



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

**JİPS VE KÜKÜRT UYGULAMASI YAPILAN TUZLU-SODİK İÇ  
ANADOLU SAHALARINDA İĞDE (*Elaeagnus angustifolia* L.),  
ILGIN (*Tamarix smyrnensis* Bunge), AKKAVAK (*Populus alba* L.)  
FİDANLARININ TUTMA VE BÜYÜME BAŞARISI**

**ABDULLAH HÜSEYİN DÖNMEZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. Oktay YILDIZ**

**DÜZCE, 2019**

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

**JİPS VE KÜKÜRT UYGULAMASI YAPILAN TUZLU-SODİK İÇ**  
**ANADOLU SAHALARINDA İĞDE (*Elaeagnus angustifolia* L.),**  
**ILGIN (*Tamarix smyrnensis* Bunge), AKKAVAK (*Populus alba* L.)**  
**FİDANLARININ TUTMA VE BÜYÜME BAŞARISI**

Abdullah Hüseyin DÖNMEZ 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**

Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Düzce Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Ender MAKİNECİ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 19/06/2019

## **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.

19 Haziran 2019

Abdullah Hüseyin DÖNMEZ

## TEŞEKKÜR

Lisans, Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında verdiği türlü destek ve yardımdan dolayı danışman hocam Prof. Dr. Oktay YILDIZ'a teşekkür ederim.

Tezin hazırlanmasında emeği geçen Prof.Dr. Ender MAKİNECİ 'ye, Dr. Öğr. Üyesi Murat SARGINCI' ya ve Dr. Öğr. Üyesi Bilal ÇETİN'e ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma, lisans ve lisans üstü eğitim hayatım boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım başta da Dr.Öğr.Üyesi Bülent TOPRAK'a , Dr. Nihan KOÇER'e, Dr.Öğr.Üyesi Mehmet DAYI 'ya, Öğr. Gör. Seyfettin Uz 'a ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca hayatım boyunca desteklerini ve umutlarını esirgemeyen F. Öğr. Kemal AY'a, Sevgili Aileme sonsuz teşekkür ve minnettarlıklarımı sunarım.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK-COST 113O793 numaralı ve DÜBAP-2018.02.02.849 Bilimsel Araştırma Projeleriyle desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı iki kuruma ve personeline teşekkürlerimi sunarım.

**19 Haziran 2019**

**Abdullah Hüseyin DÖNMEZ**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMALAR.....	ix
ÖZET .....	x
ABSTRACT .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. TUZLU, SODİK VE TUZLU-SODİK TOPRAKLAR, ISLAHI VE AĞAÇLANDIRILMASI.....	4
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	7
2.1. ÇALIŞMA VE DENEME ALANLARININ BELİRLENMESİ.....	7
2.1.1. Kayalı Sahaları.....	8
2.1.2. Aksaray Sahaları.....	9
2.1.3. Ereğli (Arvasi) Sahası .....	10
2.2. FİDAN DİKİMLERİ .....	12
2.3. ÖRNEKLEMELER.....	13
2.4. İSTATİSTİKİ ANALİZLER.....	16
3. BULGULAR.....	17
3.1. İŞLEMLERİN FİDANLARIN YAŞAMA ORANINA VE BÜYÜMESİNE ETKİSİ .....	17
4. TARTIŞMA.....	26
5. SONUÇLAR.....	30
6. KAYNAKLAR .....	31
ÖZGEÇMİŞ.....	36

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. İç Anadolu Bölgesinde erozyona uğramış sahalar (Acıpınar –Ekecek Bölgesi). ....	2
Şekil 1.2. İç Anadolu bölgesinde otlatma baskısı ve tahrip sonucu sahaya hakim olan bitki örtüsü (Emirgazi bölgesi) ve açığa çıkan mineral toprak (Ereğli civarı). ....	3
Şekil 2.1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahaların havzadaki konumu. ....	8
Şekil 2.2. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Kayalı sahası. ....	8
Şekil 2.3. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Emirgazi sahasının Walter iklim diyagramı. ....	9
Şekil 2.4. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Aksaray sahasının uydudan görüntüsü. ....	9
Şekil 2.5. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Aksaray Sahalarının Walter İklim Diyagramı. ....	10
Şekil 2.6. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Arvasi sahası. ....	11
Şekil 2.7. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Arvasi sahasının uydu görüntüsü. ....	11
Şekil 2.8. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Ereğli Sahalarının Walter İklim Diyagramı. ....	12
Şekil 2.9. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalar fidanların dikimi. ....	13
Şekil 2.10. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalar dikilen fidanların çap ve boy ölçümü. ....	14
Şekil 2.11. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalarda nem ölçümleri. ....	15
Şekil 2.14. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalarda ışık ölçümleri. ....	16
Şekil 3.1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ılgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir. ....	17
Şekil 3.2. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir. ....	18
Şekil 3.3. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen	

	ortalamlar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	19
Şekil 3.4.	İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir. ....	20
Şekil 3.5.	İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	20
Şekil 3.6.	İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ılgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir. ....	21
Şekil 3.7.	İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ılgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	21
Şekil 3.8.	İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	22
Şekil 3.9.	İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha =0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	22

## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ve kök boğazı çapı göreceli artım oranları ortalaması $\pm$ standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha = 0,05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir. ....	23
Çizelge 3.2. Fidan yapraklarındaki makro-besin yoğunlukları (%) ortalaması $\pm$ std. hata. Her besin elementi için aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha = 0.05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir. ....	24

## KISALTMALAR

C	Karbon
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
COST	European Cooperation in Science and Technology
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
EC	Elektrik iletkenliği
K	Potasyum
KDK	Katyon değişim kapasitesi
kg	Kilogram
m	Metre
mm	Milimetre
N	Azot
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
P	Fosfor
pH	Power Hydrogen
S	Kükürt

## ÖZET

### JİPS VE KÜKÜRT UYGULAMASI YAPILAN TUZLU-SODİK İÇ ANADOLU SAHALARINDA İĞDE (*Elaeagnus angustifolia* L.), ILGIN (*Tamarix smyrnensis* Bunge), AKKAVAK (*Populus alba* L.) FİDANLARININ TUTMA VE BÜYÜME BAŞARISI

Abdullah Hüseyin DÖNMEZ

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Haziran 2019, 35 sayfa

İç Anadolu'daki vadi tabanlarının önemli bir kısmı tuzlu-sodik toprak özelliği göstermektedir. Bu çalışmada jips ve kükürt uygulaması ile tuzlu-sodik topraklardan fazla sodyumun yıkanarak toprağın iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Toprağa kimyasal işlemler uygulandıktan sonra ılgın (*Tamarix smyrnensis* Bunge), ığde (*Elaeagnus angustifolia* L.) ve akkavak (*Populus alba* L.) fidanları dikilerek yaşama oranları ve büyüme performansları takip edilmiştir. Üç yaşındaki fidanlar 2013 sonbaharında 1,5 X 1,5 m aralıklarla deneme ünitelerine dikilmiştir. 2015 Eylül sonu fidanların yaşama oranları belirlenerek boy ve çap ölçümleri gerçekleştirilmiştir. İkinci büyüme sezonu sonunda %80 'lik bir oranla en fazla yaşama yüzdesine ılgın türünün sahip olduğu belirlenmiştir. Akkavak bütün işlem alanlarında ortalama %36'lık bir yaşama yüzdesi göstermiştir. İğde jips ve kükürt uygulanan sahalarda 50 cm boy büyümesi yaparken kontrol sahalarda sadece 25 cm boy büyümesi yapabilmıştır. İğde fidanlarının çap ortalaması da jips ve kükürt uygulanan sahalarda 9.3 mm olarak ölçülürken kontrol sahalarda bu değer 5 mm olarak kaydedilmiştir. Akkavak ise jips ve kükürt uygulanan alanlarda kontrol sahalarna göre %42 daha fazla büyüme gerçekleştirmiştir. Ilgının büyümesi bakımından ise sahal aralarında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır. Denenen türlerden de ığdenin bütün sahalarda en iyi yaşama oranını ve büyüme performansını gösterdiği ortaya çıkmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kurak sahal ar, İğde, Ilgın, akkavak, Toprak iyileştirme si, Değişebilir sodyum.

## ABSTRACT

### **SURVIVAL AND GROWTH SUCCESS OF RUSSIAN OLIVE (*Elaeagnus angustifolia* L.), SALT CEDAR (*Tamarix smyrnensis* Bunge) AND WHITE POPLAR (*Populus alba* L.) SEEDLINGS IN SALT-SODIC CENTRAL ANATOLIA AREAS WITH GYPSUM AND SULFUR APPLICATIONS**

Abdullah Huseyin DONMEZ

Duzce University

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

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr.Oktay YILDIZ

June, 35 pages

An important part of the valley bases in Central Anatolia shows salt-sodic soil characteristics. In this study, it is aimed to improve the soil by washing more sodium than salty-sodic soils with gypsum and sulfur application. After chemical treatment was applied to the soil, tamarisk (*Tamarix Smymensis* Bunge), spindle (*Elaeagnus angustifolia* L.) and abele (*Populus alba* L.) seedlings were planted, and their survival rates and growth performances were followed. Three-year-old seedlings were planted in trial units in the autumn of 2013 at 1.5 X 1.5 m intervals. By the end of September 2015, height and diameter measurements of saplings were made. At the end of the second growth season, it was determined that 80% of the tamarisk had the highest percentage of life. Abele showed an average survival rate of 36% in all processing areas. While spindle was 50 cm in gypsum and sulfur were applied, it was able to grow only 25 cm in the control areas. The average diameter of the seedling saplings was measured as 9.3 mm in gypsum and sulfur treated areas and this value was recorded as 5 mm in the control areas. Abele achieved 42% more growth in gypsum and sulfur treated areas than in control areas. In terms of Tamarisk growth, no statistically significant difference was found between the sites. Among the tested species, spindle was found that the spindle showed the best survival rate and growth performance in all fields.

**Keywords:** Arid area, Tamarisk, Spindle, Abele, Soil restoration, Changeable sodium.

## 1. GİRİŞ

Türkiye ve Kuzey Akdeniz havzası (Annex IV) kuraklık ve çölleşmeden en fazla etkilenen alanlar arasında yer almaktadır [1]. Ülkemizde bu kapsamda 1999 yılında Çölleşmeyle Mücadele Eylem Planı hazırlanmış ve ayrıca beş yıllık kalkınma planlarında da toprak koruma ve rehabilitasyon amaçlı ağaçlandırma çalışmalarının önemine yer verilmiştir [2]-[5]. İklim değişikliği açısından en kırılgan ekosistemlere sahip olan İç Anadolu Bölgesi'nde arazi bozulmaları ve çölleşme tehdidi giderek artmaktadır.

İç Anadolu kapalı havzası üçüncü jeolojik zamanın son bölümü olan pliyosende (5.32 myö-1.81 myö) göller tarafından kaplanmış ve bu çöküntülerde killi ve kireçli lakustrin malzeme milyonlarca yıl birikmiştir [6],[7]. Miyosen ile pliyosen bölümlerde yoğun volkanizma olayları sonucu çıkan malzemeler de yer yer göl tabanındaki bu lakustrinlere karışmıştır. Gölün kuruması sonucu da toprak yapısı volkano-sedimenter malzemeleri içeren ve geniş düzlüklerden oluşan Tuz Gölü ve Konya ovaları ortaya çıkmıştır [10]. Kuzey Afrika ve Arap çöllerinden gelen karasal tropik hava akımları özellikle yaz aylarında bölgede uzun süreli kuru ve sıcak iklim koşullarının oluşmasına neden olmaktadır. Geniş düzlüklerde etkin olan şiddetli rüzgârlar da buharlaşmayı ve dolayısıyla nem açığını daha da arttırmaktadır. Yağışın ve biyolojik aktivitenin azlığına ilaveten sahaların sürekli erozyon etkisinde kalmasından dolayı toprak sürekli olarak erken gelişme safhasında tutulmaktadır (genç topraklar). Bu nedenle tekstür, renk, horizon oluşumu üzerinde yukarıda adı geçen ana materyalin etkisi baskın olarak görülmektedir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İç Anadolu Bölgesinde erozyona uğramış sahalar (Acıpinar –Ekecek Bölgesi).

Bu marjinal özellik gösteren sahalarda yapılan çalışmalar, yöredeki arazi gezileri, proje sonuç raporları ve bazı analizler ile elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda İç Anadolu'daki çalışmalar bitkilendirme kapsamında üçe kısma ayrılabilir.

- 1) Tuzsuz veya az-tuzlu kurak sahaların bitkilendirilmesi veya restorasyonu
- 2) Tuzlu alanların ıslahı
- 3) Geçirimsiz alt-tabakaya sahip (hardpan, duripan, fragipan) olmasından dolayı drenaj sorunu olan ve çoğunlukla *Juncus*'ların yaşam ortamı olan alçak düzlükler.

Bu üç farklı tipte özellik gösteren sahlardan üçüncü tip saha üzerinde yapılan analizler sonucunda;

Sahalarda bulunan toprakların ağırlıklı sodik veya tuzlu-sodik özellik gösterdiği ve oluşan bu yapının kimyasını ve fiziksel özelliklerini değiştirerek toprağın mimarı yapısını bozup un haline dönüşmesine neden olduğu ve dolayısı erozyonuna neden olduğu görülmüştür.

Türkiye’de ki en büyük havzalardan biri olan Konya kapalı havzası, 4,5 milyon ha’lık yüz ölçümüne sahipken, bu sahaların %12 si tuzluluk ve sodyum sorunu ve yaklaşık %14’ünde de drenaj sorunu bulunmaktadır. Geçirimsiz alt tabakaya sahip ve sodik özellik gösteren bu sahalara Aksaray-Adana yolu üzerinde, Ereğli-Karapınar arasında ve Karapınar-Emirgazi arasındaki Kayalı bölgesinde geniş düzlükler halinde rastlanılmaktadır [8]. İklim verileri incelendiğinde bölgede uzun süren yaz kuraklıklarının görüldüğü tespit edilmiştir.

Ayrıca uzun yıllar aşırı otlatma ve tarım faaliyetleri sonucunda diri örtünün tahrip edilmesi ile açığa çıkan mineral toprak rüzgârın da etkisiyle kolay bir şekilde harekete geçmekte ve uzak mesafelere taşınım göstermektedir [6],[9],[10]. Dolayısı ile İç Anadolu Bölgesinin yaklaşık yarısı erozyon etkisi altındadır (Şekil 1.2).



Şekil 1.2. İç Anadolu bölgesinde otlatma baskısı ve tahrip sonucu sahaya hakim olan bitki örtüsü (Emirgazi bölgesi) ve açığa çıkan mineral toprak (Ereğli civarı).

Diğer taraftan 1950’li yıllarda Marshall yardımı traktör sayısının birden artması marjinal sahaların hızla tarıma açılmasına neden olmuştur [11]. Traktör ve biçer-döver gibi makinelerin gelmesiyle 1930’larda 6.5 milyon hektar olan ekilebilen arazi miktarı 1950’de 14 milyon, 1956 da ise 22 milyon hektarı aşmıştır. Ekili alan miktarının artması beraberinde mera alanlarının azalmasını da getirmiştir. Aynı dönemde mera arazileri 46 milyon hektardan 1958’de 38 milyon ve 1960’ta 29 milyon hektara düşmüştür [11]. Cılız otsularla kaplı marjinal alanların pullukla sürülmesi bir yandan koruyucu yer örtüsünü tahrip ederken toprak taneciklerini bağlayan organik maddenin de zamanla ayrışarak yok olmasına neden olmuştur. Böylece geniş düzlükler şiddetli rüzgâr erozyonuna açık hale getirilmiştir.

## 1.1. TUZLU, SODİK VE TUZLU-SODİK TOPRAKLAR, ISLAHI VE AĞAÇLANDIRILMASI

Kurak ve Yarı-kurak sahaların topraklarda eriyebilen tuzların çoğu farklı oranlarda ki sodyum ( $\text{Na}^+$ ), kalsiyum ( $\text{Ca}^{++}$ ), magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ) katyonları ile klorit ( $\text{Cl}^-$ ) ve sülfat ( $\text{SO}_4^-$ ) anyonlarından oluşmaktadır. Bunların yanı sıra bu toprakların az miktarlarda da olsa potasyum ( $\text{K}^+$ ) katyonu ile bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ), karbonat ( $\text{CO}_3^-$ ) ve nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) anyonları da içermektedir. Tuzlaşma; toprakta eriyebilir Na, Mg ve Ca tuzlarının sahanın verimini olumsuz yönde etkileyecek kadar toprakta birikmesi anlamına gelmektedir. Sodik topraklar ise özellikle toprağın üst horizonlarında yüksek oranlarda değişebilir Na oranına (ESP) sahiptirler. Bu durum toprakların alkali tepkime göstermesine, kolloidlerin dağılmasına ve düşük permabiliteye sahip olmasına neden olmaktadır [12],[13],[14]. Toprak yapısında hem aşırı eriyebilen tuzların hem de değişebilir sodyum oranının yüksek olması tuzlu-sodik olarak adlandırılır. Fazla tuz ve değişebilir sodyum içeren toprakların en yaygın olanı ise tuzlu-alkali topraklardır. Sodik toprakların ıslahı ise iki aşamadan oluşur. Birinci aşamada topraktaki sodyumun kalsiyumla yer değiştirilmesi gerekmektedir. İkinci aşama ise sodyum tuzunun yıkanmasını içermektedir [13]. Topraktaki sodyumun kalsiyumla değiştirilmesinde kullanılan materyaller içerisinde jips en başta gelen kimyasallardandır. Sodik topraklarda jips uygulaması toprağın su iletkenliğini arttırmaktadır [15].

Ayrıca jips taşıması ve kullanımı kolay, orta derecede çözünürlüğe sahip, bitkiler için zehirli herhangi bir içeriğe sahip olmayıp genelde ucuz ve kurak sahalardaki sedimentlerden yöresel olarak çıkartılan bir malzemedir. Jips toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerinde iyileştirmeler yaparak yüzeysel akışa bağlı erozyonla besin kaybını azaltmaktadır.

Bu tür toprakları iyileştirmek için elementer kükürt ( $\text{S}_2$ ) veya diamonyum sülfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) ta kullanılmaktadır [21]. Kükürt kalkerli sodik sahalarda etkili bir şekilde kullanılabilen bir materyaldir [12],[16]. Atılan kükürt sülfürik asite dönüştüğünden sadece  $\text{NaHCO}_3$ 'ü  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 'e dönüştürmeyip aynı zamanda alkaliliği de düşürmektedir.

Topraklar ıslah edildikten sonra yeterli tedbirler alınmaz ve sodiklik ile tuzluluğa neden olan koşullar düzeltilmezse toprak kısa zamanda olumsuz tuzlu ve sodik seviyeye geri çıkabilmektedir [17]. Dolayısıyla sodik toprakların iyileştirilmesinin ikinci aşaması bu topraklarda iyi bir kök yapısına sahip olabilen dayanıklı bitkiler kullanılmalıdır.

Ağaçlandırma ve tarım bitkileri kullanarak yapılan iyileştirme çalışmaları sonucu toprağın pH, EC, Na<sup>+</sup>, ESP değerleri zamanla daha da düşürülüp verim gücü artırılabilir [18].

Bitkiler sahaya yerleştikten sonra dökülen ölü-örtünün zamanla ayrışmasıyla toprak pH'ında yavaş yavaş bir düşme gerçekleşir. Bitki kökleri organik bileşikler ve enerji kaynakları bakımından toprağa katkı yaptıklarından CO<sub>2</sub> basıncını arttırmakta ve pH'ı düşürmektedir. Bu da toprakta çökelmiş halde bulunan kalsiyumun karbonat ve bikarbonatların veya sülfatın çözünürlüğünü arttırabilir ve zamanla tuzluluk ve sodikliğin azalmasını sağlayabilir. Böylece toprağın SAR değeri düşerek fiziksel koşullar bitki büyümesi için daha elverişli hale gelebilir [19]. Dolayısıyla sahaya dikilen ve yaşama şansı bulan fidanlar büyüdükçe toprak değişkenlerinde olumlu değişimlere neden olabilirler.

Son 60 yıldır kumul alanlar ve erozyon kontrol amaçlı yapılan çalışmalar neticesinde Türk ormancıları kurak bölge ağaçlandırmaları konusunda önemli tecrübeler kazanmıştır [20]-[23]. Fakat bu tür sorunlu sahalarda ağaçlandırma çalışmaları hem pahalı bir uygulamadır hem de sahaların biyolojik bağımsızlığını kazanması uzun yıllar almaktadır [24]-[29]. Uzun süreler tel örgülerle çevrili (bazen yer yer başarısız) ağaçlandırma sahalarının köylünün kullanımına kapatılması da ayrıca sosyal bir baskı unsuru haline gelmektedir. Hayvanlarını açık arazide otlatan köylüler için arazinin ağaçlandırma maksadıyla uzun yıllar tel örgülerle koruma altına alınması eskiden beri istenmeyen bir durum olduğundan bazı yörelerde ağaçlandırma girişimlerine itirazlar olmaktadır [30]. Ayrıca uzun yıllardır yapılan bu çalışmalarda özellikle harcanan para ve emek karşılığı sodik ve tuzlu-sodik toprak özelliğine sahip arazilerde ağaçlandırmada başarı elde edilememesi durumun ciddiyetini ortaya koymaktadır.

Bölgedeki tahrip olmuş bitki örtüsünü geri getirecek ve toprak verimliliğini arttıracak alternatif deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır. Şimdiye kadar yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar genelde kullanılan tür ve türün orijini odaklı olarak yorumlanmıştır [30]-[39]. Fakat geri kazanılmaya çalışılan restorasyon sahalarındaki uygulamaların toprağın kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkilerini belirleyen veriler oldukça kısıtlıdır [27].

Toprak verimliliğinin geri kazanılmasını sağlayacak yeni çalışmalar bu sorunu çözmemize katkı sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı ise geri kazanılan bu sahalarda bölgedeki benzer çalışmalarda en çok kullanılan ve başarı vaad ettiği düşünülen ılgın (*Tamarix smymensis* Bunge), iğde (*Elaeagnus angustifolia* L) ve akkavak (*Populus alba* L) türlerinin yaşama ve büyüme performanslarını değerlendirmektir.



## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. ÇALIŞMA VE DENEME ALANLARININ BELİRLENMESİ

Yaklaşık 60 yıllık iklim verilerinden hesaplanan kuraklık analizleri sonucunda Aksaray, Ereğli ve Karapınar bölgelerinin Türkiye'nin en kurak bölgeleri olup, bölgede Mayıs'tan Ekim ayına kadar su açığı bulunmaktadır [40].

Bölgedeki topraklarda kurak sahalarda yaygın olan altta sertleşmiş kireç tabakasına sık rastlanmaktadır. Platonun orta kısmında kireçtaşı, marn, marno-kalker, kıltaşı, konglomera, kumtaşı ve jips yaygındır. Geçmiş volkanik hareketleri sonucu Hasandağı ve Karacadağ etrafında bazalt, andezit ve tüf oluşumlarına sık rastlanmaktadır. Ana materyalin yüksek kireç içeriğine bağlı olarak cambisol/inceptisol topraklar yaygındır.

İklim ve toprak koşullarına bağlı olarak bölgede doğal ormanlar düzlüklerde görülmemekte ancak dağların belirli yükseltileri arasında çok küçük parçalar halinde oluşabilmektedir. Bölgenin çoğunluğu kuru tarıma ayrılmış sahalardan ve geri kalan büyük bir kısmı da toprak işleme yapılmayan meralardan oluşmaktadır. Vadi tabanlarında ise bitki örtüsünün sadece öbekler halindeki Juncus'lardan ibaret olduğu tuzlu-sodik sahalara rastlanmaktadır.

Deneme alanları daha önce ki ağaçlandırma çalışmalarında başarısız olan tuzlu-sodik özelliğe sahip sahalardan seçilmiştir. Bunun için gerekli arazi çalışmaları ve örneklemeler 2012 yılında yapılmış, alınan toprak örnekleri Eskişehir Toprak Tahlil Laboratuvarı'nda gerekli analiz edilmiştir (Şekil 2.1). Analizlerden elde edilen veriler ve planlanan işlerin yapılabilirlik durumlarına göre tuzlu-sodik toprak özelliği gösteren dört farklı saha çalışma için seçilmiştir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahaların havzadaki konumu.

### 2.1.1. Kayalı Sahaları

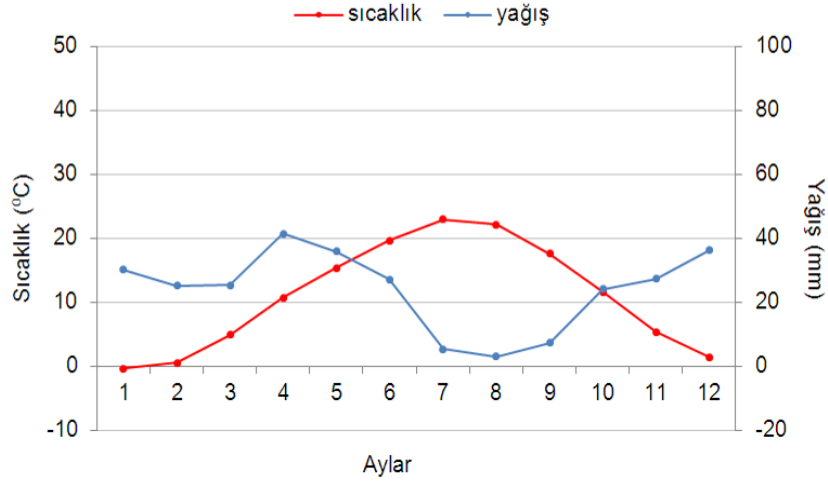
Konya ili Karapınar ilçesine bağlı olan Kayalı bölgesinde belirlenen sahalar Karapınar-Emirgazi arasında Emirgazi'ye yaklaşık 15 km batıdaki Kayalı kasabasının girişinde bulunan taban arazide yer almaktadır. Düz bir topografyaya sahip sahanın ortalama yüksekliği 1040 m'dir. Bu saha aynı zamanda Orman Bakanlığı'nın rüzgâr erozyonu önleme çalışmaları için tahsis edildiğinden etrafı çevrilip koruma altına alınmıştır.



Şekil 2.2. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Kayalı sahası.

Sahadaki toprağın tanecik bileşimi balçıklı-kil yapıda, toprak pH'sı = 8,30-9 arası ve toplam kireç %19-27 arası ölçülmüştür. Katyon değişim kapasitesi (KDK) yaklaşık 34

Cmolc kg<sup>-1</sup> toprak ve değişebilir Na<sup>+</sup> miktarı 14.6 Cmolc kg<sup>-1</sup> toprak olduğundan ESP (değişebilir sodyum değeri) yaklaşık %43 civarında ve dolayısıyla saha kireçli ve tuzlu-sodik özelliktedir. Sahaya en yakın meteoroloji istasyonu olan 34 km uzaklıktaki Karapınar meteoroloji istasyonunun verilerinden yararlanılarak oluşturulan Walter diyagramına göre sahada Mayıstan başlayarak güz ortalarına kadar su açığı görülmektedir [45], (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Emirgazi sahasının Walter iklim diyagramı.

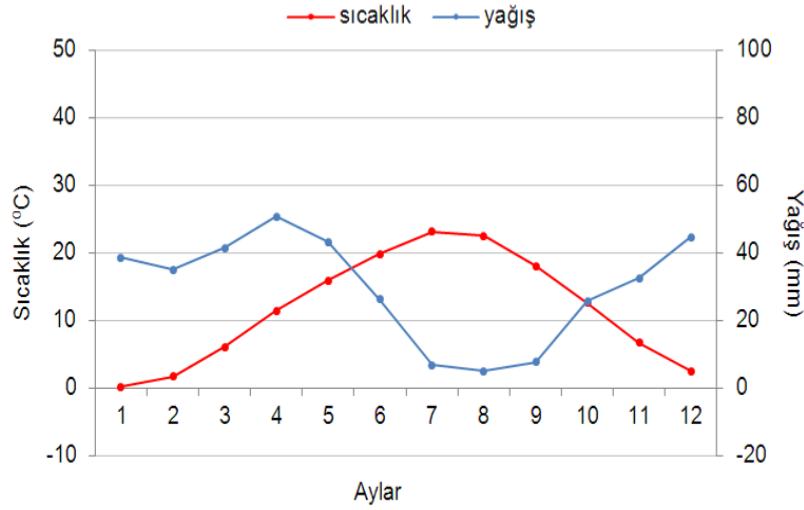
### 2.1.2. Aksaray Sahaları

Aksaray ili merkez ilçesinde ve Aksaray-Adana otoyolu kenarında belirlenen sahalarda ortalama 1100 m rakıma sahip *Juncus*'larla kaplı bir taban arazidir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Aksaray sahasının uydudan görüntüsü.

Sahadaki toprağın tanecik bileşimi killi-balçıklı yapıda, toprak kireç oranı %3, pH> 8 ve tuzluluk 6 dS m<sup>-1</sup> civarı olup sahada kireçli ve tuzlu-sodik bir toprak yapısı görülmektedir. Topraktaki organik madde miktarı %2'den azdır. Toprak KDK'sı 38 Cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> toprak ve ESP ise %36 olarak belirlenmiştir. Sahaya en yakın meteoroloji istasyonu olan Aksaray meteoroloji istasyonu (965 m rakım) verilerinden yararlanarak oluşturulan Walter diyagramına göre de sahada Mayıs sonu Ekim başına kadar su açığı görülmektedir [45], (Şekil 2.5).



Şekil 2.5. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Aksaray Sahalarının Walter İklim Diyagramı.

### 2.1.3. Ereğli (Arvasi) Sahası

Ereğli-Karapınar otoyolunun batı kısmında yer alan saha 1000 m rakıma sahip ve çok geniş bir taban arazide yer almaktadır. Sahada çok cılız da olsa bazı otsu bitkiler ile yer yer ılgına rastlanabilmektedir. Buradaki araziler platonun en düşük rakımına sahip kısmındadır (Şekil 2.6, 2.7).

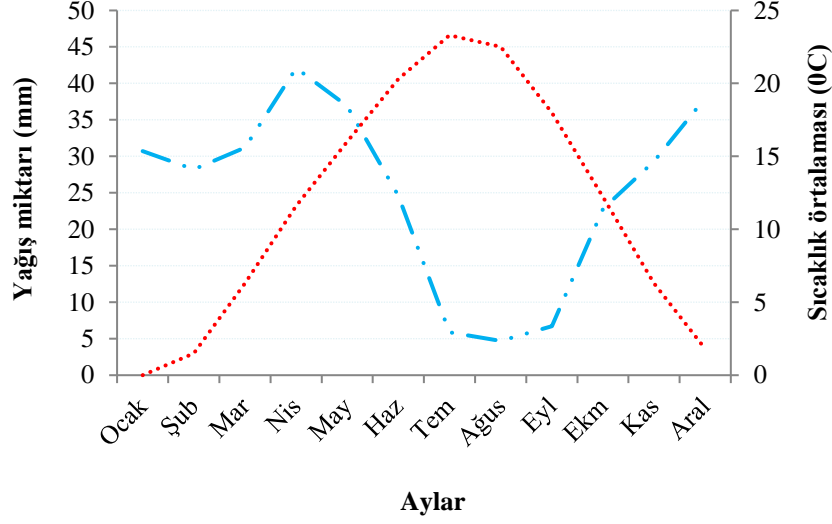


Şekil 2.6. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Arvasi sahası.



Şekil 2.7. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Arvasi sahasının uydu görüntüsü.

Sahadaki toprağın tanecik bileşimi killi toprak özelliğinde,  $\text{pH}=8-8.7$  arası, toplam kireç %50 civarında olup saha çok kireçli tuzlu-sodik toprak özelliğindedir.  $\text{KDK } 29 \text{ Cmol}_c \text{ toprak}^{-1}$  olup  $\text{ESP } \%38$ 'dir. Sahanın 10 km yakınında bulunan ereğli meteoroloji istasyonu verilerinden yararlanılarak oluşturulan Walter diyagramına göre de sahada Mayıs sonundan Ekim başına kadar su açığı görülmektedir [41], (Şekil 2.8).



Şekil 2.8. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan Ereğli Sahalarının Walter İklim Diyagramı.

## 2.2. FİDAN DİKİMLERİ

Sahar 2013 yılı yazında bir traktöre takılı (135 hp) ikili ripelerle 80-90 cm derinliğinde alt toprak işleme gerçekleştirilmiştir. Daha sonra pullukla yüzeysel toprak işleme sağlanmıştır. Her bir sahada her tür için yaklaşık 100 m<sup>2</sup> büyüklüğünde ikişer işlem ünitesi (kükürt ve jips) ve birer kontrol ünitesi olmak üzere 36 parsel oluşturulmuştur. Daha sonra bekolar (eskavatörler) kullanılarak deneme ünitelerinin etrafı yaklaşık 2 metre genişliğinde ve 2 metre derinliğinde kazılıp çıkan toprak deneme ünitelerinin etrafına yığılarak parsellerin birbirlerinden bağımsız havuzlar şeklini alması sağlanmıştır. Her sahada deneme ünitelerinden 3'üne tane çapı <10 mm olarak öğütülmüş jips ve 3'üne de toz kükürt uygulanmıştır. Ayrıca 3 adet deneme ünitesi de hiçbir uygulama yapılmayan kontrol üniteleri olarak ayrılmıştır. Toprak işlemeden doğabilecek farkı ortadan kaldırmak için kontrol ünitesinde de aynı şekilde alt ve üst toprak işleme gerçekleştirilmiştir. Uygulamalarda kullanılan jips ve kükürtün saflık oranları dikkate alınarak her bir deneme ünitesi için kullanılacak toplam miktarlar (alçı %96 ve kükürt %85) hesaplanmıştır. Sahalara getirilen malzemeler işçilerle parsellere serilip tırmıklar kullanılarak toprakla karıştırılmıştır. Daha sonra Aksaray ve Ereğli Belediyesi'nin bitkileri sulamak için kullandığı analizi yapılmış sulardan tankerlerle getirilerek yıkama işlemi gerçekleştirilmiş ve her bir deneme ünitesine yaklaşık 30 cm yüksekliğinde ve 8

saatlik aralıklarla 3 kez su verilerek topraktaki sodyumun jips ve kükürt ile yıkanması sağlanmıştır [8],[42].

Aralık 2013'te Ereğli fidanlığında yetiştirilen 3 yaşındaki (1+2) torbalı ılgın, akkavak ve iğde fidanları 2 X 2 m aralık mesafe ile deneme ünitelerine dikilmiştir (Şekil 2.9). Her bir deneme ünitesinde 36 fidan bulunmaktadır. Ereğli fidanlığında yetiştirilen ılgınlar yöredeki ılgınlardan çelik yoluyla üretilmiştir. Kullanılan iğde Ereğli, akkavak ise Karapınar orijinlidir.



Şekil 2.9. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalara fidanların dikimi.

### 2.3. ÖRNEKLEMELER

Fidanlar sahaya dikildikten sonra birinci vejetasyon döneminin başı olan 2014 Nisan ayında bütün fidanların çapları (5 cm toprak yüzeyinden) ve boyları sırasıyla ölçülmüştür (Şekil 2.10).



Şekil 2.10. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalara dikilen fidanların çap ve boy ölçümü.

Aynı ölçümler vejetasyon mevsimi sonu Ekim 2017'da tekrarlanarak elde edilen değerlerle farklı türlerin ve işlemlerin göreceli artım oranları hesaplanmıştır (Şekil 2.12). Ayrıca vejetasyon mevsimi sonunda fidanlar tek tek kontrol edilip ölmüş fidanlar belirlenerek 2014 kışında tamamlama gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Boy için; } RGR_H = (\ln H_2 - \ln H_1) / (T_2 - T_1), \quad (2.1)$$

$$\text{Çap için; } RGR_D = (\ln D_2 - \ln D_1) / (T_2 - T_1) \quad (2.2)$$

Burada;

RGR: göreceli büyüme veya artım oranı, ln: doğal logaritma, H: boy, D: çap,  $T_2 - T_1$ : iki ölçüm arası süre.

Dikimlerin gerçekleşmesinden hemen sonra yapılan ölçümlerde aynı türün fidanlarının başlangıç boy ve çap değerlerinde sahalarda istatistiksel bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Tüm sahalarda iğde fidanlarının sahaya dikildikten hemen sonra ortalama  $30 \pm 3$  cm boy ve  $3.5 \pm 0.8$  mm çapa, ılgın fidanlarının ortalama  $28 \pm 3$  cm boy ve  $2.3 \pm 0.6$  mm çapa ve akkavak fidanlarının da ortalama  $28 \pm 2$  cm boy ve  $2.1 \pm 0.5$  mm çapa sahip olduğu belirlenmiştir.

Fidan dipleri yaklaşık 1 m yarıçapında bir daire üzerinde 2014, 2015 ve 2016 yılında çapalanarak diri örtü mücadelesi yapılmıştır.

Üçüncü vejetasyon döneminde yine yapraklar tam olarak geliştiğinde (Temmuz) her

işlem ünitesindeki 12 adet fidandan yapraklar örneklenmiştir. Daha sonra bir işlem ünitesinden alınan 12 örnek 4'er, 4'er birleştirilerek 3 adet kompozit örnek oluşturulmuştur. Örneklenen yapraklar Eskişehir Toprak ve Ekoloji Laboratuvarı'na getirilerek N, P, K, Fe, Zn ve Mn analizleri yapılmıştır. Örneklerdeki N yoğunluğu CN (LECO True space) analiz makinesi ile kuru yakma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Diğer makro-besin analizleri için (P ve K) bitki örnekleri önce nitrik ve perklorik asit karışımında digest edilip (Jones ve Case, 1990) daha sonra P yoğunluğunun belirlenmesi için Spektrofotometre (Jenway 6505 UV/Vis. Spectrophotometer), K için Alev Fotometresi (Jenway Flame Photometer) kullanılmıştır. Bitkilerin besin yoğunluğu değerleri fazla büyüyenlerde seyrebileceğinden beslenme açısından sağlıklı bir karşılaştırma için yukarıda belirlenen SLA değerlerini dikkate alarak işlemlerin karşılaştırılması yapılmıştır [42].

Mayıs'tan Eylül sonuna kadar vejetasyon mevsimi boyunca toprakta bulunan hacimsel nem içeriklerinin belirlenmesi için fidan diplerinden yaklaşık 1 metre uzakta bir noktadan toprağın ilk 30 cm derinliğindeki nem içerikleri TDR (time domain reflectometer) yardımıyla ölçülmüştür [43], (Şekil 2.11). Anlık gerçekleştirilen TDR ölçümlerinin kalibrasyonu için de TDR ölçümleri yapılan noktalardan silindirlerle alınan toprak örnekleri nemini kaybetmeyecek şekilde laboratuvarlara taşınarak kurutma fırınlarında nemleri uçurularak nem tayini belirlenmiştir. Fırın kurusu nem miktarları ile arazide ölçülen nem miktarları arasındaki matematik ilişkiden çıkartılan düzeltme faktörü anlık TDR ölçümlerine uygulanmıştır.



Şekil 2.11. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalarda nem ölçümleri.

Bitki büyümesinde en önemli saha değişkenlerinden biri olan ışık ölçümleri ileride yapılacak çalışmalarla karşılaştırma açısından yararlı görülmüştür. Bu amaçla fotosentetik olarak aktif ışık miktarı (PAR) 10 sensörün bir çubuk üzerine yerleştirilip ortalaması dijital olarak ölçülen ışıkölçerlerle (Apogee AMS) kuzey yarım kürede güneş ışığının gün içerisinde en dik geldiği zaman dilimi olan saat 11 ile 14 arasında ve bulutsuz havalarda her sahada 10'ar ölçüm yapılarak alınmıştır. Ölçümler Haziran'ın ikinci yarısından Ağustos ayının ikinci yarısına kadar gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.14). Yapılan ölçümlerde fotosentetik olarak aktif ışığın sahalar arasında fark olmaksızın ortalama  $2400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  olduğu belirlenmiştir.



Şekil 2.12. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulaması yapılan sahalarda ışık ölçümleri.

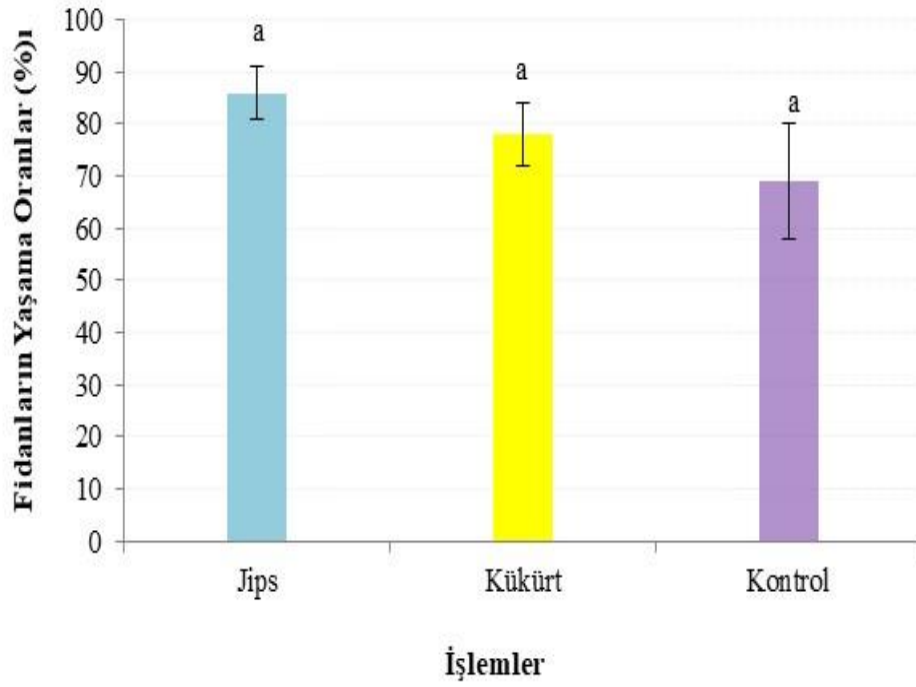
## 2.4. İSTATİSTİKİ ANALİZLER

Analizler araştırmanın genel deseni olan rastgele blok desenine uygun olarak yapılmıştır. Sonuçlar  $\alpha = 0,05$  düzeyinde istatistiki olarak farklı kabul edilmiş ve daha küçük p-değerleri elde edilen değişkenler için Tukey ortalamaları ayırma testi uygulanmıştır. İstatistiki analizler için SAS programından yararlanılmıştır [44].

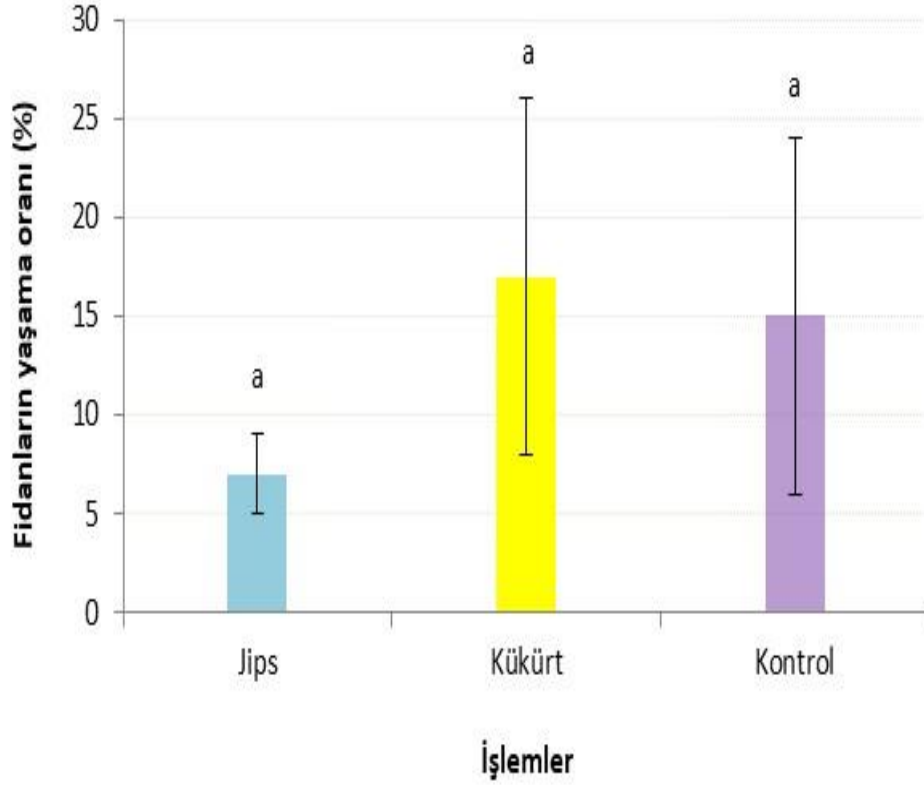
### 3. BULGULAR

#### 3.1. İŞLEMLERİN FİDANLARIN YAŞAMA ORANINA VE BÜYÜMESİNE ETKİSİ

Dördüncü yılın sonunda ılgın ve akkavağın yaşama oranlarında işlemler arası önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır (Şekil 3.1, 3.2).

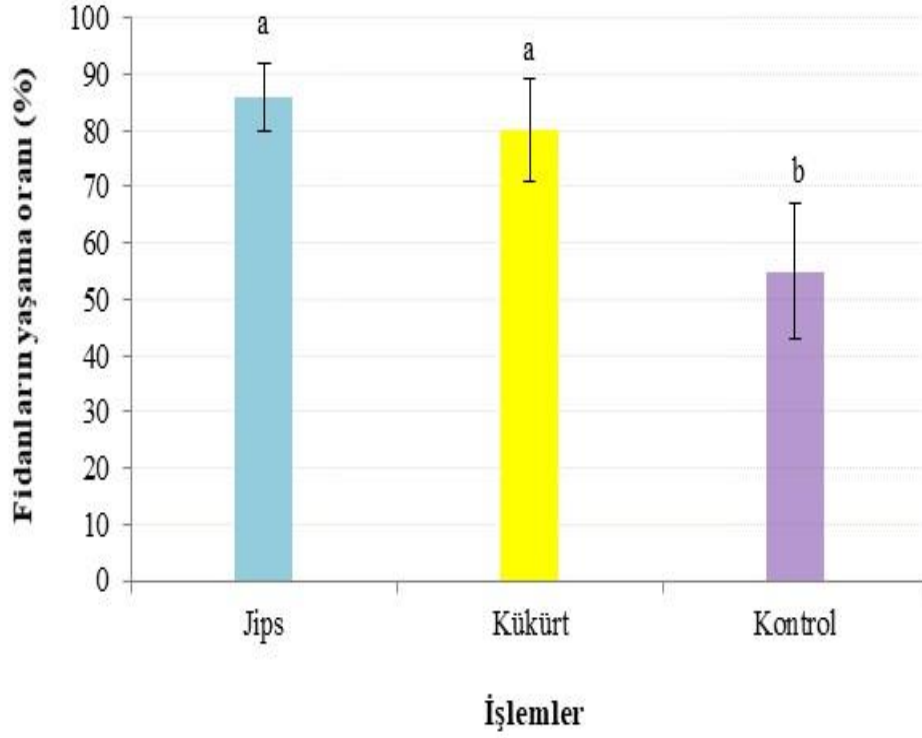


Şekil 3.1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ılgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.



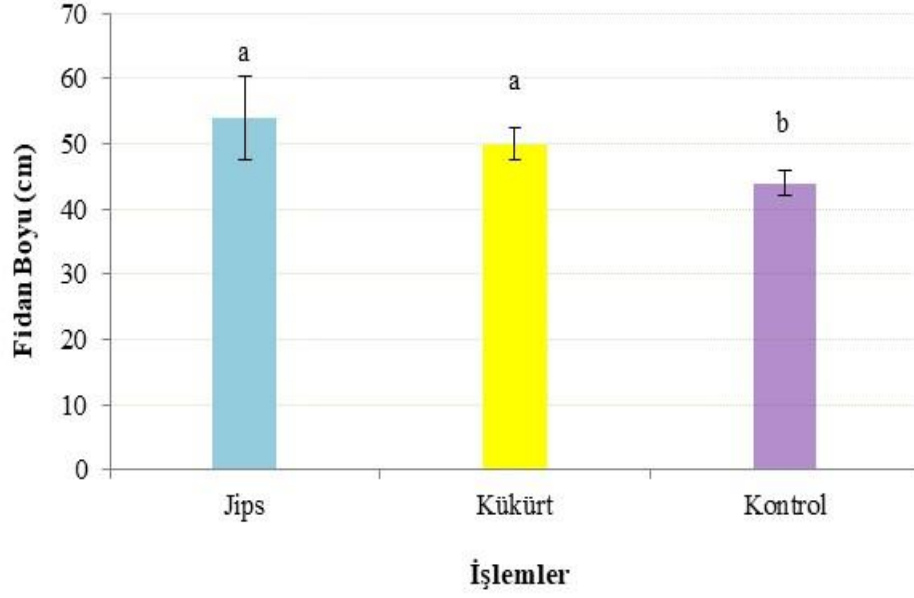
Şekil 3.2. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İğde fidanlarının kontrol sahalarında jips ve kükürt uygulanan sahalara göre yaklaşık % 51 daha fazla kayıp verdiği görülmüştür ( $P = 0.0001$ ; Şekil 3.3). İşlem farkı gözetmeksizin türler bazında bakıldığında da yaşama oranlarında farklılıklar olduğu görülmektedir ( $P = 0.0001$ ). Dördüncü yılın sonunda en fazla yaşama oranı %78'lik oranla ılgında ortaya çıkmıştır. En düşük yaşama oranı da % 13'lük bir oranla akkavakta gözlenmiştir.



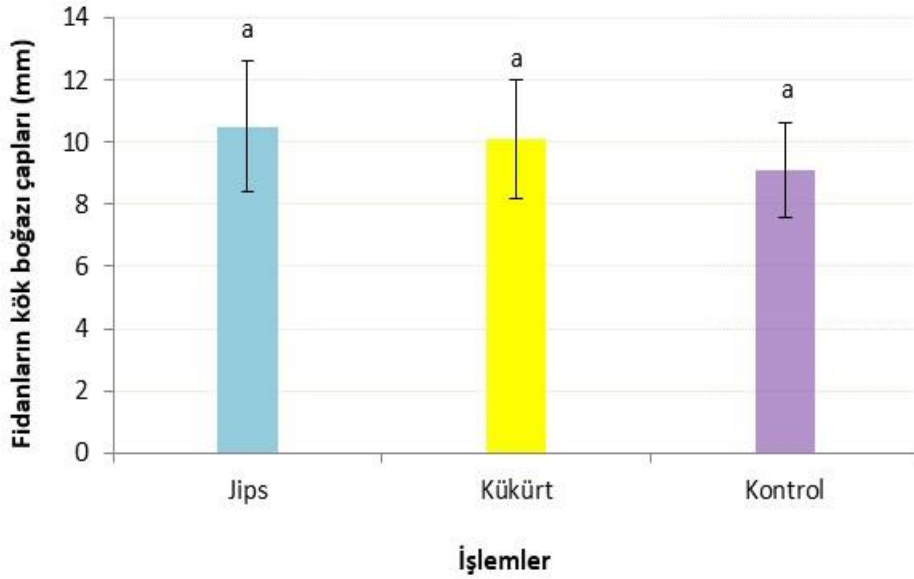
Şekil 3.3. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda yaşama oranları ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

2013 yılında dikimden hemen sonra yapılan ölçümlerde türler bazında fidanların boy ve çap değerlerinde işlemler arası bir fark bulunmazken dördün büyüme sezonu sonunda iğde fidanlarının boy değerlerinde işlemler arası farkların olduğu belirlenmiştir ( $P = 0.0001$ ; Şekil. 3.4). İğde fidanları jips ve kükürt uygulanan sahalarda kontrol sahalarna göre ortalama % 18 daha fazla boy artımı gerçekleştirmiştir.



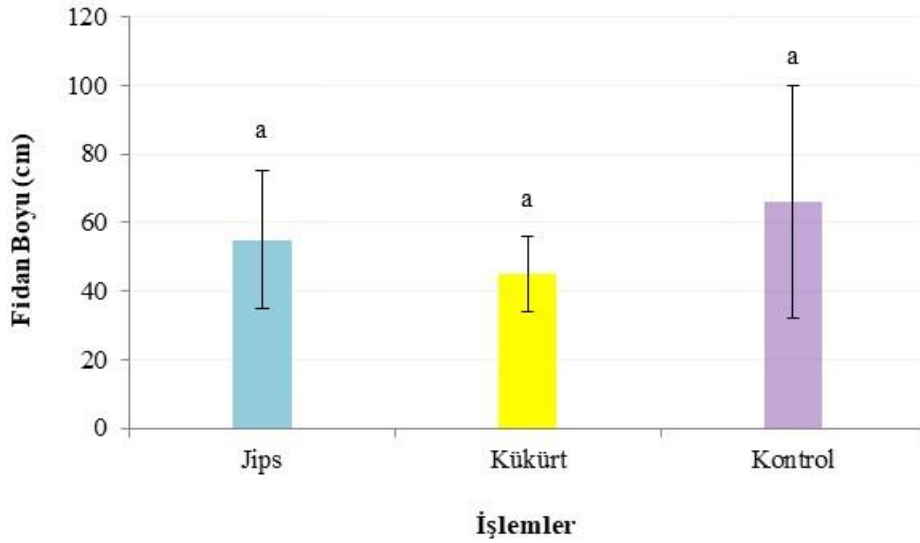
Şekil 3.4. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İğde fidanlarının kök boğazı çapları ise tüm sahalarda fark olmaksızın 10 mm olarak (Şekil. 3.5).

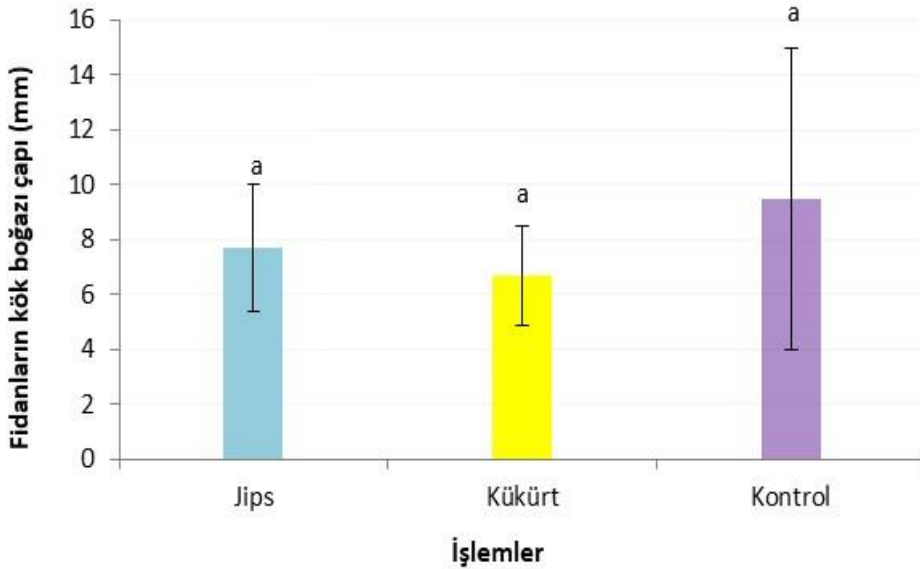


Şekil 3.5. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen iğde fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

İlgın fidanları dördüncü yılın sonunda bütün işlem ünitelerinde ortalama 55 cm boya ve 7.9 mm çapa ulaşmış fakat işlem içi değişkenliğin işlemler arası değişkenlikten çok fazla olmasından dolayı işlemler arası fark belirlenememiştir (Şekil. 3.6, 3.7).

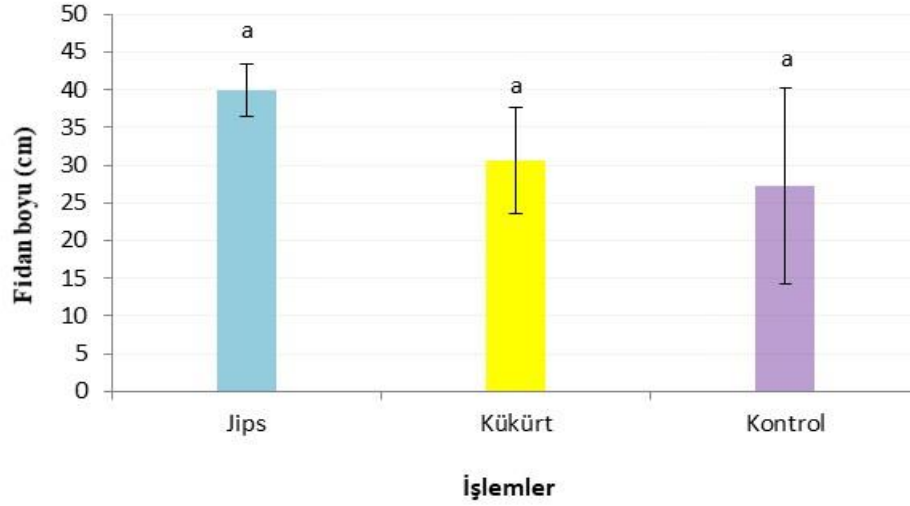


Şekil 3.6. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ilgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.



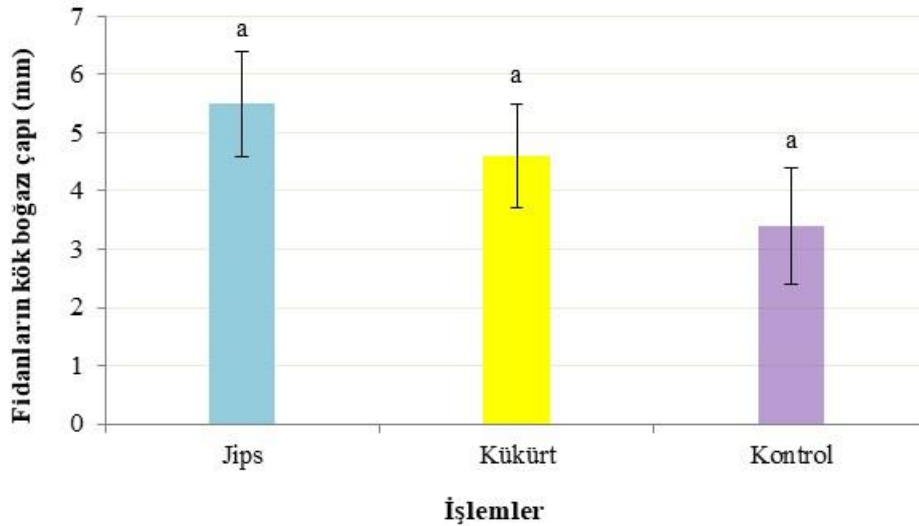
Şekil 3.7. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen ilgın fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

En düşük yaşama oranına sahip olan akkavakların yaşan bireylerinde işlemler arası boy ve çap artımlarında bir fark bulunmamaktadır. (Şekil. 3.8; 3.9)



Şekil 3.8. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Akkavak fidanları dördüncü yılın sonunda bütün işlem ünitelerinde ortalama 32 cm boya ve 4.5 mm çapa ulaşmıştır.



Şekil 3.9. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen akkavak fidanlarının dördüncü yıl sonunda kök boğazı çapı ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Her üç türün de 4 yıllık boy ve çap göreceli artım oranlarının işlemler arası farklılık göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. İç Anadolu Bölgesi'nin tuzlu sodik topraklarında jips ve kükürt uygulamasından sonra dikilen fidanlarının dördüncü yıl sonunda boy ve kök boğazı çapı göreceli artım oranları ortalaması  $\pm$  standart hata. Aynı harflerle işaretlenen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha = 0,05$  düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Tür	İşlem	Göreceli boy artımı	Göreceli çap artımı
	Jips	$0.087 \pm 0.02a$	$0.22 \pm 0.04a$
	Kükürt	$0.043 \pm 0.03a$	$0.19 \pm 0.05a$
	Kontrol	$0.051 \pm 0.05a$	$0.09 \pm 0.07a$
İğde	Jips	$0.14 \pm 0.05a$	$0.265 \pm 0.050a$
	Kükürt	$0.12 \pm 0.01a$	$0.257 \pm 0.046a$
	Kontrol	$0.10 \pm 0.01a$	$0.228 \pm 0.042a$
Ilgın	Jips	$0.14 \pm 0.09a$	$0.28 \pm 0.07a$
	Kükürt	$0.10 \pm 0.06a$	$0.44 \pm 0.17a$
	Kontrol	$0.16 \pm 0.12a$	$0.27 \pm 0.13a$

Dördüncü yılın sonunda fidan yapraklarının makro ve mikro besin değerleri bakımından her üç türde de işlemler arası bir fark görülmemektedir (Çizelge 3.2; 3.3).

Çizelge 3.2. Fidan yapraklarındaki makro-besin yoğunlukları (%) ortalaması  $\pm$  std. hata. Her besin elementi için aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha=0.05$  önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

	<b>İğde</b>					
	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>S</b>
<b>Jips</b>	43 $\pm$ 0.9a	2.9 $\pm$ 0.27a	0.26 $\pm$ 0.03a	2.1 $\pm$ 0.02a	0.99 $\pm$ 0.02a	0.3 $\pm$ 0.06a
<b>Kükürt</b>	43 $\pm$ 0.6a	3.0 $\pm$ 0.25a	0.26 $\pm$ 0.02a	1.9 $\pm$ 0.02a	0.93 $\pm$ 0.16a	0.37 $\pm$ 0.08a
<b>Kontrol</b>	42 $\pm$ 1.4a	2.8 $\pm$ 1.1a	0.24 $\pm$ 0.02a	1.8 $\pm$ 0.02a	1.12 $\pm$ 0.4a	0.27 $\pm$ 0.01a
	<b>İlgün</b>					
	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>S</b>
<b>Jips</b>	39 $\pm$ 1.1a	2.5 $\pm$ 0.18a	0.3 $\pm$ 0.05a	1.2 $\pm$ 0.08a	1.3 $\pm$ 0.18a	0.3 $\pm$ 0.03a
<b>Kükürt</b>	38 $\pm$ 0.5a	2.4 $\pm$ 0.2a	0.3 $\pm$ 0.05a	1.1 $\pm$ 0.08a	1.2 $\pm$ 0.2a	0.3 $\pm$ 0.06a
<b>Kontrol</b>	41 $\pm$ 0.9b	2.2 $\pm$ 0.14a	0.2 $\pm$ 0.03a	1.0 $\pm$ 0.04a	1.3 $\pm$ 0.03a	0.3 $\pm$ 0.04a
	<b>Akkavak</b>					
	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>S</b>
<b>Jips</b>	44 $\pm$ 1.1a	2.6 $\pm$ 0.02a	0.3 $\pm$ 0.02a	1.5 $\pm$ 0.02a	1.0 $\pm$ 0.02a	0.3 $\pm$ 0.07a
<b>Kükürt</b>	42 $\pm$ 1.5a	2.5 $\pm$ 0.02a	0.4 $\pm$ 0.01a	1.4 $\pm$ 0.05a	1.0 $\pm$ 0.01a	0.04 $\pm$ 0.01a
<b>Kontrol</b>	43 $\pm$ 1.6a	2.6 $\pm$ 0.2a	0.4 $\pm$ 0.01a	1.4 $\pm$ 0.14a	1.1 $\pm$ 0.02a	0.2 $\pm$ 0.04a

Çizelge 3.3. Fidan yapraklarındaki mikro-besin yoğunlukları (mg Kg<sup>-1</sup>) ortalaması ± std. hata. Her besin elementi için aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre  $\alpha=0.05$  önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

<b>İğde</b>			
	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
<b>Jips</b>	1242±348a	35±6a	28±5a
<b>Kükürt</b>	1037±428a	40±7a	30±11a
<b>Kontrol</b>	1497±518a	43±6a	33±14a
<b>Hgın</b>			
	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
<b>Jips</b>	856±273a	43±7a	34±7a
<b>Kükürt</b>	489±65a	39±7a	37±14a
<b>Kontrol</b>	581±183a	44±8a	49±14a
<b>Akkavak</b>			
	<b>Fe</b>	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>
<b>Jips</b>	1246±475a	44±3a	245±40a
<b>Kükürt</b>	1380±453a	44±4a	236±34a
<b>Kontrol</b>	1396±488a	48±5a	260±39a

#### 4. TARTIŞMA

Elverişsiz sahalarda orman kurmadaki veya ağaç yetiştirmedeki sorunlar arazi hazırlığı, fidanlık aşamasındaki uygulamalar ve diğer silvikültürel işlemlerle kısmen de olsa aşılmaya çalışılmaktadır. Yatırım maliyeti düşünüldüğünde bu koşullarda odun üretimi amaçlı orman kurmak ekonomik bir girişim değildir. Fakat bu sahalardaki ağaçlandırmalar rüzgâr perdesi oluşturarak erozyonu önleme, yaban hayatını koruma ve artan talepleri karşılayacak rekreasyon alanları sunma gibi topluma birçok ekosistem hizmetleri sağlamaktadır. Ayrıca bu tür çalışmalarla sahaların taşıma kapasiteleri ölçüsünde mera alanlarının orman alanları ile entegrasyonu sağlanarak üretim kapasiteleri de arttırılabilir.

Hindistan Lucknow'daki bir sodik bozuk sahada yapılan çalışmada tür çeşitliliği ve saha verimliliğinin sahaların restorasyon işlemlerini hızlandırdığını belirtilmektedir [23]. Bu nedenle toprağı koruma amaçlı yapılan işlemler bir yandan da sahadaki vejetasyonun iyileştirilmesi sürecinin bir parçası olmalıdır. Bu tür baskı altındaki sahalarda etrafı çevrip ağaçlandırmaya ayrılarak insan müdahalesi önlendikten sonra bitki örtüsü sahayı tekrar yavaş yavaş kendiliğinden kaplamaktadır. Bu çalışmada sahalar tel örgülerle otlatmaya kapatılmıştır. Sahada doğal bitki örtüsü ile ilgili bir ölçüm yapılmamasına rağmen saha gözlemlerinde yer örtücülerin miktarında ve çeşitliliğinde koruma altına alınmayan sahalarla göre önemli bir farklılık olduğu görülmüştür. Fakat yetiştirme koşullarının oldukça sınırlı olduğu bu sahalarda doğal süksesyon oldukça yavaş ilerlemektedir. Bu nedenle etkin bir restorasyon işleminin gerçekleştirilebilmesi için sahaya müdahaleler gerekmektedir. Bu bölgedeki restorasyon amaçlı bitki örtüsüne müdahale genelde iki kısımdan oluşmaktadır. Bunlar toprağın korunması ve yeşil kuşağın oluşturulmasıdır. Bu iki kısım birbirleriyle bağlantılı olsa da farklı durumlarda her iki çalışmanın da farklı hedefleri bulunabilmektedir.

Yağmur sularının kök bölgesindeki tuz ve fazla sodyumu yıkamaya yetmediği kurak ve yarı-kurak bölgelerde tuzluluk ve sodiklik sorunlarıyla sık sık karşılaşmaktadır. Geçirgenliğin ve su hareketinin zorlandığı toprak koşullarında suyun aşağılara doğru drenaj yoluyla süzülmesi oldukça güçleşmektedir. Sodiklik erozyona yatkınlığı

arttırmakta ve bitki büyümesini engellemektedir [45]. Dolayısıyla bu sahaların geri kazanımı (reclamation) veya en azından tuzluluk ve sodiklik etkisinin azaltılmasına yönelik yöntem ve tekniklerin bulunması oldukça önemli ve gereklidir.

Marjinal sahalara ağaç dikilmesi bu âtıl sahaların üretim kapasitelerini arttırmak için etkili bir yöntemdir. Ağaçlandırma peyzajı önemli oranda değiştirmektedir [46]-[48]. Tunus'ta Akdeniz kıyılarındaki regosol topraklarda *Acacia salina* ile yapılan 3, 5, 9 ve 13 yaşlarında ağaçlandırma sonuçları değerlendirilmiştir. Elde edilen verilere göre ağaçların sahaya tutunmaları ve büyümeleri ile birlikte toprağın toplam C, N, yararlanılabilir P ve değişebilir  $K^+$  ve  $Ca^{++}$  değerlerinde önemli artışlar gözlenmiştir. Bu trendin ağaçlandırmanın yaşı ile birlikte arttığı belirlenmiştir [49]. Hindistan'da pH = 9-10.5, EC = 1-4.19  $dSm^{-1}$ , ESP = %45-75 değerlerine sahip bozuk sodik Typic Halaquept topraklarda yapılan ağaçlandırma odaklı bir ekolojik restorasyon çalışması sonucu değerlendirmiştir. Araştırmacılar *Acacia* spp, *Albizia* spp, *Populus* spp ve karışık ormanlarının yetişmesinin sodik toprakların iyileştirilmesine önemli katkı sağladığını belirlemişlerdir. Toprağın pH, EC, Na ve ESP değerlerinin ağaçlandırma ve uzun süreli tarım yapılmasıyla önemli oranda düştüğünü fakat ağaçlandırmanın tarım yapılmasından daha etkili olduğunu tespit etmişlerdir [10],[18].

Türkiye'de ağaçlandırma ile bozuk sodik toprakların restore edilmesine yönelik veriler yok denecek kadar kısıtlıdır. Son 70 yıldır bu kurak sahalarda önemli miktarda ağaçlandırma çalışması gerçekleştirilmiştir [23],[50]-[52]. Fakat farklı türlerin sahaya tutunmaları ve büyüme performansları ile ilgili yeteri kadar sistematik bilgi bulunmamaktadır.

Bölgedeki ağaçlandırma çalışmalarında ekolojik anlamda ilk sorun tür seçimiyle ilgilidir. Ormancılar genelde süksesyonun ileriki aşamasındaki ağaç türlerine yoğunlaştıklarından bu tür ağaçlandırma çalışmalarının çoğu başarısızlıkla sonuçlanmaktadır. Süksesyonun ileri aşamasındaki ağaç türlerinin iyi bir büyüme performansı gösterebilmesi için kuruluş aşamasında uygun saha hazırlığı yapılsa bile sahanın belirli bir gelişim ve dönüşüm süreçlerinden geçmesi gerekmektedir.

İlk ağaçlandırma için öncü ve hazırlayıcı türler kullanılmalıdır. Bu türler sahayı kolayca kaplamakta ve sahayı daha fazla gereksinimi olan geç türlere uygun hale getirmektedirler. Bu amaçla ılgın ve akkavak Tunus, Cezayir, Fas, Birleşik Arap Emirlikleri, Ürdün, Irak, Kuveyt ve İsrail'de yeşil kuşak ve rüzgâr perdesi çalışmalarında yaygın olarak

kullanılmaktadır [53]-[57].

Şimdiki çalışmada üçüncü büyüme sezonu sonunda ılgın fidanlarının yaşama oranlarında sahalar arasında bir fark görülmemiştir. *Tamarix* spp. türlerinin çoğu yüksek tuzlu ve sodik topraklara dayanabilmektedir [58],[59]. Ilgınlar kumulların durdurulmasında yaygın olarak kullanılmaktadır [60]. İki *Tamarix* türünün tuz ve kuraklığa karşı son derece dayanıklı olduğunu ve bütün sahalarda %80'in üzerinde yaşama oranlarına sahip olduğunu belirlenmiştir. Fidanların sahaya dikimi ilk adımdır. Fakat yüksek yaşama oranlarına sahip olmak sorunu tamamıyla çözmemektedir. Fidanların büyüyerek kısa zamanda biyolojik bağımsızlığını kazanması gerekmektedir. Fidanlar sahaya yerleştikten sonra yapılacak uygulamalar bu süreci hızlandırabilir. Şimdiki çalışmada toprağa kimyasal uygulanması işde fidanlarında yaşama oranlarını kontrol sahalarna göre önemli oranda arttırmıştır [61].

Akkavak Asya, Avrupa ve kuzey Afrika'da çok geniş bir ekolojik yelpazede hatta tuzlu topraklarda da yetişebilen öncü bir türdür [62],[64]. Bu nedenle yarı kurak sahaların ağaçlandırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Tuzlu sulama denemeleri sonucunda *P.alba*'nın tuzlu toprakların ağaçlandırılmasında kullanılabilir bir tür olduğunu ifade edilmiştir [64]. Fakat şimdiki çalışmada en düşük yaşama oranı akkavak fidanlarında gözlemlenmiştir. Dördüncü büyüme sezonu sonunda bütün işlem ünitelerindeki fidanların yaklaşık 3/4'ü kurumuştur. Fidanların sahaya 2013 yılındaki dikiminden hemen sonra yapılan ölçümlerde her tür için işlem üniteleri arasında boy ve çap değerleri arasında bir fark görülmezken dördüncü büyüme sezonu sonunda işde fidanlarının kimyasal uygulanan sahalarda daha iyi boy ve çap artımı yaptığı belirlenmiştir. İşde bu tür kurak koşullara son derece dayanıklı bir türdür [65]. İşde ve *Tamarix androssowii* türlerinin Özbekistan'ın Aral havzasındaki gleyic solonchak topraklarda sahaya kolayca uyum sağladıklarını ve iyi bir büyüme performansı sergilediklerini gösterilmiştir [66]. Dikimden 19 ay sonra fidanların %95'inden fazlasının yaşadığı belirlenmiştir. Minnesota'da 560 mm yağış alan bir bölgedeki orta derecede geçirgen kalker balçık ve killi balçık üzerinde balçık katmanın bulunduğu topraklarda dikimden beş yıl sonra işde fidanlarının %50'sinin yaşadığını fakir ve verimli toprak kısımlarına göre de 75-350 cm arasında bir boy büyümesi gerçekleştirdiğini belirlenmiştir [67].

Şimdiki çalışmada yaşama oranlarında olduğu gibi akkavak fidanlarının büyüme performansı üç tür içerisinde en zayıf olanıdır. Yaşama oranları ve büyüme performansları dikkate alınarak yapılacak olan bir değerlendirmede ılgın ve işde

türlerinin bu sahaların restorasyon çalışmalarında kullanılmasının uygun olduğu ortaya çıkmaktadır. İğde aynı zamanda azot bağlayıcı bir tür olduğu için kök bölgesindeki azot yoğunluğunu ve mikrobiyal çeşitliliği de arttırabilir [15].

Bu tür sorunlu sahaların restorasyonu pahalı bir uğraştır. Çalışmada kullanılacak kimyasallar ve su miktarı önemli bir maliyet getirebilir. Fakat daha önce gerçekleştirilen ve başarısız olan sahalara yapılan yatırımlar ile sahaların restore edilmesi sonucu erozyonun durdurulması, tarım ve mera alanlarının veriminin arttırılması, yaban hayatının iyileştirilmesi vb. ekosistem hizmetlerinin sağlayacağı faydalar dikkate alındığında bu tür çalışmaların uygulamacılar ve yerel yönetimler için önemli bir seçenek olabileceği düşünülmektedir. Bölgedeki tortul depozitlerde jips çıkarıldığı için bu malzemenin ucuz olarak temini mümkündür. Ayrıca kritik yerlere verilecek önceliklerle su kullanım miktarında da düzenlemeler yapılabilir. Öncelikle erozyonun durdurulması gereken kritik noktalar belirlenip rüzgâr perdesi amaçlı bir kuşak belirlenebilir. Örneğin her 100 metre mesafe için yaklaşık 30 metrelik bir ağaçlandırma şeridi gibi. Ağaç köklerinin bulunacağı derin toprak yıkaması sadece bu şeritlerde gerçekleştirilebilir. Önceliği daha düşük diğer sahalarda ise daha uzun vadede sonuç alınması düşünülüp bu sahalarda işlendikten sonra jips uygulaması yapıp uzun sürede doğal olarak yavaş yavaş toprağın yıkanması beklenebilir veya bu sahalara da sığ köklü otsu veya çalısı türlerin gelmesini sağlayacak daha sığ toprak yıkaması çok daha az miktarda su ile gerçekleştirilebilir [10].

Bu tür çalışmalardan elde edilecek veriler kısa vadede çok değişken olabileceği için ilk yıllardaki veriler uygulamaların başarılı olup olamayacağı hakkında yön vermektedir. Dolayısıyla bu şekilde uygun deneme desenleri oluşturularak kurulan sahalardan uzun vadede periyodik veriler elde edilmesinin oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bakımdan şimdiki sahaların çalışmanın bitimi sırasında tüm dikenli telleri kontrol edilerek gerekli koruma önlemleri tekrar alınmış ve sahaların bulunduğu bölgelerin orman idareleri ile gerekli görüşmeler yapılmıştır [10].

Ayrıca bölgede ağaçlandırma amaçlı sahaların kapatılmasına köylülerin yoğun itirazları olduğu görülmektedir. Bu amaçla sahaların bulunduğu yere yakın köylere gidilerek çalışmanın köylünün meralarını etkileyecek büyüklükte olmadığı ve bu deneme sahalarının korunmasının köylüler için mera kalitesi, rekreasyon, erozyonu önleme vb. faydaları olduğu anlatılarak sahaların korunması gerektiği konusunda görüşmeler yapılmıştır [10].

## 5. SONUÇLAR

İklim ve toprak koşulları dikkate alındığında bu sahalardaki ağaçlandırma çalışmalarının pratikte uygulanabilirliği ve sürdürülebilirliği sürekli olarak sorulan sorulardandır. Bu kurak sahaların çoğu verimli orman kurulması açısından son derece marjinal sahalardır ve bu sahaların çoğu mera olarak kullanılmaktadır. Fakat bu sahalarda yapılan ağaçlandırma çalışmaları toprağı koruma, halkın rekreasyon ihtiyacını karşılama, yaban hayatına habitat sunma ve diğer ekolojik hizmetleri karşılama potansiyeline sahiptir. Ayrıca bu tür bozuk sodik sahaların restorasyonu iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin azaltılmasına da yardımcı olabilir.

Bu sahalardaki ağaçlandırma çalışmaları 1950'li yıllarda çok küçük bir ölçekte deneyimli personel, bilgi ve teknoloji eksikliğinin olduğu koşullarda başlamıştır. Önceki çalışmalardan elde edilmiş uygun bir deneme deseni olan ve sonuçların sistematik bir şekilde sunulduğu çalışmaların oldukça kısıtlı olması uygulamacıların karşılaştığı en önemli sorundur. Uygulama çalışmalarında elde edilen önemli bilgiler ve tecrübeler olmasına rağmen bu olumsuz koşullarda dikilen fidanların tutma oranlarını ve büyüme performanslarını arttıracak alternatif toprak iyileştirme teknikleri ve silvikültürel tedbirlerin belirlenmesine ihtiyaç vardır. Uygun deneme desenine sahip sistematik veri üretecek deneme çalışmaları benzer sahalardaki uygulamalara da önemli katkılar sağlayacaktır.

Bu tür deneme çalışmalarından elde edilen sonuçlar erozyonu önleme amaçlı yoğun ağaçlandırma çalışmalarının başarısına önemli katkılar sağlayabilir. Şimdiki çalışmadan elde edilen ilk veriler jips ve kükürt uygulamasının sodyumu toprak profilinden yıkadığını ve toprağın infiltrasyon kapasitesini arttırdığını göstermiştir. Bu kimyasallarla toprağın iyileştirilmesi sonucu ığde fidanlarının yaşama ve büyüme performanslarında önemli artış olduğu belirlenmiştir. ığde ve ılgın türünün bu tür bozuk sodik sahaların restorasyonunda kullanılabilir türler olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmadan elde edilen ve takip edecek yani çalışmalardan elde edilecek özellikle uzun vadeli sonuçların yöredeki çalışmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, *AGM Faaliyetleri*, Ankara, Türkiye: Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayınları, 2009.
- [2] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, *Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı*, Ankara, Türkiye: Çölleşme ile Mücadele Ulusal Koordinasyon Birimi, 2005.
- [3] T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, "Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013)", T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, Türkiye, 2006.
- [4] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, "Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı (2008-2012)", T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye, 2007.
- [5] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, "Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı (2008-2012)", T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye, 2008.
- [6] R. Brinkmann, *Geology of Turkey*, New York, USA: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976.
- [7] Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, "Türkiye Genel Jeoloji Atlası", APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar, 2005.
- [8] O. Yıldız, E. Altundağ, B. Cetin, Ş.T. Guner, , M. Sargıncı, B. Toprak, "Afforestation restoration of saline-sodic soil in the Central Anatolian Region of Turkey using gypsum and sulfur," *Silva Fennica*, c. 51: 1B, sayı 1579, ss.1-17, 2017.
- [9] N. Balcı, *Kurak ve nemli iklim koşulları altında gelişmiş bazı orman topraklarının erodibilite karakteristikleri*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 2402. O.F. Yayın No: 248, 1978.
- [10] O. Yıldız, , et al. "İç Anadolu'da Ağaçlandırma Çalışmaları." *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, c.14, s.1, ss. 1-20, 2018.
- [11] D. Avcıoğlu, *Türkiye'nin düzeni. Dün-bugün-yarın*, İstanbul, Türkiye: Tekin Yayınevi, 1979.
- [12] H.E. Dregne, *Soils of arid regions*, Amsterdam, Netherlands: Developments in soil science 6. Elsevier Scientific Publishing Company, 1976.
- [13] L.A. Richards, *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. United States Department of Agriculture*. Washington, D.C., USA: Soil and Water Conservation Research Branch, 1954.
- [14] R.J. Rickson, *Conserving soil resources*, Wallingford, UK : European perspectives, CAB International, 1994.
- [15] D.K. Pal, T. Bhattacharyya, S.K. Ray, P. Chandron, P. Srivastava, S.L. Durge, S.R. Bhuse, *Significance of soil modifiers (Ca-zeolites and gypsum) in naturally degraded vertisols of the Peninsular India in redefining the sodic soils*, Geoderma, 2006.

- [16] J. Mzezewa, J. Gotosa, B. Nyamwanza *Characterization of a sodic soil catena for reclamation and improvement strategies*, Geoderma, 2003.
- [17] Ö. Anapalı, "Iğdır ovasında ıslah edilen toprakların yeniden tuzlulaşması üzerine bir araştırma," *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 27, sayı 4, ss. 507-516, 1996.
- [18] B. Singh, , V.K. Garg, "Phytoremediation of a sodic forest ecosystem: Plant community response to restoration process," *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj* c. 35, sayı 1, ss. 77-85, 2007.
- [19] M. Sadiq, , G. Hassan, S.M. Mehdi, N. Hussain, M. Jamil "Amelioration of saline-sodic soils with tillage implements and sulfuric acid application." *Pedosphere*, c. 17 sayı 2, ss. 182-190, 2007.
- [20] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, "AGM Faaliyetleri", Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, Türkiye, 2009.
- [21] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, "Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Seferberliği Eylem Planı (2008-2012)", T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye, 2012.
- [22] T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, "Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı (2008-2012) Gerçekleşme Raporu", T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Türkiye, 2012.
- [23] M. Boydak, S. Çalışkan, *Ağaçlandırma*, Ankara, Türkiye: Tanıtım Rek. Hiz. Org. Basın Yayın Bil.San. ve Tic Ltd. Sti., 2014.
- [24] A. Irmak, "Ormancılıkta gübreleme deneylerinin verdiği pratik sonuçlar ve Türkiye'de tatbik imkanları," *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, c. 9, sayı. 1, 1961.
- [25] A. Irmak, *Türkiye'de ormanın yetişmesine hakim olan genel faktörler ve Türkiye'de ağaçlandırmalardaki ekolojik problemler*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Yayınlarından No. 1037. Orman Fakültesi No. 92, 1963.
- [26] İ.Atay, *Genel ve teknik yöntemleri ile Türkiye'de ağaçlandırma*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1543, O.F. Yayın No: 158, 1970.
- [27] M. Dündar, "Ankara civarındaki bazı karaçam ve sarıçam kültürlerinde görülen kurumalarla iğne yapraklardaki besin maddeleri konsantrasyon seviyeleri arasındaki ilişkiler," *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Serisi No. 53, 1973.
- [28] H. Dirik, "Üç yerli çam türünün (*Pinus brutia* Ten., *Pinus nigra* Arn. *Subsp. pallasiana* Lamb. Holmboe, *Pinus pinea* L.) kurak periyottaki transpirasyon tutumlarının ekofizyolojik analizi," *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, İ.Ü. Yayın No: A-44: O.F. Yayın No: 111-121, 1994.
- [29] M.D.Kantarıcı, "Türkiye'nin yetişme ortamı bölgesel sınıflandırması ve bu birimlerdeki orman varlığı ile devamlılığının önemi," *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İ.Ü. Yayın No: 1558, O.F. Yayın No. 484, 2005.
- [30] Y.Yeşilkaya, T.Neyişçi, "Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki kumul ağaçlandırmalarının toprak verimliliği üzerine etkileri," *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Seri No:222, 1990.
- [31] D.Eşen, "Ecology and control of rhododendron (*rhododendron ponticum* l.) In Turkish eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) Forests," PhD Dissertation, Virginia

- Polytechnic Institute and State University, Virginia, USA, 2000.
- [32] D. Eşen, O.Yıldız "Otsu ve Odunsu Diri Örtü Mücadelesinin Meşcerelerin Gençleştirilmesi ve Büyümesine Etkileri," *TBMMO Orman Mühendisleri Odası Dergisi*, sayı 37, ss. 28-32. 2000.
- [33] D.Eşen, O.Yıldız "Doğaya Yakın Ormancılık ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.)," *A.İ.B.Ü. Ormancılık Dergisi*, c. 1, sayı 3, ss. 130-139. 2006.
- [34] A.Semerci, "Sedir fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile iç Anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler," *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Seri No. 279, 2002.
- [36] M.Genç, "Silvikültürün temel esasları," *SDÜ Orman Fakültesi Yayınları*, SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 44, 2004.
- [37] Ş.Gökdemir, S. Dağdaş, Y.Cengiz, S.Keskin, B. Doğan, H. Karata, F.İşık, "Türkiye'de Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) orijin denemeleri onuncu yıl ara sonuçları," *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Seri No:289, 2011.
- [38] Ş.Gökdemir, S. Tosun, Z.Ö. Palazoğlu, M. Arslan, S. Coşgun, H. Türker, M. Tokcan "Türkiye'de karaçam (*Pinus nigra* Arnold subsp. *Pallasiana* (Lamb) Holmboe) orijin denemeleri yirmibeşinci yıl ara sonuçları," *İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*, Teknik Bülten Seri No. 293, 2012.
- [39] H. Zengin, "Orman kaynaklarından fonksiyonel yaklaşım ile çok amaçlı faydalanmanın optimizasyonu," Doktora Tezi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2009.
- [40] A.Ceylan, S. Akgündüz, Z.Demirörs, A.Erkan, S. Çınar, Özevren, "Aridity index kullanılarak türkiye'de çölleşmeye eğilimli alanlardakideğişimin belirlenmesi," *I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, Konya, Türkiye, 2009.
- [41] H. Walter, "Vegetationszonen und Klima", *E. Ulmer*, 1970.
- [42] O. Yıldız, E. Altundağ, B. Çetin, Ş.T. Güner, M. Sarginci, B. Altınay, B. Toprak, Ö. Mutlu, "Effects of gypsum and sulfur as soil amendments on afforestation success in inland part of Anatolia: early results," *Conf. Applied Ecology Problems*, Tiflis-Batum, Georgia, 2015, ss. 155.
- [43] J.D. Rhoades, J.D. Oster, "A.Knute (ed.) Methods of soil analysis Part 1 – Physical and mineralogical analysis(2nd ed. )", *American Society of Agronomy and Soil Science Society of America*, Madison, USA : Wisconsin, 1986, ss. 985–1006.
- [44] SAS Institute Inc., SAS/STAT users guide, Version 6.12., Cary, North Carolina, 1996.
- [45] M. Pessarakli, I. Szabolics, "Pessarakli M. (ed.) Handbook of plant and crop stress," *Soil salinity and sodicity as particular plant and crop stress factors*, 3rd edition, Florida, USA: CRC Press, 2011.
- [46] J.P.A. Lamers, A. Khamzina, M. Worbes, "Forest Ecology and Management 221," *The analyses of physiological and morphological attributes of 10 tree species for early determination of their suitability to afforest degraded landscapes in the Aral Sea Basin of Uzbekistan*, 2006, ss. 249–259
- [47] M.A. Gharaibeh, N.I. Eltaif, A.A. Albalasmeh, "Reclamation of highly calcareous saline sodic soils using *Atriplex halimus* and byproduct gypsum," *International*

- [48] C.Hbirkou, C. Martius, A. Khamzina, J.P.A. Lamers, G. Welp, W. Amelung. "Reducing topsoil salinity and raising carbon stocks through afforestation in Khorezm, Uzbekistan", *Journal of Arid Environments* 75, ss. 146-155, 2011.
- [49] K. Jeddi, M. Chaieb, "Restoring degraded arid Mediterranean areas with exotic tree species: influence of an age sequence of *Acacia salicina* on soil and vegetation dynamics", *Flora* 207, ss. 693-700, 2012.
- [50] F. Tavşanoğlu, "Türkiye'de rüzgâr erozyonuna karşı mücadele, örnek: İç Anadolu Konya Karapınar'da rüzgâr erozyonu ile mücadele", *İ.Ü. orman Fakültesi Dergisi*, ss.65-84, 1976.
- [51] T.C. Tarım, Orman ve Köyişleri Bakanlığı, *Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları (1985-1986)*. Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi, Ankara, 1986.
- [52] T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, *Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları (1986-1987)*, Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi, Ankara, Türkiye, 1987.
- [53] A .Metro, *Afforestation in arid zones*, Israel: The Maghreb of Africa north of Sahara,1970.
- [54] K.H. Oedekoven, *Afforestation in arid zones*, Israel: United Arab Republic, 1970.
- [55] K.H.Oedekoven, *Afforestation in arid zones*, Iraq : 1970.
- [56] K.H.Oedekoven, Jordan, *Afforestation in arid zones*, Israel: 1970.
- [57] J. Kaplan, R. Karschen, M. Kolar, *Afforestation in arid zones*, Israel: 1970.
- [58] M.Ahmed, I.Qanor, "Productive rehabilitation and use of salt-affected land through afforestation (A review)," *Science Vision*, c.9, s.1-4, ss. 1-14, 2004.
- [59] A.Biswas, A.Biswas, "Comprehensive approaches in rehabilitating salt affected soils: A review on Indian perspective," *Open Transactions on Geosciences*. c. 1, sayı 1, ss. 13-24, 2014.
- [60] S.A.Metwally, H.F. Abouziena, M.M.Abou-Leila, E.Farahat, El.Habba, "Biological method in stabilization of sand dunes using the ornamental plants and woody trees: Review article," *Journal of Innovations in Pharmaceuticals and Biological Sciences*, ss. 36-53, 2016.
- [61] U.Dawalibi, M.C. Monteverdi, S.Moscatello, A. Battistelli, R.Volertini, "Effects of salt and drought on growth, physiological and biochemical responses of two tamarix species," *I Forest* 8, ss. 772-779, 2015.
- [62] M.Sekawin, "Genetics of *Populus alba* [La genetique du *Populus alba* L.]", *Annales Forestales*, c.6, s.6, ss. 159-189, 1975.
- [63] J.Jobling, "Poplars for wood production and amenity," *Forestry Commission Bulletin*, No. 92 , 1990.
- [64] S.Imada, N.Yamanaka, S. Tamai, "Effects of salinity on the growth, Na partitioning and Na dynamics of a salt-tolerant tree, *Populus alba* L. ," *Journal of Arid Environments*, ss. 245-251, 2009.

- [65] O.Dubovyk, G. Menz, A.Khanzina, "Land suitability assessment for afforestation with *Elaeagnus angustifolia* L. in degraded agricultural areas of the lower Amudarya River Basin," *Land degradation and development*, 2014.
- [66] A.Khamzina, J.P.A. Lamers, M.Worbes, E.Botman and P.L.G. Vlek, "Assessing the potential of trees for afforestation of degraded landscapes in the Aral Sea Basin of Uzbekistan" *Agroforestry Systems* 66, ss. 129-141, 2006.
- [67] W.H.Carmean, "Soil conditions affect growth of hardwoods in shelterbelts," *USDA Forest Service*, Research Note-204. 1976.



# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Abdullah Hüseyin DÖNMEZ  
Doğum Tarihi ve Yeri :05.10.1992 / Gediz - Kütahya  
Yabancı Dili :İngilizce  
E-posta :donmezo.huseyin@yandex.com

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Orman Müh.	Düzce Üniversitesi	2016
Lise	Fen Bilimleri	M.N.A Anadolu Lisesi	2011

## YAYINLAR

- [1] M. Sargıncı , H. Arslan, A.H. Dönmez, Ş. Temur, “ Effects of Aspect on Some Soil Properties in Oak and Beech-Hornbeam Forest in Western Black Sea Region of Turkey”, Isfor 2017, Isparta, Turkey, 2017.
- [2] A.H. Dönmez, M. Sargıncı, O. Yıldız, B. Toprak, E.C. Özcan. ““Effects Of Distance From Crater Center On Some Soil Properties In Meke Maar Crater Lake In Semi-Arid Region Of Turkey”, Icens 2018, Kiev, Ukraine, 2018.
- [3] O. Yıldız, L. Kartal, M. Sargıncı, B. Toprak, A.H. Dönmez, “The Use of Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in Restoration Practices of Degraded Forest Lands Located in Duzce Province of Western Black Sea Region”, Icelis 2018, Kastamonu, Turkey, 2018, pp: 194.
- [4] M. Sargıncı , A.H. Dönmez, A. Yılmaz, N.F. İvgin, M. Canik, H. Balım, “Effects of Tree Species on Some Soil Properties and Litter Accumulation in Adjacent Oak and Black Pine Forest in Western Black Sea Region of Turkey”, Ecology 2018, Kastamonu, Turkey, 2018.

- [5] O. Yıldız, B. Çetin, M. Sargıncı, B. Toprak, İ. Gürsoy, B. Altınay, H. Arslan, C. Mua, F. Ayyüce, Ö. Mutlu, A.H. Dönmez, Y. Kokaş, A. Yapar, D. Güner, U. Şahin, “İç Anadolu’da Ağaçlandırma Çalışmaları”, *Journal of Forestry*, c:14, s:1, ss:1-20, 2018

