



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

**İÇ ANADOLU’NUN KURAK BÖLGELERİNDEKİ AĞAÇLANDIRMA
ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN BAZI AĞAÇ VE ÇALI TÜRLERİNİN
TUTMA VE BÜYÜME PERFORMANSLARI**

HİLAL ARSLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. OKTAY YILDIZ**

DÜZCE, 2018

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İÇ ANADOLU'NUN KURAK BÖLGELERİNDEKİ
AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN BAZI
AĞAÇ VE ÇALI TÜRLERİNİN TUTMA VE BÜYÜME
PERFORMANSLARI

Hilal ARSLAN 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

Düzce Üniversitesi

Yrd .Doç. Dr. Bilal ÇETİN

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 05/03/2018

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.

05 Mart 2018

(İmza)

Hilal Arslan



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Oktay YILDIZ'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Lisans yıllarımdan bu yana eğitimim boyunca bana her zaman yol gösteren, bilgi ve tecrübelerini benden hiçbir zaman esirgemeyen, bana akademik bilgi, tecrübe ve çalışma disipliniyle birlikte hayata dair pek çok şey katan ve desteğini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Murat SARGINCI'ya, tez çalışmam süresince arazi ve laboratuvar çalışmalarımda bana yardımcı olup yol gösteren Yrd. Doç. Dr. Bülent TOPRAK'a ve Yrd. Doç. Dr. Bilal ÇETİN'e, yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübeleriyle desteği hep üzerimde olan, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan Öğr. Gör. Serkan ÖZDEMİR'e ve Arş. Gör. Alper Gün ÖZTURNA'ya tüm samimiyetimle teşekkür ederim.

Hayatım boyunca maddi, manevi her zaman yanımda olan, benim için her türlü fedakarlığı yapan babam İbrahim ARSLAN'a ve annem Aynur ARSLAN'a, ayrıca her ihtiyacımda ve çalışmalarımda yanımda olup desteklerini esirgemeyen çalışma arkadaşlarım Pey. Mim Elif ATMACA'ya, Orman Mühendisleri Adem SEÇİLMİŞ, Abdullah Hüseyin DÖNMEZ, Yasin KOKAŞ, Yavuz ZORLU, Şule TEMUR ve Ecem Cansu ÖZCAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, TÜBİTAK 1120946 nolu "Kurak Bölge Bitkilendirmesinde Farklı Ağaç, Çalı ve Otsu Türler Kullanımının Fidan Büyümesi ve Beslenmesi ile Bazı Toprak Değişkenlerine Etkisi" adlı COST projesi ve Düzce Üniversitesi BAP-2017.02.02.535 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

05 Mart 2018

Hilal ARSLAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
ÇİZELGE LİSTESİ.....	IX
KISALTMALAR.....	X
SİMGELER	XI
ÖZET.....	XII
ABSTRACT	XIII
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Kuraklık ve Çölleşme	3
2.2. Kuraklık ve İç Anadolu.....	4
2.3. Ağaçlandırmalar	7
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
3.1. Sahalar	9
3.1.1. Emirgazi.....	9
3.1.2. İncesu	11
3.1.3. Karapınar ve Sazlıpınar	12
3.1.4. Acıpınar	13
3.2. Denemede kullanılan türler	14
3.3. Arazi hazırlığı.....	15
3.4. Deneme Deseni	15
3.5. Dikim, Ekim ve Toprak-Üstü Ölçümler	16
3.6. Örnek toplama ve analiz	18
3.6.1. Toprak.....	18
3.6.2. Bitki analizleri	21
3.7. İstatistiki Analizler	22

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	23
4.1. Bitkiler	23
4.1.1. Ağaç.....	23
4.1.2. Çalılar	30
4.2. Toprak.....	34
5. SONUÇ	38
6. KAYNAKLAR.....	39
ÖZGEÇMİŞ	46



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. İç Anadolu Hasan Dağı yakınlarında toprak yapısı.....	5
Şekil 2.2. İç Anadolu Aksaray-Konya civarı yoğun otlatma yapılan sahalardan bitki örtüsü ve arazinin genel görünümü.	6
Şekil 3.1. Çalışma sahalarının genel konumu.....	9
Şekil 3.2. Emirgazi sahaları.	10
Şekil 3.3. Emirgazi sahalarının Walter iklim diyagramı.	10
Şekil 3.4. İncesu çalışma sahaları.	11
Şekil 3.5. Aksaray İncesu Sahalarının Walter iklim diyagramı.....	12
Şekil 3.6. Karapınar çalışma sahaları.....	12
Şekil 3.7. Konya Karapınar sahalarının Walter iklim diyagramı.	13
Şekil 3.8. Acıpınar çalışma sahaları.....	14
Şekil 3.9. Saha hazırlama.....	15
Şekil 3.10. Sadece ağaçlardan olan birinci işlemde ağaçların dikim şekli.	16
Şekil 3.11. Sadece ağaçlardan oluşan (A) işlemlerinde görünüm.	16
Şekil 3.12. Fidanların sahalara dikimi ve gelecek sezon tamamlama.	17
Şekil 3.13. Ereğli ve Eskişehir fidanlığında yetiştirilen ebuçehil ve katırtırnağı çalılırları.....	17
Şekil 3.14. Fidanların boy ve çap ölçümleri.	18
Şekil 3.15. Açılan toprak profili ve kurutulan toprak örneklerinden görünüm.	19
Şekil 3.16. Laboratuvarda yapılan fiziksel ve kimyasal toprak analizlerinden görünüm.	20
Şekil 3.17. Topraktan TDR ile nem ölçümleri.....	21
Şekil 3.18. Haziran ve Temmuz döneminde fidan etrafında yapılan çapalamalar.	22
Şekil 4.1. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden üç yıl sonra yaşama oranları ortalaması (%) \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.	23
Şekil 4.2. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden üç yıl sonra saha bazında yaşama oranları ortalaması (%) \pm std hata.	24
Şekil 4.3. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden üç yıl sonraki boyları ve mutlak boy artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.	25
Şekil 4.4. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde yapmış oldukları mutlak boy artım ortalamaları \pm std hata.	26
Şekil 4.5. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde yapmış oldukları göreceli boy artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.	26
Şekil 4.6. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha bazında yapmış oldukları göreceli boy artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre	

$\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	27
Şekil 4.7. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha yapmış oldukları mutlak çap artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.	28
Şekil 4.8. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha bazında yapmış oldukları mutlak çap artım ortalamaları \pm std hata.....	29
Şekil 4.9. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde yapmış oldukları göreceli çap artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.	29
Şekil 4.10. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha bazında yapmış oldukları göreceli çap artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.	30
Şekil 4.11. Çalı türlerinde tüm sahalarda ortalama tutma oranları \pm standart hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.	31
Şekil 4.12. Sahalara dikilen katırtırnağı, badem ve ebuçehil çalılarının görünüm.	32
Şekil 4.13. Sahalara göre toprağın tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem içerikleri.	36

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan türler.....	15
Çizelge 4.1. Fidan yapraklarındaki 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.....	33
Çizelge 4.2. Sahalardaki toprakların tanecik bileşimi.....	34
Çizelge 4.3. Toprağın ilk 20 cm'sindeki toplam kireç, KDK, ESP, pH ve EC değerleri ortalaması \pm standart hata.....	35
Çizelge 4.4. Toprağın ilk 20 cm'sindeki karbon, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum yoğunlukları ortalaması \pm standart hata.....	35



KISALTMALAR

CN	Karbon/ Azot
EC	Elektriksel İletkenlik
ESP	Değişebilir Sodyum Oranı
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi
pH	Hidrojen Potansiyeli
SAR	Sodyum Adsorpsiyon Oranı
SLA	Spesifik Yaprak Alanı
Std	Standart hata
TDR	Time Domain Reflectometry



SİMGELER

C	Karbon
Ca	Kalsiyum
Fe	Demir
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
P	Fosfor
Zn	Çinko
C ⁰	Santigrat derece



ÖZET

İÇ ANADOLU'NUN KURAK BÖLGELERİNDEKİ AĞAÇLANDIRMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN BAZI AĞAÇ VE ÇALI TÜRLERİNİN TUTMA VE BÜYÜME PERFORMANSLARI

Hilal ARSLAN
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Oktay YILDIZ
Mart 2018, 45 sayfa

Bu çalışma İç Anadolu step iklimine sahip olan Acıpınar, İncesu, Karapınar, Sazlıpınar ve Emirgazi yörelerinde, kurak bölge bitkilendirmesi olarak oluşturulan deneme bloklarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ağaç türü olarak dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) ve karaçam (*Pinus nigra*), çalı türü olarak ebuçehil (*Calligonum polygonoides*), badem (*Amygdalus orientalis*) ve katırtırnağı (*Spartium junceum*) deneme sahalarına dikilmiştir. Sahaların toprak özelliklerini belirlemek için her deneme ünitesinden toprak örnekleri alınmış ve dikimden sonra bütün fidanların çapları ve boyları ölçülmüş ve aynı ölçümler araştırmanın 3.yılında da tekrarlanarak göreceli çap ve boy büyümeleri karşılaştırılmıştır. Toprak analizleri sonucu hiçbir sahada ilk 20 cm toprak derinliğinde tuzluluk sorununun olmadığı, bununla birlikte her sahada yüksek kireç bulunduğu belirlenmiştir. Üçüncü yılın sonunda dişbudak fidanlarından yaklaşık % 60'ının, karaçam fidanlarından ise % 40'inin tuttuğu tespit edilmiştir. Mutlak boy artım değerlerine bakıldığında dişbudak türünün karaçama göre ortalama % 140 daha fazla boy artımı yaptığı görülmektedir. Üçüncü yılın sonunda dikilen badem fidanlarının % 97'si yaşarken, katırtırnağında bu oran % 42, ebuçehil çalısında ise % 26 olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en başarılı türlerin badem ve dişbudak olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla bu iki türün İç Anadolu'nun kurak bölgelerindeki restorasyon çalışmalarında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Ağaçlandırma, Kurak-bölge, Restorasyon

ABSTRACT

THE SURVIVAL AND GROWTH PERFORMANCE OF SOME TREE AND SHRUB SPECIES IN ARID LANDS OF CENTRAL ANATOLIA

Hilal ARSLAN

Düzce University

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

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Oktay YILDIZ

March 2018, 45 pages

Fraxinus angustifolia, *Pinus nigra*, *Calligonum polygonoides*, *Amygdalus orientalis* and *Spartium junceum* species were planted in experimental plantations in Acıpinar, İncesu, Karapınar, Sazlıpınar and Emirgazi aridland regions located in Central Anatolia.

Upon planting, soil samples were taken and diameter and height of seedlings were measured for initial data. The same samplings were repeated at the third year of plantation to determine absolute and relative growth rates of seedlings. The data revealed that the top 20 cm of the soil have low salt but high lime contents across all sites. At the end of the third year, about 60 % of the *Fraxinus angustifolia* seedlings and 40 % of the *Pinus nigra* seedlings were survived. *Fraxinus angustifolia* seedlings had 140 % more height growth compared to that of *Pinus nigra* seedlings. At the end of the third year, 97 % of the *Amygdalus orientalis* seedlings were survived. While, the corresponding values for the other two shrub species, *Calligonum polygonoides* and *Spartium junceum*, were 42 and 26 %, respectively. As a result of the study, it was determined that the most successful species were *Amygdalus orientalis* and *Fraxinus angustifolia*. Therefore, these two species can be used in the restoration practices implemented in similar arid regions.

Keywords: Afforestation, Arid-land, Restoration

1. GİRİŞ

Tarih boyunca insanların çeşitli sebeplerle bitki örtüsünü tahrip etmesi sonucu Anadolu'nun ortasında yer alan doğal step alanları giderek genişlemiştir. Bir taraftan yoğun otlatma baskısı diğer taraftan marjinal sahaların tarıma açılması hem koruyucu yer örtüsünü tahrip etmiş hem de toprakta uzun yıllar birikmiş olan organik maddenin kaybını hızlandırarak toprakları besin ve su içeriği bakımından elverişsiz hale getirmiştir. Özellikle 1950'lerden sonra mera alanlarının büyük bir kısmının tarıma açılması bu süreci hızlandırmış ve geniş düzlüklerde koruyucu bitki örtüsünü kaybeden üst-toprak şiddetli rüzgârlarla uzun mesafelere savrulmuştur. Bir taraftan üst-toprağın koparıldığı sahalar verim kaybına uğrarken diğer taraftan savrulan toz bulutları hem yığıldığı tarım alanlarına zarar vermiş hem de can ve mal kayıpları yaşanmaya başlamıştır. Özellikle Konya civarında giderek artan toz fırtınaları nedeniyle 1960'ların başında Toprak-Su Araştırma Merkezince Karapınar'da kumul durdurma çalışmalarına başlanmıştır. Daha sonra Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Genel Müdürlüğü'nün de kurulmasıyla Türkiye ormancıları son 50 yılda kumul tespit, toprak koruma ve erozyon kontrol amaçlı kurak bölge ağaçlandırmalarında önemli tecrübeler kazanmıştır.

Fakat yapılan çalışmalar doğrudan uygulama projeleri olarak farklı sahalarda farklı türlerin farklı yıllarda dikilmesinden oluşmaktadır. Arazideki bu uygulamalar istatistiki bir desene dayanarak yapılmadığından hangi türlerin başarılı olduğu veya başarısızlıkların hangi değişkenlerden kaynaklandığına dair istatistiki veri çıkarmak da mümkün olmamaktadır. Uygulamacılarda çalışmaların başarısını çoğu zaman dikilen fidanın türü, orijini veya sulama yapılıp yapılmadığıyla açıklamaktadır.

Kurak sahalarda fidanların tutma başarısının düşük olması ve büyümenin çok yavaş olması yıllar itibariyle kuraklık şiddetinin de değişkenlik göstermesine bağlı olarak hangi türlerin başarılı olacağına dair verilerin uzun vadeli ölçümlere dayanması gerekmektedir. Bu sahalardaki ölçümler genelde ağaçlandırmanın ilk yıllarına ait olup kısa vadeli verilerle uzun vadeli çalışmalara öneriler sunulmaktadır. Ayrıca genel olarak kullanılan türler odun odaklı ağaçlandırma alışkanlığına bağlı olarak ağaç türleriyle yapılmakta ve çalı ve otsu türlere bu tür çalışmalarda fazla yer verilmemektedir.

Ağaç ve/veya toprak-üstü kısma odaklı çalışmalarda doğal süksesyonun erken

evrelerindeki çalı türlerinin sahaya gelerek toprağı iyileştirmesi süreci çoğu zaman yaşanmamaktadır.

Bu nedenle farklı türlerle yapılan ağaçlandırmalar veya bu ağaçlandırmalarda çalı türlerinin de kullanımıyla yapılan uygulamalarda sahanın toprak-altı ve -üstü değişkenlerinin takip edilmesi ileride yapılacak geniş çaplı projelere yön vermesi açısından son derece önemlidir. Bölgede bozulan bitki örtüsü ve toprak verimini restore edecek, ileriki çalışmalarda başarı oranını arttıracak ve sahanın biyolojik bağımsızlığını kazanma sürecini hızlandıracak alternatif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmanın ana amacı yörede yapılan ağaçlandırma çalışmalarının eksik olan bu yanını tamamlayacak verilerin üretilmesine katkı sağlamaktır. Dolayısıyla İç Anadolu'nun kurak sahalarında şimdiye kadar yapılan çalışmalarda ne çıkan ağaç türlerinden dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) ve karaçam (*Pinus nigra*) ile çalı türlerinden ebuçehil (*Calligonum polygonoides*), badem (*Amygdalus orientalis*) ve katırtırnağı (*Spartium junceum*) türlerinin ilk yıllardaki tutma ve büyümesi başarılarını karşılaştırmaktır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Kuraklık ve Çölleşme

Arazilerin uzun süreli yanlış kullanımı tarih boyunca birçok medeniyetin çökmesine neden olmuştur [1], [2]. Kurak bölgelerdeki marjinal sahalarda durum çölleşmeye kadar giden çok daha dramatik bir hal alabilmektedir [3], [4]. Çölleşme ve kuraklık bugün dünyada 4 milyar hektara yakın saha ve 100 ülkede yaklaşık 1,2 milyar insanı olumsuz olarak etkilemektedir. Dolayısıyla birçok bölge gıda üreticisi konumundan gıda tüketicisi konumuna dönüşmektedir [3], [5]-[8]. Sahel çölünde 1968-74 yıllarında meydana gelen ve 20 bin kişinin ve milyonlarca hayvanın ölmesine neden olan kuraklık ve açlık olaylarından sonra 1977 yılında Nairobi’de BM tarafından çölleşme konferansı (UN Conference on Desertification) düzenlenmiş ve çölleşmeye karşı ilk uluslararası mücadele başlamıştır. Konferansta kuraklık ve çölleşmenin bütün dünyanın ekonomik, sosyal ve çevresel yapısını değiştirebilecek bir sorun olduğu vurgulanmış ve bu amaçla çölleşmeyle mücadele eylem planı hazırlanmıştır. Fakat 1977’deki eylem planı uygulamalardaki hatalar nedeniyle etkisiz kalmıştır.

Aslında Türkiye’de çölleşme ve erozyonla mücadele konusu Nairobi’de yapılan toplantıdan 40 yıl önce 1937 yılında çıkan 3116 sayılı Orman Kanunu’nun 79. Maddesinde yasal olarak yer almıştır. Uygulama olarak da Tokat, Erzincan, Afyon, Adana, Ankara, Isparta ve Konya’da bu doğrultuda başarılı ağaçlandırma çalışmaları yapılmıştır [9]-[18].

Türkiye 1994 yılında Paris’te Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesini imzalamış ve 1998 yılında çıkarılan 4340 sayılı kanunla sözleşmeye resmen taraf olmuştur [17]. Sözleşmede Türkiye Kuzey Akdeniz Bölgesel Uygulama Eki’nde (EK-IV) çölleşmeden etkilenen ülkeler arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda da 1999 yılında çölleşmeyle mücadele ulusal eylem planı hazırlanmıştır. Eylem planında çölleşme ile mücadelenin (ÇM) ülke kalkınma planları içerisinde yer alması ve uygulayıcı kuruluşların programlarında ÇM çalışmalarına yer verilmesinin sağlanması öngörülmüştür [14]. Ek olarak Dokuzuncu Kalkınma Planı’nda da toprak muhafaza ağaçlandırmaları ve rehabilitasyon çalışmalarına yer verilmiştir [19]. Çevre ve Orman Bakanlığı ile TÜBİTAK’ın birlikte çalışmasıyla 2005 yılında yapılan Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu toplantısında belirlenen ilk 10 yıllık AR-GE yapılacak alanlar ve proje konuları

arasında da kurak alanlar ve çölleşmeyle ilgili konulara oldukça geniş yer verilmiştir [20]. Dünya çölleşme haritasında Türkiye'nin önemli bölümü çölleşmeye hassas olarak görülmektedir [24]. Aslında kuraklık Türkiye'nin kırsal hayatını ve ekonomisini tarih boyunca farklı dönemlerde çok şiddetli şekilde sarsmıştır. Resmi kayıtlara göre 1845, 1874, 1887, 1928, 1935, 1939, 1942 ve 1945 yıllarında yaşanan şiddetli soğuk ve kurak mevsimler mahsullerde en az % 30 kayıplara neden olmuş, hatta bazen mahsulün yarıdan fazla düştüğü ve Türkiye'nin buğday ithal ettiği dönemler olmuştur. Bu tür iklim şartlarının etkisi coğrafik yapısı gereği en çok da Orta Anadolu'da yaşanmış ve yaşanmaktadır [22].

2.2. Kuraklık ve İç Anadolu

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 [23]-[25]. Miyosen ile Pliyosen bölümlerde yoğun volkanizma olayları sonucu çıkan malzemeler de Şekil 2.1'de görüldüğü gibi, 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 [25]. 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. Kurak dönemlerde ufak taneli ve gevşek topraklar tamamıyla kuruyarak bir toz kitlesine dönüşmektedir. Bu kuru ve aynı zamanda gevşek olan materyal rüzgârlarla kolaylıkla harekete geçirilerek uzun mesafelere taşınmaktadır [25], [26]. Bu nedenle İç Anadolu bölgesinin yaklaşık yarısı rüzgâr ve su erozyonunun etkisi altındadır [27].



Şekil 2.1. İç Anadolu Hasan Dağı yakınlarında toprak yapısı.

Bitki yetişmesi açısından olumsuz iklim ve toprak koşulları bu sahalarda doğal bitki örtüsünün *Artemisia* (yavşan) stebi olarak şekillenmesine neden olmuştur. Fakat doğal stebin dışında asıl olumsuzluklar insan kaynaklı olarak ortaya çıkmıştır. Yaklaşık 4000 yıl öncesine kadar Anadolu'nun ortasında yer alan doğal step alanları daha dar bir bölgeyi kapsamakta iken insanların çeşitli sebeplerle bitki örtüsünü tahrip etmesi sonucu step sınırları giderek genişlemiştir. Çepel'in iddiasına göre M.Ö. 10 bin yıllarında Anadolu yarımadasında step oranı % 17 civarında iken bugün bu oran % 35'e çıkmıştır [28].

Kurak ve yarı-kurak İç Anadolu'nun sorunlu sahalarında uzun yıllar otlatma ve tarım gibi faaliyetler sonucu sahalardaki bu cılız bitki örtüsü de önemli ölçüde tahrip edilmiştir. Yaz kuraklığından dolayı bitki örtüsünün bozkır olduğu geniş İç Anadolu düzlüklerinde küçükbaş hayvancılığı tarih boyunca en önemli geçim kaynağı olmuştur. İstatistiklere göre Türkiye'de 1956 yılında 50 milyon koyun ve keçi (nüfusun yaklaşık iki katı) bulunmaktadır. Şekil 2.2'de görüldüğü gibi koyun ve keçi gibi küçükbaş hayvanlar tarafından yapılan yoğun otlatma hassas bitkilerin toprak-üstü kısmını yemekle kalmamakta ayrıca toprağı çiğneyerek sıkıştırmakta ve havalanma ve kök gelişimini olumsuz etkilemektedir [29]. Bu tahrip sonucu bir taraftan toprağı tutan yer örtücü önemli oranda ortadan kalkarken geriye kalan bitki kompozisyonu da değişmektedir. Örneğin, İç Anadolu'nun bozkır alanlarında hayvanların sevmedikleri *Noea spinosissima*, *Eryngium campestre*, *Peganum harmala*, *Euphorbia tinctoria*, *Centaurea squarrosa*, *Cousinia birandiana*, *Alhagi camelorum*, *Eromostachys macrophylla* gibi otlar sahada baskın hale gelmiştir [30]-[32].



Şekil 2.2. İç Anadolu Aksaray-Konya civarı yoğun otlatma yapılan sahalardan bitki örtüsü ve arazinin genel görünümü.

Yöredeki bir diğer tahrip unsuru da marjinal sahaların kontrolsüz bir şekilde tarıma açılmasıdır. Özellikle 1950'lerde traktör sayısının hızla artmasıyla rüzgarın sürekli estiği düz ya da hafif dalgalı steplerde doğal bitki örtüsünün tarıma açılması durumu daha da kötüleştirilmiştir. Avcıoğlu'na göre, Marshall yardımıyla sağlanan traktörler çiftçiye kredi ile dağıtılmış ve 1936 yılında 961, 1948 de 1750 olan traktör sayısı 1955 yılında 40 bini aşmıştır. 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 [33]. Cılız otsularla kaplı marjinal alanların pullukla sürülmesi bir yandan koruyucu yer örtüsünü tahrip ederken toprak taneciklerini bağlayan organik maddenin de zamanla yok olmasına neden olmuştur. Böylece geniş düzlükler şiddetli rüzgâr erozyonuna açık hale getirilmiştir. Tıpkı Orta Amerika'da 1930'larda marjinal sahaların tarıma açılması sonucu yıllarca süren toz fırtınası felaketi gibi Türkiye'nin orta kısmında da şiddetli toz fırtınaları görülmeye başlanmıştır [34]. Tavşanoğlu çalışmasında, 1958 yılında kurak ve çok rüzgârlı geçen ilkbahar aylarında Konya-Karapınar ilçesini toza ve kuma boğan can ve mal kaybına neden olan kum fırtınalarının olduğunu belirtmektedir [35]. Giderek artan bu fırtınalar nedeniyle devletin farklı kurumları çeşitli önlemler üzerinde çalışmıştır. Bu amaçla 1960'ların başında Toprak-Su Araştırma Merkezi'nce Karapınar'da kumul durdurma çalışmalarına başlanmıştır. Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Genel Müdürlüğü'nün 1969 yılında kurulmasıyla da planlı ve projeli ağaçlandırma çalışmaları başlamıştır.

2.3. Aaçlandırmalar

Türkiye ormancıları özellikle son 50 yılda kumul tespit, toprak koruma ve erozyon kontrol amaçlı kurak bölge ağaçlandırmalarında önemli tecrübeler kazanmıştır [16],[18]. Fakat bu tür sorunlu sahalarda ağaçlandırma çalışmaları hem pahalı bir uygulamadır, hem de sahaların biyolojik bağımsızlığını kazanması uzun yıllar almaktadır [36]-[40]. Uzun süreler tel örgülerle çevrili (bazen yer yer başarısız) ağaçlandırma sahalarının köylünün kullanımına kapatılması da ayrıca sosyal bir baskı unsuru haline gelmektedir. Örneğin, Türkiye’de yaz mevsimlerinde hayvanlarını açık arazide otlatan köylüler için arazinin ağaçlandırma maksadıyla uzun yıllar kontrol altına alınması eskiden beri istenmeyen bir durum olduğundan bazı yörelerde ağaçlandırma girişimlerine itirazlar olmuştur [37].

Dolayısıyla bu bölgelerde bozulan bitki örtüsü ve toprak verimini restore etmek için yapılan bitkilendirme çalışmalarında başarı oranını arttıracak ve sahanın biyolojik bağımsızlığını kazanma sürecini hızlandıracak alternatif çalışmalara ihtiyaç vardır. Bunlar farklı tür ağaçlar olduğu gibi farklı çalı türleriyle yapılacak çalışmalardan elde edilecek verilere de şiddetle ihtiyaç vardır. Diğer taraftan şimdiye kadar yapılan çalışmalar genelde ağaç ve/veya toprak-üstüne odaklı olmuştur. Bu nedenle elde edilen sonuçların yorumu da dikilen fidanın türü, orijini ve fidanların sulanıp sulanmamasıyla sınırlı kalmıştır [41]-[46].

Bu sahalarda sadece su açığı değil çoğu zaman yüksek kireç, tuz veya sodyum ile düşük besin elementi gibi sorunların hepsi veya bir kaçını etkileşim halinde bitki yetişmesini engellemektedir. Dolayısıyla yetiştirme ortamı özelliklerini, kuraklık karşısında bitkilerin stratejisini ve toprağın kimyasal özelliklerini vb. iyi analiz ederek farklı ortamdaki süreçleri aşama aşama anlamaya yarayacak veriler üreten çalışmalara şiddetle ihtiyaç vardır.

Türkiye’nin önemli bir kısmı kuraklık ve çölleşme tehdidi altındadır. İklim değişiklikleri ve kuraklığın Türkiye’nin önündeki tehditlerden birisi olduğu TÜBİTAK’ın Vizyon 2023 raporunda da vurgulanmıştır [47]. Yani iklim değişikliği senaryolarının doğruluğu halinde zaten büyük sorun olan kurak sahaların daha da artacağı tehdidi öngörülmektedir. Şimdiye kadar kurak bölgelerde yerleşim yerleri ve tarım alanları ile su kaynaklarının erozyonun olumsuz etkilerinden korunması amaçlı Toprak-Su ve Orman Bakanlığı’nın farklı yörelerde önemli çalışmaları olmuştur. Ayrıca

yörede Askeriye, Belediyeler ve özel şirketlerin yeşillendirme amaçlı önemli ağaçlandırma çalışmaları da bulunmaktadır. Örneğin, Karapınar rüzgâr erozyonu önleme çalışması, Altınapa ve Sille barajı erozyon kontrol çalışmaları gibi. Fakat yapılan çalışmaların (kumul tespiti hariç) genel olarak ağaç ve/veya toprak-üstü odaklı olması elde edilen sonuçların sadece kullanılan tür, sulama veya orijinle açıklanmasını da beraberinde getirmiştir. Bu çalışmaların çoğu hem emek yoğun pahalı çalışmalardır hem de bitkileri sahaya yerleştirme aşamasında başarı yüzdesi diğer bölgelerdeki ağaçlandırma çalışmalarına göre düşüktür. Bu nedenle yapılan çalışmalar milyonlarca hektarlık potansiyel alan içinde oldukça sınırlı kalmaktadır.

Diğer bölgelerin aksine bu bölgelerde bitki yetişmesi açısından çoğu zaman birden fazla olumsuz değişkenin etkileşimiyle karşılaşılmaktadır. Örneğin kuraklık, yüksek kireç, toprağın düşük organik madde ve besin içeriği, tuzluluk ve sodik özelliklerin birkaçı aynı sahada görülebilmektedir. Dolayısıyla buradaki çalışmalarda sorunu tek bir uygulama ile çözmek yerine aşama aşama elde edilen verilerin bir sonraki çalışmalara yön vermesi gerekmektedir. Örneğin, sodik özellik gösteren bir toprağa direk olarak ağaç dikmek yerine önce toprağın katyon değişim bölgelerinden sodyumun uzaklaştırılarak toprağın fiziksel yapısının restore edilmesi beraberinde havalanma, kök büyümesi vb. birçok değişkeni olumlu etkileyeceğinden başarı şansını arttıracaktır. Ayrıca ağaçlandırmanın ilk aşamasında, kapalılık oluşana kadarki aşamada (stem exclusion stage) mineral toprağı kısa sürede kapatan ve hızlı dönüşüme sahip yer örtücülerin kullanılması topraktaki organik madde içeriğini zenginleştirerek pH' ye bağlı koloidal yüzeylerle tuzun etkisini azaltabilir. Dolayısıyla bir sahadaki tuz stresi toprağın organik madde içeriği artırılarak düşürülebilir.

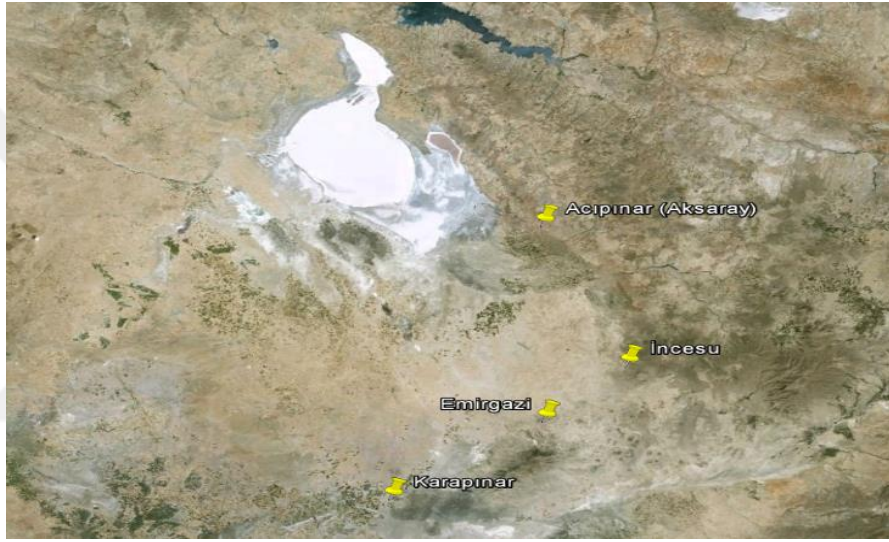
Diğer taraftan toprak-altı karbon ve azot birikimi, pH değişimi, besin alımı, su tutma kapasitesi, Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) vb. değişkenlerle ilgili yeterli veri toplanmamıştır veya ihtiyaç duyulmamıştır.

Sahalarla ilgili ağaçlandırmanın erken aşamasındaki veriler elde edildikten sonra uzun vadeli gözlemler için deneme üniteleri korunarak ağaçlandırmanın farklı çağlarındaki değişimler karşılaştırılacaktır. Dolayısıyla çalışmalara sadece ağaç odaklı bakmak yerine farklı aşamalardaki döngü ve süreçleri içeren ekosistem analizi olarak bakılmasına katkı sağlanacaktır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Sahalar

Çalışma Şekil 3.1’de gösterildiği üzere, Türkiye’de kuraklık ve çölleşme tehdidinin en fazla olduğu İç Anadolu’nun Emirgazi, İncesu, Karapınar, Sazlıpınar ve Acıpınar (Aksaray)’da gerçekleştirilmiştir. Sahalar deneme deseni olarak bloklama yapacak düzeyde aralarında iklim, toprak, eğim, bakı vb. değişkenlerin etkileşiminden kaynaklanan farklılıklar göstermektedir. Sahalar daha önce Genel Müdürlük tarafından belirlenen proje sahalarından seçilmiş olup böylece koruma sorunu bulunmamaktadır.



Şekil 3.1. Çalışma sahalarının genel konumu.

3.1.1. Emirgazi

Coğrafi koordinatları 575350-4197345, 576282-4197711 bölgeleri arasında olan Emirgazi’ye en yakın meteoroloji istasyonu (1004 m) verilerine (Çalışma sahasından ortalama 200 m düşük rakıma sahip) göre yıllık ortalama yağış miktarı 289 mm, ortalama sıcaklığı 11 °C olup vejetasyon süresi 210 gündür (Nisan-Kasım). Şekil 3.2’de görülen çalışma sahasının ortalama yüksekliği 1180 m olup, başlıca tepeleri Kötüdağ, Asartepe ve Borcaklı tepesidir. Andezit anakayasına sahip arazinin eğimi % 0-20 arasındadır.



Şekil 3.2. Emirgazi sahaları.

Sahaya en yakın meteoroloji istasyonu olan 34 km uzaklıktaki Karapınar meteoroloji istasyonunun verilerini Erinç'in yağış etkenliği formülünde kullandığımızda;

$$I_m = P/T_{om},$$

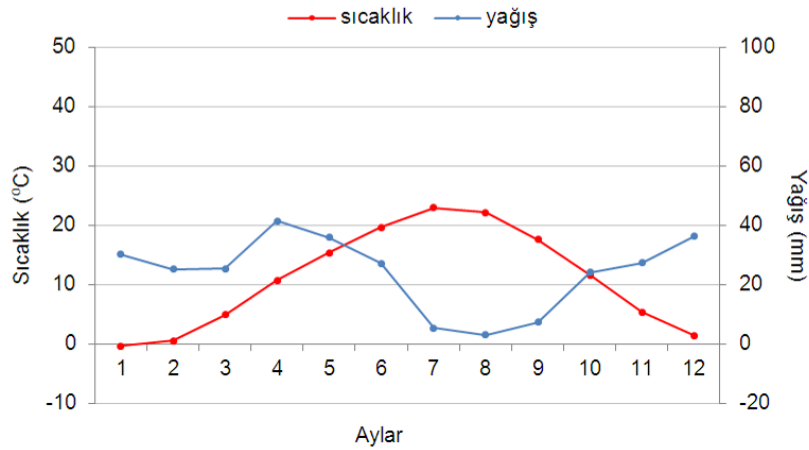
Burada;

I_m =yıllık yağış indisi,

P =yıllık toplam yağış miktarı (mm),

ve T_{om} =yıllık ortalama yüksek sıcaklık $^{\circ}C$

$I_m=288,9/18,3=15,8$ değeri bulunmaktadır. Erinç indisine göre bu değere sahip sahaların iklim tipi yarı-kurak, vejetasyon tipi ise step olarak nitelendirilmektedir. Şekil 3.3'te verilen Walter diyagramına göre, sahada mayıstan başlayarak güz ortalarına kadar su açığı görülmektedir [48].



Şekil 3.3. Emirgazi sahalarının Walter iklim diyagramı.

Sahanın civarında verimli orman bulunmamaktadır. Sahada orta şiddette yüzey erozyonu vardır. 2009 yılında toprak muhafaza ve erozyonu önlemeye yönelik ve yeşillendirme amaçlı 154 ha sahada etrafı çevrilerek ağaçlandırma çalışmasına başlanmıştır.

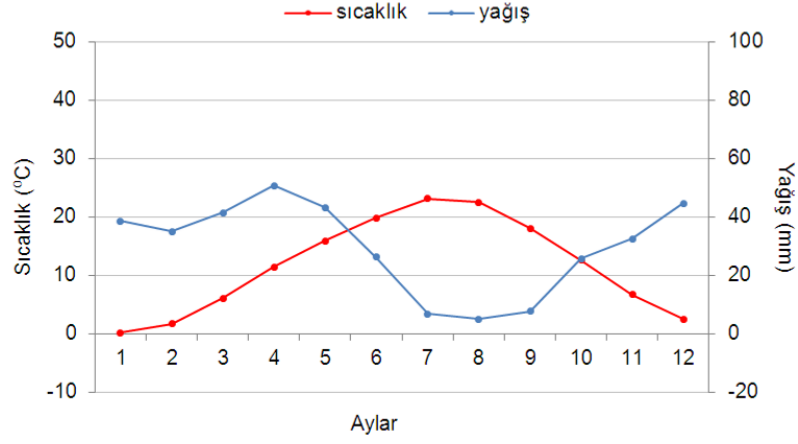
3.1.2. İncesu

Şekil 3.4'te görülen, coğrafi koordinatları 570480-4225656, 568255-4228472 olan İncesu sahası 1000 m ortalama rakıma sahip, % 0-20 arası meyillidir. İncesu Belediyesi'nin ağaçlandırma talebi nedeniyle 2009 yılında toprak koruma, erozyonu önleme ve yeşillendirme amaçlı yaklaşık 350 ha (hektar) saha koruma altına alınmıştır.



Şekil 3.4. İncesu çalışma sahaları.

Sahaya en yakın meteoroloji istasyonu 42 km uzaklıktaki 965 rakımda bulunan Aksaray meteoroloji istasyonu verilerine göre vejetasyon mevsimi nisanın ikinci haftasında başlayıp kasımın ikinci haftasında bitmektedir. Yıllık ortalama yağış miktarı 358 mm ve ortalama sıcaklık 12 °C dir. Erinç indisine göre sahanın iklimi yarı kurak ve bitki örtüsü step olarak nitelendirilmektedir. Şekil 3.5'te verilen Walter diyagramına göre de sahada mayıs sonu ekim ayı başına kadar su açığı görülmektedir.



Şekil 3.5. Aksaray İncesu Sahalarının Walter iklim diyagramı.

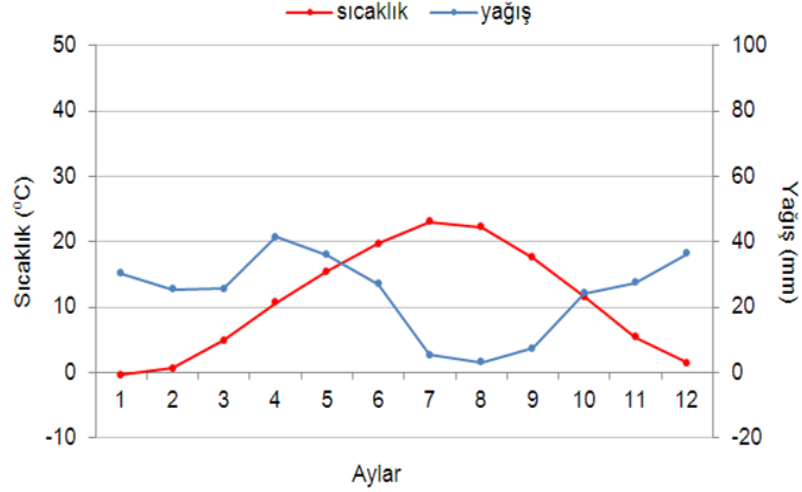
3.1.3. Karapınar ve Sazlıpınar

Coğrafi koordinatları 533731-4174100, 533226-4173948 olan, Şekil 3.6'da görülen Karapınar sahasında alüviyal, kolüviyal, sierozem ve regosel topraklara rastlanmaktadır. Toprak erozyonuna uğramış kesimlerin üst kısmında toprak türü kumlu balçık alt kısımlarında ise killi toprağa doğru bir yapı görülmektedir.



Şekil 3.6. Karapınar çalışma sahaları.

1004 m yükseklikteki Karapınar yağış istasyonu değerlerine göre yıllık ortalama yağış miktarı 289 mm ortalama sıcaklık 11 °C olup, vejetasyon mevsimi nisandan ekim sonuna kadar sürmektedir. Erinç indisine göre sahanın iklimi yarı-kurak ve bitki örtüsü step olarak tahmin edilmektedir. Şekil 3.7'de verilen Walter diyagramına göre de sahada mayıs sonundan ekim başına kadar su açığı görülmektedir.



Şekil 3.7. Konya Karapınar sahalarının Walter iklim diyagramı.

Sazlıpınar sahaları Karapınar'ın 30 km batısında aynı ovada yer alıp iklim ve toprak özellikleri bakımından Karapınar sahalarına benzerlik göstermekte fakat yaklaşık 50 m daha düşük rakıma sahiptir.

3.1.4. Acıpınar

Coğrafi koordinatları 577507-4268504, 573024-4266122 olan ve Genel Müdürlük tarafından belirlenen proje sahası toplamda 1160 ha'dır. Proje sahaları içinde verimli orman alanı bulunmamaktadır. Saha, Şekil 3.8'de görüldüğü gibi genel olarak dağlık ve tepelik bir arazidir. Proje sahası içindeki en yüksek rakımlı yer, 1197 m rakımlı Kartallık Tepesidir. Proje sahasının en düşük rakımlı yeri ise proje sahasının batı sınırında olup, 980 m yüksekliktedir. Proje sahasının ağırlıklı bakışı Güneybatı yönünde ve anakaya volkanik fasiestir. Sahaya yaklaşık 20 km güneyde bulunan Aksaray meteoroloji istasyonu verilerine dayanarak yapılan Erinç yağış etkenliği indisine göre saha yarı-kurak saha olarak nitelendirilmektedir.



Şekil 3.8. Acıpınar çalışma sahaları.

3.2. Denemede kullanılan türler

Denemede uzun yıllar bölgede yapılan çalışmalar sonucu öne çıkan, Çizelge 3.1’de belirtilen yerli türler kullanılmıştır [41], [46], [49]-[56]. Dişbudak ve karaçam bu sahalarda tutma ve büyüme açısından başarı gösteren yapraklı ve ibreli türlerimizdir. Dişbudak fidanları tüplü 1+1 olarak kullanılmıştır. Karaçam ise 2+0 tüplü kullanılmıştır. Çalı türleri için 2+0 tüplü olarak yetiştirilen badem, katır-tırnağı (Gülнар 1100 m) ve ebucehil çalısı (Iğdır yöresinden toplatılmış) seçilmiş olup bu türlerde yine kurak saha ağaçlandırmalarında en başarılı türlerdendir. Bu türlerden katır-tırnağı aynı zamanda azot (N) bağlamaktadır. Ayrıca çalı türü olarak seçilen ebucehil çalısı C₄ bitkisi olması bakımından önemlidir. C₄ bitkilerinin yoğun ışık ve yüksek sıcaklık koşullarında C₃ bitkilerine kıyasla net fotosentetik üretiminin daha fazla olduğuna dair çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca C₄ bitkilerinin toprak suyunu ve azotunu daha randımanlı kullandığı bu nedenle kurak ve verimsiz sahalarda bu türlerin C₃ bitkilerine göre bir avantaj sağlayabileceği bildirilmektedir [57], [58].

Kullanılan fidanlar bu yörede yıllarca kullanılan yöre orijinli olup (Ebucehil ve katırtırnağı hariç) Ereğli ve Eskişehir fidanlığında yetiştirilmiştir. Fidanların dikimi sonbaharda tohum ekimi ise sonbahar ve ilkbaharda yapılmıştır. Büyüme sezonu sonucunda kuruyan fidanlar kışın tamamlama dikimleriyle değiştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Çalışmada kullanılan türler.

Bitki Adı	Türkçe isim	Özellik
	-----Ağaç-----	
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Dişbudak	Yapraklı, kuraklığa dayanıklı
<i>Pinus nigra</i>	Karaçam	İbrelî, kuraklığa dayanıklı
	-----Çalı-----	
<i>Calligonum polygonoides</i>	Ebuçehil	Kurak sahalar, C ₄ bitkisi
<i>Amygdalus orientalis</i>	Badem	Taşlı kalker yamaçlarda
<i>Spartium junceum</i>	Katırtırnağı	N-bağlayıcı

3.3. Arazi hazırlığı

Şekil 3.9’da görüldüğü gibi sahalar, Ekim-Kasım 2012 ‘de önce 160-220 HP gücünde paletli traktör + 3’lü riperle 60-80 cm derinliğinde alt-toprak işlenmesi yapılmış daha sonra 4 x 4 lastik tekerlekli traktör + 2 soklu riper pulluk ile tesviye eğrilere paralel 35-45 cm derinliğinde 80-100 cm genişliğinde gradoni teraslar halinde üst toprak işlenmesi yapılmıştır.

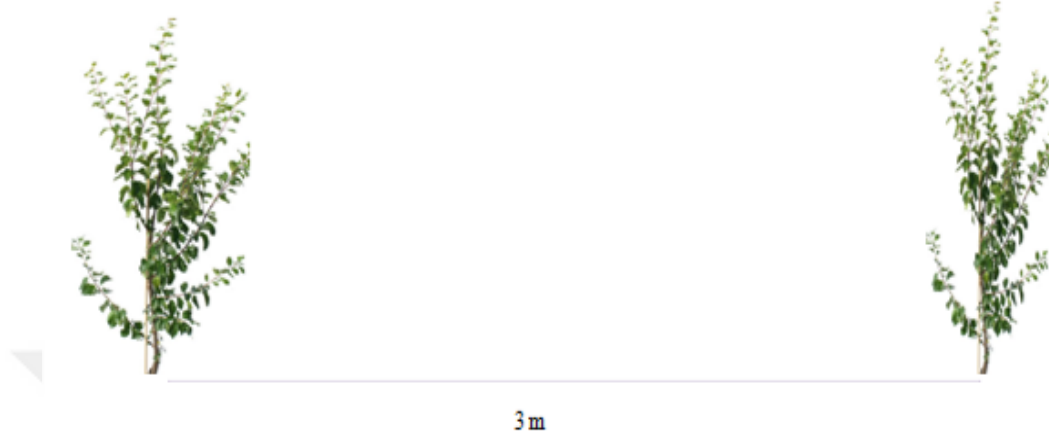


Şekil 3.9. Saha hazırlama.

3.4. Deneme Deseni

Denemede blok deseni kullanılmıştır. Türkiye’nin kuraklık bakımından en sorunlu

bölgesinde oluşturulan 5 blok yukarıda özellikleri açıklanan sahalarda deneme alanları olarak belirlenmiştir. Şekil 3.10'da görüldüğü gibi, her blokta her tür için 36 fidan 3 x 3 m aralıklarla dikilerek deneme üniteleri oluşturulmuştur. Her deneme ünitesinin dört bir tarafında da 5'er m'lik tampon bölgeler oluşturulmuştur.



Şekil 3.10. Sadece ağaçlardan oluşan birinci işlemden oluşan ağaçların dikim şekli.

Daha sonra oluşturulan her deneme ünitesi de blok içinde (yani her sahada) 3 kez tekrarlanmıştır. Şekil 3.11'de görüldüğü gibi, her ağaç ve çalı türünden bir sahada 36 x 3 tekrar = 108 fidan, denemenin toplamında ise 108 x 5 saha = 540 fidan kullanılmıştır.



Şekil 3.11. Sadece ağaçlardan oluşan (A) işlemlerinde görünümler.

3.5. Dikim, Ekim ve Toprak-Üstü Ölçümler

2012 sonbaharındaki dikim sezonunu karaçam, dişbudak, katırtırnağı, badem ve ebuçehil türleri dikilmiştir.



Şekil 3.12. Fidanların sahalara dikimi ve gelecek sezon tamamlama.

2013 ve 2014 aralık başından ocak sonuna kadar olan dönemde hava ve saha koşullarının uygun olduğu günlerde Şekil 3.12’de görüldüğü gibi, kuruyan fidanların tamamlaması yapılmıştır. Ayrıca haziran sonu ve temmuz başı sahada fidanların köküne yakın 50 cm’lik çevresinde kaymak kırması için çapa yapılmıştır.

Çalışma için seçilen türler Şekil 3.13’te görüldüğü gibi Ereğli fidanlığında yetiştirilmiştir. Katırtırnağı Eskişehir Orman Fidanlığı’nda yetiştirilmiştir.



Şekil 3.13. Ereğli ve Eskişehir fidanlığında yetiştirilen ebuçehil ve katırtırnağı çalıları.

Nisan sonu fidanların başlangıç çap ve boy değerlerini kaydetmek için her iki ağaç türünde sırasıyla çap ve boy ölçümleri yapılarak ağaçlar numaralandırılmıştır.

Bu bağlamda dikilen fidanların yaşama oranları ile mutlak ve göreceli boy ve çap artımlarını karşılaştırmak için 2015 büyüme sezonunun sonunda Şekil 3.14’te görüldüğü gibi boy ve çap ölçümleri yapılmış ve kuruyan fidanlar belirlenmiştir.



Şekil 3.14. Fidanların boy ve çap ölçümleri.

3.6. Örnek toplama ve analiz

3.6.1. Toprak

Çalışmanın başlangıcında 2013 erken baharında ve 2015 yazında her deneme ünitesinde ağaç ve çalı türlerinin yaklaşık 30 cm civarından (köklere çok yaklaşıp zarar vermemek için) farklı yönlerden belirlenen 5 noktadan ilk 20 cm derinliğinden 2'şer set toprak örneği alınmıştır. Ayrıca her bloktan ağaçlandırma yapılmamış kısımdan da 5'er adet kontrol örnekleri alınmıştır ($5 \text{ blok} \times 5 \text{ tür} \times 3 \text{ tekrar} \times 5 \text{ nokta} = 375 + 25 \text{ kontrol} = 400$ örnek). Birinci set toprak örneği hacim ağırlığı için 200 cm^3 lük silindirlerle (AMS Soil Core Sampler) alınmıştır. İkinci örnek fiziksel ve kimyasal analizler için kullanılmıştır. Proje hazırlama aşamasında arazilerin farklı yerlerinden her bloktan sahayı temsil edecek şekilde seçilen 5 noktadan ($5 \times 5 \text{ saha} = 25$ adet) Şekil 3.15'te görüldüğü gibi toprak profili bir metre derinliğe kadar kazılarak toprak derinliği ölçülmüş, taşlılık ve horizonlarla ilgili genel değerlendirmeler yapılmıştır. Daha sonra profil tabanından itibaren yüzeye doğru her 30 cm'de toprak örnekleme yapılmıştır (2 set, biri hacim ağırlığı ve diğeri analizler için). Yüzey topraktan ve profilden alınan örneklerde toprağın hacim ağırlığı, iskelet oranı (kuru eleme $\text{Ø} < 2\text{mm}$) tekstürü, kireç içeriği, pH, tuzluluk, Katyon Değişim Kapasitesi (KDK), Değişebilir Sodyum Oranı (ESP) ve Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR) değerleri, C, N, P, Ca, K, Na ve Mg analizleri yapılmıştır [59], [60]. Araştırmanın üçüncü yılında alt-topraktaki değerlerin değişmeyeceği düşünülerek asıl dinamik olan üst toprağın değerleri için ilk 20 cm toprak derinliğinden yine fidanların yaklaşık 30 cm civarından farklı yönlerden tekrar

örnekler alınarak farklı işlemlerdeki toprağın hacim ağırlıkları ile C, N ve KDK değerlerindeki değişimler belirlenmiştir [61].



Şekil 3.15. Açılan toprak profili ve kurutulmuş toprak örneklerinden görünüm.

Toprakların tanecik bileşimi (tekstür), örneklerin kum, kil ve toz miktarlarına göre Uluslararası Tekstür Üçgeni'nden yararlanılarak belirlenmiştir. Toprağın asitliğini belirlemek için hava kurusu toprak örnekleri (< 2 mm) saf su karışımı ile pH metre kullanılarak çözelti asitliği olarak belirlenmiştir [60]. Kireç içeriği Scheibler Kalsimetresi ile ölçülmüştür. KDK tayini için NH₄OAc ekstraksiyonu kullanılmıştır [59]. Karbon ve N miktarları kuru yakma yöntemiyle belirlenen yoğunlukların toprağın hacim ağırlığı ve < 2 mm'lik kısımları da dikkate alınarak kg ha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Toprak örnekleri öğütüldükten sonra toplam C yoğunluğu için 300 mg ağırlığındaki örnekler 105 °C'de fırında kurutulup LECO CN makinesinde kuru yakma yöntemiyle analiz edilmiştir [62]. Fırın kurusu (105 °C) 500 mg alt örnek toplam N analizi için micro-Kjeldahl yöntemiyle dijest edilmiştir (Kjeltec Auto 1030 Model) [63].



Şekil 3.16. Laboratuvarda yapılan fiziksel ve kimyasal toprak analizlerinden görünüm.

Topraklar kireçli olduğundan toprakların karbon içerikleri CN analiz cihazı yardımıyla kuru yakma yöntemi ile belirlenen karbon oranı ve Şekil 3.16’da görülen kireç tayininden elde edilen veriler kullanılarak toplam toprak organik karbon miktarı hesaplanmıştır.

İşlem ünitelerindeki toprağın tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem değerleri basınç tanklarıyla belirlenmiştir. Ayrıca arazideki anlık nem miktarındaki değişim için her işlem ünitesinde 5 adet fidanın dibinden itibaren dışa doğru 50 cm mesafede 0-20, 20-40 ve 40-60 cm’lik toprak derinliğindeki nem miktarları Şekil 3.17’de görüldüğü üzere TDR (Time Domain Reflectometry) yöntemiyle anlık ölçümler yapılarak hacimsel nem içerikleri olarak belirlenmiştir. Nem ölçümleri ilk yılın Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos ayında alınmıştır.



Şekil 3.17. Topraktan TDR ile nem ölçümleri.

3.6.2. Bitki analizleri

Ağaçlar sahaya dikildikten sonra birinci vejetasyon döneminin başında bütün fidanların çapları (5 cm toprak yüzeyinden) ve boyları sırasıyla ölçülmüştür. Üçüncü yılın sonunda yapılan ölçümler ve başlangıç değerleri kullanılarak farklı türlerin farklı işlemlerdeki göreceli çap ve boy büyümeleri işlem ve ağaç türü bazında karşılaştırılmıştır.

Boy için; $RGR_H = (\ln H_2 - \ln H_1) / (T_2 - T_1)$,

Çap için; $RGR_D = (\ln D_2 - \ln D_1) / (T_2 - T_1)$

Burada;

RGR = göreceli büyüme veya artım oranı, \ln doğal logaritma, H :boy, D :çap, $T_2 - T_1$: iki ölçüm arası süre (3 yıl)

Üçüncü vejetasyon döneminde yapraklar tam olarak geliştiğinde (temmuz) her işlem ünitesinde 12 adet fidandan yapraklar örneklenmiştir. Daha sonra bir işlem ünitesinden alınan 12 örnek 4'er, 4'er birleştirilerek 3 adet kompozit örnek oluşturulmuştur. Yaprak örnekleri Eskişehir Toprak ve Ekoloji laboratuvarına 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 dijest edilip, daha sonra P yoğunluğunun belirlenmesi için Spektrofotometre (Jenway 6505 UV/Vis. Spectrophotometer), K için Alev Fotometresi (Jenway Flame Photometer) kullanılmıştır [64]. Bitkilerin besin yoğunluğu değerleri fazla büyüyenlerde seyrelebileceğinden beslenme açısından sağlıklı bir karşılaştırma için yukarıda belirlenen SLA (Spesifik Yaprak Alanı) değerlerini dikkate alarak işlemlerin

karşılaştırılması yapılmıştır [65].

Ağaç ve çalıların etrafında oluşan toprak yüzeyindeki kaymak kısmı Şekil 3.18’de görüldüğü gibi Haziran ve Temmuz 2013 ve 2014 ‘te ilk iki yıl için yapılan çapalamayla kırılmıştır.



Şekil 3.18. Haziran ve Temmuz döneminde fidan etrafında yapılan çapalamalar.

3.7. İstatistikî Analizler

Analizler araştırmanın genel deseni olan rastgele blok desenine uygun olarak yapılmıştır. Göreceli çap ve boy gelişimleri ile ilgili analizler tekrarlı ölçümler kullanılarak yapılmıştır. Sahaların yıllar itibariyle karbon ve azot miktarındaki değişimleri ise blok deseni içinde başlangıç değerlerini de işin içine katacak şekilde kovaryans ve tekrarlı ölçüm analizleri ile karşılaştırılmıştır. Sonuçlar $\alpha = 0,05$ düzeyinde istatistikî olarak farklı kabul edilmiş daha küçük p-değerleri elde edilen değişkenler için Tukey HSD ortalamaları ayırma testi yapılmıştır. İstatistikî analizler için SAS (Statistical Analysis Software, 1996) programından yararlanılmıştır.

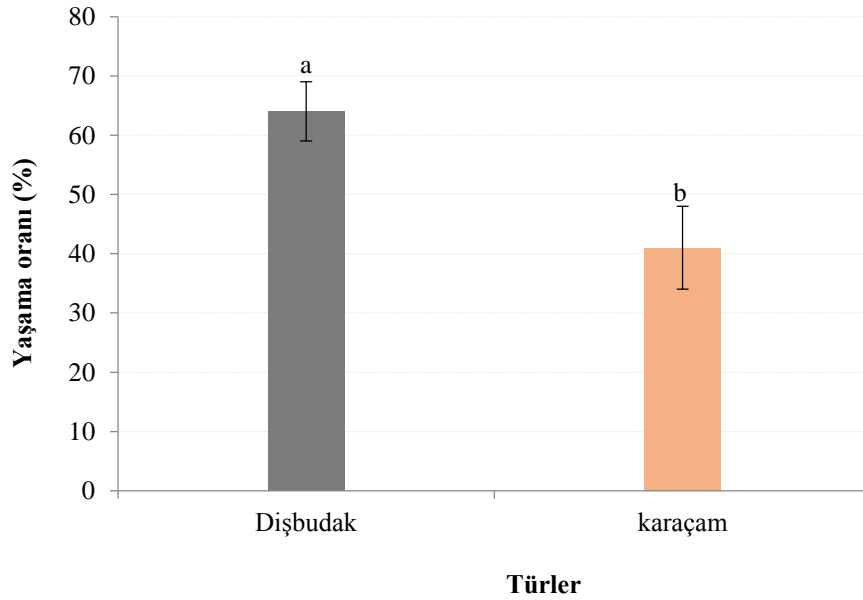
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Bitkiler

4.1.1. Ağaç

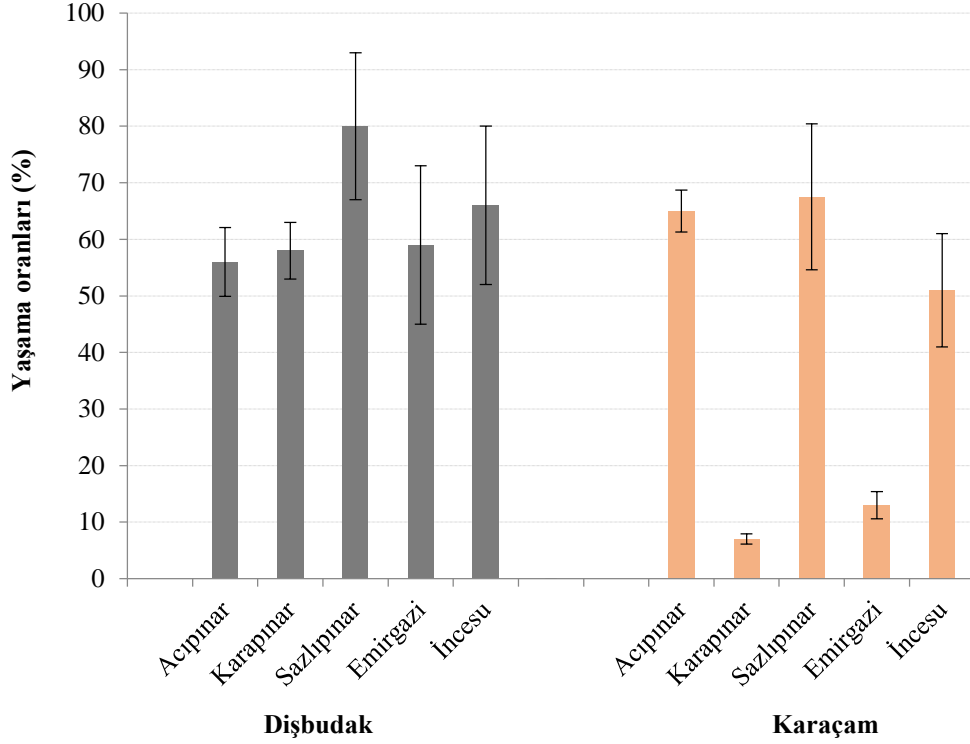
Yapılan çalışma ile ulaşılmak istenen temel amaç bitki büyümesi ve topraktaki değişimlerin gözlemlenmesini sağlayacak uzun vadeli sistematik veri toplanacak denemelerin kurulmasıdır. Çalışmanın ileriki yıllarında daha anlamlı verilerin toplanması beklenmesine rağmen kuruluş aşaması ve ilk yıllardaki bitkilerin yaşama oranları ile büyüme performansları ve beslenme durumlarını içeren verilerin elde edilmesi de ileriki yıllarda toplanan verilerin değerlendirmesine önemli katkılar sağlayacaktır. Bu amaçla elde edilen sonuçlar hem sahanın başlangıçtaki durumunu ortaya koymakta hem de ilk üç yıllık kısa vadeli verileri sunmaktadır.

Dikimden üç yıl sonra Şekil 4.1’de gösterildiği gibi, karaçam fidanlarının yaklaşık % 60’ının kurduğu görülmüştür. Dişbudak fidanları ise aynı dönemde karaçam fidanlarına göre % 26 daha yüksek bir tutma başarısı göstermiştir (P -değeri=0,0001)



Şekil 4.1. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden üç yıl sonra yaşama oranları ortalaması (%) \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

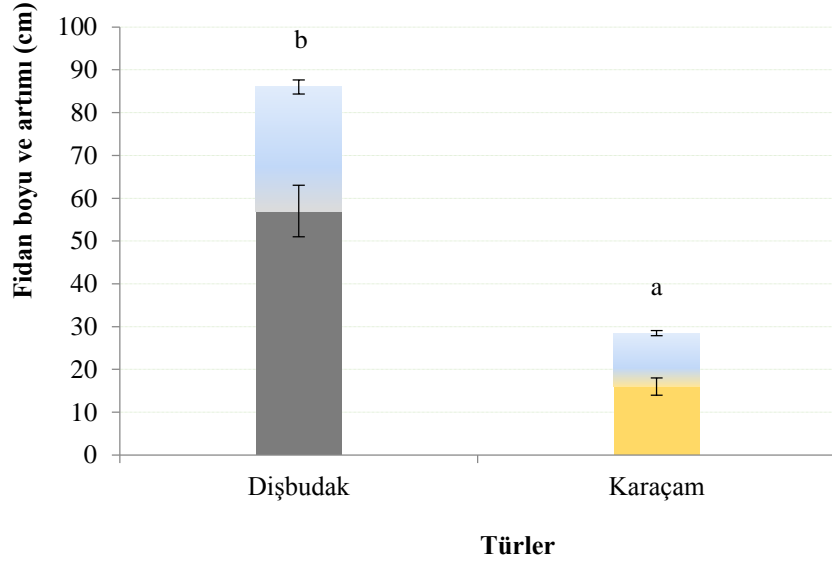
Fidanların tutma oranlarını sahalardan karşılaştırdığımızda karaçam türünde sahalardan bazında değişkenliğin yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 4.2. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden üç yıl sonra saha bazında yaşama oranları ortalaması (%) \pm std hata.

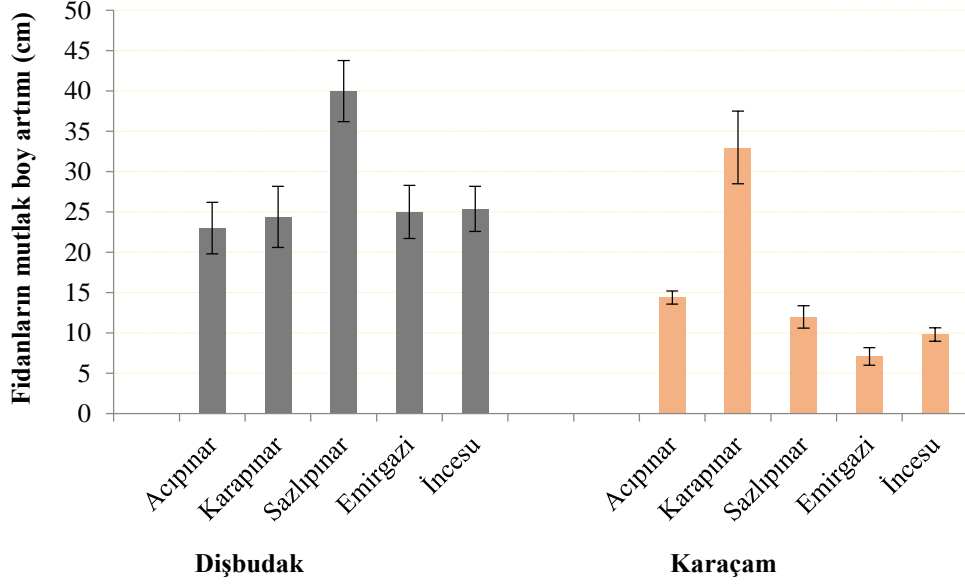
Emirgazi ve Karapınar sahalarındaki karaçam fidanlarının tutma oranı Şekil 4.2’de gösterildiği gibi diğer üç sahanın yaklaşık 1/6’sı kadardır.

Üçüncü büyüme dönemi sonunda dişbudak ve karaçam fidanlarının mutlak boy artım değerleri istatistiki olarak farklılık göstermiştir (P -değeri $< 0,0001$). Şekil 4.3’te görüldüğü gibi, üçüncü yılın sonunda dişbudak fidanlarının karaçam fidanlarında % 132 daha fazla mutlak boy artımı yaptığı belirlenmiştir.



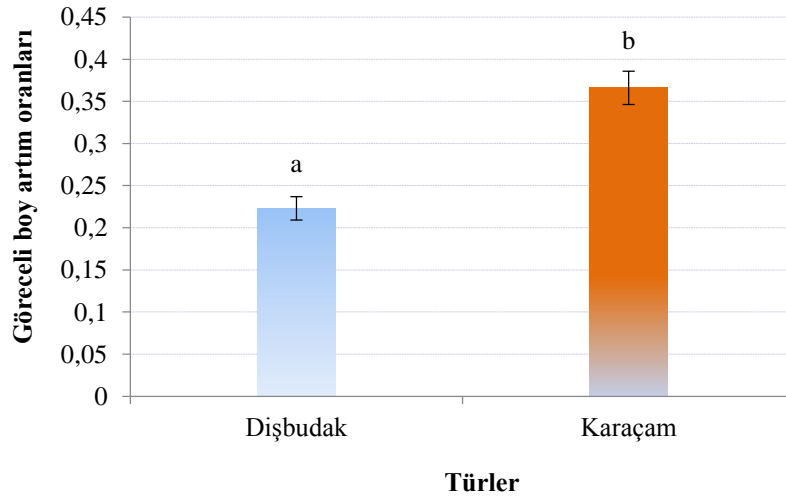
Şekil 4.3. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden üç yıl sonraki boyları ve mutlak boy artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Türlerin sahalara göre performanslarına bakıldığında dişbudak fidanlarının üç yıl içerisinde Sazlıpınar sahaları hariç diğer sahalarda ortalama 24 cm boy artımı gösterdiği, Sazlıpınar'da ise diğer sahaların ortalamasından yaklaşık % 66 daha fazla bir boy artımı yaptığı görülmektedir. Karaçamda ise Şekil 4.4'te görüldüğü gibi, tutma başarısı gösteren fidanların Karapınar sahaları dışında üç yılda ortalama 10 cm bir boy artımı yaptığı diğer Karapınar sahasında ise diğer sahalardan yaklaşık % 200 daha fazla bir boy büyümesi gösterdiği belirlenmiştir.



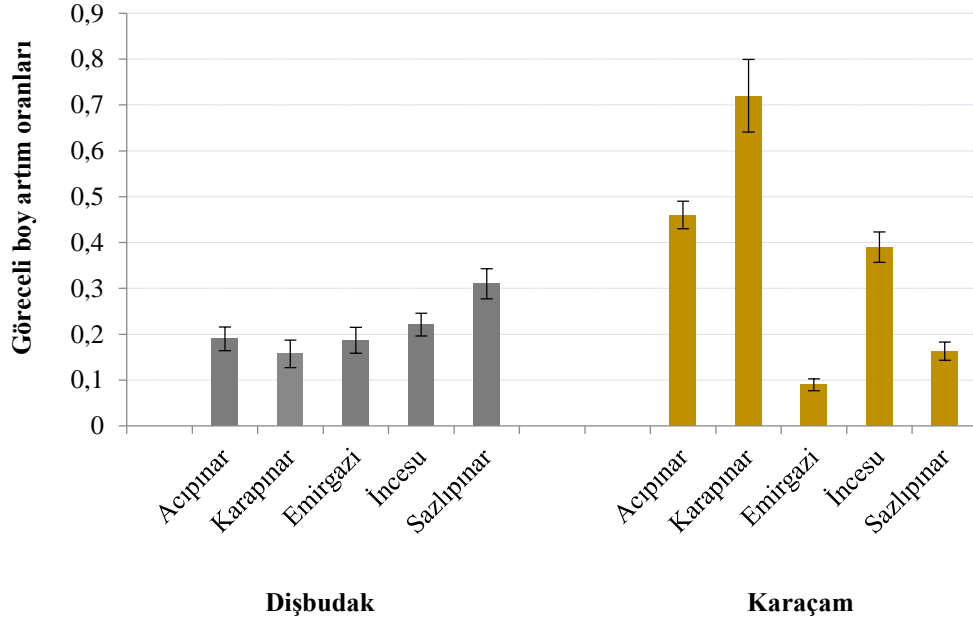
Şekil 4.4. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde yapmış oldukları mutlak boy artım ortalamaları \pm std hata.

Fidanların başlangıç boylarını dikkate alarak hesaplanan göreceli boy artışlarına bakıldığında ise Şekil 4.5'te görüldüğü gibi karaçam fidanlarının dişbudak fidanlarına göre yaklaşık % 64 daha fazla göreceli boy büyümesi yaptığı belirlenmiştir (P -değeri=0,0001)



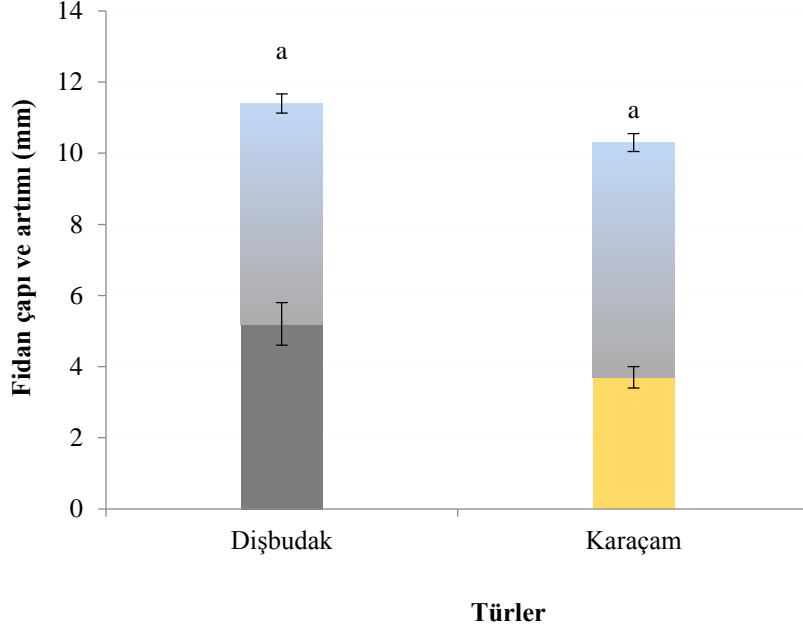
Şekil 4.5. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde yapmış oldukları göreceli boy artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Türlerin göreceli boy artışlarına saha bazında bakıldığında ise Şekil 4.6’da görüldüğü üzere dişbudağın her sahada benzer artışlar yaptığı fakat karaçamın göreceli boy büyümesinde de sahalar arasında değişkenliğin yüksek olduğu görülmektedir.



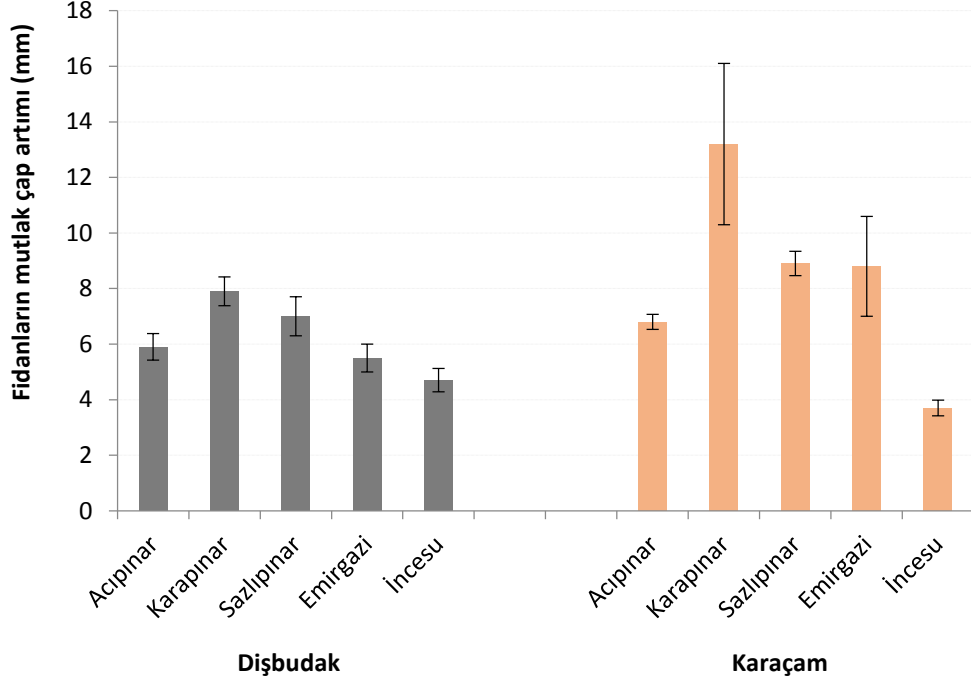
Şekil 4.6. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha bazında yapmış oldukları göreceli boy artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Göreceli boy büyümesi bakımından Şekil 4.7’de görüldüğü gibi en fazla değişkenliği gösteren Emirgazi ve Karapınar sahaları arasında 8 kat büyüme farkı olduğu ortaya çıkmıştır. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içerisinde yapmış oldukları mutlak çap artımında önemli bir fark görülmemektedir.



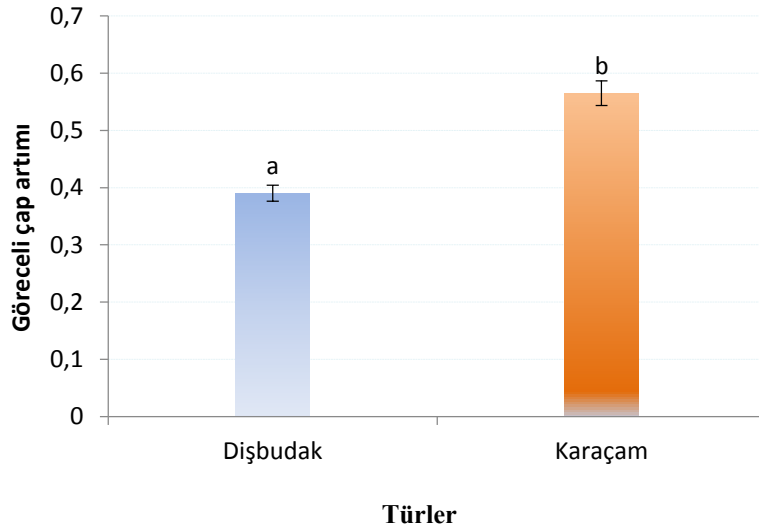
Şekil 4.7. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha yapmış oldukları mutlak çap artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Fakat karaçam fidanlarındaki mutlak çap artımının Şekil 4.8’de görüldüğü üzere saha bazında önemli değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır.



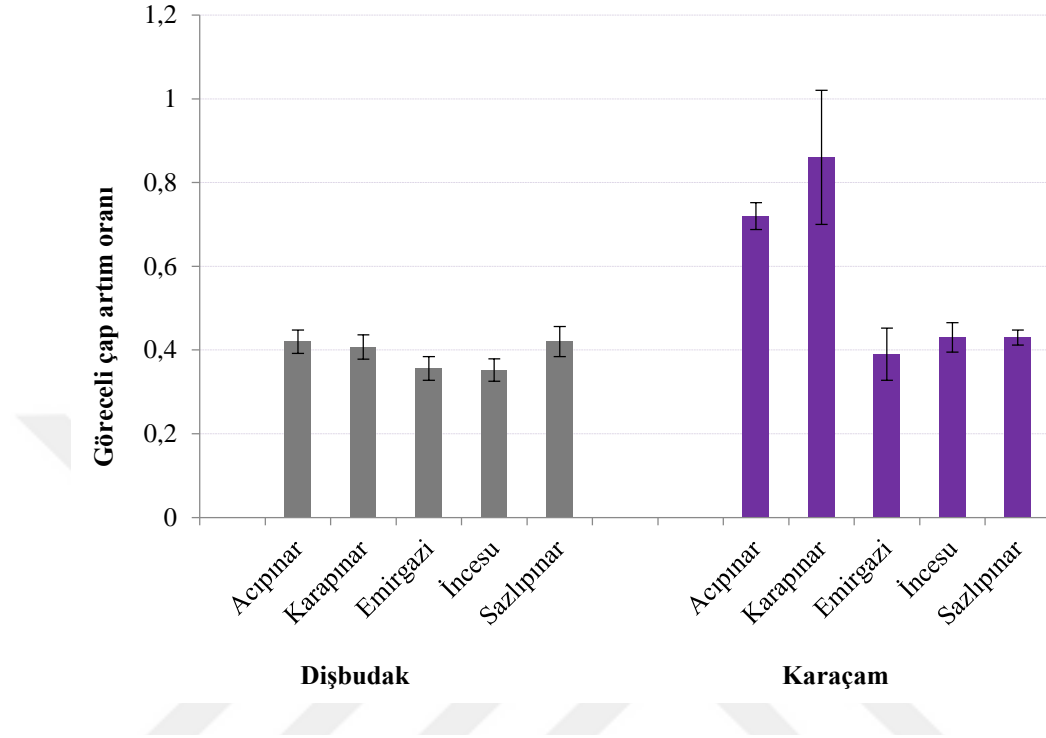
Şekil 4.8. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha bazında yapmış oldukları mutlak çap artım ortalamaları \pm std hata.

Göreceli çap artım oranlarına bakıldığında ise Şekil 4.9’da görüldüğü üzere karaçamın dişbudak fidanlarına göre yaklaşık % 45 daha fazla çap artımı yaptığı hesaplanmıştır (P -değeri=0.0001)



Şekil 4.9. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde yapmış oldukları göreceli çap artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

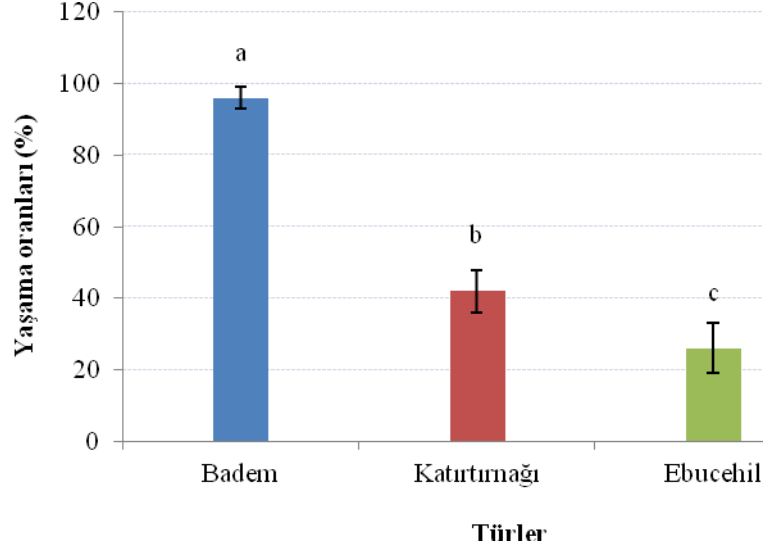
Türlerin göreceli çap artımına saha bazında bakıldığında ise Şekil 4.10’da görüldüğü gibi dişbudağın bütün sahalarda benzer çap artım performansı sergilediği, karaçamın ise göreceli çap artımının sahalara göre farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Dişbudak ve karaçam fidanlarının dikimden sonraki üç yıl içinde saha bazında yapmış oldukları göreceli çap artım ortalamaları \pm std hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

4.1.2. Çalılar

Çalı türlerinin yaşama oranları arasında istatistiki farklılıklar bulunmaktadır (P -değeri=0,0001). Üçüncü yılın sonunda Şekil 4.11’de görüldüğü üzere dikilen badem fidanlarının % 97’si yaşarken, katırtırnağında bu oran % 42, ebuçehil çalışında ise % 26 olarak gerçekleşmiştir.



Şekil 4.11. Çalı türlerinde tüm sahalarda ortalama tutma oranları \pm standart hata. Aynı harfle takip edilen ortalamalar Tukey ortalamaları ayırma testine göre $\alpha=0,05$ önemlilik düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Şekil 4.12’de örnekleri gösterilen katırtırnağında yarıdan fazla ölüm olmasına rağmen tutan bireylerde az da olsa büyümeler görülmektedir. Fakat tutma başarısı en az olan ebucehil çalısında tutan bireylerde de belirgin bir büyüme gözlenmemiştir.



Şekil 4.12. Sahalara dikilen katırtırnağı, badem ve ebuçehil çalılarının görünüm.

Spesifik yaprak yüzey alanı bademde yaklaşık $0,00011 \text{ g/cm}^{-2}$, karaçamda ise $0,00019 \text{ g/cm}^{-2}$ olarak hesaplanmıştır. Fidanların yapraklarındaki besin yoğunlukları incelendiğinde ise türler arasında N ($P\text{-değeri}=0,0001$), P ($P\text{-değeri}=0,0001$), K ($P\text{-değeri}=0,0001$), Fe ($P\text{-değeri}=0,0001$), Mn ($P\text{-değeri}=0,0001$) ve Zn ($P\text{-değeri}=0,0001$) elementleri bakımından farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Ebuçehil ve katırtırnağında analiz yapılacak kadar yaprak oluşmadığından, çalı türünden besin analizi sadece badem de yapılmış ve ağaç türleriyle yapılan karşılaştırmaya dahil edilmiştir. Fosfor elementi bakımından ise yapraklı türler karaçama göre yaklaşık 1/3 oranında daha fazla fosfor içermektedir.

Çizelge 4.1. Fidan yapraklarındaki 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.

Türler	N	P	K	Fe	Mn	Zn
%.....		mg kg ⁻¹		
Dişbudak	2,3 \pm 0,11b	0,138 \pm 0,012a	1,08 \pm 0,09b	334 \pm 25b	93 \pm 5b	45 \pm 9b
Karaçam	1,24 \pm 0,04c	0,1 \pm 0,036c	0,55 \pm 0,025c	410 \pm 37a	48 \pm 7d	64 \pm 6a
Badem	2,6 \pm 0,13b	0,126 \pm 0,015a	1,6 \pm 0,17a	300 \pm 47b	76 \pm 12c	38 \pm 8b

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere, yapraklarında en fazla potasyum içeren tür badem olup, en düşük K seviyesi karaçamda tespit edilmiştir. Bademin K seviyesi dişbudaktan yaklaşık % 44, karaçaminkinden ise yaklaşık % 172 daha fazladır. Demir yoğunlukları bakımından badem ile dişbudak benzer değerlere sahiptir. Yaprakların Zn değeri ise en fazla karaçamda olup diğer türler arasında benzer değerler tespit edilmiştir. Karaçam yapraklarında diğer türlerin ortalamasından yaklaşık % 44 daha fazla Zn olduğu belirlenmiştir.

Bazık sahalardaki topraklarda mikrobeyin elementlerinden Fe, Mn ve Zn'nin yararlanılabilirliği genelde azalmaktadır [66]. Fakat şimdiki çalışmada elde edilen verilere göre bitkilerin Fe, Mn ve Zn değerlerinin düşük olmadığı görülmektedir. Bir besin elementinin eksikliğinin veya fazlalığının belirlenmesi için belirti (simptom) olan yapraklardan örnekler alınarak analizler yapılmaktadır. Fakat bu çalışmada özel olarak eksiklik belirtisi değil, daha çok yöredeki fidanların genel beslenme durumu belirlendiğinden besin değerleri genel ortalama verileri ifade etmektedir.

Şimdiki çalışmada türlerin besin değerleri benzer çalışmalardan elde edilen değerlerden önemli bir farklılık göstermemektedir. Perry ve Hickman’ın Kuzey Kaliforniya’nın verimli sahalarında yetişen yetişkin bireylerden aldıkları yaprakların analizlerinde *Fraxinus oxycarpa* için ortalama azot değerini % 2,4 ve *F. velutina* için % 2,2 olarak hesaplamışlardır [67]. Mitchell ve Chandler, *Fraxinus americana*’da N aralığını 2,8-2,9 olarak ölçmüşlerdir [68]. Götten ve Meller, dişbudak (*Fraxinus excelsior*) için yapraklardaki azot oranını % 1,8-2 arasında belirtmişlerdir [69]. Perez-corona vd. İspanya’nın Akdeniz iklimine sahip Guadalajara bölgesinde 8,1 toprak pH’ına sahip bir

arazide yaptıkları ayrışma denemesinde dökülen dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) yapraklarında azot oranını % 2,13 olarak ölçmüşlerdir [70]. Mutlu tarafından İç Anadolu'nun Tuz Gölü havzasında yapılan bir çalışmada ise farklı yaşlardaki dişbudak ağaçlarından alınan yaprak örneklerinin şimdiki çalışmadaki dişbudak ve badem türlerine benzer besin içeriklerine sahip olduğu görülmektedir [71]. Şimdiki çalışmada İç Anadolu'ya dikilen fidanların yapraklarındaki besin değerleri başka bölgelerden elde edilen değerlerle uyumaktadır. Fakat bu değerler ağacın büyüme oranı ile de ilgili olduğundan gübreleme denemeleri ile bitkilerin beslenmeye karşı tepkilerinin ölçülmesi daha sağlıklı sonuçların çıkarılmasına katkı sağlayabilir.

4.2. Toprak

Çizelge 4.2'de görülen toprak türü analizine göre, Acıpınar sahaları üst toprakta (ilk 20 cm) balçık, kumlu balçık ve kumlu killi balçık türünde, İncesu sahalarında balçık ve kumlu balçık, Sazlıpınar sahalarında balçık, kumlu balçık ve killi balçık, Emirgazi sahalarında balçık, Karapınar sahalarında ise kumlu balçık olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.2. Sahalardaki toprakların tanecik bileşimi.

Saha	Toprak tipi
Acıpınar	Balçık, kumlu balçık, kumlu killi balçık
Sazlıpınar	Balçık, kumlu balçık, killi balçık
İncesu	Balçık, kumlu balçık
Emirgazi	Balçık
Karapınar	Kumlu balçık

Açılan toprak profillerinde tüm sahaların hemen hemen hepsinde toprak derinliğinin 1 m'den fazla olduğu görülmüştür. Kazılan toprak profillerinde derinlere doğru gidildikçe kil oranının arttığı, 80-110 cm derinliklerinde yer yer kil birikmesi sonucu sert tabakaların olduğu belirlenmiştir. Emirgazi sahasında toprağın iskelet oranı hacimsel olarak % 40-60 arasında iken diğer sahalarda bu oran 20-30 arasındadır. Toprağın ilk 20 cm derinliğindeki hacim ağırlığı tüm sahalarda ortalama 1,24 g cm⁻³'tür. Çizelge 4.3'te görüldüğü üzere tüm sahalarda toplam kireç miktarı ve kation değişim kapasitesi yüksek, değişebilir sodyum oranı düşük, pH değeri yaklaşık 8,5 olup topraklar alkali toprak özelliği göstermektedir.

Çizelge 4.3. Toprağın ilk 20 cm’indeki toplam kireç, KDK, ESP, pH ve EC değerleri ortalaması ± standart hata.

Sahalar	Kireç (%)	KDK (Cmolc kg ⁻¹)	ESP (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)
Acıpınar	21±0,7	30±0,3	0,25±0,026	8,48±0,022	2,3±0,06
Karapınar	16±2,6	26±0,3	0,47±0,027	8,33±0,019	0,33±0,005
Sazlıpınar	35±0,7	27±0,3	0,83±0,072	8,32±0,018	0,31±0,007
İncesu	21±2,4	26±1,2	0,39±0,034	8,56±0,05	0,27±0,031
Emirgazi	46 ±1,3	27±0,6	0,25±0,008	8,46±0,02	0,30±0,023

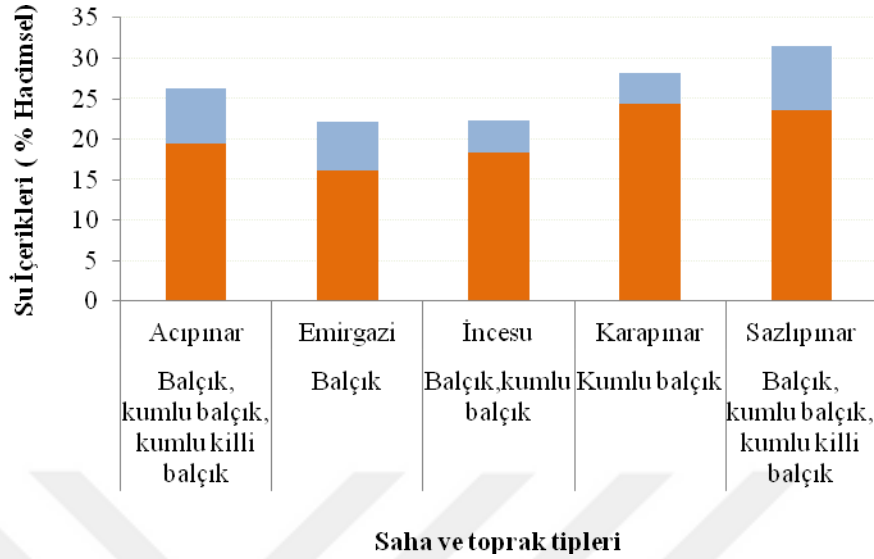
Acıpınar sahalarındaki toprağın elektrik iletkenliği diğer sahalardan oldukça yüksek görülmesine rağmen sahaların genelinde toprakla ilgili bir tuzluluk sorunu görülmemektedir. Karapınar ve Sazlıpınar sahalarındaki toprakta diğer sahalardan % 30-50 arası daha fazla karbon bulunmaktadır. Çizelge 4.4’te görüldüğü gibi topraktaki en düşük karbon değerine ise Emirgazi ve İncesu sahaları sahiptir. Sahalar arasındaki farklılığa rağmen tüm sahalarda genel olarak düşük karbon bulunmaktadır. Acıpınar, Karapınar ve Sazlıpınar sahalarındaki toprağın azot bakımından bitki yetişmesi açısından yeterli düzeydedir. İncesu ve Emirgazi’de ise topraktaki toplam azot seviyesinin bitki yetişmesi açısından az olduğu görülmektedir. Tüm sahalarda bitki yetişmesi açısından yeterli düzeyde fosfor ile bol miktarda potasyum, kalsiyum ve magnezyum olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Toprağın ilk 20 cm’indeki karbon, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum yoğunlukları ortalaması ± standart hata.

Sahalar	C	N	P	K	Ca	Mg
%.....	mg Kg ⁻¹			
Acıpınar	1,05±0,05	0,11±0,005	9,8±0,53	286±19	4744±43	329±22
Karapınar	1,29±0,066	0,12±0,0036	18,2±0,7	741±29	3224±43	374±22
Sazlıpınar	1,51±0,026	0,13±0,0017	14,7±0,33	944±46	3873±47	535±19
İncesu	0,76±0,063	0,086±0,005	12,2±0,45	510±48	3824±114	128±26
Emirgazi	0,58±0,02	0,076±0,004	8,1±0,3	121±5	4026±91	222±12

Şekil 4.13’te görüldüğü üzere, her sahadaki toprağın tarla kapasitesindeki ve solma noktasındaki nem içerikleri belirlenerek yararlı su seviyeleri grafik üzerinde toprak tipleriyle birlikte gösterilmiştir. İşlem ünitelerindeki toprağın nem miktarındaki değişim için mayıs, haziran, temmuz ve ağustos aylarında toprağın hacimsel nem içerikleri anlık

olarak TDR ile ölçülmüş ve bu değerler yararlanılabilir su seviyeleri ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.13. Sahalara göre toprağın tarla kapasitesi ve solma noktasındaki nem içerikleri.

Anlık olarak alınan nem ölçümlerinde ilk 30 cm derinlikteki toprağın nem içeriğinin % 5-15 arasında değişmektedir. Bu değerler tüm sahalarda yararlanılabilir su seviyesinin altındadır. Elde edilen değerler incelendiğinde aynı saha içinde türlere ve bitkiye yakınlıkla toprağın nem içeriğinde bir değişme olmadığı bütün işlem ünitelerinde toprak neminin oldukça düşük olduğu görülmüştür. Toprağın nem içeriği deneme üniteleri arasında, hatta kontrol sahalarda çok farklılıklar göstermiş ve işlemler arasında istatistiki bir fark çıkmamıştır.

Öner vd., yine İç Anadolu'nun step bölgesinde (Kızılırmak) bir yaşlı ve tüplü olarak dikilen karaçam fidanlarının 11. yılındaki tutma başarısını incelediğinde % 60 civarı bir tutma başarısı olduğunu belirtmiştir [72]. Toprak, şimdiki çalışmayla aynı dönemde Afyonkarahisar, Kütahya ve Eskişehir bölgelerinde mikorizal işlem uygulanmış ve uygulanmamış fidanlar dikerek karaçam, Toros Sediri ve Saçlı Meşenin tutma ve büyüme başarılarını değerlendirmiştir [73]. Toprak, çalışmasında da ilk üç yıllık sonuçlara göre mikoriza aşılanmamış karaçam fidanlarında tutma başarısı Öner vd., çalışmasına paralel olarak % 60 civarında gerçekleşmiştir. Fakat yıllık toplam yağış Öner vd., sahalarda 800 mm'nin üzerinde, Toprak'ın çalışma yaptığı Eskişehir, Afyon ve Kütahya sahalarda ise sırasıyla 510, 419 ve 548 mm'dir [72], [73]. Şimdiki çalışma sahalarda ise yağış 300 mm'nin biraz üzerindedir. Dolayısıyla şimdiki çalışma

sahalarında karaçamdaki düşük tutma oranında yağışın oldukça etkili olduğu düşünülmektedir. Fakat diğer taraftan Eskişehir bölgesinde Güner vd. tarafından yapılan çalışmalarda çıplak kökle dikilen karaçam fidanlarında çalışmanın 3. yılında % 90'ın üzerinde tutma başarısı sağlanmıştır [74], [75]. Dolayısıyla bu türün tüplü yerine çıplak kökle dikilmesinin tutma başarısını artırma olasılığı bulunmaktadır.

Şimdiki çalışmada büyüme oranı çok daha düşük olmasına rağmen fidanların büyümesiyle köklerin daha derinlere doğru gitmesi ve kurak dönemlerde daha nemli toprak katmanlarını kullanmasına bağlı olarak, büyüme oranlarının artması beklenmektedir. Göreceli artım oranlarına bakıldığında ise fidanın boylu olmasının önemli olmadığı mutlak olarak büyümenin küçük ve boylu fidanlarda benzer şekilde gerçekleştiği görülmektedir.



5. SONUÇ

Araştırma alanının tahrip olmuş sahalarda yapılacak ağaçlandırma çalışmalarından elde edilecek sonuçlar diğer kurak saha çalışmalarına önemli katkılar sağlayacaktır. Badem bu sahalarda kullanılabilir en iyi türlerden biri olarak görülmektedir. Bunun yanında uygun dişbudak türleri de kullanılabilir. Katırtırnağında tutma oranı nemli bölgeler düşünüldüğünde düşük olarak algılanmasına rağmen bu tür kurak sahalarda için elde edilen tutma oranı oldukça yüksektir. Dolayısıyla toprak koruma amaçlı ağaçlandırmalarda karaçam ve ebuçehil hariç diğer türler kullanılabilir. Karaçamda tutma başarısı oldukça düşük çıkmıştır. Zira Eskişehir, Kütahya, Konya ve Aksaray civarında yapılan çalışmalarda çıplak köklü dikilen karaçam fidanlarında şimdiki çalışma sonuçlarından çok daha yüksek tutma başarısı elde edilmiştir. Fakat sözü edilen çalışmalarda karaçamın şimdiki çalışmadan daha yüksek kesimlere dikildiği de görülmektedir. Dolayısıyla ovada oluşan kuraklık stresine karaçamın daha dayanıksız olması yanında dikim tekniği ile de ilgili bir sorun olabilir.

Tüplü dikilen karaçam fidanlarında tüpün içindeki harç belirli bir süre nemi tutmaktadır. Kök büyümesi başlayınca harcın dışındaki daha kurak olan mineral toprak kısmına doğru büyüyen kökler kuruyarak doğal olarak budanmaktadır. Dolayısıyla toprak ve harç tamamen kuruyunca kök gelişimi yapıp mineral toprağa uyum sağlayamayan çamlar kurumuş olabilir. Bu nedenle karaçam için hem yükseklik hem de dikim tekniği konusunda çıplak kök veya tüplü için yeni denemeler yapılması önerilmektedir.

Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar önemli olmasına rağmen asıl anlamlı sonuçların ağaçlandırmanın ileriki yıllarında çıkacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bitkilerin büyüme performanslarının 5, 10, 20 yıllık periyotlarda nasıl değişeceği, toprağın restore olma sürecinin nasıl süreceği, toprakta önemli azot ve karbon birikimine hangi yıllarda ulaşılabileceğinin devam edecek projelerle takip edilmesinin bölgede yapılacak kurak saha ağaçlandırmaları açısından büyük önemi vardır.

KAYNAKLAR

- [1] J. V. Thirgood, *Man and Mediterranean Forest: A History of Resource Depletion*, 1st ed., New York, USA: Academic Press, 1981, pp. 168-194.
- [2] A. Atay, *Toprağın 7000 Yıllık Öyküsü*, 1. baskı, İstanbul, Türkiye: TEMA Vakfı Yayınları, 2000, ss. 24-40.
- [3] Y. Köseoğlu, *Gerçekçi Yaklaşım, Çölleşmeyle Mücadele Anlaşmasının Özet Metni, Nedir, Niçin Önemlidir ve Farklılıkları Nelerdir?*, 3. baskı, İstanbul, Türkiye: TEMA Vakfı Yayınları, 2000, ss. 18-39.
- [4] J. P. A. Lamers, A. Khamzina and M. Worbes, “The analysis 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,” *Forest Ecology and Management*, vol. 221, pp. 249–259, 2006.
- [5] R. J. Rickson, *Conserving Soil Resources: European Perspectives*, 1st ed., Wallingford, UK: Cab International, 1994, pp. 159-448.
- [6] Ö. Bilen, *Turkey and Water Issues in the Middle East. An Examination of the Indus Colorado, Danube and Jordan-Israel Water Treaties and the Water Agenda of the 21st Century*, 2nd ed., Ankara, Türkiye: Turkey Prime Ministry Southeastern Anatolia Project (GAP), 2009, pp. 130-255.
- [7] N. Çepel, *Toprak Kirliliği Erozyon ve Çevreye Verdiği Zararlar*, 1. baskı, İstanbul, Türkiye: TEMA Vakfı Yayınları, 1997, ss. 65-101.
- [8] N. Çepel, M. Yüksel, K. Işık, M. Altın, A. Orak, T. Neyişçi, , M. Sarı ve C. Ergün, *Erozyon, Doğa ve Çevre*, 1. baskı, İstanbul, Türkiye: Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı, 2006, ss. 121-368.
- [9] Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Teşkilatı, “Kuzey Ege-Marmara ve Karadeniz Yöresi Ormancılık Projesi,” Türkiye, 1976.
- [10] T. C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, “Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları,” Ankara, Türkiye 1986.
- [11] T. C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, *Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları*, Ankara, Türkiye: Gelişim Matbaacılık, 1987, ss. 48-90.
- [12] E. Görcelioğlu, “Türkiye'de Erozyonun Nedenleri,” *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Orman Fakültesi Erozyonla Mücadele Haftası Konferansları*, Düzce, Türkiye, 1996, ss. 12-34.

- [13] E.Görcelioğlu, *Ormancılığın Güncel Sorunları-I*, 1. baskı, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 2004, ss. 65-116.
- [14] T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı. (2005, 9 Mart). *Çölleşme ile Mücadele Türkiye Ulusal Eylem Programı*[Online]. Erişim: <http://www.cevreorman.gov.tr>.
- [15] T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü Yayınları. (2007, 1 Kasım). *Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı 2008-2012*[Online]. Erişim: <http://www.agaclandirmaseferberligi.gov.tr>.
- [16] T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, “Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Seferberliği Eylem Planı 2008-2012,” Türkiye, 2008.
- [17] T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, “AGM Faaliyetleri,” Türkiye, 2009.
- [18] T. C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, “Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Seferberliği Eylem Planı 2008-2012,” Ankara, Türkiye, 2012.
- [19] T. C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, “Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013),” Türkiye, 2006.
- [20] T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı, “Türkiye Kamu Çevre ve Ormanlık Araştırma Programı,” Türkiye, 2006.
- [21] A. Ceylan, S. Akgündüz, Z. Demirörs, A. Erkan, S. Çınar, ve E. Özevren, “Aridity index kullanılarak Türkiye’de çölleşmeye eğilimli alanlardaki değişimin belirlenmesi,” *I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu*, Konya, Türkiye, 2009, ss. 16-18.
- [22] N. Uyanık, ve M. Sarı, “Cumhuriyet döneminde yaşanan kuraklık felaketleri üzerine bir değerlendirme,” *Uluslararası Tarih ve Sosyal Araştırma Dergisi*, s. 5, ss. 141-176, 2011.
- [23] T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası, “Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni,” 1995.
- [24] Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2005, 15 Şubat). *Türkiye Genel Jeoloji Atlası, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar*[Online]. Erişim: http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm_link.htm.
- [25] R. Birkmann, *Geology of Turkey*, New York, USA: Elsevier Scientific Publishing Company, 1976, pp. 54-138.
- [26] N. Balcı, *Kurak ve Nemli İklim Koşulları Altında Gelişmiş Bazı Orman*

- Topraklarının Erodibilite Karakteristikleri*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1978, ss. 34-65.
- [27] Konya Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, “Toprak ve Su kaynaklarının Korunmasında 61. Yıl,” Türkiye, 2010.
- [28] N. Çepel, *Yok Ettiğimiz Ormanlarımız Kaybolan Fonksiyonel Değerler ve Zamanımızın Orman Ölümleri*, 2. baskı, İstanbul, Türkiye: TEMA Vakfı Yayınları, 1995, ss. 12-34.
- [29] M. I. Dyer, C. L. Turner, and T. R. Seastedt, “Herbivory and Its Consequences,” *Ecological Applications*, vol. 3, pp. 10-16, 1993.
- [30] H. Birand, “Orta anadolu’da bozkırda vejetasyon incelemelerinin ilk sonuçları. I. tuz gölü çoraklı bitki birlikleri,” Toprak-Su Umum Müdürlüğü Neşriyatı, Türkiye, 1961.
- [31] A. R. Çetik, *Türkiye Vejetasyonu: 1. İç Anadolu’nun Vejetasyonu ve Ekolojisi*, Konya, Türkiye: Selçuk Üniversitesi Yayınları, 1985, ss. 156-347.
- [32] İ. Atalay, *Türkiye’nin Ekolojik Bölgeleri*, 2. baskı, İzmir, Türkiye: Meta Basımevi, 2002, ss. 258-366.
- [33] D. Avcıoğlu, *Türkiye’nin Düzeni. Dün-Bugün-Yarın*, İstanbul, Türkiye: Tekin Yayınevi, 1979.
- [34] A. A. Leopold, *A Sand County Almanac*, 1st ed., New York, USA: Oxford University Press, 1966, pp. 91-109.
- [35] F. Tavşanoğlu, “Türkiye’de rüzgar erozyonunun kapsamı, rüzgar erozyonuna karşı mücadele, örnek: İç Anadolu Konya Karapınar’da rüzgar erozyonu ile mücadele”, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, ss. 65-84, 1976.
- [36] A. Irmak, “Ormancılıkta gübreleme deneylerinin verdiği pratik sonuçlar ve Türkiye’de tatbik imkanları”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 11, s. 1, ss. 1-9, 1961.
- [37] A. Irmak, *Türkiye’de Ormanın Yetişmesine Hakim Olan Genel Faktörler ve Türkiye’de Ağaçlandırmalardaki Ekolojik Problemler*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1963.
- [38] İ. Atay, *Genel ve Teknik Yöntemleri ile Türkiye’de Ağaçlandırma*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1970.
- [39] M. Dündar, “Ankara civarındaki bazı karaçam ve sarıçam kültürlerinde görülen kurumalarla iğne yapraklardaki besin maddeleri konsantrasyon seviyeleri arasındaki ilişkiler,” Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 1973.

- [40] M. D. Kantarcı, *Türkiye'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması ve Bu Birimlerdeki Orman Varlığı ile Devamlılığın Önemi*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 2005.
- [41] Ö. L. Özdemir, "Türkiye'nin önemli kurak mntıklarında karaçam ağaçlandırma tekniğı üzerinde bazı denemeler," Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 1980.
- [42] S. Aslan, "Güneydoğu anadolu bölgesinde iyi gelişim gösteren bazı iğne yapraklı ağaç türlerinin seçimi üzerine araştırmalar," Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 1983.
- [43] Y. Yeşilkaya, ve T. Neyişçi, "Batı akdeniz bölgesindeki kumul ağaçlandırmalarının toprak verimliliğı üzerine etkileri," Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 1990.
- [44] A. Semerci, "Sedir fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile iç anadoludaki dikim başarısı arasındaki ilişkiler," İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 2002.
- [45] Ş. Gökdemir, S. Dağdaş, Y. Cengiz, S. Keskin, B. Doğan, H. Karatay ve F. Işık, "Türkiye'de toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) orijin denemeleri onuncu yıl ara sonuçları," İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 2011.
- [46] Ş. Gökdemir, S. Tosun, Z. Ö. Palazoğlu, M. Arslan, S. Coşgun, H. Türker ve M. Tokcan, "Türkiye'de karaçam (*Pinus nigra* Arnold subsp.*Pallasiana* (Lamb) Holmboe) orijin denemeleri yirmibeşinci yıl ara sonuçları," İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 2012.
- [47] Bilim ve Teknoloji Öngörüsü Projeleri Tarım ve Gıda Paneli Raporu. (2003). *TÜBİTAK Vizyon 2023*[Online]. Erişim: http://www.tubitak.gov.tr/tubitak_content_file/vizyon2023/tg/tarimgida.
- [48] H. Walter, *Vegetationszonen und Klima E. Ulmer*, Stutgard, Germany: Ulmer, 1970, pp. 125-244.
- [49] H. Aydemir, "Bala koruyucu orman şeritlerinin mikroklima ve tarımsal ürün verimine etkisi," Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 1975.
- [50] S. Ürgenç, *Ağaçlandırma Tekniğı*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1998, ss. 344-520.
- [51] Y. Şimşek, S. Tosun, H. Atasoy, H. Z. Usta, ve S. Uğurlu, "Türkiye'de çoğul amaçlı ağaçlandırmalarda kullanılabilir yapraklı türlerin tespiti üzerine araştırmalar," Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Türkiye, 1996.

- [52] A. Demirtaş, “Bala koruyucu orman şeridi kuruluş denemesinin bugünkü durumu ve öneriler,” *Kırsal Çevre Yıllığı*, Ankara, Türkiye, ss. 35-52, 2006.
- [53] Konya Şeker Basın Bülteni, Konya, 2011.
- [54] M. D. Kantarcı, E. Koyuncu, ve B. Kaçar, “Konya Ereğli’si çevresinde tesis edilecek yeni rüzgar perdelerinin tasarımı, tür seçimi, toprak işleme, dikim ve bakım yöntemleri, *T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Kurak ve Yarı-kurak Alan Yönetimi Çalıştayı*, Ürgüp, Nevşehir, 2011, ss. 94-113.
- [55] E. Kırdar, H. B. Özel, M. Ertekin, ve N. Demir, “Kurak ve yarı-kurak iklim bölgelerinde ağaçlandırma çalışmaları (Çankırı örneği) üzerine değerlendirme,” *T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Kurak ve Yarı-kurak Alan Yönetimi Çalıştayı*, Ürgüp, Nevşehir, ss. 124-137, 2011.
- [56] G. Erpul, “Erozyonla mücadele ve ağaçlandırma mastır planı,” T. C. Mevlana Kalkınma Ajansı, Türkiye, 2012.
- [57] F. Kocaçınar, A. A. Abacı ve U. Kezik, “Kurak ve çorak alanların rehabilitasyonunda kullanılabilir c3 ve c4 bitkilerinde ekofizyolojik parametreler,” III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, Türkiye, 2010.
- [58] R. W. Pearcy, ve J. Ehleringer, “Comparative ecophysiology of c3 and c4 plants,” *Plant Cell and Environment*, pp. 1-13, 1984.
- [59] M. E Sumner and W. P. Miller, “Cation exchange capacity and exchange coefficients,” in *Chemical Methods Madison Soil Science Society of America and American Society of Agronomy*, Wisconsin, USA, 1996, pp. 1201–1229.
- [60] G. W. Thomas et. al. and D. L. Sparks, et al., “Soil pH and soil acidity,” in *Soil Science Society of America and American Society of Agronomy*, Wisconsin, USA, 1996, pp. 475-490.
- [61] R. F. Fisher and D. Binkley, *Ecology and Management of Forest Soils*, 3rd ed., New York, USA: John Wiley and Sons, 2000, pp. 267-410.
- [62] D. W. Nelson and L. E. Sommers, “Total carbon, organic carbon and organic matter,” in *Soil Science Society of America and American Society of Agronomy*, Wisconsin, USA, 1996, pp. 961-1010.
- [63] J. M. Bremner, *Nitrogen- Total*, 1st ed., Madison, USA: Soil Science Society of America, 1996, ch. 37, pp. 934-1390.

- [64] Jr. J. B. Jones and V. W. Case, *Sampling, Handling and Analyzing Plant Tissue Samples*, 3rd ed., Wisconsin, USA: Soil Science Society of America, 1990, pp. 389–427.
- [65] O. Yildiz, K. Cromack, Jr. S. R. Radosevich, R. G. Wagner, M. A. Martinez-Ghersa and J. E. Baham, “Comparison of fifth- and fourteenth- year Douglas-fir and understory vegetation responses to selective vegetation removal”, *Forest Ecology and Management*, vol. 262, pp. 586-597, 2011.
- [66] F. R. Troeh, and L. M. Thompson, *Soils and Soil Fertility*, 5. Ed, New York, USA: Oxford University Press, 1993.
- [67] E. Perry and G. W. Hickman, “A survey to determine the leaf nitrogen concentrations of twenty-five landscape tree species”, *Journal Arboriculture*, vol. 27, no. 3, pp. 152-158, 2001.
- [68] H. L. Mitchell, and R. F. Chandler, “The nitrogen nutrition and growth of certain deciduous trees of northeastern united states, with a discussion of the principles and practice of leaf analysis as applied to forest trees,” Black Rock Forest Bulletin, Rep. 11, 1939.
- [69] R. B. Götten, and K. H. Meller, *Neue Ernährungskennwerte für die forstlichen hauptbaumarten in mitteleuropa-eine statische herleitung aus VAN DEN BER's literatur zusammenstellung*, 2011.
- [70] M. E. Perez-corona, M. C. P. Hernandez, and F. B. Castro, “Decomposition of alder, ash, poplar litter in a mediterranean riverine area,” *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, vol. 37, pp. 111-112, 2006.
- [71] Ö. Mutlu, “İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırmasında kullanılan dişbudakların (*Fraxinus angustifolia*) beslenme durumlarının belirlenmesi,” Yüksek lisans tezi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2015.
- [72] N. Öner, Y. Kondur, Z. Simsek, and S. Aslan, “Evaluation of survival ratios and growth of the common plantation species (Black pine and Taurus cedar) on arid and semiarid sites in Turkey,” *Fresenius Environmental Bulletin*, vol. 24, no. 9, pp. 2906-2915, 2015.
- [73] B. Toprak, “Ekto- ve arbusküler mikoriza aşılansız karaçam (*Pinus nigra*), toros sediri (*Cedrus libani*) ve saçlı meşe (*Qercus cerris*) fidanlarının iç anadolu'nun yarı kurak sahalarındaki ağaçlandırma başarısı,” Doktora tezi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2016.

- [74] Ő. T. Güner, R. Karataő ve M. Gen, “Anadolu karaamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ulusal ıslah zonlamasının orijin performansı ve yetiőme ortamı özellikleri bağlamında irdelenmesi: Kütahya-Tavőanlı-Göbel ağalandırma alanı rneği,” evre ve Orman Bakanlığı, Türkiye, 2008.
- [75] Ő. T. Güner, A. mez, R. Karataő ve M. Gen, “Anadolu karaamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)’nda yetiştirme sıklığının bazı morfolojik ve fizyolojik fidan özellikleri ile dikim başarısına etkisi,” evre ve Orman Bakanlığı, Türkiye, 2008.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Hilal Arslan
Doğum Tarihi ve Yeri : 02.07.1991 Bolu
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : hilalarслан@yandex.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orman Mühendisliği.	Düzce Üniversitesi	2018
Lisans	Orman Mühendisliği	Düzce Üniversitesi	2015
Lise	Sayısal	Bolu Atatürk Anadolu Lisesi	2009