Aa</sup>	52.62±2.23 <sup>Aa</sup>	56.90±3.86 <sup>Ba</sup>	6.53±0.52 <sup>ABa</sup>
	Ri	4.51±0.10 <sup>Aa</sup>	81.55±2.39 <sup>Aa</sup>	43.44±2.70 <sup>Ba</sup>	68.88±1.80 <sup>Aa</sup>	7.65±0.27 <sup>Aa</sup>
	Gm	4.37±0.06 <sup>Aa</sup>	85.88±2.78 <sup>Aa</sup>	52.44±2.74 <sup>Aa</sup>	64.57±1.07 <sup>Aa</sup>	7.50±0.38 <sup>Aa</sup>
Organik atıklı	FZ	4.22±0.12 <sup>A*a</sup>	70.33±5.78 <sup>A*b</sup>	42.66±0.33 <sup>A*b</sup>	27.59±3.62 <sup>B*b</sup>	2.58±0.22 <sup>B*b</sup>
	ERS	4.10±0.32 <sup>Aa</sup>	66.66±3.75 <sup>Ab</sup>	45.00±3.21 <sup>Aa</sup>	49.01±4.34 <sup>Aa</sup>	5.09±0.55 <sup>Aa</sup>
	Ri	4.00±0.10 <sup>Ab</sup>	74.66±4.09 <sup>Aa</sup>	39.00±0.57 <sup>Aa</sup>	51.67±1.62 <sup>Ab</sup>	5.26±0.29 <sup>Ab</sup>
	Gm	4.08±0.18 <sup>Aa</sup>	81.00±4.61 <sup>Aa</sup>	47.66±4.17 <sup>Aa</sup>	49.00±3.28 <sup>Ab</sup>	5.69±0.57 <sup>Ab</sup>

K: Kontrol, FZ: Fındık zurufu, ERS: Ticari Arbusküler Mikorhizal Fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, \*: Büyük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark  $p < 0.05$ 'e göre önemsizdir, \*\*: Küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda karşılıklı iki grup arasındaki t testi karşılaştırmalarının önemliliğini göstermekte olup, aynı harfli alan gruplar  $p < 0.05$ 'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata

**Tablo 3. Fındık koruğundan oluşan organik atıklı koşullarda uygulamaların bitki gelişim parametrelerine etkisi**

Table 3. The effect of applications on plant growth parameters in organic waste conditions consisting of hazelnut groat

Uygulamalar		Sürgün	Sürgün	Kök	Toplam bitki yaş	Toplam bitki
		çapı (mm)	boyu (cm)	uzunluk (cm)	ağırlığı (g)	kuru ağırlığı (g)
		$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$
Organik atıksız	K	4.44±0.10 <sup>A*</sup> a**	87.77±2.08 <sup>A*</sup> a**	53.87±1.67 <sup>A*</sup> a**	55.20±2.53 <sup>B*</sup> a**	5.55±0.39 <sup>B*</sup> a**
	ERS	3.98±0.04 <sup>B</sup> a	82.00±4.32 <sup>A</sup> a	52.62±2.23 <sup>A</sup> a	56.90±3.86 <sup>B</sup> a	6.53±0.52 <sup>AB</sup> a
	Ri	4.51±0.10 <sup>A</sup> a	81.55±2.39 <sup>A</sup> a	43.44±2.70 <sup>B</sup> a	68.88±1.80 <sup>A</sup> a	7.65±0.27 <sup>A</sup> a
	Gm	4.37±0.06 <sup>A</sup> a	85.88±2.78 <sup>A</sup> a	52.44±2.74 <sup>A</sup> a	64.57±1.07 <sup>A</sup> a	7.50±0.38 <sup>A</sup> a
Organik atıklı	FK	4.24±0.21 <sup>A*</sup> a	86.01±0.57 <sup>A*</sup> a	39.33±0.66 <sup>B*</sup> b	24.45±1.12 <sup>C*</sup> b	2.35±0.23 <sup>B*</sup> b
	ERS	4.02±0.08 <sup>A</sup> a	78.33±2.66 <sup>A</sup> a	50.00±3.46 <sup>A</sup> a	38.57±3.97 <sup>B</sup> b	2.81±0.17 <sup>B</sup> b
	Ri	4.04±0.02 <sup>A</sup> b	84.33±3.17 <sup>A</sup> b	47.00±1.52 <sup>AB</sup> b	48.42±2.27 <sup>A</sup> b	4.92±0.16 <sup>A</sup> b
	Gm	4.35±0.07 <sup>A</sup> a	87.33±3.71 <sup>A</sup> a	43.66±4.09 <sup>AB</sup> a	42.89±3.26 <sup>AB</sup> b	5.13±0.17 <sup>A</sup> b

K: Kontrol, FK: Fındık koruğu, ERS: Ticari Arbusküler Mikorhizal Fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, \*: Büyük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark  $p<0.05$ 'e göre önemsizdir, \*\*: Küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda karşılaştırmalı iki grup arasındaki t testi karşılaştırmalarının önemliliğini göstermekte olup, aynı harfli alan gruplar  $p<0.05$ 'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata

Organik atıklı tüm koşullar (ÜC, FZ ve FK) altında yer alan uygulamaların birbirleri ile karşılaştırıldığında farklı sonuçlar çıktığı tespit edilmiş olup, organik atıksız koşullar altındaki uygulamalara göre, sürgün çapında fındık zurufu-Ri uygulamasında istatistiksel anlamda azalma olduğu saptanmıştır. Ancak diğer organik atıklı-AMF'li uygulamaların bu parametre üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

Sürgün boyunu ise organik atıksız-K uygulamasına göre FK uygulamasının değiştirmedığı, ÜC ve FZ uygulamalarının ise istatistiksel olarak azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca kök uzunluğu ile toplam yaş ve kuru ağırlık değerlerini organik atıklı tüm uygulamaların istatistiksel anlamda düşürdüğü belirlenirken, kök uzunluğuna sadece Ri'li uygulamaların etki etmediği görülmüştür (Tablo 4).

**Tablo 4. Organik atıklı tüm koşullarda uygulamaların bitki gelişim parametreleri üzerinde karşılaştırılması**

Table 4. Comparison of applications in all conditions with organic waste in terms of plant growth parameters

Uygulamalar		Sürgün	Sürgün	Kök	Toplam bitki yaş	Toplam bitki	
		çapı (mm)	boyu (cm)	uzunluk (cm)	ağırlığı (g)	kuru ağırlığı (g)	
		$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	
Organik atıksız	K	4.44±0.10a*	87.77±2.08a*	53.87±1.67a*	55.20±2.53a*	5.55±0.39a*	
	ERS	3.98±0.04A**	82.00±4.32A**	52.62±2.23A**	56.90±3.86A**	6.53±0.52A**	
	Ri	4.51±0.10AB***	81.55±2.39A***	43.44±2.70A***	68.88±1.80A***	7.65±0.27A***	
	Gm	4.37±0.06a****	85.88±2.78a****	52.44±2.74a****	64.57±1.07a****	7.50±0.38a****	
Organik atıklı	Üzüm cibrelisi	ÜC	4.03±0.13a	60.67±0.67b	24.66±2.90c	26.08±2.96b	2.90±0.04b
		ERS	4.41±0.31A	64.01±3.05B	36.33±2.02B	33.01±5.55C	2.88±0.51B
		Ri	4.76±0.28A	73.33±2.40A	42.33±0.33A	57.70±7.05B	5.98±0.56B
		Gm	4.32±0.21a	65.67±3.48b	35.33±3.48b	48.76±3.35b	4.67±0.61b
	Fındık zurufu	FZ	4.22±0.12a	70.33±5.78b	42.66±0.33b	27.59±3.62b	2.58±0.22b
		ERS	4.10±0.32A	66.66±3.75B	45.00±3.21AB	49.01±4.34AB	5.09±0.55A
		Ri	4.00±0.10C	74.66±4.09A	39.00±0.57A	51.67±1.62B	5.26±0.29B
		Gm	4.08±0.18a	81.00±4.61a	47.66±4.17ab	49.00±3.28b	5.69±0.57b
	Fındık koruklu	FK	4.24±0.21a	86.01±0.57a	39.33±0.66b	24.45±1.12b	2.35±0.23b
		ERS	4.02±0.08A	78.33±2.66AB	50.00±3.46A	38.57±3.97BC	2.81±0.17B
		Ri	4.04±0.02BC	84.33±3.17A	47.00±1.52A	48.42±2.27B	4.92±0.16B
		Gm	4.35±0.07a	87.33±3.71a	43.66±4.09ab	42.89±3.26b	5.13±0.17b

K: Kontrol, K: Kontrol, ÜC: Üzüm cibresi, FZ: Fındık zurufu, FK: Fındık koruğu, ERS: Ticari Arbusküler Mikorhizal Fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, \*: Küçük harfler organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark  $p<0.05$ 'e göre önemsizdir, \*\*: Büyük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark  $p<0.05$ 'e göre önemsizdir, \*\*\*: İtali büyük harfler organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark  $p<0.05$ 'e göre önemsizdir, \*\*\*\*: İtali küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark  $p<0.05$ 'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata

### 3.3. Organik atıksız uygulamaların bitkide toplam P içeriği ile AMF kök kolonizasyonu, AMF toprak spor yoğunluğu ve mikorizal bağımlılığa etkileri

Organik atıksız koşullardaki AMF uygulamaları yönünden, barbunya bitkisinde toplam P içeriği ile AMF kök kolonizasyonu, toprak spor yoğunluğu ve MB oranları arasında farklılıklar meydana gelmiştir. Bu çerçevede kontrol (K) uygulamasına göre, toplam P içeriğini Ri ve ERS uygulamaları sırasıyla 1.14 ppm ve 1.07 ppm ile istatistiksel anlamda arttırırken, Gm uygulamasının (0.85 ppm) değiştirmedeği saptanmıştır. AMF kök kolonizasyon yoğunluğuna bakıldığında ise, Ri ve Gm uygulamaları sırasıyla % 94.74 ve % 89.85 oranları ile en yüksek kolonizasyon göstermektedir. ERS ise % 22.75 ile düşük kolonizasyon yoğunluğuna sahiptir. Bununla beraber AMF'nin g topraktaki spor yoğunluğu, Gm ve ERS uygulamaların Ri'ye göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Tüm AMF'li uygulamaların mikorizal bağımlılık oluşturduğu görülürken, % 27.45 ile en yüksek değer Ri uygulamasında meydana gelmiştir (Tablo 5-8).

### 3.3. Organik atıklı uygulamaların bitkide toplam P içeriği ile AMF kök kolonizasyonu, AMF toprak spor yoğunluğu ve mikorizal bağımlılığa etkileri

Üzüm cibresinden oluşan organik atıklı koşullarda, toplam P içeriğini ERS ve Ri uygulamalarının (sırasıyla, 1.56 ppm ve 1.39 ppm) arttırdığı, Gm uygulamasının (0.65 ppm) ise değiştirmedeği saptanmıştır. AMF'li kök kolonizasyon yoğunluklarında ise Ri uygulaması % 24.93 oranla en yüksek kolonizasyona sahip olduğu; g topraktaki AMF spor sayısında ise, 13.33 g spor<sup>-1</sup> ile en yüksek spor yoğunluğuna ERS

uygulamasının olduğu belirlenmiştir. Ancak organik atıklı-ERS uygulamasının mikorizal bağımlılık oluşturmadığı görülürken, aynı koşullarda Ri ve Gm uygulamalarının ise sırasıyla % 51.50 ve % 37.90 ile mikorizal bağımlılık oluşturduğu tespit edilmiştir. Üzüm cibresinden oluşan organik atıklı ve atıksız koşullarda uygulamaların t-testi ile karşılaştırıldığında, organik atıklı koşullarda ERS ve Ri uygulamalarının, organik atıksız koşullardaki benzer uygulamalarına göre toplam P içeriğini istatistiksel anlamda arttırdığı tespit edilmiştir. Ancak organik atıklı-AMF'li uygulamalarının atıksız eş AMF'lere göre, hem AMF kök kolonizasyon yoğunluklarında hem de g topraktaki spor sayılarında önemli derecede azamalar olduğu tespit edilmiştir. Mikorizal bağımlılık parametresinde ise organik atıksız-ERS uygulamasının mikorizal bağımlılık oluştururken, organik atıklı-ERS uygulamasının oluşturmadığı görülmüştür. Ancak diğer organik atıklı koşullardaki AMF uygulamaları atıksız eş uygulamalarına göre daha yüksek mikorizal bağımlılık oluşturmuştur (Tablo 5).

Fındık zurufundan oluşan organik atıklı koşullar altında, toplam P içeriğinde en yüksek değer 1.77 ppm ile ERS uygulamasında tespit edilirken, Ri ve Gm uygulamalarının (sırasıyla, 1.56 ppm ve 1.02 ppm) ise FZ uygulamasına göre istatistiki olarak etkili olmadığı görülmüştür. AMF kök kolonizasyon yoğunluklarında ise en yüksek kolonizasyon % 97.12 ile Ri uygulamasında olduğu, en düşük kolonizasyon ise % 1.66 ile ERS uygulamasında olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda g topraktaki AMF spor varlığında en yüksek sayı 33.67 spor g<sup>-1</sup> toprak ile Gm uygulamasında olmuş, bunu ERS ve Ri uygulamaları sırasıyla 25.67 ve 19.00 spor g<sup>-1</sup> toprak ile takip etmiştir.

**Tablo 5. Üzüm cibresinden oluşan organik atıklı koşullarda uygulamaların bitkide toplam P içeriğine ile AMF kök kolonizasyonu, AMF toprak spor yoğunluğu ve mikorizal bağımlılığa etkileri**

Table 5. The effects of applications on the total P content of the plant, AMF root colonization, AMF soil spore density and mycorrhizal dependency in organic waste conditions consisting of grape pomace

Uygulamalar	P (ppm)	AMF	AMF	Mikorizal bağımlılık (%)
		kök kolonizasyonu (%)	toprak spor yoğunluğu (spor g <sup>-1</sup> toprak)	
	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	
Organik atıksız	K	0.82±0.03 <sup>B*</sup> a**	-	-
	ERS	1.07±0.06 <sup>A</sup> b	22.75±2.37 <sup>B*</sup> a**	28.67±3.41 <sup>A*</sup> a**
	Ri	1.14±0.03 <sup>A</sup> b	94.74±1.77 <sup>A</sup> a	13.00±0.48 <sup>B</sup> a
	Gm	0.85±0.05 <sup>B</sup> a	89.85±2.89 <sup>A</sup> a	31.80±4.14 <sup>A</sup> a
Organik atıklı	ÜC	0.93±0.04 <sup>B*</sup> a	-	-
	ERS	1.56±0.26 <sup>A</sup> a	1.24±0.22 <sup>B*</sup> b	13.33±0.88 <sup>A*</sup> b
	Ri	1.39±0.05 <sup>A</sup> a	24.93±1.98 <sup>A</sup> b	5.67±1.33 <sup>B</sup> b
	Gm	0.65±0.04 <sup>B</sup> a	1.03±0.01 <sup>B</sup> b	4.00±1.15 <sup>B</sup> b

K: Kontrol, ÜC: Üzüm Cibresi, ERS: Ticari Arbusküler Mikorizal Fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, +: Mikorizal bağımlılık var, -: mikorizal bağımlılık yok, \*: Büyük harfler organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir, \*\*: Küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda karşılıklı iki grup arasındaki t testi karşılaştırmalarının önemliliğini göstermekte olup, aynı harfli alan gruplar p<0.05'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata

Ayrıca organik koşullardaki tüm AMF uygulamalarının mikorizal bağımlılık oluşturduğu görülürken, Gm uygulamasının % 54.65 ile en yüksek mikorizal bağımlılığa sahip olduğu belirlenmiştir. Fındık zurufundan oluşan organik atıklı ve atıksız koşullarda, uygulamaların t-testi ile karşılaştırıldığında, organik atıklı koşullarda FZ, ERS ve Ri uygulamalarının sırasıyla 1.34, 1.77 ve 1.56 ppm ile organik atıksız eş uygulamalarına kıyasla, toplam P içeriğini istatistiksel anlamda arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca organik atıklı-ERS uygulamasında AMF kök kolonizasyonunda (% 1.66) azalma olurken, organik atıklı-Ri uygulamasında AMF toprak spor sayısında (19.00 spor g<sup>-1</sup> toprak) artış olduğu tespit edilmiştir. Mikorizal bağımlılığı ise organik atıklı koşullarda yer alan tüm AMF uygulamalarının atıksız koşullardaki benzer uygulamalara göre arttırdığı belirlenmiştir. Diğer uygulamalar arasında ise parametreler üzerindeki farklar istatistiksel olarak önemsizdir (Tablo 6).

Fındık kuruğundan oluşan organik atıklı koşullar altında, toplam P içeriğine FK uygulamasına göre AMF'li uygulamalar etki etmemekle beraber, en yüksek değer 1.66 ppm ile organik atıklı-Ri uygulamasında belirlenmiştir. Ayrıca organik atıklı-Ri uygulaması, AMF kök kolonizasyon yoğunluğunda % 82.84 ile en yüksek kolonizasyona sahip olurken, g topraktaki AMF spor sayısında ise 5.67 spor g<sup>-1</sup> toprak ile en düşük spor sayısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak organik atıklı-ERS uygulamasında ise g topraktaki AMF spor sayısında 36.66 spor g<sup>-1</sup> toprak ile en yüksek sayı bulunurken, AMF kök kolonizasyon yoğunluğunda ise % 8.25 ile en düşük kolonizasyona sahip olduğu saptanmıştır. Ayrıca organik koşullardaki tüm AMF uygulamalarının mikorizal bağımlılık oluşturduğu görülürken, Gm uygulamasının % 54.19 ile en yüksek mikorizal bağımlılığa sahip olduğu belirlenmiştir (Tablo 7).

**Tablo 6. Fındık zurufundan oluşan organik atıklı koşullarda uygulamaların bitkide toplam P içeriğine ile AMF kök kolonizasyonu, AMF toprak spor yoğunluğu ve mikorizal bağımlılığa etkileri**

Table 6. The effects of applications on the total P content of the plant, AMF root colonization, AMF soil spore density and mycorrhizal dependency in organic waste conditions consisting of hazelnut husk

Uygulamalar		P (ppm)	AMF kök kolonizasyonu (%)	AMF toprak spor yoğunluğu (spor g <sup>-1</sup> toprak)	Mikorizal bağımlılık (%)
		$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	
Organik atıksız	K	0.82±0.03 <sup>B*</sup> b**	-	-	-
	ERS	1.07±0.06 <sup>A</sup> b	22.75±2.37 <sup>B*</sup> a**	28.67±3.41 <sup>A*</sup> a**	+15.00
	Ri	1.14±0.03 <sup>A</sup> b	94.74±1.77 <sup>A</sup> a	13.00±0.48 <sup>B</sup> b	+27.45
	Gm	0.85±0.05 <sup>B</sup> a	89.85±2.89 <sup>A</sup> a	31.80±4.14 <sup>A</sup> a	+26.00
Organik atıklı	FZ	1.34±0.05 <sup>BC*</sup> a	-	-	-
	ERS	1.77±0.15 <sup>A</sup> a	1.66±0.64 <sup>C*</sup> b	25.67±2.33 <sup>B*</sup> a	+49.31
	Ri	1.56±0.14 <sup>AB</sup> a	97.12±1.67 <sup>A</sup> a	19.00±2.30 <sup>B</sup> a	+50.95
	Gm	1.02±0.03 <sup>C</sup> a	85.17±4.90 <sup>B</sup> a	33.67±1.20 <sup>A</sup> a	+54.65

K: Kontrol, FK: Fındık zurufu, ERS: Ticari Arbusküler Mikorizal Fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, +: Mikorizal bağımlılık var, -: mikorizal bağımlılık yok, \*: Büyük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir, \*\*: Küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda karşılıklı iki grup arasındaki t testi karşılaştırmalarının önemliliğini göstermekte olup, aynı harfli alan gruplar p<0.05'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata

**Tablo 7. Fındık kuruğundan oluşan organik atıklı koşullarda uygulamaların bitkide toplam P içeriğine ile AMF kök kolonizasyonu, AMF toprak spor yoğunluğu ve mikorizal bağımlılığa etkileri**

Table 7. The effects of applications on the total P content of the plant, AMF root colonization, AMF soil spore density and mycorrhizal dependency in organic waste conditions consisting of hazelnut groat

Uygulamalar		P (ppm)	AMF kök kolonizasyonu (%)	AMF toprak spor yoğunluğu (spor g <sup>-1</sup> toprak)	Mikorizal bağımlılık (%)
		$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	
Organik atıksız	K	0.82±0.03 <sup>B*</sup> b**	-	-	-
	ERS	1.07±0.06 <sup>A</sup> b	22.75±2.37 <sup>B*</sup> a**	28.67±3.41 <sup>A*</sup> a**	+15.00
	Ri	1.14±0.03 <sup>A</sup> b	94.74±1.77 <sup>A</sup> a	13.00±0.48 <sup>B</sup> a	+27.45
	Gm	0.85±0.05 <sup>B</sup> a	89.85±2.89 <sup>A</sup> a	31.80±4.14 <sup>A</sup> a	+26.00
Organik atıklı	FK	1.34±0.05 <sup>AB*</sup> a	-	-	-
	ERS	1.29±0.02 <sup>B</sup> a	8.25±1.23 <sup>C*</sup> b	32.66±1.85 <sup>A*</sup> a	+16.37
	Ri	1.66±0.18 <sup>A</sup> a	82.84±4.95 <sup>A</sup> b	5.67±0.66 <sup>C</sup> b	+52.23
	Gm	1.04±0.09 <sup>B</sup> a	66.86±1.70 <sup>B</sup> b	10.67±1.21 <sup>B</sup> b	+54.19

K: Kontrol, FK: Fındık kuruğu, ERS: Ticari Arbusküler Mikorizal Fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, +: Mikorizal bağımlılık var, -: mikorizal bağımlılık yok, \*: Büyük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir, \*\*: Küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda karşılıklı iki grup arasındaki t testi karşılaştırmalarının önemliliğini göstermekte olup, aynı harfli alan gruplar p<0.05'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata



Fındık koruğundan oluşan organik atıklı koşullarda FK, ERS ve Ri uygulamalarının sırasıyla 1.34, 1.29 ve 1.66 ppm ile organik atıksız eş uygulamalarına kıyasla, toplam P içeriğini istatistiksel anlamda arttırdığı tespit edilmiştir. Organik atıklı-AMF'li uygulamalarda ise AMF kök kolonizasyon yoğunluklarında azalmalar meydana gelmiştir. Ayrıca organik atıklı koşullarda Ri ve Gm'li uygulamalarda ise AMF toprak spor sayısında azalmalar olduğu tespit edilirken, ERS'li uygulamalar arasında ise önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir. Mikorizal bağımlılığı ise organik atıklı koşullarda yer alan tüm AMF uygulamalarının atıksız koşullarda ki benzer uygulamalara göre istatistiksel anlamda arttırdığı belirlenmiştir (Tablo 7).

Organik atıklı tüm koşullar (ÜC, FZ ve FK) altında yer alan uygulamalar birbirleri ile karşılaştırıldığında, toplam P içeriğini atıksız koşullar altındaki uygulamalara kıyasla, organik atıklı tüm uygulamaların genel olarak arttırdığı görülmüştür. Ayrıca AMF kök

kolonizasyon değerlerini organik atıksız koşullardaki uygulamalara göre, ÜC ve FK ile oluşan organik atıklı koşullarda yer alan uygulamaların önemli derecede düşürdüğü; FZ ile oluşan organik atıklı koşullarda ki Ri ve Gm uygulamalarının ise istatistiksel anlamda değiştirmedikleri tespit edilmiştir. AMF toprak spor yoğunluklarını ise, FZ'den oluşan organik atıklı koşullardaki Ri'nin arttırdığı, ERS ve Gm uygulamaları ile FK ile oluşan organik atıklı-ERS uygulamasının değiştirmedikleri belirlenmiştir. Ancak bu parametrenin değerlerini ÜC ile oluşan organik atıklı koşullarda bulunan tüm uygulamalar ile FK'den oluşan organik atıklı Ri ve Gm uygulamalarının istatistiksel olarak azalttığı saptanmıştır. Mikorizal bağımlılığı ise sadece ÜC'den oluşan organik atıklı-ERS uygulamasının oluşturmadığı görülmüştür. Bu uygulamanın dışındaki organik atıklı koşullardaki AMF uygulamalarının tümünün ise atıksız koşullardaki benzer uygulamalara göre daha fazla bağımlılık oluşturduğu saptanmıştır (Tablo 8).

**Tablo 8. Organik atıklı tüm koşullarda uygulamaların bitkide toplam P içeriği ile AMF kök kolonizasyonu, AMF toprak spor yoğunluğu ve mikorizal bağımlılık üzerinde kendi aralarında karşılaştırılması**

Table 8. Comparison of applications in all conditions with organic waste on total P content and AMF root colonization in the plant, AMF soil spore density and mycorrhizal dependency

Uygulamalar		P	AMF	AMF	Mikorizal
		(ppm)	kök kolonizasyonu	toprak spor yoğunluğu	bağımlılık
		$\bar{x} \pm S.H.$	(%)	(spor g <sup>-1</sup> toprak)	(%)
		$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	$\bar{x} \pm S.H.$	
Organik atıksız	K	0.82±0.03b*	-	-	-
	ERS	1.07±0.06C**	22.75±2.37a*	28.67±3.41a*	+15.00
	Ri	1.14±0.03B***	94.74±1.77A**	13.00±0.48B**	+27.45
	Gm	0.85±0.05ab****	89.85±2.89A***	31.80±4.14A***	+26.00
Üzüm cibrelisi	ÜC	0.93±0.04b	-	-	-
	ERS	1.56±0.26AB	1.24±0.22c	13.33±0.88b	-0.70
	Ri	1.39±0.05AB	24.93±1.98C	5.67±1.33C	+51.50
	Gm	0.65±0.04b	1.03±0.01C	4.00±1.15B	+37.90
Fındık zurufu	FZ	1.34±0.05a	-	-	-
	ERS	1.77±0.15A	1.66±0.64c	25.67±2.33a	+49.31
	Ri	1.56±0.14A	97.12±1.67A	19.00±2.30A	+50.95
	Gm	1.02±0.03a	85.17±4.90A	33.67±1.20A	+54.65
Fındık koruklu	FK	1.34±0.05a	-	-	-
	ERS	1.29±0.02BC	8.25±1.23b	32.66±1.85a	+16.37
	Ri	1.66±0.18A	82.84±4.95B	5.67±0.66C	+52.23
	Gm	1.04±0.09a	66.86±1.70B	10.67±1.21B	+54.19

K: Kontrol, ÜC: Üzüm cibresi, FZ: Fındık zurufu, FK: Fındık koruğu, ERS: Ticari Arbusküler Mikorizal Fungus, Ri: *R. irregularis*, Gm: *G. margarita*, +: Mikorizal bağımlılık var, -: mikorizal bağımlılık yok, \*: Küçük harfler organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir, \*\*: Büyük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir, \*\*\*: İtalik büyük harfler organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir, \*\*\*\*: İtalik küçük harfler, organik atıklı ve atıksız gruplarda Duncan çoklu karşılaştırma sonuçlarını göstermekte olup, aynı harfle işaretlenen uygulama grupları arasındaki fark p<0.05'e göre önemsizdir, S.H.: Standart Hata

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, fındık zurufunun, fındıkkağunun ve üzüm cibresinin bazı bitki gelişim parametreleri ve AMF üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada

genel olarak organik atıksız koşullarda yer alan AMF'li uygulamaların (ERS, Ri, Gm) bitki gelişimini arttırdığı görülmüştür (Tablo 1-3). Ayrıca bu uygulamaların bitki kökleri ile etkileşime

girdikleri ve bitkide toplam P miktarını genel olarak arttırdığı belirlenmiştir (Tablo 5-7). Bu konuda, Aysan ve Demir (2009) tarafından yapılan çalışmada AMF'lerin fasulye bitkilerinde toplam P içeriğini artırmasıyla beraber, bitki gelişimine katkılar sağladığı ifade edilmiştir. AMF, simbiyoz oluşturdukları bitkilerle, fotosentezden kaynaklanan asimilat maddeleri, P gibi mineral besinleri değiştirerek simbiyotik ilişki kurmakta ve karşılıklı fayda sağlamaktadırlar (Ferrol ve ark., 2002, Demir ve ark., 2015).

Arbusküler Mikorhizal Funguslar'ın da yer aldığı tüm organik atıklı koşullardaki uygulamaların, sadece organik atıklı uygulamalara (ÜC, FZ ve FK) göre genel olarak barbunyanın gelişimini arttırdığı, organik atıksız koşullara göre ise azalttığı belirlenmiştir (Tablo 1-3). Başka çalışmalarda ise üzüm cibresi gibi atıkların hem fide hem de dikim ortamı olarak diğer bitki yetiştirme ortamlarına alternatif olabileceği, çevre kirliliği oluşturmaması, ucuz olması gibi olumlu özellikleri sayesinde gelecekte daha çok kullanılması önerilmektedir (Baran ve ark., 1995; Güler, 2011). Gözenekli ve bozulmaya karşı dayanıklı madde olan organik atıkların, toprak düzenleyici özelliğe sahip olmalarının yanı sıra rizosferde bulunan mikroorganizmalara yaşam alanı oluşturdıkları veya topraktaki mikrobiyal popülasyonların işlevini arttırdıkları bilinmektedir (Walters ve ark., 2013). Akhter (2015) tarafından yapılan çalışmada da kayın ağacından üretilen organik atığın AMF ile etkileşimi bitki gelişim parametrelerinde artış sağlamıştır. Çalışmamızda ise; bu sonuçların organik atığa ve parametrelere göre değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Üzüm cibresinin, AMF ile birlikte uygulanması kök kolonizasyonu ve toprak spor yoğunluğunda değişkenlik göstermemiş, ancak mikorhizal bağımlılık parametresini arttırmıştır (Tablo 5). Fındık koruğunun *R. irregularis* ve *G. margarita* ile interaksyonu AMF kök kolonizasyonunda, mikorhizal bağımlılıkta ve topraktaki spor yoğunluğunda artış sağlarken, *G. margarita* uygulamasında ise mikorhizal bağımlılık ve topraktaki spor yoğunluğu olumlu yönde etkilenmiştir (Tablo 7). Gomes Júnior ve ark. (2018)'nin yaptıkları çalışmada da kakao kabuklarından elde edilen organik atıkların tarçın bitkisinin gelişim parametrelerini, P miktarını ve AMF yapılarını arttırdığı belirtilmiştir. Başka bir çalışmada, çay atığından elde edilen organik atığın *G. mosseae*'nin spor yoğunluğunu arttırdığı belirtilmiştir (Al-Maliki ve AL-Masoudi, 2018). Aynı çalışmada organik atık içindeki organik karbonun, bitkinin, toprak yapısının ve toprak mikroorganizmalarının büyümesini iyileştirmede kilit rol oynadığı ve birikmiş organik karbonun köklerin absorpsiyon yeteneği ve yoğunluğunu

arttırdığı ifade edilmiştir. Genel olarak organik atıkların AMF gelişimine etkisinin organik atık çeşitliliğine ve kullanılan bitki türüne göre değişkenlik gösterdiği ve besin değerince çok yüksek ya da çok düşük organik atıkların bitki-AMF simbiyotik ilişkisine farklı yansımalarının olduğu ifade edilmektedir (Yang ve ark., 2018).

Organik atıklı koşullarda barbunyanın toplam P miktarı organik atığın cinsine göre değişiklik göstermekle beraber, organik atıksız koşullara göre genel olarak artmıştır (Tablo 8). Bu artışın daha çok organik atıklardan kaynaklandığı ve organik atıkların, P miktarı üzerindeki etkilerinin birbirinden farklılık gösterebileceği düşünülmektedir (Yılmaz ve Alagöz, 2009). Nitekim fındık zurufundan oluşan organik atıklı koşullardaki uygulamaların, diğer koşullardaki uygulamalara göre genel olarak hem toplam P miktarında hem de AMF'lere olan etkilerinde daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Tablo 8). Ancak bitki gelişimine olan etkilerine bakıldığında, uygulamaların gelişim parametrelerine göre değişiklikler göstermekle beraber, genel olarak organik atıklar arasında önemli fark olmadığı görülmüştür (Tablo 4). Öz (2019), tarafından yapılan çalışmada da torf ile karıştırılan fındık zuruflarının çuha bitkisinin gelişimi ve yaş-kuru ağırlıklarına % 50'lik karışım ile etkili olduğu ve süs bitkisi yetiştiriciliğinde torf ortamı ile birlikte değerlendirilmesinin mümkün olabileceği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise çeşitli organik atıklardan elde edilen biyoçarın toprak mikroflorasına ve buğday bitkisinin gelişimine olumlu etkisinin olduğu, P ve potasyum oranlarında artış sağlandığı ifade edilmiştir (Aziz ve ark., 2020).

Yukarıda da ifade edildiği üzere, organik atıklar toprak özelliklerini iyileştirerek topraktaki mikroorganizmalar için bir yaşam alanı oluşturmakta ve bu bağlamda tarımsal üretimde kalite ve verimliliğinin artırılmasında etkili olabilmektedirler (Akhter ve ark., 2015; Al-Maliki ve AL-Masoudi, 2018). Çalışmamızda, kullanılan organik atıkların AMF türleri üzerindeki etkisi değişkenlik göstermiştir. Bu değişkenlikte bitki türü ve AMF türlerinin belirleyici olabileceği ve simbiyotik ilişkiyi etkileyebilecekleri düşünülmektedir.

Sonuç olarak sürdürülebilir tarımsal üretimde organik atıkların kullanılmasının hem çevre kirliliğinin önlenmesi hem de toprak kalitesi ve verimliliğinin sürdürülebilirliği açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca etkili bir organik atık yönetiminin toprağın üretkenliğinin ve canlılığının korunması ile kapasitesinin yükseltilmesine olumlu etkide bulunacağı da göz ardı edilemez bir gerçektir. Ancak organik atık

yönetiminde kullanılacak mikroorganizma türü, organik atık çeşidi ve uygulama dozuna dikkat edilmesi gerektiği gözden kaçırılmamalıdır.

## Kaynaklar

- Akhter, A., Hage-Ahmed, K., Soja, G., Steinkellner, S., 2015. Compost and biochar alter mycorrhization, tomato root exudation, and development of *Fusarium oxysporum* f. sp. lycopersici. *Frontiers in Plant Science*, 6: 529.
- Alagöz, Z., Yılmaz, E., Öktüren, F., 2006. Organik materyal ilavesinin bazı fiziksel ve kimyasal toprak özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(2): 245- 254.
- Al-Maliki, S., AL-Masoudi, M., 2018. Interactions between Mycorrhizal fungi, tea wastes, and algal biomass affecting the microbial community, soil structure, and alleviating of salinity stress in corn yield (*Zea mays* L.). *Plants*, 7(3): 63.
- Anonim, 2020 Bitkisel Üretim İstatistikleri. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>), (Erişim tarihi: 20.03.2020).
- Anonymous, 2020. Statistic Databases. Food and Agriculture Organization of the United Nation, (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>), (Erişim tarihi: 22.03.2020).
- Aygün, S., 2015. Fındık zurufu kompostunun toprak kalitesi üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu, Türkiye.
- Aysan, E., Demir, S., 2009. Using arbuscular mycorrhizal fungi and *Rhizobium leguminosarum* Biovar *phaseoli* against *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de bary in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Pathology Journal*, 8(2): 74-78.
- Aziz, S., Yaseen, L., Jamal, A., Farooq, U., Qureshi, Z., Tauseef, I., Ali, M.I., 2020. Fabrication of biochar from organic wastes and its effect on wheat growth and soil microflora. *Polish Journal of Environmental Studies*, 29(2): 1069-1076.
- Balkaya, A., Odaş, M.S., 2004. Samsun koşullarında ekim zamanının barbunya fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yetiştiriciliğinde erkencilik, verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 33(1-2): 7-15.
- Baran, A., Çaycı, G., İnal, A., 1995. Farklı tarımsal atıkların bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 1(3): 169-172.
- Bekar, T., 2016. Bağcılıkta atık teknolojisi. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1): 17-24.
- Cely, M.V., Siviero, M.A., Emiliano, J., Spago, F.R., Freitas, V.F., Barazetti, A.R., Andrade, G., 2016. Inoculation of *Schizolobium parahyba* with mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria increases wood yield under field conditions. *Frontiers in Plant Science*, 7: 1708.
- Chliyah, M., Ouazzani Touhami, A., Filali-Maltouf, A., El Modafar, C., Moukhli, A., Oukabli, A., Benkirane, R., Douira, A., 2014. Effect of a composite endomycorrhizal inoculum on the growth of olive trees under nurseries conditions in Morocco, *International Journal of Pure and Applied Bioscience*, 2(2): 1-14.
- Çam, V., 2017. Ege ve Marmara Bölgesinde yetiştirilen yerel barbunya (*Phaseolus vulgaris* L. Var. Pinto) populasyonlarının agro-morfolojik özellikleri ile verim unsurlarının belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çerçioğlu, M., 2011. Sürdürülebilir tarımda tütün atığı kullanım olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2): 101-108.
- Çerçioğlu, M., 2019. Sürdürülebilir atık yönetimde sera atıklarının kompost olarak değerlendirilmesi. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 167-178.
- Declerck, S., Plenchette, C., Strullu, D.G., 1995. Mycorrhizal dependency of banana (*Musa acuminata*, AAA group) cultivar. *Plant and Soil*, 176(1): 183-187.
- Demir, S., Özrenk, E., 2009. The effects of whey on the colonization and sporulation of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF), *Glomus intraradices*, in lentil (*Lens orientalis*) plants. *African Journal of Biotechnology*, 8(10): 2151-2156.
- Demir, S., Şensoy, S., Ocak, E., Tüfenkçi, Ş., Demirel Durak, E., Erdinç, Ç., Ünsal, H., 2015. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus (AMF), humic acid and whey on wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in three *Solanaceous* crops. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(2): 300-309.
- Duan, E., 2013. Bazı deniz makroalglerinden (*Ulva* sp., *Cystoseira* sp. ve *Corallina* sp.) fermente sıvı organik gübre üretimi ve taze fasulye (*Phaseolus vulgaris*) verimine etkisinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.
- Duman, İ., Düzyaman, E., Kaya, S., Nazik, C.A., Pullu, H., Bilen, E., Aksoy, U., 2009. Organik yetiştiricilikte bezelye-fasulye-bakla rotasyonunun verim ve kalite özelliklerine etkisi. *7. Yaş Meyve ve Sebze Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı, 14 Mayıs, Mersin.
- Ferrol, N., Barea, J.M., Azcon-Aguilar, C., 2002. Mechanisms of nutrient transport across interfaces in arbuscular mycorrhizas. *Diversity and Integration in Mycorrhizas*, 94: 231-237.
- Gerdemann, J.W., Nicholson, T.H., 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46(2): 235-244.
- Giovanetti, M., Mosse, B., 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, 84(3): 489-500.
- Gomes Júnior, G.A., Pereira, R.A., Sodr , G.A., Sacramneto, C.K.D., Gross, E., 2018. Inoculation with arbuscular micorrizhal fungi and organic compost from cocoa shell positively influence the growth and mineral nutrition of soursop plants

- (*Annona muricata* L.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 40(5): e-024.
- Gönen, Ç., 2019. Management of agricultural wastes in rural areas and investigation of reduction potential of greenhouse gas emissions via renewable biomass energy technologies. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(1): 142-147.
- Güçdemir, İ.H., 2006. Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı Yayın No. 231, Teknik Yayın No: T.69, Ankara.
- Güler, H., 2011. Soğuk cam serada kaya yünü, perlit, zeolit, cibre ve toprakta yetiştirilen kıvrıkcık baş salatada gelişme ve verimin karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Güneş, H., Demir, S., Demirel Durak, E., 2019. Brassicaceae, Chenopodiaceae ve Urticaceae familyalarına ait bazı bitkilerin arbusküler mikorhizal funguslar (AMF)'la ilişkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(Ek Sayı 1): 102-108.
- Gürdap, F., Türkmen, Ö., 2019. Taze tüketime uygun bazı barbutya genotiplerinin morfolojik özellikleri ve akrabalık derecelerinin belirlenmesi. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 9(2): 69-80.
- Hoagland, D.R., Arnon, D.I., 1950. The Water-Culture Method for Growing Plants Without Soil. *Circular California Agricultural Experiment Station*, 2nd Edit., USA.
- Ijdo, M., Cranenbrouck, S., Declerck, S., 2011. Methods for large-scale production of AM fungi: past, present, and future. *Mycorrhiza*, 21(1): 1-16.
- Irmak Yılmaz, F., Eltutmaz, E., 2019. Fındık zuruftu kompostunun inkübasyon sürecinde toprakların bazı biyolojik ve kimyasal özellikleri üzerine etkisi. In: F. Irmak Yılmaz (Ed.), *Academic Studies in Agriculture Sciences*, Iype Yayınevi, 2. Baskı, Cetinje, Montenegro, s. 57-69.
- İslam, E., 2016. Fındık zuruftu kompostunun toprak mekaniksel özellikleri üzerine etkisi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Jaafar, N.M., 2014. Biochar as a habitat for arbuscular mycorrhizal fungus. In: Z. Solaiman, L. Abbott and A. Varma (Eds.), *Mycorrhizal Fungi Use in Sustainable Agriculture and Land Restoration*, Soil Biology, Springer, Berlin, pp. 297-311.
- Kayahan, E., Karaboycu, M., Dayık, M., 2016. Bitkisel atıklar kullanılarak yün, pamuk ve rejenere soya lifleri için ekolojik boyama. *Journal of Textiles and Engineer*, 23(102): 112-125.
- Kılıç, O., 1990. Alkollü İçkiler Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Basım Evi, Bursa.
- Liu, L., Li, J., Yue, F., Yan, X., Wang, F., Bloszies, S., Wang, Y., 2018. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation and biochar amendment on maize growth, cadmium uptake and soil cadmium speciation in Cd-contaminated soil. *Chemosphere*, 194: 495-503.
- Marschner, P., David, E., Richard, C., Higashi, M., 1997. Root exudation and physiological status of a root colonizing fluorescent pseudomonad in mycorrhizal-non mycorrhizal pepper (*Capsicum annum* L.). *Plant and Soil*, 189(1): 11-20.
- Ozyazici, G., Turan, N., 2021. Effect of vermicompost application on mineral nutrient composition of grains of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.). *Sustainability*, 13(11): 6004.
- Öz, K., 2019. Fındık zuruftu ile hazırlanan yetiştirme ortamlarının çuha (*Primula vulgaris*) bitkisinin gelişimine etkisi. Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Özcan, U., 2017. Farklı katkı maddeleri ilavesiyle peletlenen fındık zuruftu ve boş fındıkların alternatif kaba yem kaynağı olarak kullanılabilirliği. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Özdamar, U., 2006. Farklı yöntemlerle çürütülmüş beyaz üzüm cibesinde, değişik K/Ca oranına sahip besin çözeltisi verilerek yetiştirilen domateste, gelişme ve verimin karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne.
- Özyazıcı, G., Özdemir, O., Özyazıcı, M.A., Üstün, G.Y., Turan, A., 2010. Bazı organik materyallerin ve toprak düzenleyicilerin organik fındık yetiştiriciliğinde verim ve toprak özellikleri üzerine etkileri. *Türkiye IV. Organik Tarım Sempozyumu*, Bildiriler Kitabı, 28 Haziran-1 Temmuz, Erzurum, s. 383-386.
- Özyazıcı, G., 2020. Yield and quality of black cumin (*Nigella sativa* L.) according to leonardite and nitrogen doses. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(5): 7057-7075.
- Phillips, J.M., Hayman, D.S., 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British mycological Society*, 55(1): 158-161.
- Silici, S., Güçlü, B.K., Kara, K., 2011. Yumurtacı damızlık bıldırcın (*Coturnix Coturnix Japonica*) yemlerine öğütülmüş üzüm çekirdeği ilavesinin verim ve kuluçka performansı ile yumurta kalitesine etkisi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 20(1): 68-76.
- Sonnleitner R, Lorbeer E, Schinner F., 2003a. Monitoring of changes in physical and microbiological properties of a Chernozem amended with different organic substrates. *Plant and Soil*, 253(2): 391-402.
- Sonnleitner, R., Lorbeer, E., Schinner, F., 2003b. Effects of straw, vegetable oil and whey on physical and microbiological properties of a chernozem. *Applied Soil Ecology*, 22(3): 195-204.
- Şen, G., 2018. Broylar rasyonlarında üzüm posası ile inülin kullanımının performans, karkas randmanı, barsak viskozitesi, bağışıklık ve antioksidan durum üzerine etkileri. Doktora tezi, Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.
- Şenol, H., Elibol, E.A., Açikel, Ü., Şenol, M., 2017. Biyogaz üretimi için Ankara'nın başlıca organik atık kaynakları. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2): 15-28.



- Talukder, M., Sarkar, A., Rashid, M., 2019. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in the bioprotection of ash gourd (*Benincasa hispida*) against damping off disease. *Fundamental and Applied Agriculture*, 4(1): 704-712.
- Tekçe, N., 2019. Kara üzüm posası kullanılarak üretilen şalgam suyunun bazı kalite karakteristiklerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Variş, S., Altıntaş, S., Butt, S.J., 2000. Topraksız tarım için en ucuz ortam ve yöntem: cibre ve cibre torba kültürü. *Hasad Dergisi*, 186: 40-43.
- Yang, W., Gu, S., Xin, Y., Bello, A., Sun, W., Xu, X., 2018. Compost addition enhanced hyphal growth and sporulation of arbuscular mycorrhizal fungi without affecting their community composition in the soil. *Frontiers in Microbiology*, 9: 169.
- Yılmaz, E., Alagöz, Z., 2009. Organik materyal (Elma posası) uygulamasının toprağın bazı verimlilik özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 239-250.
- Walters, D.R., Ratsep, J., Havis, N.D., 2013. Controlling crop diseases using induced resistance: challenges for the future. *Journal of Experimental Botany*, 64(5): 1263-1280.