



**T.C.  
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARBUSKÜLER MİKORİZA VE HUMİK ASİTİN  
YALANCI AKASYA (*Robinia pseudoacacia* L.) VE İĞDE (*Elaeagnus  
angustifolia* L.) FİDANLARININ BÜYÜME VE BESİN İÇERİĞİNE  
ETKİLERİ**

**BURÇİN BEHİYE SOYSALDI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ BÜLENT TOPRAK**

**DÜZCE, 2019**

**T.C.**  
**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARBUSKÜLER MİKORİZA VE HUMİK ASİTİN**  
**YALANCI AKASYA (*Robinia pseudoacacia* L.) VE İĞDE (*Elaeagnus***  
***angustifolia* L.) FİDANLARININ BÜYÜME VE BESİN İÇERİĞİNE**  
**ETKİLERİ**

Burçin Behiye SOYSALDI tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Dr. Öğr. Üyesi Bülent TOPRAK

Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Dr. Öğr. Üyesi Bülent TOPRAK

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. .... (jüri üyesinin ismi yazılmalıdır)

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. .... (jüri üyesinin ismi yazılmalıdır)

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: .../.../2019

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

8 Temmuz 2019

Burçin Behiye SOYSALDI

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Bülent TOPRAK'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tezin hazırlanmasında emeği geçen Prof.Dr. Oktay YILDIZ 'a ve Dr. Öğr. Üyesi Ümit Barış KUTMAN'a ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı gerçekleştirmemde yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Orm.Yük.Müh. Abdullah Hüseyin DÖNMEZ'e ve P.M. Özge DEDEİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teşekkürlerimi ve minnettarlıklarımı sunarım.

Bu tez çalışması, 216O014 No'lu "Arbusküler Mikorizal Mantar ve Hüyük Asitin Yalancı Akasya (Robinia Pseudoacacia) ve İğde (Elaeagnus Angustifolia) Fidanı Üretiminde Kullanımı" adlı TÜBİTAK projesi tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı kuruma ve personeline teşekkürlerimi sunarım.

**28 Temmuz 2019**

**Burçin Behiye SOYSALDI**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMALAR.....	viii
SİMGELER .....	ix
ÖZET .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. MİKORİZA.....	1
1.2. HÜMİK ASİT .....	2
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	4
2.1. MATERYAL .....	4
2.1.1. Torbalarda Kullanılan Harç Ortamı .....	4
2.1.2. Bitki Türleri.....	4
2.1.3. Hümik asit, Yerel ve Ticari Mikorizal Karışım .....	5
2.2. YÖNTEM .....	5
2.2.1. Torbaların ve Yetiştirme Ortamının Sterilizasyonu .....	5
2.2.2. Tohum Ekimi ve Fidan Üretimi.....	6
2.2.3. Ölçümler ve Analizler .....	7
2.3. İSTATİSTİKİ ANALİZLER.....	7
3. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	9
3.1. BULGULAR.....	9
3.1.1. FİDANLARIN GELİŞİMİ .....	9
3.1.1.1. İşlemlerin Akasya Fidanlarının Büyümesine Etkisi .....	9
3.1.1.2. İşlemlerin İğde Fidanlarının Büyümesine Etkisi.....	11
3.1.2. BESLENME.....	14
3.1.2.1. Akasya Yapraklarının Besin Yoğunlukları .....	14
3.1.2.2. İğde Yapraklarının Besin Yoğunlukları.....	16
3.2. TARTIŞMA.....	18
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	21
5. KAYNAKLAR .....	22
ÖZGEÇMİŞ .....	32

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Mikorizanın toprak agregatlaşmasına etkisi (Toprak 2016).....	2
Şekil 2.1. Deneme Parselleri.....	7
Şekil 3.1. Yerel mikoriza, yerel mikoriza ve hümik asit, hümik asit, ticari mikoriza uygulanmış ve mikoriza ile hümik asit uygulanmamış kontrol ünitelerdeki Yalancı Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.) fidanları (Sırasıyla soldan sağa). .....	9
Şekil 3.2. Yerel mikoriza (YMA), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAA), hümik asit (HAA), ticari mikoriza (TMA) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (KA) ünitelerdeki Yalancı Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.) fidanlarının kök boğazı çapı ortalamaları $\pm$ standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir). .....	10
Şekil 3.3. Yerel mikoriza (YMA), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAA), hümik asit (HAA), ticari mikoriza (TMA) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (KA) ünitelerdeki Yalancı Akasya ( <i>Robinia pseudoacacia</i> L.) fidanlarının boy ortalamaları $\pm$ standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir). ....	10
Şekil 3.4. Yerel mikoriza ve hümik asit, yerel mikoriza, ticari mikoriza, hümik asit uygulanmış ve mikoriza ile hümik asit uygulanmamış kontrol ünitelerdeki ığde ( <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.) fidanları (Sırasıyla soldan sağa). .....	12
Şekil 3.5. Yerel mikoriza (YMİ), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAİ), hümik asit (HAİ), ticari mikoriza (TMİ) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (Kİ) ünitelerdeki ığde ( <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.) fidanlarının kök boğazı çapı ortalamaları $\pm$ standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir). .....	12
Şekil 3.6. Yerel mikoriza (YMİ), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAİ), hümik asit (HAİ), ticari mikoriza (TMİ) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (Kİ) ünitelerdeki ığde ( <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.) fidanlarının boy ortalamaları $\pm$ standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir). .....	13
Şekil 3.7. Yerel mikoriza (YMİ), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAİ), hümik asit (HAİ), ticari mikoriza (TMİ) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (Kİ) ünitelerdeki ığde ( <i>Elaeagnus angustifolia</i> L.) fidanlarının yaprak spesifik yüzey alanı ortalamaları $\pm$ standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar $\alpha=0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir). .....	13

## ÇİZELGE LİSTESİ

	<b><u>Sayfa No</u></b>
Çizelge 2.1. Harcın tekstürü, organik madde (OM), pH, EC, toplam kireç ve KDK ortalaması ± standart hata.....	4
Çizelge 2.2. Harcın makrobesin yoğunluğu ortalaması ± standart hata .....	4
Çizelge 2.3. Harcın mikrobesein yoğunluğu (mg kg <sup>-1</sup> ) ortalaması ± standart hata .....	4
Çizelge 2.4. Mikorizal karışımın spor içeriği. ....	5
Çizelge 2.5. Mikorizal karışımın diğer bileşenleri. ....	5
Çizelge 3.1. Akasya yapraklarındaki besin yoğunlukları. ....	15
Çizelge 3.2. İğde yapraklarındaki besin yoğunlukları. ....	18

## KISALTMALAR

AMF	Arbüsküler mikorizal fungus
cm	Santimetre
EC	Elektrik iletkenliği
FB	Fidan boyu
HAA	Hümik asit akasya
HAİ	Hümik asit iğde
HCl	Hidroklorik asit
KA	Kontrol akasya
KBC	Kök boğaz çapı
KDK	Kasyon değişim kapasitesi
Kİ	Kontrol iğde
m	Metre
mm	Milimetre
OM	Organik madde
pH	Power hidrojen
TMA	Ticari mikoriza akasya
TMİ	Ticari mikoriza iğde
YMA	Yerel mikoriza akasya
YMHAA	Yerel mikoriza hümik asit akasya
YMHAİ	Yerel mikoriza hümik asit iğde
YMİ	Yerel mikoriza iğde
YYA	Yaprak Yüzey alanı

## SİMGELER

Al	Aliminyum
B	Bor
Ba	Baryum
C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Cu	Bakır
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
P	Fosfor
S	Kükürt
Zn	Çinko

## ÖZET

### ARBUSKÜLER MİKORİZA VE HUMİK ASİTİN YALANCI AKASYA (*Robinia pseudoacacia* L.) VE İĞDE (*Elaeagnus angustifolia* L.) FİDANLARININ BÜYÜME VE BESİN İÇERİĞİNE ETKİLERİ

Burçin Behiye SOYSALDI

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Bülent TOPRAK

Temmuz 2019, 31 sayfa

Türkiye’de ekolojik, sosyal ve teknik açıdan ağaçlandırmaya uygun 5,25 milyon hektar potansiyel saha var olup, mevcut ağaçlandırma sahalarının büyük bir bölümünde vejetasyon döneminde su açığı görülmektedir. Türkiye’de kurak sahalarda gerçekleştirilen ağaçlandırma çalışmalarının başarısı oldukça düşüktür. Kurak sahalarda fidanların tutma oranlarının düşük olması ve tutan fidanların da yavaş büyümesi maliyetleri arttırmaktadır. Ayrıca sahaların uzun yıllar tel örgüler ile çevrili kalarak köylülerin yararlanmasına kapatılması nedeniyle ağaçlandırma faaliyetleri üzerindeki sosyal baskılar artmaktadır. Kurak sahalardaki ağaçlandırma başarısını arttırmada mikorizanın önemli etkileri olduğu dünyanın birçok yerinde yapılan çalışmalarda ortaya koyulmuştur. Fakat Türkiye’nin kurak sahalarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarında uygun deneme deseni ile elde edilen veriler oldukça kısıtlıdır. Bu sebeple çalışmanın amacı İç Anadolu’daki ağaçlandırma çalışmalarında kullanılacak mikorizalı fidan üretimine katkı sağlamaktır. Çalışma için karasal iklime sahip olan Ekecik, Acıpınar, İncesu, Emirgazi, Karapınar ve Meke Gölü civarında bulunan ağaçlandırma sahalarındaki Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia*) ve İğde ağaçlarının (*Elaeagnus angustifolia*) kök bölgelerinden elde edilen yerel mikorizal karışım ile hümik asit ve ticari mikorizal karışımlar akasya ve iğde fidanlarında denenmiştir. Çalışmada tamamen tesadüfi parseller yöntemi kullanılmıştır. Uygulamaların etkilerini belirlemek için fidanların çap, boy, yaprak spesifik yüzey alanı gibi değişkenler ile bazı makro ve mikro besin içerikleri (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen veriler yerel mikorizal mantarların fidanların morfolojik özellikleri üzerinde etkili olduklarını göstermiştir. Her iki tür için de yerel mikorizal karışım fidanların kök boğazı çapı ve fidan boyu gelişiminde olumlu etkiler oluşturmuştur. Yerel mikorizal karışımların kurak bölgelerdeki restorasyon çalışmalarında dikilecek fidanların yetiştirilmesinde kullanılması önerilmektedir.

**Anahtar sözcükler:** Mikoriza, Hümik Asit, *Robinia pseudoacacia*, *Elaeagnus angustifolia*

## ABSTRACT

### EFFECTS OF ARBUSCULAR MYCORRHIZAE AND HUMIC ACID ON GROWTH AND NUTRIENT CONTENT OF BLACK LOCUST (*Robinia pseudoacacia*) AND RUSSIAN OLIVE (*Elaeagnus angustifolia*) SEEDLINGS

Burçin Behiye SOYSALDI

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Bülent TOPRAK

July 2019, 31 pages

There is about 5,25 million ha land area that are socially, economically and ecologically feasible for afforestation in Turkey. A considerable amount of these potential afforestation areas suffer from water deficiency during growing season. Afforestation practices in arid and semi-arid lands have been resulted limited success so far. Low survival rates and slow growth of remaining seedlings increases the cost of afforestation efforts. Thus, exclusion of these lands to animal grazing and usage of locale people increases the social friction. Data from different region around the world suggest that using mycorrhizal seedling may increase the plantation success. However, Turkish forestry has not well adopted producing and using such seedlings. Thus, the aim of this study is to contribute to data generation about mass production of mycorrhiza inoculated seedlings and promotion of using such seedling in aridland afforestation. The local mycorrhizal mixture was obtained from the rhizospheres of Black locust (*Robinia pseudoacacia*) and Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*) in afforestation areas located around Ekecik, Acıpınar, İncesu, Emirgazi, Karapınar and Meke Lake. The local mycorrhizal mixture and a commercial mycorrhizal mixtures with humic acid combinations were applied on black locust and Russian olive seedlings in a completely randomized design. To determine the treatments effects seedling variables such as root collar diameter, shoot height, leaf area index, root length were measured and leaf nutrient concentrations (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn) analysed. Results of the data indicated growth variables of seedlings treated with local mycorrhizae were significantly different than those of the other treatments. It is recommended that local mycorrhizaecan be used to growing seedlings for arid regions.

**Keywords:** Mycorrhizae, Humic acid, *Robinia pseudoacacia*, *Elaeagnus angustifolia*.

# 1. GİRİŞ

İç Anadolu'nun kurak sahalarında yapılan ağaçlandırma çalışmaları birçok ekolojik, ekonomik ve sosyal sorunları birlikte içermektedir. Ağaçlandırma için sahaların koruma altına alınarak otlatmaya kapatılması ve dikilen fidanlarının hem tutma oranının düşük olması hem de kalanların yavaş büyümesi dolayısıyla kısa vadede gözle görülür bir yeşil alan oluşturulamaması bir taraftan ağaçlandırma çalışmalarının imajını zedelemekte bir taraftan da sosyal baskıları arttırmaktadır. Dolayısıyla bu sahalarda hem tutma başarısını arttıracak hemde fidanların büyümesini hızlandıracak uygulamalara ihtiyaç vardır. İç Anadolu'nun kurak sahalarında yaklaşık 70 yıldır genelde deneme çalışmaları yapılmadan çok farklı türlerle doğrudan ağaçlandırma sahaları tesis edilmiştir.

Yörede yapılan çalışmalar değerlendirildiğinde yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) ve iğdenin (*Elaeagnus angustifolia*) kurak sahalarda en çok kullanılan ve dere içlerinde iyi gelişim gösteren, kanaatkâr türler olduğu görülmüştür (Tüfekçioğlu ve Güner, 2008; Yıldız ve diğ., 2018). Yalancı akasya gençlik döneminde hızlı bir gelişim gösteren ve azot bağlaması ile toprağı zenginleştiren bir türdür. İğde de hem hızlı gelişmekte hem de azot bağlamaktadır (Yıldız ve diğ., 2018).

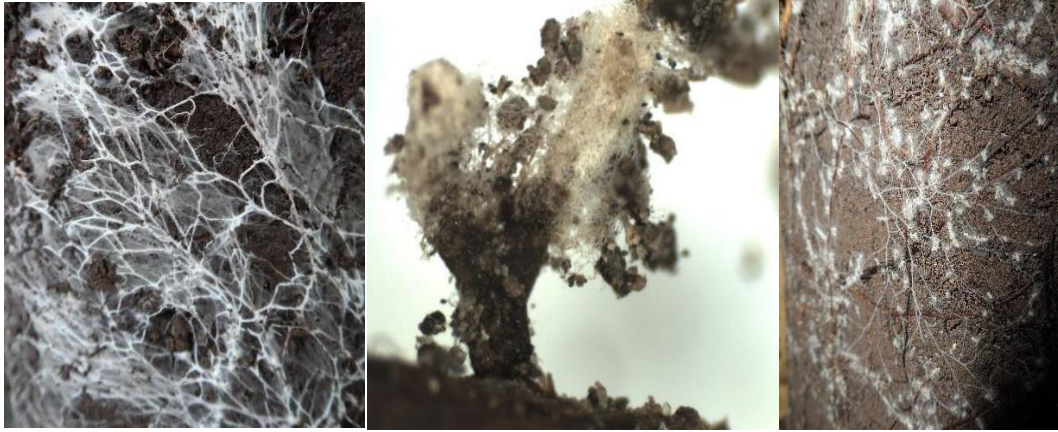
Kurak alanlarda bitkilerin yaşama ve büyümesini düzenleyen en önemli kaynak su olup kök kısmının suya erişiminin teşvik edilmesi gerekmektedir. Mikoriza ve hümik asit topraktaki tüketim zonlarını ve kök gelişimini arttırması sebebiyle kurak sahalarda ağaçlandırma başarılarına büyük katkı sağlamaktadır.

## 1.1. MİKORİZA

Kök mantarları bitki köklerinin bir uzantısı gibi davranarak kılcal gözeneklerden su alımını arttırmaktadır (Boyd, 1987; Berta ve diğ., 2002; Gamalero ve diğ., 2004; Klironomos 2003; Piotrowski ve diğ., 2004). Kök ağının uzantısı olan mikorizaların köklerin tüketim bölgesi dışında kalan azot, fosfor, potasyum, çinko ve kalsiyumun temas yoluyla alımını ve bitkiye taşınımını arttırdığına dair veriler bulunmaktadır (Hawkins ve diğ., 2000; Jakobsen ve diğ., 1992). Mikoriza patojenlerin kök enfeksiyonlarını engelleyerek besleyici köklerin yaşam sürelerini de arttırabilmektedir (Duchesne ve diğ.,

1989, Marx, 1973).

Ayrıca mikoriza, toprak agregatlarının stabilitesini artırması nedeni ile toprakların erozyona karşı korunmasına da yardımcı olmaktadır (Rillig ve Mummey, 2006; Six ve diğ., 2004; Miller ve Jastrow, 2000).



Şekil 1.1. Mikorizanın toprak agregatlaşmasına etkisi (Toprak, 2016).

Birçok bitki ve orman ağacı fidanlarının mikoriza sayesinde büyümelerinin de arttığı bilinmektedir (Bolan, 1991; Osonuki ve diğ., 1991; Sieverding, 1991; Marschner, 1993; Marschner, 1995; Querejeta ve diğ., 1998; Saito, 2000; Hagerberg ve diğ., 2003; Treseder ve diğ., 2004; Turjaman ve diğ., 2006; Repac, 2007; Akhtar ve diğ., 2008; Sharma ve diğ., 2008). Guerin ve diğ. (2003) *Lactarius deliciosus* (ektomikorizal bir mantar türü) ile yaptıkları aşılama ile sarıçam (*Pinus sylvestris*) fidanlarının sürgünlerinde % 325'e kadar uzunluk artışı tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise ektomikoriza ile aşılansınmış olan Halep çamı (*Pinus halepensis*) fidanlarında işlemlerden bir yıl sonra aşılansınmayan çam fidanlarına göre sürgün başına düşen uzun iğne yaprak miktarının 3-5 kat daha fazla olduğu saptanmıştır (Tsimilli-Michael ve Strasser, 2008). Çolak ve Pitterle (1999) yüksek rakımlı sahalardaki ağaçlandırmalarda mikoriza aşılansınmış fidanların aşılansınmamış fidanlara göre yaşama oranlarının yaklaşık beş kat ve büyümelerinin ise iki kat daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

## 1.2. HÜMİK ASİT

Hümik asitler de mikoriza gibi bitkinin besin alımını arttırarak bitki gelişimini teşvik etmektedir (Maggioni ve diğ., 1987; Mackowiak ve diğ., 2001; Rengrudkij ve Partida, 2003; Vaughan ve Malcolm, 1979). Hümik asit, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını

bitki büyümesine elverişli hale getirebilmektedir. İç Anadolu'nun pek çok yerinde olduğu gibi yüksek pH değerindeki topraklarda kalsiyumla kolayca bileşik yapıp iyon formundan çıkan fosfor gibi besinlerin hümik asit bileşenleriyle şelat oluşturması bitkiler tarafından alınımı arttırmaktadır (Akıncı, 2011).

Dolayısıyla bu çalışmanın amacı;

İç Anadolu'nun kurak sahalarında ağaçlandırma başarısını arttırmak için yöredeki çalışmalarda öne çıkan yalancı akasya ve iğde türlerinde yerel ve ticari mikoriza ile hümik asit uygulamasının fidan büyümesine etkilerini belirlemektir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. MATERYAL

#### 2.1.1. Torbalarda Kullanılan Harç Ortamı

Fidanların yetiştirildiği harç % 70 toprak + % 10 perlit + % 20 torf karışımından oluşmuştur. Kullanılan harcın analiz sonuçları aşağıdaki tablolarda belirtilmiştir (Çizelge 2.1, 2.2, 2.3).

Çizelge 2.1. Harcın tekstürü, organik madde (OM), pH, EC, toplam kireç ve KDK ortalaması  $\pm$  standart hata

Tekstür	OM (%)	pH	EC ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Toplam Kireç (%)	KDK $\text{Cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ toprak
Kumlu Killi Balçık	$1.6 \pm 0.1$	$7.4 \pm 0.03$	$140 \pm 1$	$2.1 \pm 0.4$	$33 \pm 1$

Çizelge 2.2. Harcın makrobesin yoğunluğu ortalaması  $\pm$  standart hata

C %	N %	P $\text{mg kg}^{-1}$	K $\text{mg kg}^{-1}$	Ca $\text{mg kg}^{-1}$	Mg $\text{mg kg}^{-1}$
$1.1 \pm 0.1$	$0.1 \pm 0.02$	$7.2 \pm 0.1$	$78 \pm 0.3$	$6215 \pm 94$	$130 \pm 1$

Çizelge 2.3. Harcın mikrobesin yoğunluğu ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) ortalaması  $\pm$  standart hata

Fe	Cu	Zn	Mn
$19.7 \pm 0.1$	$3.2 \pm 0.02$	$0.5 \pm 0.1$	$38 \pm 0.3$

#### 2.1.2. Bitki Türleri

Çalışmada soğuk ve kuraklığa dayanıklı oldukları için karasal bölgelerde yetişebilen Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) ve iğde (*Elaeagnus angustifolia*) türleri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan Yalancı Akasya tohumları Isparta-Davraz, iğde tohumları ise Konya-Ereğli orijindir.

### 2.1.3. Hümik asit, Yerel ve Ticari Mikorizal Karışım

K-Humat ürünü toplam % 80 hümik+fulvik asit, toplam % 25 organik madde, % 10 potasyum oksit ve %25 maksimum nem içermektedir. Ürünün pH'sı (%10'luk çözeltide) ise 9-11 arasındadır.

Yerel mikorizal karışım, Ekecik, Acıpınar, İncesu, Emirgazi, Karapınar ve Meke Gölü civarındaki ağaçlandırmaya sahalarında bulunan yalancı Akasya ve iğdelerin kök bölgelerinden örneklenerek çoğaltılan mikorizal sporelerden oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan ticari mikorizal karışım (RhizoMyx®[Novozymes]) arbusküler mikorizal mantarlar ile kök ve mantar gelişimini teşvik edici bileşenleri içermektedir (Çizelge 2.4. ve 2.5.).

Çizelge 2.4. Mikorizal karışımın spor içeriği.

Mikorizalar %23,5	
Arbusküler mikoriza	Miktar (propagule g <sup>-1</sup> )
<i>Glomus intraradices</i>	21
<i>Glomus mosseae</i>	20
<i>Glomus aggregatum</i>	20
<i>Glomus clarum</i>	1
<i>Glomus monosporum</i>	1
<i>Glomus deserticola</i>	1
<i>Glomus brasilianum</i>	1
<i>Glomus etunicatum</i>	1
<i>Gigaspora margarita</i>	1

Çizelge 2.5. Mikorizal karışımın diğer bileşenleri.

Diğer Bileşenler	Oran (%)
Hümik asitler	28,70
Soğuk su esmer su yosunu ekstraktları	18,00
Askorbik asit (Vitamin C)	2,00
Amino asitler	6,00
Myo-inositol	2,50
Surfactant	2,50
Tiamin (Vitamin B <sub>1</sub> )	1,75
Alpha-tocopherol (vitamin E)	1,00

## 2.2. YÖNTEM

### 2.2.1. Torbaların ve Yetiştirme Ortamının Sterilizasyonu

Torbalar çeşme suyu ile yıkandıktan sonra % 1'lik HCl çözeltisinden geçirilerek üç defa

saf su ile durulanmıştır. Deneme öncesi torbalar bir kez de etanol ile steril edilmiştir. Ayrıca akasya ve ıgde tohumlarının yetiştirildiği harç ortamında yer alan ve mikoriza ile rekabete girebilecek olan mikroorganizmaların etkinliğini ortadan kaldırmak için yetiştirme ortamına 120 °C’de 2 atmosfer basınçta 2 saat boyunca otoklavda sterilizasyon işlemi uygulanmıştır.

### **2.2.2. Tohum Ekimi ve Fidan Üretimi**

*Yerel Mikoriza Uygulaması:* Fidanların yetişeceği harç ortamı torbalara doldurulduktan sonra İç Anadolu’nun Ekecik, Acıpınar, İncesu, Emirgazi, Karapınar ve Meke Gölü civarındaki ağaçlandırma sahalarından elde edilen 500 adet sporun bulunduğu inokulum bir tabaka halinde tohum yatağının yaklaşık olarak 5 cm altına gelecek şekilde konulmuştur. Üzerine aynı harç ortamı örtülerek üçer adet tohumu ekilmiştir.

*Ticari Mikorizal Karışım Uygulaması:* Bir kilogram tohuma beş gram mikorizal karışım uygulanacak şekilde çözelti oluşturulmuştur. Tohumlar beşer dakika çözeltilerin içinde bekletildikten sonra kuruması için çözeltiden çıkarılmıştır. Tohumlar kuruduktan sonra tüplere üçer adet ekim yapılmıştır. Tohum ekiminden iki hafta sonra 100 ml suya bir gram mikorizal karışım konarak oluşturulan çözelti fidanlara verilmiştir.

*Hümik Asit Uygulaması:* Çalışmada bir kilogram tohuma 1.5 gr K-Humat uygulanarak tohum ekimleri yapılmıştır.

Tüm ünitelerde çimlenmelerin gerçekleşmesinden birkaç hafta sonra her tüpteki en sağlıklı fidan deneme materyali olarak bırakılarak diğer zayıf bireyler ortamdaki uzaklaştırılmıştır. Fidanların yetiştirildiği tüplerdeki toprakların nem kontrolleri sürekli olarak yapılarak fidanların gelişmelerini tamamlamaları sağlanmıştır. Tüplerde ot kontrolü yapılmış ancak herhangi bir gübreleme yapılmamıştır.

Çalışma kapsamında her bir işlem için 100 adet fidan olmak üzere iki tür için uygulanan 10 işlemde toplam 1000 adet fidan yetiştirilmiştir (Şekil 2.1).

1.1.Kontrol+Akasya (KA)

1.2.Kontrol+İgde (Kİ)

2.1.Yerel Mikoriza + Akasya (YMA)

2.2.Yerel Mikoriza + İgde (YMI)

3.1.Hümik Asit + Akasya (HAA)

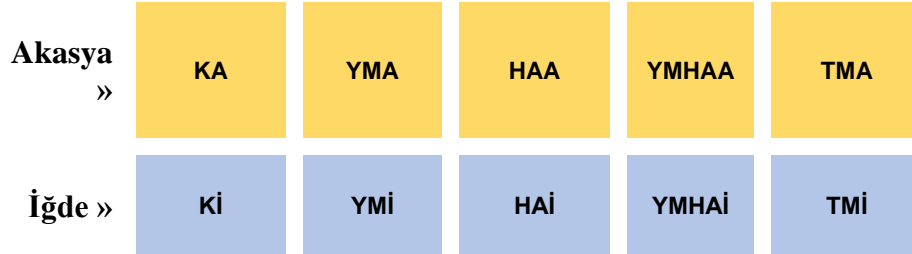
3.2.Hümik Asit + İgde (HAI)

4.1.Yerel Mikoriza + Hümik Asit + Akasya (YMHAA)

4.2.Yerel Mikoriza + Hümik Asit + İğde (YMHAİ)

5.1.Ticari Mikoriza + Akasya (TMA)

5.2.Ticari Mikoriza + İğde (TMİ)



Şekil 2.1. Deneme parselleri.

### 2.2.3. Ölçümler ve Analizler

Fidanların besin içerikleri vejetasyon dönemi ortasında Temmuz ayında alınmış yaprak örneklerinden belirlenmiştir. Sağlıklı yapraklardan alınan örneklerin yüzey alanları yaprak yüzey alanı ölçer (ADC Area Meter AM 300) ile taranarak kuru ağırlıkları hassas terazide tartılıp spesifik yaprak yüzey alanları  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$  olarak hesaplanmıştır (Yildiz ve diğ., 2010). Fırın kurusu ( $65 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 48 saat) haline getirilmiş olan yaprak örnekleri öğütülerek besin analizleri yapılmıştır. Uygulamaların fidan gelişimine olan etkisini belirlemek amacıyla vejetasyon dönemi sonunda her işlemde rastgele yöntemle seçilen 30 adet fidanda ölçümler yapılmıştır. Bu aşamada ölçümler için kullanılan fidan sayısı 5 işlem (yerel mikoriza, hümik asit, yerel mikoriza + hümik asit, ticari mikorizal karışım ve kontrol) x 30 adet fidan = 150'şer adettir. Fidanların kök boğazı çapları 0,001 mm duyarlıkta dijital çap ölçer (Mitutoyo absolute digimatic caliper) ile mm olarak belirlenmiştir. Fidanların boy ölçümleri  $\pm 1$  mm duyarlıktaki metre yardımıyla yapılmıştır. Yapraktaki P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn ICP-OES metoduna göre analiz edilmiştir (Perkin Elmer Optima 7000 DV). Yaprakların C ve N analizleri kuru yakma metoduna göre C/N cihazında (LECO Truspec 2000) yapılmıştır.

### 2.3. İSTATİSTİKİ ANALİZLER

Veriler tesadüfi parseller deneme desenine göre analiz edilmiştir. Sonuçların  $p < 0.05$  düzeyinde istatistiki olarak önemli olduğu kabul edilmiştir. İşlemlerin istatistiki olarak

önemli farklılıklar oluşturduğu değişkenler için ortalamaları ayırma işlemi olarak Tukey'in HSD testi  $\alpha=0,05$  düzeyinde uygulanmıştır. Bütün istatistiki analizler için SAS (Statistical Analysis Software 1996) programından yararlanılmıştır.



### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. BULGULAR

##### 3.1.1. FİDANLARIN GELİŞİMİ

###### 3.1.1.1. İşlemlerin Akasya Fidanlarının Büyümesine Etkisi

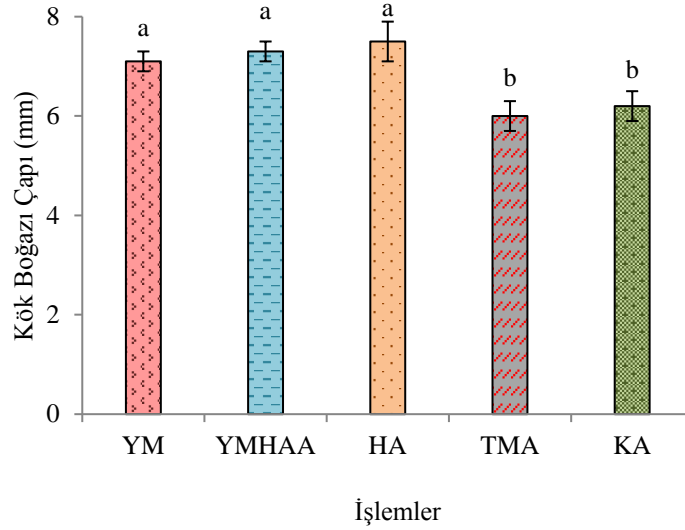
Akasya fidanlarına uygulanan işlemlerin KBCÇ, FB ve YYA değişkenlerini etkilediği belirlenmiştir (*P*-değerleri sırasıyla 0.0004; <0.0001; <0.0001). En kalın çap YM, YMHAA ve HAA işleminin uygulandığı fidanlarda; en uzun boy YM ve YMHAA işleminin uygulandığı fidanlarda ve en geniş yaprak spesifik yüzey alanı ise HA ve KA ünitelerinde tespit edilmiştir (Şekil 3.1).



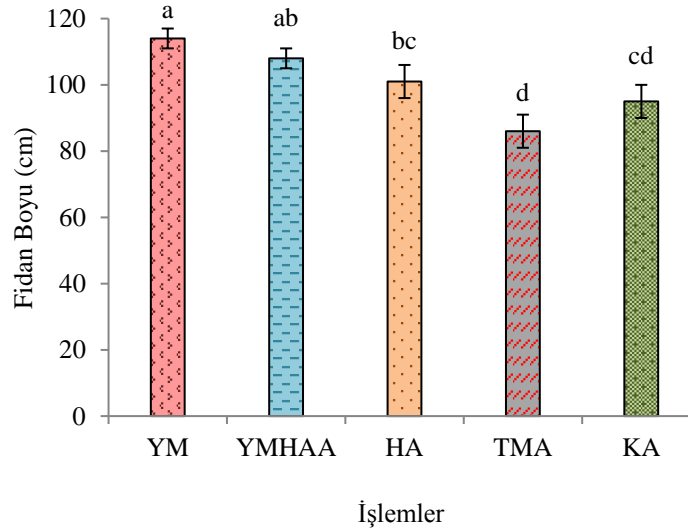
Şekil 3.1. Yerel mikoriza, yerel mikoriza ve hümik asit, hümik asit, ticari mikoriza uygulanmış ve mikoriza ile hümik asit uygulanmamış kontrol ünitelerdeki Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) fidanları (Sırasıyla soldan sağa).

HAA, YMHAA ve YMA ünitelerindeki fidanların KBCÇ'si KA ve TMA ünitelerindekilerden yaklaşık %20 daha kalın; YMA ünitesindeki fidanların FB'si TMA ünitesindekilerden yaklaşık %33 daha uzun; KA ve HAA ünitelerindeki fidanların YYA'sı YMHAA ve YMA ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %36 ve 16 daha geniş; YMA ünitesindeki fidanların YYA'sı YMHAA ünitesindekilerden yaklaşık %17 daha

geniş olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.2, 3.3 ve 3.4).

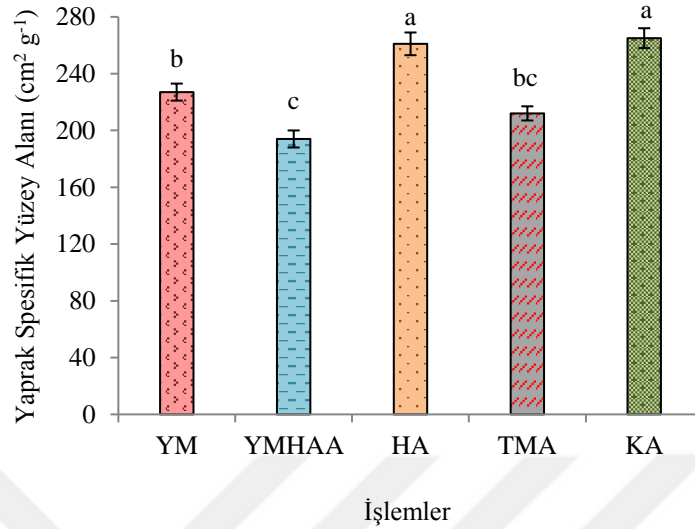


Şekil 3.2. Yerel mikoriza (YMA), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAA), hümik asit (HAA), ticari mikoriza (TMA) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (KA) ünitelerdeki Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) fidanlarının kök boğazı çapı ortalamaları  $\pm$  standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir).



Şekil 3.3. Yerel mikoriza (YMA), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAA), hümik asit (HAA), ticari mikoriza (TMA) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (KA) ünitelerdeki Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.)

fidanlarının boy ortalamaları  $\pm$  standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir).



Şekil 3.3. Yerel mikoriza (YMA), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAA), hümik asit (HAA), ticari mikoriza (TMA) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (KA) ünitelerdeki Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) fidanlarının yaprak spesifik yüzey alanı ortalamaları  $\pm$  standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir).

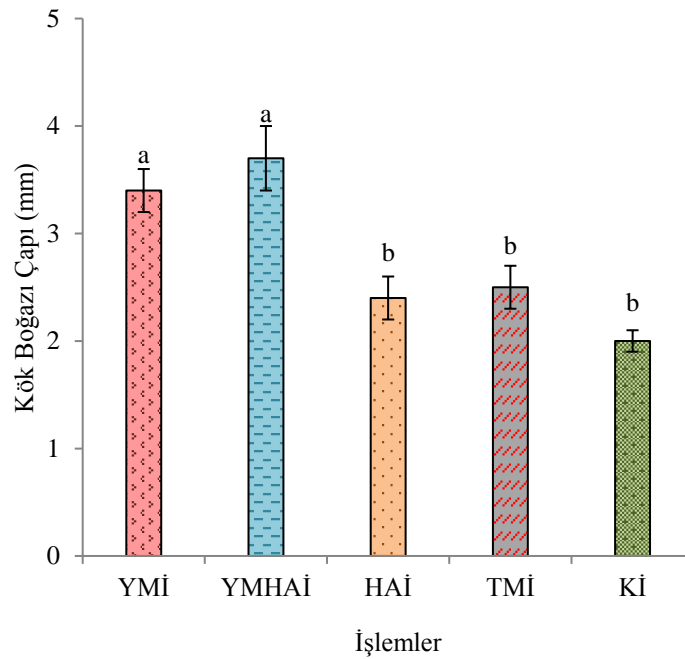
### 3.1.1.2. İşlemlerin İğde Fidanlarının Büyümesine Etkisi

İğde fidanlarına uygulanan işlemlerin KBC, FB ve YYA değişkenlerini etkilediği belirlenmiştir (P-değerleri  $<0.0001$ ). En kalın çap, en uzun boy ve en geniş yaprak spesifik yüzey alanı YM ve YMHAA işleminin uygulandığı fidanlarda tespit edilmiştir (Şekil 3.4).

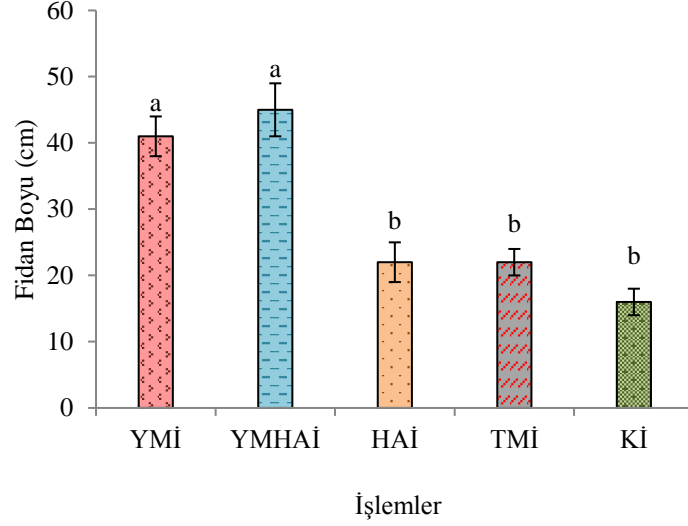


Şekil 3.4. Yerel mikoriza ve hümik asit, yerel mikoriza, ticari mikoriza, hümik asit uygulanmış ve mikoriza ile hümik asit uygulanmamış kontrol ünitelerdeki iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) fidanları (Sırasıyla soldan sağa).

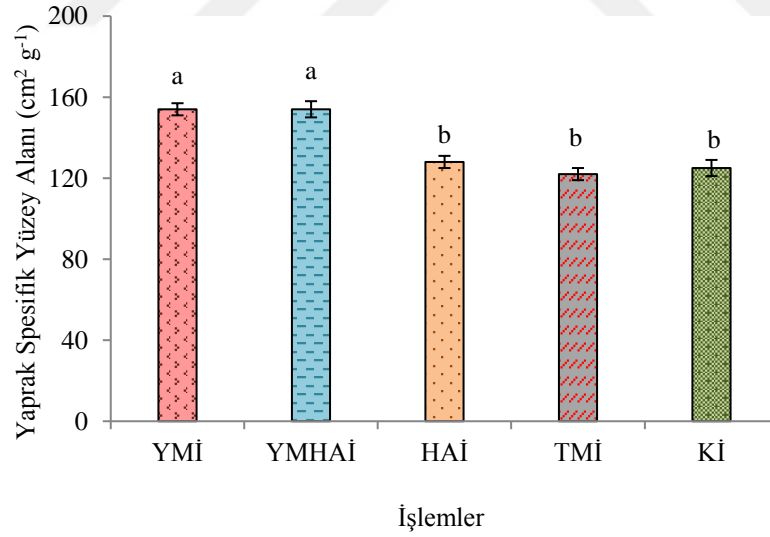
YMHAİ ve YMI ünitelerindeki fidanların KBC'si TMI, HAİ ve KI ünitelerindekilerden yaklaşık %54 daha kalın; YMHAİ ve YMI ünitelerindeki fidanların FB'si HAİ, TMI ve KI ünitelerindekilerden yaklaşık 2 kat daha uzun; YMHAİ ünitesindeki fidanların FB'si KI ünitesindekilerden yaklaşık %35 daha uzun; YMI ve YMHAİ ünitelerindeki fidanların YYA'sı HAİ, KI ve TMI ünitelerindekilerden yaklaşık %23 daha geniş olduğu belirlenmiştir (Şekil 3.5, 3.6 ve 3.7).



Şekil 3.5. Yerel mikoriza (YMI), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAİ), hümik asit (HAİ), ticari mikoriza (TMI) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (KI) ünitelerdeki iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) fidanlarının kök boğazı çapı ortalamaları  $\pm$  standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir).



Şekil 3.6. Yerel mikoriza (YMI), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAİ), hümik asit (HAİ), ticari mikoriza (TMİ) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (Kİ) ünitelerdeki İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) fidanlarının boy ortalamaları  $\pm$  standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir).



Şekil 3.7. Yerel mikoriza (YMI), yerel mikoriza ve hümik asit (YMHAİ), hümik asit (HAİ), ticari mikoriza (TMİ) uygulanmış ve yerel mikoriza ile hümik asit uygulanmamış (Kİ) ünitelerdeki İğde (*Elaeagnus angustifolia* L.) fidanlarının yaprak spesifik yüzey alanı ortalamaları  $\pm$  standart hataları (Ortak harfe sahip ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir).

### 3.1.2. BESLENME

#### 3.1.2.1. Akasya Yapraklarının Besin Yoğunlukları

Yaprakların C, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B yoğunlukları bakımından işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (P-değerleri <0,0001). Yapraklardaki C yoğunluğunun KA ve HAA ünitelerinde; N yoğunluğunun KA, YMA, HAA ve TMA ünitelerinde; P yoğunluğunun KA ve HAA ünitelerinde; K yoğunluğunun KA ve TMA ünitelerinde; Ca yoğunluğunun YMA ve YMHAH ünitelerinde; Mg yoğunluğunun YMA ünitesinde; S yoğunluğunun KA ünitesinde; Fe yoğunluğunun HAA ünitesinde; Mn yoğunluğunun YMHAH ünitesinde; Cu ve Zn yoğunluğunun TMA ünitesinde; B yoğunluğunun YMA ve YMHAH ünitelerinde en fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

KA ve HAA ünitelerindeki yaprakların C yoğunluklarının YMHAH ünitesindekinden yaklaşık %9; KA, YMA, HAA ve TMA ünitelerindeki yaprakların N yoğunluklarının YMHAH ünitesindekinden yaklaşık %19; KA ve HAA ünitelerindeki yaprakların P yoğunluklarının YMA ve YMHAH ünitelerindekilerden yaklaşık %9 ve TMA ünitesindekinden yaklaşık %33; YMA ve YMHAH ünitelerindeki yaprakların P yoğunluklarının TMA ünitesindekinden yaklaşık %22; KA ve TMA ünitelerindeki yaprakların K yoğunluklarının YMA, YMHAH ve HAA ünitelerindekilerden yaklaşık %23; YMA ve YMHAH ünitelerindeki yaprakların Ca yoğunluklarının HAA, KA ve TMA ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %58, %36, %30; TMA ünitesindeki yaprakların Ca yoğunluklarının HAA ve KA ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %22 ve %5; KA ünitesindeki yaprakların Ca yoğunluklarının HAA ünitesindekinden sırasıyla yaklaşık %17; YMA ünitesindeki yaprakların Mg yoğunluklarının HAA ve TMA ünitelerindekilerden yaklaşık %54 ve KA ile YMHAH ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %33 ve %11; YMHAH ünitesindeki yaprakların Mg yoğunluklarının HAA ve TMA ünitelerindekilerden yaklaşık %39 ve KA ünitesindekinden yaklaşık %20; KA ünitesindeki yaprakların Mg yoğunluklarının HAA ve TMA ünitelerindekilerden yaklaşık %15; KA ünitesindeki yaprakların S yoğunluklarının YMHAH, YMA, TMA ve HAA ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %40, %25, %21, %13; HAA ünitesindeki yaprakların S yoğunluklarının YMHAH ve YMA ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %24 ve %11; YMA ünitesindeki yaprakların S yoğunluklarının YMHAH ünitesindekinden yaklaşık %12 fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

HAA ünitesindeki yaprakların Fe yoğunlukları YMA, YMHA, KA ve TMA ünitesindekilerden yaklaşık 2 kat; TMA ünitesindeki yaprakların Fe yoğunlukları YMA ve YMHA ünitesindekilerden yaklaşık %5; YMHA ünitesindeki yaprakların Mn yoğunlukları HAA, TMA, KA ve YMA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %68, %32, %22, %9; YMA ünitesindeki yaprakların Mn yoğunlukları HAA, TMA ve KA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %54, %21, %12; KA ünitesindeki yaprakların Mn yoğunlukları HAA ve TMA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %38, %9; TMA ünitesindeki yaprakların Mn yoğunlukları HAA ünitesindekinden yaklaşık %27; TMA ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları YMHA, YMA, KA ve HAA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %11, %9, %6, %6; HAA ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları YMHA ve YMA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %4, %2; YMA ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları YMHA ünitesindekinden yaklaşık %2; TMA ünitesindeki yaprakların Zn yoğunlukları HAA, YMHA, KA ve YMA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %36, %25, %15, %15; KA ve YMA ünitesindeki yaprakların Zn yoğunlukları HAA ve YMHA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %18, %8; YMHA ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları HAA ünitesindekinden yaklaşık %9; YMA ve YMHA ünitesindeki yaprakların B yoğunlukları TMA, HAA ve KA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %65, %60, %24; KA ünitesindeki yaprakların B yoğunlukları TMA ve HAA ünitesindekilerden sırasıyla yaklaşık %33, %29; HAA ünitesindeki yaprakların B yoğunlukları TMA ünitesindekinden yaklaşık %3 fazla olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Akasya yapraklarındaki besin yoğunlukları.

	KA	YMA	YMHA	HAA	TMA
C	49 ± 0.8 a	45 ± 0.1 bc	44 ± 0.1 c	47 ± 0.1 ab	45 ± 0.7 bc
N	3.2 ± 0.1 a	3 ± 0.03 a	2.6 ± 0.03 b	3.1 ± 0.02 a	3.02 ± 0.03 a
P	0.12 ± 0.001 a	0.11 ± 0.001 b	0.11 ± 0.01 b	0.12 ± 0.001 a	0.09 ± 0.001 c
K	2 ± 0.3 a	1.6 ± 0.01 b	1.7 ± 0.1 b	1.6 ± 0.1 b	2 ± 0.02 a
Ca	2.1 ± 0.02 c	2.8 ± 0.03 a	2.9 ± 0.3 a	1.8 ± 0.02 d	2.2 ± 0.02 b
Mg	0.15 ± 0.001 c	0.2 ± 0.001 a	0.18 ± 0.001 b	0.13 ± 0.001 d	0.13 ± 0.001 d
S	0.35 ± 0.01 a	0.28 ± 0.01 c	0.25 ± 0.01 d	0.31 ± 0.01 b	0.29 ± 0.01 bc
Fe	61 ± 0.2 bc	59 ± 0.5 c	59 ± 0.5 c	142 ± 1.3 a	62 ± 0.1 b
Mn	51 ± 0.4 c	57 ± 0.3 b	62 ± 0.5 a	37 ± 0.4 e	47 ± 0.5 d
Cu	4.7 ± 0.03 b	4.6 ± 0.03 c	4.5 ± 0.01 d	4.7 ± 0.02 b	5 ± 0.02 a
Zn	13 ± 0.1 b	13 ± 0.1 b	12 ± 0.1 c	11 ± 0.04 d	15 ± 0.1 a
B	40 ± 0.2 b	50 ± 0.3 a	49 ± 0.3 a	31 ± 0.03 c	30 ± 0.3 d

Not: Aynı satırda aynı harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

### 3.1.2.2. İğde Yapraklarının Besin Yoğunlukları

Yaprakların C, N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn, B yoğunlukları bakımından işlemler arasında farklılıkların olduğu tespit edilmiştir (P-değerleri sırasıyla 0,0020; <0,0001; <0,0001; <0,0001; <0,0001; 0,0002; <0,0001; <0,0001; <0,0001; <0,0001; <0,0001; <0,0001). Yapraklardaki C ve N yoğunluğunun YMHAİ ve YMI ünitelerinde; P ve K yoğunluğunun YMHAİ ünitesinde; Ca yoğunluğunun HAİ ünitesinde; Mg yoğunluğunun YMI, YMHAİ ve TMI ünitelerinde; S yoğunluğunun KI ünitesinde, Fe yoğunluğunun HAİ ve KI ünitelerinde; Mn yoğunluğunun KI ünitesinde; Cu ve Zn yoğunluğunun YMHAİ ünitesinde; B yoğunluğunun TMI ünitesinde en fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

YMHAİ ünitesindeki yaprakların C yoğunluklarının HAİ, KI ve TMI ünitelerindekilerden yaklaşık %8; YMI ünitesindeki yaprakların C yoğunluklarının HAİ ve KI ünitelerindekilerden yaklaşık %7; YMI ve YMHAİ ünitelerindeki yaprakların N yoğunluklarının KI, HAİ ve TMI ünitelerindekilerden yaklaşık %30; YMHAİ ünitesindeki yaprakların P yoğunluklarının KI ve HAİ ünitelerindekilerden yaklaşık 3 kat, TMI ve YMI ünitelerindekilerden ise yaklaşık 2 kat; YMI ünitesindeki yaprakların P yoğunluklarının KI, HAİ ve TMI ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %43, %25 ve %11; TMI ünitesindeki yaprakların P yoğunluklarının KI ve HAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %29 ve %13; HAİ ünitesindeki yaprakların P yoğunluklarının KI ünitesindekinden yaklaşık %14; YMHAİ ünitesindeki yaprakların K yoğunluklarının KI, TMI, HAİ ve YMI ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %73, %41, %41, %12; YMI ünitesindeki yaprakların K yoğunluklarının KI, TMI ve HAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %55, %26 ve %26; TMI ve HAİ ünitelerindeki yaprakların K yoğunluklarının KI ünitesindekinden yaklaşık %23; HAİ ünitesindeki yaprakların Ca yoğunluklarının YMHAİ, YMI, KI ve TMI ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %50, %40, %31 ve %5; TMI ünitesindeki yaprakların Ca yoğunluklarının YMHAİ, YMI ve KI ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %43, %33 ve %25; KI ünitesindeki yaprakların Ca yoğunluklarının YMHAİ ve YMI ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %14 ve %6; YMI ünitesindeki yaprakların Ca yoğunluklarının YMHAİ ünitesindekinden yaklaşık %7; YMI, YMHAİ ve TMI ünitelerindeki yaprakların Mg yoğunluklarının KI ve HAİ ünitelerindekilerden yaklaşık %5; KI ünitesindeki yaprakların S yoğunluklarının YMI ve YMHAİ ünitelerindekilerden yaklaşık %23, HAİ ve TMI ünitelerindekilerden yaklaşık %10; HAİ ve TMI ünitelerindeki yaprakların S yoğunluklarının YMI ve YMHAİ

ünitelerindekilerden yaklaşık %12 fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

HAİ ve Kİ ünitelerindeki yaprakların Fe yoğunlukları YMİ, YMHAİ ve TMİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %35, %18, %4; TMİ ünitesindeki yaprakların Fe yoğunlukları YMİ ve YMHAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %30 ve %13; YMHAİ ünitesindeki yaprakların Fe yoğunlukları YMİ ünitesindekinden yaklaşık %15; Kİ ünitesindeki yaprakların Mn yoğunlukları YMİ, YMHAİ, HAİ ve TMİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %38, %38, %20, %11; TMİ ünitesindeki yaprakların Mn yoğunlukları YMİ, YMHAİ ve HAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %25, %25 ve %9; HAİ ünitesindeki yaprakların Mn yoğunlukları YMİ ve YMHAİ ünitelerindekilerden yaklaşık %15; YMHAİ ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları Kİ, HAİ, TMİ ve YMİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık 2 kat, %97, %81 ve %14; YMİ ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları Kİ, HAİ ve TMİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %90, %74 ve %59; TMİ ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları Kİ ve HAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %19 ve %9; HAİ ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları Kİ ünitesindekilerden yaklaşık %10; YMHAİ ünitesindeki yaprakların Zn yoğunlukları Kİ, HAİ, TMİ ve YMİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık 3 kat, 2 kat, 2 kat ve %8; YMİ ünitesindeki yaprakların Zn yoğunlukları Kİ, HAİ ve TMİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık 3 kat, 2 kat ve %85; TMİ ünitesindeki yaprakların Zn yoğunlukları Kİ ve HAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık %40 ve %17; HAİ ünitesindeki yaprakların Cu yoğunlukları Kİ ünitesindekinden yaklaşık %20; TMİ ünitesindeki yaprakların B yoğunlukları Kİ, YMİ, YMHAİ ve HAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık 3 kat, %38, %38 ve %10; HAİ ünitesindeki yaprakların B yoğunlukları Kİ, YMİ ve YMHAİ ünitelerindekilerden sırasıyla yaklaşık 3 kat, %25 ve %25; YMİ ve YMHAİ ünitelerindeki yaprakların B yoğunlukları Kİ ünitesindekinden yaklaşık 2 kat fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 İğde yapraklarındaki besin yoğunlukları.

	Kİ	YMİ	YMHAİ	HAİ	TMİ
C	44.7 ± 0.8 c	47.4 ± 0.3 ab	48 ± 0.5 a	44 ± 0.3 c	45 ± 0.6 bc
N	2.2 ± 0.02 b	3 ± 0.03 a	3 ± 0.04 a	2.3 ± 0.04 b	2.3 ± 0.02 b
P	0.07 ± 0.001 e	0.1 ± 0.001 b	0.2 ± 0.01 a	0.08 ± 0.001 d	0.09 ± 0.001 c
K	1.1 ± 0.003 d	1.7 ± 0.01 b	1.9 ± 0.01 a	1.4 ± 0.02 c	1.3 ± 0.004 c
Ca	1.6 ± 0.01 c	1.5 ± 0.01 d	1.4 ± 0.01 e	2.1 ± 0.01 a	2 ± 0.01 b
Mg	0.2 ± 0.002 b	0.22 ± 0.002 a	0.21 ± 0.002 a	0.2 ± 0.003 b	0.21 ± 0.001 a
S	0.58 ± 0.01 a	0.46 ± 0.01 c	0.48 ± 0.01 c	0.52 ± 0.01 b	0.53 ± 0.01 b
Fe	177 ± 0.6 a	131 ± 0.5 d	150 ± 1.1 c	176 ± 1.1 a	170 ± 0.7 b
Mn	83 ± 0.3 a	59 ± 0.1 d	61 ± 0.7 d	69 ± 0.1 c	75 ± 0.8 b
Cu	3.1 ± 0.01 e	5.9 ± 0.01 b	6.7 ± 0.1 a	3.4 ± 0.04 d	3.7 ± 0.03 c
Zn	10 ± 0.03 e	26 ± 0.2 b	28 ± 0.2 a	12 ± 0.1 d	14 ± 0.2 c
B	7 ± 0.1 d	16 ± 0.03 c	16 ± 0.1 c	20 ± 0.2 b	22 ± 0.3 a

Not: Aynı satırda aynı harflerle takip edilen ortalamalar  $\alpha=0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

### 3.2. TARTIŞMA

Ağaçlandırma çalışmasının başarıya ulaşabilmesi için gerekli ön koşul kaliteli fidan yetiştirmektir. Ağaçlandırma çalışması yapılmış bir alandaki fidanların tutma oranı öncelikle çapı ile ilişkiliyken, tutan fidanların büyümesinde ise boyu daha etkilidir (Haase, 2008; Mexal ve Landis, 1990). Kök boğazı çapındaki artış ile birlikte fidanların tutma başarısı da artmaktadır (South ve diğ., 1993). Kurak ve yarı kurak iklim tipindeki sahalarda düşük nem ve yüksek sıcaklıktan dolayı toprak yüzeyinde oluşan aşırı ısınmalara ve kuraklık stresine karşı ilk yıllarda kalın çaplı ve kısa boylu fidanların daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Ürgenç, 1998). Mikoriza ve hümik asit bitki yetişmesini teşvik ederek büyüme üzerinde önemli etkilere sahiptir (Toprak, 2016; Treseder ve diğ., 2004; Turjaman ve diğ., 2006; Repac, 2007; Sharma ve diğ., 2008; Mackowiak ve diğ., 2001; Rengrudkij ve Partida, 2003, Stevenson, 1994). İç Anadolu'nun yarı kurak sahalarında yapılan bir çalışmada mikorizal işlem görmüş karaçam (*Pinus nigra*), Toros sediri (*Cedrus libani*) ve Saçlı meşe (*Quercus cerris*) fidanlarının hem fidanlık aşamasında hem de arazide daha fazla kök boğazı çapına sahip olduğu belirtilmiştir (Toprak, 2016). Yerel mikorizal türlerle aşılamanın Saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, mikorizal işlemlerin bitki morfolojisine (fidan boyu, kök boğaz çapı, yaprak, kök, gövde taze ve kuru ağırlıkları) olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir (Tüfekçi, 2016). Arbusküler

mikorizal mantar olan *Rhizophagus irregularis* ile aşıl原因an *E. angustifolia* fidelerinin aşıl原因mayanlara göre daha fazla kök, gövde ve yaprak biyokütlesi ürettiği tespit edilmiştir (Chang ve diğ., 2018). Sera ortamında *Rhizophagus irregularis* ve *Glomus versiforme* aşıl原因anan Yalancı akasya fidanlarının toplam biomasının aşıl原因mamışlardan 4 kat daha büyük olduğu tespit edilmiştir (Zhu ve diğ., 2014). Bir başka çalışmada da yine arbusküler mikorizanın Yalancı akasya fidanlarında biyokütle birikimini artırdığı belirlenmiştir (Yang ve diğ., 2015). El-Khateeb ve diğ., (2011) tarafından Giza/Mısır’da bir yaşındaki akasya (*Acacia saligna* Labill.) fidanlarının bulunduğu her bir fidan torbasına 4 g hümik asit uygulamasının yapıldığı çalışmada hümik asit uygulanan fidanların çaplarının kontrol fidanlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca hümik asit uygulamasının fidan boyunu arttırdığı da bilinmektedir (Tattini ve diğ., 1990; Fagbenroa ve diğ., 1991; Ismail ve Kardoush, 2011). Bu çalışmada en yüksek kök boğazı çapına sahip olan akasya fidanları yerel mikoriza ve hümik asit işlemlerinin ayrı ayrı ve birlikte uygulandığı ünitelerde; en uzun boya sahip akasya fidanlar ise yerel mikorizanın tek başına uygulandığı ünite ile yerel mikoriza ve hümik asidin birlikte uygulandığı ünite de bulunmaktadır. En kalın kök boğazı çapına ve en uzun fidan boyuna sahip olan iğe fidanları ise yerel mikorizanın tek başına uygulandığı ünite ile yerel mikoriza ve hümik asidin birlikte uygulandığı ünite de yetiştirilmiştir.

Mikorizaların N, P, K, Zn, Cu ve Fe gibi besinlerin alımını arttırabildikleri bilinmektedir (Al-Karaki, 2000; Porrás-Soriano ve diğ., 2009). Kök uzantısı olarak hareket eden miseller özellikle fosfor gibi hareketsiz besin elementlerinin alınımında önemli katkı sağlamaktadır (Harley ve Smith, 1983; Marchner, 1995; Bolan, 1991; Smith ve Read, 2008; Cairney, 2011). Fakat mikorizal türlerin etkileşim tipi, hifsel morfolojileri, hücresel biyokimyaları, enzimatik kapasiteleri ve karbon taleplerinin farklı olmasından dolayı bitki beslenmesindeki işlevleri arasında farklılıklar olabilmektedir (Taylor ve Alexander, 2005; Smith ve Read, 2008). Yang ve diğ., (2014), arbusküler mikorizal kolonizasyonun yapraktaki C, N ve P konsantrasyonlarını arttırdığını, fakat C:N, C:P ve N:P oranlarını düşürdüğünü ortaya koymuşlardır. Nikbakht ve diğ., (2008) yaptıkları bir çalışmada hümik asidin N, P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn elementlerini yaprak ve kabukta önemli ölçüde arttırdığını fakat yüksek hümik asit seviyelerinin ise bazı besin içeriğini azalttıklarını tespit etmişlerdir. Turba ve leonarditten üretilmiş iki farklı hümik asidin bitkinin büyüme ve mineral beslenmesi üzerindeki etkilerini araştıran çalışmada toplam iyon alımını her ikisinin de etkilediği; özellikle turbadan üretilen hümik asitlerin N, P, Fe ve Cu alımında

bir artış sağladığı; leonarditten üretilen hümik asitlerin ise N, P ve Fe alımı için olumlu etkiler gösterdiği tespit edilmiştir (Adani ve diğ., 1998). Türkmen ve diğ., (2004) yaptıkları bir çalışmada bitki büyüme ortamına 1000 mg kg<sup>-1</sup> konsantrasyonda uygulanan hümik asidin fide büyümesini ve bitkilerin besin içeriğini arttırdığını tespit etmişlerdir. Ancak yüksek seviyelerdeki hümik asidin bitki büyümesini durdurduğunu veya besin içeriğini azalttığını da belirlemişlerdir. Bu çalışmada yerel mikoriza ve hümik asidin birlikte ve ayrı ayrı uygulandığı ünitelerdeki fidan büyümelerinin daha iyi olduğu ve buna karşın özellikle içdelerde C, N, P, K, Mg, Cu ve Zn yoğunluklarında seyreltme etkisi oluşmayıp aksine besin yoğunluklarının da fazlaşması yerel mikorizal ortaklığın beslenme üzerindeki etkisini açıkça göstermektedir. Akasyalarda ise yerel mikorizanın beslenme üzerindeki etkisi Ca, Mg, Mn ve B yoğunluklarında artışı şeklinde ortaya çıkmıştır.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Ticari ve yerel mikorizanın hümik asit ile birlikte kullanılması yalancı akasya ve iğde fidanlarının büyümesinde etkili olmuştur. Yerel mikorizalarla yapılan uygulamanın başarılı olması kitlesel fidan üretimi yapılan orman fidanlıkları için oldukça önemli bir ekonomik kazanç sağlayabilir. Ancak bu çalışmada önce fidanlık aşamasında başarının sağlanması amaçlandığından yaygın olarak kullanılan toprak harçları kullanılmıştır. Fakat bu harçlar kurak saha koşullarına göre oldukça zengindir. Özellikle C:N oranı çok düşüktür ki bu tür bir ortama çoğu verimli olarak kabul edilen sahalarda bile oldukça az rastlanır. Dolayısıyla takip eden bir çalışma ile kurak koşulları taklit eden ve farklı düzeylerde kireçli, düşük organik madde ve besin içerikli ve hatta su stresi uygulanan denemelerle sürdürülmesi gerekir. Ayrıca daha sağlıklı sonuçlar için fidanlık aşamasından saha aşamasına geçilerek fidanların saha performanslarının takip edilmesi gerekir. Bunun yanında fidanlar için geleneksel olarak hesaplanan, katlık, gürbüzlük vb. göstergelerin de kurak sahalarda için yeniden değerlendirilmesi ve başlangıçtaki hangi fidan özelliklerinin sahalardaki tutma ve büyüme performansını daha çok etkilediğinin analiz edilerek kurak sahalarda için daha ayrıntılı ve istenen fidan özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir.

## 5. KAYNAKLAR

- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P., & Zocchi, G. (1998). The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *Journal of plant nutrition*, 21(3), 561-575.
- Akhtar, M., Ahmad, N., & Booi, M. J. (2008). The impact of climate change on the water resources of Hindukush–Karakorum–Himalaya region under different glacier coverage scenarios. *Journal of hydrology*, 355(1-4), 148-163.
- Akıncı, Ş. (2017). Hümik asitlerin stres altındaki bitkilerin büyümesine ve besleyicilerin alınmasına etkileri I: Tuzluluk. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 29(4), 137-150.
- Akıncı, Ş. (2011). Hümik asitler, bitki büyümesi ve besleyici alımı. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 46-56.
- Al-Karaki G.N. (2000). Growth and mineral acquisition by mycorrhizal tomato grown under salt stress, *Mycorrhiza*, 10 (2), 51-54.
- Averill C., Turner B.L., Finzi A.C. (2014). Mycorrhiza-mediated competition between plants and decomposers drives soil carbon storage, *Nature*, 505, 543–545.
- Berta, G., Fusconi, A., & Hooker, J. E. (2002). Arbuscular mycorrhizal modifications to plant root systems: scale, mechanisms and consequences. In *Mycorrhizal technology in agriculture*, 1, 71-85.
- Bohme, M. & Thi Lua, H. (1997). Influence of mineral and organic treatments in the rhizosphere on the growth of tomato plants. *Acta Horticulture*, 450, 161-168.
- Bolan N.S. (1991). A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, 134, 189–207.
- Boyd, R. (1987). ‘The role of ectomycorrhizas in the water relations of plants’, Ph.D. thesis, University of Sheffield.
- Cairney J.W.G. (2011). Ectomycorrhizal fungi: The symbiotic route to the root for phosphorus in forest soils. *Plant Soil*, 344, 51-71.
- Chang, W., Sui, X., Fan, X. X., Jia, T. T., & Song, F. Q. (2018). Arbuscular mycorrhizal symbiosis modulates antioxidant response and ion distribution in salt-stressed *Elaeagnus angustifolia* Seedlings. *Frontiers in microbiology*, 9, 652.
- Chen, Y. & Aviad, T. (1990). Effect of Humic Substances on Plant Growth, In:

- MacCarthy P, Clapp CE, Malcolm RL, Bloom PR (Eds.). Humic substances in soil and crop sciences: selected reading. *Madison*, 161-187.
- Chen, Y., Clapp, C. E., & Magen, H. (2004). Mechanisms of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes. *Soil Science and Plant Nutrition*, 50 (7), 1089-1095.
- Clemmensen K.E., Bahr A., Ovaskainen O., Dahlberg A., Ekblad A., Wallander H., Stenlid J., Finlay R.D., Wardle D.A., Lindahl B.D. (2013). Roots and associated fungi drive long-term carbon sequestration in boreal forest, *Science*, 339 (6127), 1615-1618.
- Cooper K.M. (1984). Physiology of VA mycorrhizal associations. İçinde: *VA Mycorrhiza*. USA: CRC Press.
- Çolak, A. H., & Pitterle, A. (1999). Yüksek Dağ Silvikültürü (Cilt I-Orta Avrupa). *Genel Prentisler, Isbn*, 975-939.
- Dell'Amico, C., Masciandaro, G., Ganni, A., Ceccanti, B., Garcia, C., Hernandez, T. ve Costa, F. (1994). Effects of specific humic fractions on plant growth. İçinde *Humic Substances in the Global Environment and Implications on Human Health*. The Netherlands: Elsevier Science.
- Dixon, R.K., Rao, M.V. and Garg, V.K. (1994). In situ and in vitro response of mycorrhizal fungi to salt stress, *Mycorrhiza News*, 5. 6–8.
- Duchesne, L.C. (1989). Protein synthesis in *Pinus resinosa* and the ectomycorrhizal fungus *Paxillus involutus* prior to ectomycorrhiza formation, *Trees*, 3, 73–77.
- Duchesne, L.C., Peterson, R.L. and Ellis, B.E. (1989). The future of ectomycorrhizal fungi as biological control agents, *Phytoprotec*, 70, 51–58.
- Dunabeitia, M. K., Hormilla, S., Garcia-Plazaola, J. I., Txarterina, K., Arteché, U., & Becerril, J. M. (2004). Differential responses of three fungal species to environmental factors and their role in the mycorrhization of *Pinus radiata* D. Don. *Mycorrhiza*, 14(1), 11-18.
- Dunabeitia, M., Rodríguez, N., Salcedo, I., & Sarrionandia, E. (2004). Field mycorrhization and its influence on the establishment and development of the seedlings in a broadleaf plantation in the Basque Country. *Forest Ecology and Management*, 195(1-2), 129-139.
- El-Desuki, M. (2004). Response of onion plants to humic acid and mineral fertilizers application. *Annals of Agricultural Sciences*, 42(4), 1955-1964.

- El-Khateeb, M. A., El-Leithy, A. S., Aljemaa, B. A. (2011). Effect of mycorrhizal fungi inoculation and humic acid on vegetative growth and chemical composition of *Acacia saligna* Labill. seedlings under different irrigation intervals. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 3(3), 283-289.
- Fagbenro, J. A., Agboola, A. A. (1993). Effect of different levels of humic acid on the growth and nutrient uptake of teak seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 16(8), 1465-1483.
- Ferrara, G. & Brunetti, G., (2010). Effects of the times of application of a soil humic acid on berry quality of table grape (*Vitis vinifera* L.) cv Italia, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(3), 817-822.
- Gamalero, E., Trotta, A., Massa, N., Copetta, A., Martinotti, M. G., & Berta, G. (2004). Impact of two fluorescent pseudomonads and an arbuscular mycorrhizal fungus on tomato plant growth, root architecture and P acquisition. *Mycorrhiza*, 14(3), 185-192.
- Garcia C, Hernandez T, Costa F, Ceccanti B, Dell'Amico C. (1992). Characterization of the organic fractions of an uncomposted and composted sewage sludge by isoelectric focusing and gel-filtration. *Biology and Fertility of Soils*, 13, 112-118.
- Gardner, J.H. & Malajczuk, N. (1988). Recolonization of rehabilitated boaxite mine sites in Western Australia by mycorrhizal fungi *For. Ecol. Management*, 24, 27–42.
- Garrido, N., Becerra, I., Manticorea, C., Oehrens, E., Silva, M. and Horak, E. (1982). Antibiotic properties of ectomycorrhizas and saprophytic fungi growing on *Pinus radiata*.D. Don I. *Mycopathpl*, 77, 93–98.
- Gopinathan, S. & Raman. N. (1992). Indole 3-acetic acid production by ectomycorrhizal fungi. *Ind. J Exper.Biol.* 30, 142–143.
- Guerin-Laguette, A., Vaario, L. M., Matsushita, N., Shindo, K., Suzuki, K., & Lapeyrie, F. (2003). Growth stimulation of a Shiro-like, mycorrhiza forming, mycelium of *Tricholoma matsutake* on solid substrates by non-ionic surfactants or vegetable oil. *Mycological Progress*, 2(1), 37-43.
- Gupta, M. L., Khaliq, A., Pandey, R., Shukla, R. S., Singh, H. N., & Kumar, S. (2000). Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Ocimum* spp. *Journal of herbs, spices & medicinal plants*, 7(2), 57-63.
- Haase D.L. (2008). Understanding forest seedlig quality: measurements and interpretation. *Tree Planters' Notes*, 52(2), 24-30.
- Hagerberg, D., Thelin, G., & Wallander, H. (2003). The production of ectomycorrhizal

- mycelium in forests: relation between forest nutrient status and local mineral sources. *Plant and soil*, 252(2), 279-290.
- Harley J.L., & Smith S.E. (1983). *Mycorrhizal Symbiosis*, London : Academic Press.
- Harrier, L. A., & Watson, C. A. (2003). The role of arbuscular mycorrhizal fungi in sustainable cropping systems. *Advances in Agronomy*, 79(79), 185-225.
- Hawkins HJ, Johansen A, George E (2000) Uptake and transport of organic and inorganic nitrogen by arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil*, 226, 275–285.
- Ho, I. (1987). Vesicular-arbuscular mycorrhizae of halophytic grasses in the Alvord desert of Oregon. *Northwest Science*, 61(3).
- Ismail, O. M., Kardoush, M. (2011). The impact of some nutrients substances on germination and growth seedling of Pistacia vera L. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(5), 115-120.
- Jakobsen, I., Abbott, L. K., & Robson, A. D. (1992). External hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Trifolium subterraneum* L. *New Phytologist*, 120(3), 371-380.
- Janos D.P. (1987). VA mycorrhizas in humid tropical ecosystems. In: Safir GR (ed) Ecophysiology of VA mycorrhizal plants. *CRC Press, Boca Raton*, 108–134.
- Jastrow, J. D., Miller, R. M., & Lussenhop, J. (1998). Contributions of interacting biological mechanisms to soil aggregate stabilization in restored prairie. *Soil Biology and Biochemistry*, 30(7), 905-916.
- Kantarcı, M. D. (1983). Kerpe Tur-71/521 ağaçlandırma alanında uygulanan arazi hazırlığı ve toprak işleme yöntemlerinin toprak özellikleri ile sahil çamı fidanlarının gelişimi üzerindeki etkileri. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 104-140.
- Klironomos, J. N. (2003). Variation in plant response to native and exotic arbuscular mycorrhizal fungi. *Ecology*, 84(9), 2292-2301.
- Kraigher, H., Grayling, A., Wang, T. L., & Hanke, D. E. (1991). Cytokinin production by two ectomycorrhizal fungi in liquid culture. *Phytochemistry*, 30(7), 2249-2254.
- Kulikova, N.A., Stepanova, E.V. ve Koroleva, O.V. (2005). Mitigating activity of humic substances: Direct Influence on Biota. İçinde: *Use of Humic Substances to Remediate Polluted Environments: From Theory to Practice, NATO Science Series IV: Earth and Environmental Series, Perminova, I.V. (Eds). Kluwer. USA: Academic Publishers.*
- Kwapata, M. B., & Hall, A. E. (1985). Effects of moisture regime and phosphorus on mycorrhizal infection, nutrient uptake, and growth of cowpeas (*Vigna unguiculata*

- (L.) Walp.). *Field Crops Research*, 12, 241-250.
- Mackowiak, C. L., Grossl, P. R., & Bugbee, B. G. (2001). Beneficial effects of humic acid on micronutrient availability to wheat. *Soil Science Society of America Journal*, 65(6), 1744-1750.
- Maggioni, A., Varanini, Z., Nardi, S., & Pinton, R. (1987). Action of soil humic matter on plant roots: stimulation of ion uptake and effects on (Mg<sup>2++</sup> K<sup>+</sup>) ATPase activity. *Science of the Total Environment*, 62, 355-363.
- Mattsson A. (1996). Predicting field performance using seedling quality assessment. *New Forests*, 13, 223-248.
- Marschner, H. (1993). Zinc uptake from soils. İçinde *Zinc in soils and plants*,. Springer, Dordrecht, 59-77.
- Marschner H. (1995). *Mineral Nutrition of High Plants*, Second Edition, London : Academic Press.
- Martín-Pinto, P., Vaquerizo, H., Penalver, F., Olaizola, J., & Oria-de-Rueda, J. A. (2006). Early effects of a wildfire on the diversity and production of fungal communities in Mediterranean vegetation types dominated by *Cistus ladanifer* and *Pinus pinaster* in Spain. *Forest Ecology and Management*, 225(1-3), 296-305.
- Martín-Pinto, P., Pajares, J., & Díez, J. (2006). In vitro effects of four ectomycorrhizal fungi, *Boletus edulis*, *Rhizopogon roseolus*, *Laccaria laccata* and *Lactarius deliciosus* on *Fusarium damping off* in *Pinus nigra* seedlings. *New Forests*, 32(3), 323-334.
- Marx, D.H. (1973). Mycorrhizae and feeder root disease, İçinde : *Ectomycorrhizas*. London : Academic Press.
- Marx, D.H. and Artman, J.D. (1979). *Pisolithus tinctorius* ectomycorrhizas improve survival and growth of pine seedlings on acid coal spoils in Kentucky and Virginia, *Reclam. Rev.*, 2, 23–31.
- Mexal J. G., & Landis T. D. (1990). Target Seedling Concepts: Height And Diameter, İçinde Target Seedling Symposium.
- Miller, R. M., & Jastrow, J. D. (2000). Mycorrhizal fungi influence soil structure. İçinde *Arbuscular mycorrhizas: physiology and function*. Dordrecht : Springer.
- Nardi, S., Tosoni, M., Pizzeghello, D., Provenzano, M.R., Cilenti, A., Sturaro, A., Rella, R. ve Vianello, A. (2005). Chemical characteristics and biological activity of organic substances extracted from soils by root exudates. *Soil Science Society of America Journal*, 69, 2012-2019.

- Neri, D., Lodolini, E.M., Savini, G., Sabbatini, P., Bonanomi, G. ve Zucconi, F. (2002). Foliar application of humic acid on strawberry (cv. Onda). *Acta Horticulturae*, 594, 297-302.
- Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A., & Etemadi, N. A. (2008). Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera. *Journal of Plant Nutrition*, 31(12), 2155-2167.
- Langley J.A., & Hungate B.A. (2003). Mycorrhizal controls on belowground litter quality, *Ecology*, 84, 2302–2312.
- Ortaş, İ. (1998). Toprak ve bitkide mikoriza. İçinde *Workshop*, Türkiye : Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü.
- Osonubi, O., Mulongoy, K., Awotoye, O. O., Atayese, M. O., & Okali, D. U. U. (1991). Effects of ectomycorrhizal and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on drought tolerance of four leguminous woody seedlings. *Plant and soil*, 136(1), 131-143.
- Padem, H. & Öcal, A. (1999). Effect of humic acid applications on yield and some characteristics of processing tomato. *Acta Horticulturae*, 487, 159-163.
- Peiffer, C.M. & Bloss, H.E. (1988). Growth and nutrition of guayule(*Parthenium aggentatum*)in saline soils influenced by VAM and phosphorus fertilization, *New Phytol.*, 108, 351–361.
- Phillips R.P., & Fahey T.J. (2006). Tree species and mycorrhizal associations influence the magnitude of rhizosphere effects, *Ecology*, 87, 1302-1313.
- Phillips R.P., Brzostek E., Midgley M.G. (2013). The mycorrhizal associated nutrient economy: A new framework for predicting carbonnutrient couplings in temperate forests, *New Phytologist*, 199 (1), 41-51.
- Piotrowski, J. S., Denich, T., Klironomos, J. N., Graham, J. M., & Rillig, M. C. (2004). The effects of arbuscular mycorrhizas on soil aggregation depend on the interaction between plant and fungal species. *New Phytologist*, 164(2), 365-373.
- Porras-Soriano A., Soriano-Martín M.L., Porras-Piedra A., Azcón R. (2009). Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions, *Journal of Plant Physiology*, 166 (13), 1350-1359.
- Rengrudkij, P.H., & Partida, G.J. (2003). The effects of humic acid and phosphoric acid on grafted Hass avocado on Mexican seedling rootstocks. *Actas V Congreso Mundial del Aguacate.*, 395-400.

- Repac, I. (2007). Ectomycorrhiza formation and growth of *Picea abies* seedlings inoculated with alginate-bead fungal inoculum in peat and bark compost substrates, *Forestry*, 80(5), 517-530.
- Rillig M.C., & Mummey D.L. (2006). Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist*, 171, 41–53.
- Ritchie GA, Landis TD (2010). *Assessing Plant Quality*. Washington DC: USDA Forest Service Agricultural Handbook 674.
- Ryan, M. H., & Angus, J. F. (2003). Arbuscular mycorrhizae in wheat and field pea crops on a low P soil: increased Zn-uptake but no increase in P-uptake or yield. *Plant and Soil*, 250(2), 225-239.
- Querejeta, J. I., Roldán, A., Albaladejo, J., & Castillo, V. (1998). The role of mycorrhizae, site preparation, and organic amendment in the afforestation of a semi-arid Mediterranean site with *Pinus halepensis*. *Forest Science*, 44(2), 203-211.
- SAS Institute, Inc. (1996). SAS/STAT Users Guide, Version 6.12. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Saito M. (2000). *Symbiotic exchange of nutrients in arbuscular mycorrhizas: transport and transfer of phosphorus*. 85–106.
- Sayman M (1996). ‘Kaplı fidan üretiminde kullanılabilcek yetiştirme ortamlarının tespiti ile bunlara ait özelliklerin fidan kalitesi üzerindeki etkileri’, Doktora Tezi Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Serenella, N., Pizzeghello, D., Muscolob, A. and Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34, 1527-1536.
- Sharma, R., Rajack R. C., Pandey A. K. (2008). Growth response of *Dendrocalamus* seedlings by inoculation with ectomycorrhizal fungi. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 3(4), 200-206.
- Sharif, M., Khattak, R.A. and Sarir, M.S. (2002). Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33, 3567-3580.
- Sieverding E. (1991). Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agroecosystems. Deutsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn. 371.
- Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. (2004). A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and*

- Tillage Research*, 79(1), 7-31.
- Smith G.S. & Roncadori R.W., (1986). Responses of three vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi at four soil temperatures and their effects in cotton growth. *New phytol.*, 104, 89-95.
- Smith S.E., & Read D.J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*, USA: Academic Press, San Diego.
- Smith, E., & Read J.D. (1997). *Mycorrhizal Symbiosis*. London : Kluwer Academic Publishers.
- Smith, S.E. & Read, D.J. (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. London : Academic Press.
- South D.B., Zwolinski J.B., Donald D.G.M., (1993). Interactions among seedling diameter grade, weed control and soil cultivation for *Pinus radiata* in South Africa, *Canadian Journal of Forest Research*, 23(10), 2078-2082.
- Stevenson, F.J. (1994). Humus Chemistry, Genesis, Composition, Reactions. *John Wiley and Sons*, New York.
- Stribley, D. P. (1987). Mineral nutrition. *Ecophysiology of vesicular-arbuscular mycorrhizal plants*, 60-70.
- Şimşek Y (1987) Ağaçlandırmalarda kaliteli fidan kullanma sorunları. *Ormançılık Araşt Enst Derg* 33(1), 5-21.
- Taylor A.F., Alexander I.A.N. (2005). The ectomycorrhizal symbiosis: life in the real world, *Mycologist*, 19(03), 102-112.
- Tisdall, J. M., & Oades, J. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of soil science*, 33(2), 141-163.
- Toprak B., (2016). 'Ekto- ve Arbusküler Mikoriza Aşılanmış Karaçam (*Pinus nigra*), Toros Sediri (*Cedrus libani*) ve Saçlı Meşe (*Qercus cerris*) Fidanlarının İç Anadolu'nun Yarı Kurak Sahalarındaki Ağaçlandırma Başarısı', Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.
- Torres Aquino, M., & Plassard, C. (2004). Dynamics of ectomycorrhizal mycelial growth and P transfer to the host plant in response to low and high soil P availability. *FEMS microbiology ecology*, 48(2), 149-156.
- Treseder, K. K, Masiello C. A., Lansing J. L., Allen M. F. (2004). Species-specific measurements of ectomycorrhizal turnover under N-fertilization: combining isotopic and genetic approaches. *Oecologia*, 138, 419-425.
- Tsantrizos, Y.S., Kope, H.H., Fortin, J.A. and Ogilvie, K.K. (1991). Ant fungal antibiotics from *Pisolithus tinctorius*. *Phytochem.* 30, 1113–1118.

- Tsimilli-Michael, M., & Strasser, R. J. (2008). In vivo assessment of stress impact on plant's vitality: applications in detecting and evaluating the beneficial role of mycorrhization on host plants. İçinde *mycorrhiza*. Berlin: Springer.
- Turjaman, M., Tamai Y., Segah H., Limin S. H., Osaki M., Tawaray K. (2006). Increase in early growth and nutrient uptake of shorea seminis seedlings inoculated with two ectomycorrhizal fungi. *Journal of Tropical Forest Science*, 18(4), 243-249.
- Tüfekçioğlu, A., & Güner, S. (2008). Artvin-Murgul Yalancı Akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) Ağaçlandırmalarının Odun Üretimi. *Biyokütle, Karbon Depolama, Toprak Islahı ve Erozyon Önleme Yönlerinden Araştırılması., Proje*, (1060418).
- Tüfekçi, S., Gürlevik, N., Polat, O., Topal, A., Polat, S., & Gültekin, H. C. (2016). Yerel mikorizal türlerle aşılamanın saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) fidanı gelişimine etkileri. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 1(3 A), 38-49.
- Türkmen, Ö., Dursun, A., Turan, M., & Erdiñ, Ç. (2004). Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedlings under saline soil conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 54(3), 168-174.
- Uğurlu S. (1989). Sedir fidanlarının dikimden önce agricol ile muamelesinin tutma başarısına etkisiyle ekonomisinin irdelenmesi. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü . Yayınları*, 40, Ankara.
- Ürgeñ S., *Ağaçlandırma Tekniđi*, Yenilenmiş ve Genişletilmiş İkinci Baskı, *İ.Ü.Orman Fak.Yayınları*, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No: 3994, Orman Fakültesi Yayın No:441.
- Xudan, X. (1986). The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and wheat yield. *Australian Journal of Agricultural Research*, 37. 343-350.
- Varanini, Z. & Pinton, R. (1995). Humic substances and plant nutrition. *Progress in Botany*, 56, 97-117.
- Vaughan, D., & Malcolm, R. E. (1979). Effect of humic acid on invertase synthesis in roots of higher plants. *Soil biology and biochemistry*, 11(3), 247-252.
- Yang, Y., Han, X., Liang, Y., Ghosh, A., Chen, J., & Tang, M. (2015). The combined effects of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and lead (Pb) stress on Pb accumulation, plant growth parameters, photosynthesis, and antioxidant enzymes in *Robinia pseudoacacia* L. *PLoS One*, 10(12), e0145726.

- Yang, Y., Tang, M., Sulpice, R., Chen, H., Tian, S., & Ban, Y. (2014). Arbuscular mycorrhizal fungi alter fractal dimension characteristics of *Robinia pseudoacacia* L. seedlings through regulating plant growth, leaf water status, photosynthesis, and nutrient concentration under drought stress. *Journal of plant growth regulation*, 33(3), 612-625.
- Yildiz O., Esen D., Karaöz M.Ö., Sargıncı M., Toprak B., Soysal Y. (2010), Effects of different site preparation methods on soil carbon and nutrient removal from eastern beech regeneration sites in Turkey's Black Sea Region, *Applied Soil Ecology*, 45(1) 49-55.
- Yıldız, O., Ayyüce, F., Mua, C., Arslan, H., Sargıncı, M., ÇETİN, B., ... & Toprak, B. İç Anadolu'da Ağaçlandırma Çalışmaları. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 14(1), 1-20.
- Zhu, Y. G., & Miller, R. M. (2003). Carbon cycling by arbuscular mycorrhizal fungi in soil-plant systems. *Trends in plant science*, 8(9), 407-409.
- Zhu, Y. G., Smith, A. F., & Smith, S. E. (2003). Phosphorus efficiencies and responses of barley (*Hordeum vulgare* L.) to arbuscular mycorrhizal fungi grown in highly calcareous soil. *Mycorrhiza*, 13(2), 93-100.
- Zhu, X. Q., Wang, C. Y., Chen, H., & Tang, M. (2014). Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on photosynthesis, carbon content, and calorific value of black locust seedlings. *Photosynthetica*, 52(2), 247-252.
- Zientara, M, (1983). Effect of sodium humate on membrane potential in internodal cells of *Nitellopsis obtuse*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 52, 271-277.

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Burçin Behiye SOYSALDI  
Doğum Tarihi ve Yeri : 22 /04/ 1992 / NEVŞEHİR  
Yabancı Dili : İNGİLİZCE  
E-posta :soysaldiburcin@gmail.com

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	Orman Müh.	Düzce Üniversitesi	2015
Lise		2000 Evler Anadolu Lisesi	2010