



**Tuz Gölü-Konya Havzasında Bulunan Ağaçlandırma
Sahalarında Ağaç Türlerinin Başarı Oranları ile Toprak
Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi**

Program Kodu: COST-2515

Proje No: 118O091

Proje Yürütücüsü:
Prof. Dr. Oktay YILDIZ

Araştırmacılar:

Prof. Dr. Derya EŞEN
Dr. Öğretim üyesi Bilal ÇETİN
Dr. Öğretim Üyesi. Murat SARGINCI
Doç. Dr. Bülent TOPRAK

Bursiyerler:

Abdullah Hüseyin Dönmez
Eren BAŞ
Yasin KOKAŞ
Teslime KOÇ
Neslihan YILMAZ

Şubat 2021
Düzce

Önsöz

Soğuk savaş sonrası oluşan yeni dünya düzeninde ulusal ve uluslararası güvenlik anlayışında da bir paradigma değişimi olmuştur. 21 yüzyılda geleneksel militaristik güvenlik sorununa yeni güvenlik tehditleri eklenmiştir. 1960'lardan sonra yeşil politika, ekoloji ve çevresel hareketler dünya politikasında etkili olmaya başlamıştır. Çevresel güvenlik çalışmaları 1970'lerden sonra akademik bir disiplin olarak yerini almıştır. Ortak Geleceğimiz adlı 1987 de yayınlanan raporda da çevresel bozulmalar ve kaynak kıtlığının toplumlar arası çatışmaları arttıracağına vurgu yapılmaktadır (World Commission on Environment and Development , 1987).

Homer-Dixon (1991, 1994) iç savaşlarla, kaynak paylaşımı, beslenme ve buna bağlı olarak göç hareketleri gibi çevresel sorunlar arasında önemli bir ilişkinin olduğunu iddia etmektedir. Erozyon, kirlilik, ormansızlaşma ve biyolojik çeşitlilikteki azalma yaşam ortamlarını, toplumun ekonomik ve sosyal refahını olumsuz olarak etkilemektedir. Artık insanların günlük yaşantısında doğrudan hissedilen beslenme, su ve kaynak paylaşımı gibi sorunlar geleneksel militaristik güvenlik anlayıştan çok daha fazla tehdit unsuru olarak algılanmaktadır. Bilim ve teknolojiye müthiş gelişmelere rağmen birçok insan yeterli ve güvenli şekilde gıdaya ulaşamamaktadır. Dünyadaki su kullanımı son birkaç yüz yılda yaklaşık 35 kat artarken birçok insan içme suyuna erişimde sıkıntı çekmektedir.

Dünya Bankası tarafından yayınlanan rapora göre gelecekteki çatışma ve savaşların en önemli sebeplerinden birisi su paylaşımı olacaktır (The Economist, 2000). Bu çatışmanın Türkiye'nin de içinde bulunduğu Ortadoğu coğrafyasında çok daha şiddetli olacağı tahmin edilmektedir. Modellerle dayanarak yapılan tahminlere göre nüfus artışı, iklim değişikliği, su ve beslenme gibi sorunların gelecekte bireyler, toplumlar ve devletler üzerindeki baskısı daha da artacaktır.

Bu nedenle devletler iklim değişikliğine uyum ve etkilerinin azaltılması için farklı alanlarda çalışmalara hız vermiştir. Bekleyip görelim anlayışına dayalı reaktif politikalar yerine pro-aktif politikalar çevresel sorunlardan kaynaklanan güvenlik tehditlerine karşı en önemli silahtır.

Bu amaçla iklim değişikliği karşısında en hassas ekosistemlere sahip İç Anadolu kurak sahalarında uzun yıllardır yapılan ağaçlandırma çalışmalarının değerlendirildiği bu çalışmanın iklim değişikliğine uyum ve etkilerinin azaltılması konusunda bölgede yapılacak restorasyon çalışmalarına katkı sağlaması umulmaktadır.

Bu çalışma "Tuz Gölü-Konya Havzasında Bulunan Ağaçlandırma Sahalarında Ağaç Türlerinin Başarı Oranları ile Toprak Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi" adlı ve 118O091 nolu proje olarak TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

İçindekiler

1 Y

Önsöz.....	i
İçindekiler.....	ii
Özet.....	iii
Tablolar Listesi.....	v
Şekiller Listesi.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Sorun ve Çalışmanın Amacı.....	1
1.2 Çalışmanın Kapsamı.....	2
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
2.1 İç Anadolu Bölgesi'nde Arazi Bozulması.....	3
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	7
3.1 Sahaların Tanıtımı.....	7
3.2 Ağaç Türlerine Ait Verilerinin Toplanması.....	10
3.3 Toprak Örneklerinin Alınması.....	13
3.4 Verilerin Analizi.....	15
4. BULGULAR.....	16
4.1 Yaşama Oranları.....	16
4.2 Fidanların Boy, Çap ve Tepe-tacı Gelişimi.....	18
4.3 Organik Madde.....	22
4.4 Toprak.....	24
5. TARTIŞMA.....	29
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR.....	38

Özet

Çalışmanın amacı; İç Anadolu kurak sahalarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarının uzun vadede ekosistem restorasyonuna katkısını belirlemektir. Çalışma için Tuz Gölü-Konya havzasında bulunan farklı yaşlardaki (karaçam (*Pinus nigra*), iğde (*Elaeagnus angustifolia*), badem (*Amygdalus communis*), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), dişbudak (*Fraxinus angustifolia*) ve mahlep (*Prunus mahaleb*) ağaçlandırma sahalarından örneklemeler yapılmıştır. Örnekleme alanlarında ağaçların türü, yaşama oranları, boy ve çap değerleri, son beş yıllık boy artımları kaydedilmiştir. Ayrıca sahalarda önce ölü-örtü örnekleme yapılmış daha sonra sahayı temsil edecek toprak profilleri kazılmış hem profilden hem de tüm örnekleme sahalarından belirli noktalarda ilk 30 cm derinlikten 2 set toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde hacim ağırlığı, tekstür, kireç içeriği, pH, tuzluluk, KDK, C ve N analizleri yapılmıştır. Veriler blok desenine göre analiz edilmiştir. Toprak analizleri için ağaçlandırma sahasının dışındaki kontrol değerleri co-variance olarak kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ağaçlandırmanın ilk 8-10 yılında karaçam fidanlarının yaklaşık 2/3 'ü ölmüştür. Badem ve mahlep fidanlarında ise kayıp oranı yaklaşık % 20'dir. Ağaçlandırmanın 25-27. yılında ise badem 1/3'ünü, iğde 2/3'ünü kaybetmiş, diğer türlerin ise başlangıçtaki bireylerinin yaklaşık % 80'i kurumuştur. Karaçam son 10 ile 25 yaşa aralığında yaklaşık 11 kat boy artımı yaparak 6.5 metrenin üstünde boya ulaşmıştır. Aynı dönemde akasyada boy artımı 2.8, bademde 2.6, dişbudakta 2.5 kat olurken en az boy artışı 1.7 katla mahlepte görülmüştür. Tüm türlerin verileri topluca değerlendirildiğinde ağaçlandırmanın ilk 8-10 yılında açık alana göre sahadaki ölü-örtü miktarı 3 kat, 15-17. yılında 5 kat ve 25-27 yılında ise yaklaşık 8 kat artmıştır. Her yaş ağalığındaki tüm türlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde ağaçlandırmanın 15-17. yılından itibaren ilk 30 cm toprak derinliğindeki N yoğunluğunun açık alana göre yaklaşık 1/3 oranında arttığı görülmektedir. İlk 30 cm deki pH değerinin ise 25-27 yılları arasında diğer sahalara göre 0.15 birim azaldığı görülmektedir. Veriler tüm sahalarda toprak verimliliğinde restorasyonun başladığı göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kurak saha, Restorasyon, Ağaçlandırma, İç Anadolu, İklim değişikliği

Abstract

The aim of the study is to evaluate the long-term afforestation practices in terms of ecosystem restoration in arid lands of Central Anatolia. For the study, the afforestation sites of different ages (black pine (*Pinus nigra*), Russian olive (*Elaeagnus angustifolia*), almond (*Amygdalus communis*), black locust (*Robinia pseudoacacia*), ash (*Fraxinus angustifolia*) and mahaleb (*Prunus mahaleb*) were sampled in Tuz Gölü-Konya basin. For each sampling area, survival rates, height and diameter values and relative height increases in the last five years were recorded. Upon sampling litter on forest floor, a representative soil pits were dug on each site. Two sets of soil sampled from different layers of profile and first 30 cm soil depth on each site were collected. For each soil sample bulk density, texture, lime content, pH, salinity, CEC, C and N concentration were determined. The data were analyzed according to randomized block design. Control values outside the afforestation area were used as co-variance for soil analysis. According to the results, approximately 2/3 of black pine saplings died in the first 8-10 years of afforestation. The loss rate in almond and mahaleb seedlings is approximately 20%. At the age of 25-27 years of afforestation almonds and Russian olive lost 1/3 and 2/3 of the initial seedlings, respectively. The lost for other species was about 80% for the same period. Black pine has reached over 6.5 meters by increasing its height by about 11 times between the last 10 and 25 years of age. In the same period, the increase in height in black locust was 2.8 times, in almonds 2.6 and in ash 2.5 times. The least height growth, 1.7 times, for the same period was recorded for mahaleb. When the data of all the species were pooled, the amount of litter increased three and five times, at age of 15-17 and 25-27 years of plantation age compared to that of the open control site, respectively. When the data of all species in each age group are pooled, after plantation age of 15 year, soil N concentration at the first 30 cm depth increased about 1/3 compared to the open area. At the same depth soil pH value decreased by 0.15 units compared to the other fields between the years 25-27. The data implies that soil restoration has been initiated at all sites.

Keywords: Aridland, restoration, Central Anatolia, Afforestation, Climate change

Tablolar Listesi

- Tablo 4.1. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı türlerin farklı yaşlarında toprağın ilk 30 cm derinliğindeki değişkenleri ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı tür içinde aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....25
- Tablo 4.2. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı türlerin farklı yaşlarında profil boyunca toprak değişkenleri ortalaması $\pm$ standart hataları. Her sahada derinlik kademeleri arasında aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....27

Şekiller Listesi

Şekil 2.1. Emirgazi (Karacadağ) civarında tahrip olmuş bitki örtüsü.....	4
Şekil 2.2. İç Anadolu Bölgesi'nde (Tuz gölü, Konya havzası) ibreli (sedir) ve karışık yapraklı ağaçlandırmaları.....	5
Şekil 2.3. Karapınar'da başlatılan kumul tespit ve erozyon kontrol çalışmaları (70 yıl önce).....	5
Şekil 2.4. Karapınar'da 70 yıl önce başlatılan kumul tespit ve erozyon kontrol çalışmalarının 2015 yılındaki görünümü.....	5
Şekil 2.5. Otlatmaya kapatılmış sahalarda (a-Aksaray, b, c-Karapınar) yer örtücüler.....	6
Şekil 3.1. İç Anadolu kurak sahalarında örnekleme yapılan ağaçlandırma sahaları.....	7
Şekil 3.2. Çalışma sahalarının jeolojik haritası (lejantlar Türkiye jeoloji haritasında yer almaktadır).....	8
Şekil 3.3. Aksaray (a), Ereğli (b), Konya (c), meteoroloji istasyonu verilerine göre bölgenin Thornthwaite su bilançosu.....	9
Şekil 3.4. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahaları.....	10
Şekil 3.5. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında oluşturulan örnekleme alanları	11
Şekil 3.6. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında fidan ölçümleri.....	11
Şekil 3.7. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında ışık ölçümleri.....	12
Şekil 3.8. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında yaprak ve ibre örnekleme.....	12
Şekil 3.9. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında ölüm-örtü organik madde örnekleme.....	13
Şekil 3.10. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında yüzey ve profillerden toprak örnekleme.....	14
Şekil 4.1. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 8-10 yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	16
Şekil 4.2. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 15-17 yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	17
Şekil 4.3. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 25-27 yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	17
Şekil 4.4. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı tür içinde aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	18
Şekil 4.5. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin boy ortalaması (cm) $\pm$ standart hataları. Aynı yaştaki aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....	19

- Şekil 4.6. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 8-10 yaş aralığında türlerin dip çap ortalaması (mm) $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....19
- Şekil 4.7. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 15-17 yaş aralığında türlerin göğüs yüksekliğindeki çap ortalaması (mm) $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....20
- Şekil 4.8. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 25-27 yaş aralığında türlerin göğüs yüksekliğindeki çapı (mm) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....20
- Şekil 4.9. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin Tepe tacı hacmi (m^3) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı yaştaki aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....21
- Şekil 4.10. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin son beş yıllık göreceli boy artımları ($cm\ cm^{-1}\ yıl^{-1}$) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı yaştaki aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....22
- Şekil 4.11. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı türlerin spesifik yaprak yüzey alanı ($mm^2\ mg^{-1}$) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....22
- Şekil 4.12. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı türlerin farklı yaş aralığında sahada bulunan ölü-örtü organik madde ($kg\ ha^{-1}$) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....23
- Şekil 4.13. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralıklarında ölü-örtü organik madde ($Kg\ ha^{-1}$) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....23
- Şekil 4.14. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralıklarında toprağın ilk 30 cm derinliğindeki azot yoğunluğu ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....26
- Şekil 4.15. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralıklarında toprağın ilk 30 cm derinliğindeki organik C yoğunluğu ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.....26
- Şekil 5.1. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 20-25 yaş aralığındaki yapraklı türler (Karapınar).....33

1. GİRİŞ

1.1 Sorun ve Çalışmanın Amacı

Uzun yıllardır farklı unsurlarla tahrip edilmiş İç Anadolu kurak sahalarının verimliliği azalmış, çıplak bırakılan yüzeyler erozyona yatkın hale getirilerek iklim değişikliği senaryoları karşısında kırılgan ekosistemlere dönüştürülmüştür. Yapısal ve işlevsel olarak tahribe uğrayan bu ekosistemlerin hizmetleri de marjinalleşmiştir. Çölleşme tehdidi altındaki İç Anadolu bölgesinde 1960'lardan beridir çoğu erozyonla mücadele ve yeşil kuşak oluşturma amaçlı olmak üzere ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır. Bu ağaçlandırma çalışmalarıyla ilgili olarak genelde ağaçlandırmanın ilk yıllarındaki ölçümleri kapsayan kısa vadeli sonuçlar yayınlanmıştır. Fakat uzun yıllardır yapılan bu çalışmalarda, hangi türlerin uzun vadede daha başarılı olduğu ve koruma altına alınan sahalardaki toprak özelliklerinin nasıl değiştiğine dair veri eksikliği bulunmaktadır.

Geniş alanlarda uygulama alışmalarının yürütülebilmesi ve gelecekte daha da kurak olacağı tahmin edilen koşullarda başarılı bir ağaçlandırmanın yapılabilmesi için ağaçlandırmaların biyolojik bağımsızlığına (dış desteğe gerek kalmadan) ne kadar sürede ulaşabileceğinin belirlenmesi gerekmektedir. Örneğin, toprağın organik madde ve azot birikimi, KDK vb. değişkenleri bakımından korunan alanlarda bir değişim olmakta mıdır oluşuyorsa bu değişim ne zaman başlamaktadır vb. gibi sorulara yanıt bulunması yeni yapılacak projelere önemli katkılar sağlayacaktır. Dolayısıyla bu tür ağaçlandırma sahalarına dikilen fidan türlerinin tutma ve gelişimleri ile hayvan ve insan baskısına kapatılan bu sahalardaki toprağın özelliklerinde meydana gelen değişimin takip edilmesi bozuk sahaların restorasyonu çalışmalarında ve özellikle geniş çaplı uygulama projelerine yön vermesi açısından son derece önemlidir. Bu nedenle bu çalışma ile yörede yapılan ağaçlandırmaların eksik olan bu yanına katkı sağlanabilecektir.

İç Anadolu bölgesinde farklı amaçlarla ve farklı türlerle yaklaşık 70 yıldır ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır. Yaptığımız ön çalışmalarda, ilk yıllarda başarılı gibi görünen türlerden bazılarının ileriki yıllarda daha az geliştiği, ilk yıllarda zayıf geliştiği düşünülen bazı türlerin de ileriki yıllarda daha farklı bir büyüme seyri gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca ağaçlandırma sahalarında otlatma baskısının ortadan kalkması ile otlatmanın devam ettiği ağaçlandırma dışındaki alanlara göre öl-örtü birikimin olduğu ve buna bağlı olarak ta toprağın karbon ve azot yoğunluğu, katyon değişim kapasitesi ve pH değerlerinde de değişimler olabileceği tahmin edilmektedir.

Ancak çalışmalara ağaç odaklı yaklaşıldığından ve genelde ağaçlandırmaların ilk yıllarına ait kısa vadeli sonuçlar değerlendirildiğinden dikilen fidanlardan hangilerinin uzun vadede daha

başarılı olduğu ve toprakta ne gibi değişimler meydana geldiğine dair veriler oldukça yetersizdir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı İç Anadolu Kurak sahalarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarının ekosistem restorasyonuna katkısını belirlemektir. Bu amaca ulaşmak için farklı yaşlardaki ağaçlandırma sahalarında ağaç türlerinin uzun vadedeki başarı oranları ile toprak yapısında meydana gelen değişimler belirlenecektir.

1.2 Çalışmanın Kapsamı

Çalışma alanları Nevşehir'in Batısındaki Ekecek Dağı civarından başlayıp, Tuz Gölü'nün kenarındaki Acıpınar sahalarından, platonun güneyine doğru İncesu ve Meke, güney batısına doğru Karaman yöresindeki ağaçlandırma sahalarını içerecek şekilde Türkiye'nin en çok su sıkıntısı çeken yörelerindeki geniş bir alanı kapsadığından elde edilecek sonuçların geçerli olduğu coğrafik alanın kapsamı da oldukça geniştir. Seçilen alan, Palearktik bölge ılıman kuşağındaki yarı-kurak diğer alanlarla benzer özelliktedir bu nedenle elde edilecek bulguların diğer alanlar için örnek nitelik oluşturması söz konusudur. Bölgede uzun yıllardır ağaçlandırma çalışması yapılmasına rağmen bu çalışmalar bir türün bir sahada öbür türün başka sahada denenmesi şeklinde uygulama projeleri şeklinde yapılmıştır. Bölgesel bazda benzer uygulamaları istatistiki olarak karşılaştırabilecek ağaçlandırma sahaları sadece 6 türde (Karaçam (*Pinus nigra*), İğde (*Elaeagnus angustifolia*), Badem (*Amygdalus communis*), Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*), Dişbudak (*Fraxinus angustifolia*), Mahlep (*Prunus mahaleb*)) ve zaman olarak en fazla 25-30 yaşına kadar gitmektedir. Dolayısıyla bu çalışma 25-30 yıllık bir zaman dilimindeki ağaçlandırma sahalarını ve yörede en fazla kullanılan 6 ağaç türünü kapsamaktadır. Hâlihazırda var olan çoğu veriler ilk yıllardaki birkaç yılı kapsadığından bu zaman aralığı bu tür ağaçlandırmalar için uygulamacıya önemli bilgiler sunabilecek uzunlukta bir süreci içermektedir.

Türkiye'nin üçte birinin kuraklık etkisinde olduğu ve potansiyel ağaçlandırma sahalarının büyük çoğunluğunun da bu alanlarda yer aldığı düşünüldüğünde şimdiki projenin kapsamı Türkiye'nin hem beş yıllık planları, hem de eylem planları ve AR-GE programlarında belirtilen ağaçlandırma ve ekosistem çalışmaları hedefleriyle örtüşmektedir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Doğal ekosistemler, insan faaliyetlerinin etkisiyle tarihte görülmemiş bir hızla bozulmaktadır (McAlpine ve ark., 2016). 1992'de Rio'da yapılan zirvede çölleşmenin ve iklim değişikliğinin önlenmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve geri kazanılması için 2020 yılına kadar 150 milyon hektar tahrip olmuş ve bozulmuş arazinin geri kazanılması hedeflenmektedir. Yüzölçümünün 2/3'ü kurak ve yarı-kurak iklim kuşağında yer alan Türkiye ve içinde bulunduğu Ortadoğu ve Akdeniz havzası da ciddi kuraklık ve çölleşme tehdidi altındadır (Thirgood, 1981; Doğan, 2011). Türkiye 1998 yılında Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele (BMÇM) sözleşmesine taraf olmuş ve 2005 yılında Çölleşme ile Mücadele Ulusal Eylem Planını uygulamaya başlamıştır (Anonim, 2015). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü ve Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) Ulusal Strateji ve Eylem Planı BMÇM Sekretaryasının hazırladığı 10 yıllık strateji belgesine uyumunu sağlayacak çalışmalara önem vermekte ve farklı coğrafyalarda uygulamalar gerçekleştirmektedir (Anonim, 2015).

2.1 İç Anadolu Bölgesi'nde Arazi Bozulması

İç Anadolu'nun doğal bitki örtüsü; yıllık yağışın 300 mm'nin üstündeki tepe ve dağlarda karaçam, meşe ve ardıçların baskın olduğu orman toplulukları, ovalarda ise malakofil bozkırlar, buğdaygillerin baskın olduğu gramine bozkırları ya da dikenli yastıksı formdaki bitkilerin baskın olduğu bozkırlardan oluşmaktadır (Kurt ve ark. 2006).

İç Anadolu vejetasyonu binlerce yıldır insan faaliyetlerinin etkisi altında şekillenmiştir (Kürschner ve Parolly 2012). Fakat son 70 yılda nüfus artışı ve tüketim alışkanlıklarındaki değişimin etkisiyle doğal ve yarı-doğal bozkırların tarım arazilerine dönüştürülmesi hızlanmış ve meralar üzerindeki otlatma baskısı artmıştır (Avağ ve ark., 2011). Sürülmeden kalan bozkır adacıklarında ise otlatmanın etkisi ile doğal vejetasyonun yapısı önemli oranda bozulmuş, hayvanlar tarafından tercih edilmeyen türler baskın hale gelmiştir (Şekil 2.1; Walter ve Breckle, 1985; Fıncioğlu, 2011).

İç Anadolu Bölgesi iklim, topoğrafya ve toprak yapısı gereği erozyona hassas bir yapıya sahiptir. Rüzgar erozyonu yaklaşık 450 000 hektar alanda etkilidir ve bu sahaların yaklaşık % 72'si Konya Ovası'ndadır (Abalı ve ark., 1986). Özellikle 1950'lerden sonra traktör sayısındaki artışla birlikte mera alanları hızla tarım alanlarına dönüştürülmeye başlanmıştır. Marjinal sahalarda yapılan toprak işlemesi ve erozyonla üst-toprağın koparıldığı sahalarda uzun yıllar birikmiş olan organik maddenin ayrışması hızlanmış ve topraklar besin ve su içeriği bakımından elverişsiz hale gelmiştir (Sarılıldız ve Ayan, 2010).

Bitki örtüsünün tahrip edildiği sahalarda ufak taneli ve gevşek topraklar yaz aylarında tamamen kuruyarak bir toz kitlesine dönüşmektedir. Geniş düzlüklerde koruyucu bitki örtüsünü kaybeden bu üst-toprak rüzgarın kurutucu ve taşıyıcı etkisi ile uzun mesafelere savrulmaktadır. Savrulan toz bulutları ise hem yığıldığı tarım alanlarına zarar vermiş hem de can ve mal kayıpları yaşanmaya başlamıştır.

Bu nedenle İç Anadolu Bölgesi'nin yaklaşık yarısı rüzgâr ve su erozyonunun etkisi altındadır ve toprakların verim kapasiteleri oldukça azalmıştır. Başaran ve ark. (2011) Karapınar yöresinde yaptıkları bir çalışmada rüzgar erozyonunun yöredeki arazi bozulmalarında önemli bir yer tuttuğunu vurgulamaktadır. Karapınar'da otlatma ve yanlış arazi kullanımı sonucunda rüzgar erozyonu nedeni ile bazı alanlarda bitki örtüsü büyük oranda tahrip olmuş, bitki çeşitliliği azalmış, sadece kuraklık ve otlatma baskısına dayanıklı dört türün (*Marrubium parviflorum*, *Astragalus micracophalus*, *Alhagi camelorum* ve *Artemisia* sp.) baskın olarak kaldığı belirtilmiştir (Şimşekli, 2012). Yörede farklı yıllarda yapılan fitososyolojik çalışmalarda (1970, 1976 ve 1996) süksesyonun etkisi ile bitki birliklerinde genel örtüşün ve karakter türlerin örtüşünün arttığı, bitki komunitelerinin farklılaştığı, komuniteyi karakterize eden türlerde değişiklik olduğu ve toprağın fiziksel ile kimyasal yapısında değişiklikler olduğu belirlenmiştir (Bağcı ve Dural, 1997).



Şekil 2.1. Emirgazi (Karacadağ) civarında tahrip olmuş bitki örtüsü

Türkiye'de erozyon kontrolü amacıyla 1950 yılından bu yana 6.5 milyon hektar saha etüt edilmiş ve projelendirilmiş olup bu sahaların % 85'inde çalışma yapılmıştır (Öner ve ark., 2016; Yıldız ve ark., 2017; 2018b) . Türkiye'de çölleşme sorununun en şiddetli yaşandığı bölge Konya Karapınar yöresi olup bu yörede de 1960'larda yaklaşık 180 000 hektar sahada başlatılan erozyonu önleme çalışmalarında önemli mesafeler kat-edilmiştir (Palta ve ark., 2011).

Bölgede ilk olarak Toprak-Su Araştırma Merkezi tarafından Karapınar'da kumul durdurma çalışmalarına başlanması ve daha sonra Ağaçlandırma ve Erozyon Kontrol Genel Müdürlüğü'nün de kurulmasıyla ağaçlandırma çalışmaları hızlanmıştır (Şekil 2.2;2.3;2.4;2.5).



Şekil 2.2. İç Anadolu Bölgesi'nde (Tuz gölü, Konya havzası) ibreli (sedir) ve karışık yapraklı ağaçlandırmaları



Şekil 2.3. Karapınar'da başlatılan kumul tespit ve erozyon kontrol çalışmaları (70 yıl önce)



Şekil 2.4. Karapınar'da 70 yıl önce başlatılan kumul tespit ve erozyon kontrol çalışmalarının 2015 yılındaki görünümü



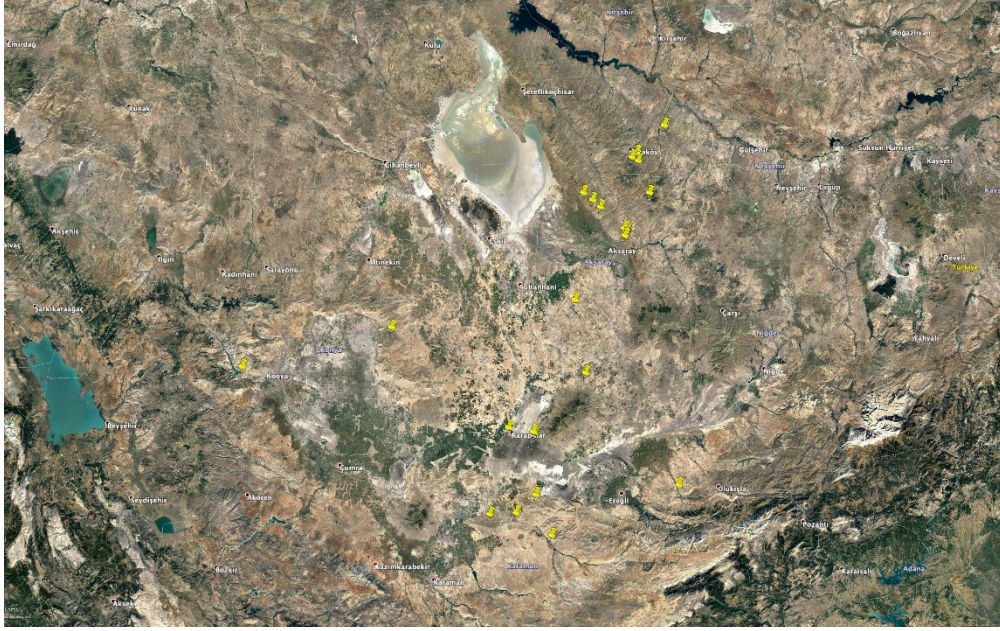
Şekil 2.5. Otlatmaya kapatılmış sahalarda (a-Aksaray, b, c-Karapınar) yer örtücüler

Bu tür ağaçlandırma sahalarına dikilen ağaçların gelişimi ve toprak yapısındaki değişimin takip edilmesi geniş çaplı uygulama projelerine yön vermesi açısından son derece önemlidir. Bu nedenle bu çalışmanın amacı yörede yapılan ağaçlandırma çalışmalarının eksik olan bu yanını tamamlayacak verilerin üretilmesine katkı sağlamaktır. Yapılacak çalışmalar kurak bölge ağaçlandırması, kırsal kalkınma ve yeşil kuşak bitkilendirmesi konusunda uygulamacılara somut veriler sunacaktır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

2.2 Sahaların Tanıtımı

Çalışma Tuz Gölü-Konya havzasında bulunan farklı yaşlardaki ağaçlandırma sahalarında gerçekleştirilmiştir. Örnekleme alanları Platonun Kuzeyindeki Ekecek dağı civarından başlayıp güneyde Ereğli ve Ayrancı ile batıda Karaman'a kadarki 6000 km²'nin üzerinde geniş bir bölgede yer alan sahalardan seçilmiştir (Şekil 3.1).

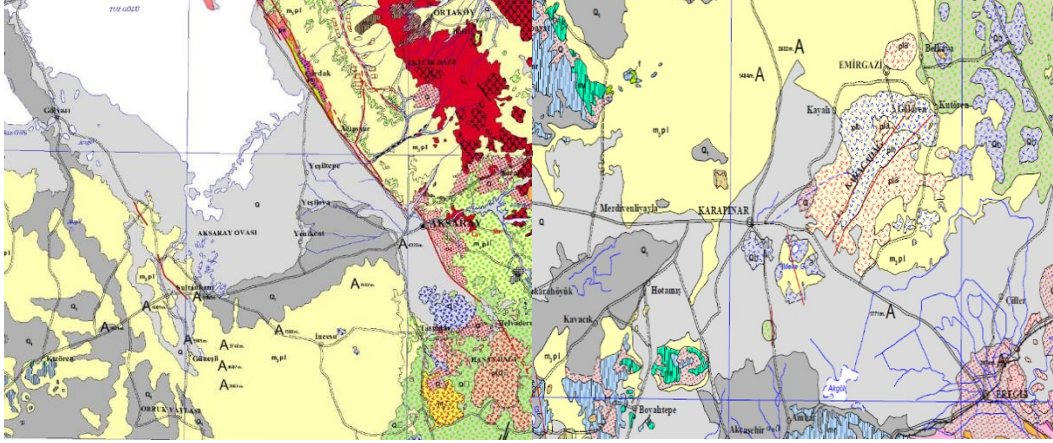


Şekil 3.6. İç Anadolu kurak sahalarında örnekleme yapılan ağaçlandırma sahaları

Bölgede yaklaşık 70 yıldır ağaçlandırma yapılmasına rağmen istatistiki açıdan karşılaştırma yapabilecek şekilde aynı türlerin havzanın hem kuzey, hem orta ve hem de güney kesiminde bulunan ağaçlandırma sahaları en fazla 25-30 yıl kadar geriye gidebilmektedir. Karşılaştırma için bölgede en çok kullanılan 6 tür seçilmiş ve bu türlerin her biri için 3 farklı yaş grubunu da (8-10; 15-17; 25-27) içeren havzanın kuzey, orta ve güneyindeki sahalardan birer saha (Acıpınar, İncesu ve Meke civarları) blok olarak seçilmiştir. Proje hazırlığından projenin başlamasına kadar 3 yıl geçmesinden dolayı projede belirtilen sahaların bazıları 3 yıl yaşlanmış ve bazı sahalarda 1-2 yıl farklılıklar olmasından dolayı (tamamlama veya yıl farkı) tek bir yaş yerine bu 3 yaş aralıklarının alınmasının daha uygun olacağı düşünülmüştür.

İç Anadolu bölgesi kuzeyden Kuzey Anadolu dağları ve güneyden Toros dağları ile çevrili bir çanak durumundadır. Tuz gölü civarında 925 m, Konya havzasında 1000 m civarından başlayan yükselti dağ sıralarında 2000 m'nin üzerine çıkmaktadır. Bölge jeolojik oluşumlar bakımından çeşitlilik arz etmektedir.

Bölgede yaygın olarak kireçtaşı, marn, kilitaşı, konglomera, kumtaşı ve jips oluşumlarına rastlanmaktadır (Şekil 3.2) (Tunçdilek, 1987; Kapur ve ark. 2002; TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, 1995; Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2005).



Şekil 3.7. Çalışma sahalarının jeolojik haritası (lejantlar Türkiye jeoloji haritasında yer almaktadır).

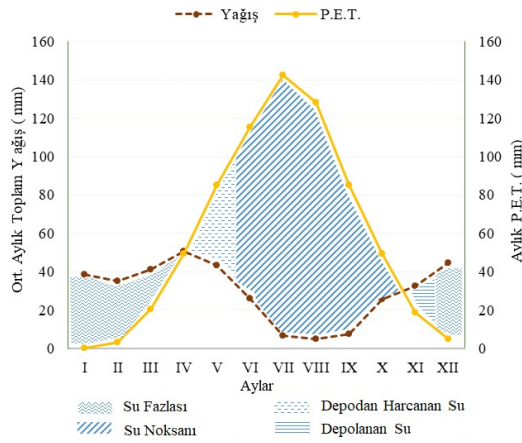
İç Anadolu bölgesinin bitki örtüsüne dair araştırmalarda Karapınar bölgesinde üç farklı zaman diliminde yapılan fitososyolojik çalışmalarda beş farklı bitki komunitesi tespit edilmiştir (Kurt ve ark., 2006): *Salvia cryptantha-Phlomis armeniaca* (Birand, 1970), *Astragalus microcephalus*,

Salvia cryptantha (Khan 1976) ve *Astragaletum lycio-microcephali*, *Marrubio parviflori*, *Salvietum cryptantha* Bağcı ve ark., 1997). Aksaray-Nevşehir ve Şereflikoçhisar arasının bozkır bitki örtüsü *Astragalo karamasici-Gypsiphilion ericalycis* alyansına bağlı üç birlik (Kurt, 2000), Ereğli-Karaman arasının bozkır bitki örtüsü *Cousinia iconici-Artemision santonici* alyansına bağlı üç birlik (Geven ve ark., 2010) olarak tanımlanmıştır. İç Anadolu'daki tuzcul bozkırlar ise *Achillea wilhelmsii-Artemision santonici* alyansı altında iki birlik olarak tanımlanmıştır.

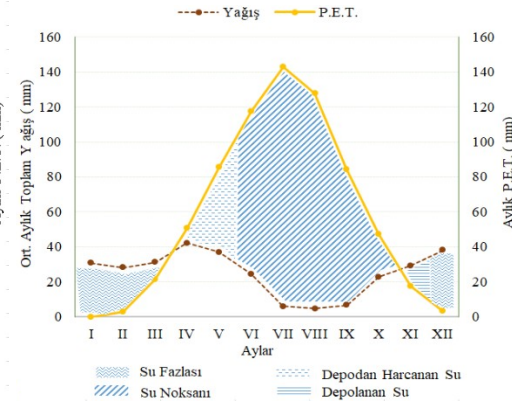
Bölgede bozkır bitki örtüsü altında B horizonunda kireç birikiminin yer aldığı kahverengi topraklar hakimdir. Yağışın biraz arttığı yörelerde kurakçıl orman örtüsü ve antropojen bozkır alanlarında kireç birikim katmanı B horizonun altlarına doğru ilerlemiştir. Konya Ovası'nda Eski Konya Gölü'nün kumlu milli malzemelerini içeren alüvyal topraklar ile eğimli arazilerde toprakların aşındığı yerlerde anamateryalin özelliğini belirgin olarak yansıtan intrazonal topraklar yaygındır. İklim ile birlikte toprak gelişiminin zayıf olması sonucu toprağın su depolama kapasitesi zayıftır. Yağışın ve buna bağlı olarak yıkanmanın azlığı nedeniyle iyonlar ve karbonatların toprak profilinin üst katmanlarında yoğun halde bulunmaktadır (Dregne, 1976; Fanning ve Fanning, 1989; Brady ve Weil, 1999). Aksaray, İncesu, Karapınar, Sazlıpınar bölgesinde gerçekleştirilen başka projelerde bölgenin genel olarak

toprak yapısının ilk 20 cm’de kumlu balçıktan killi yapıya kadar değiştiğini ve yüksek oranda kireç içerdiğini göstermektedir (Yıldız ve ark., 2017; 2018a; 2018b).

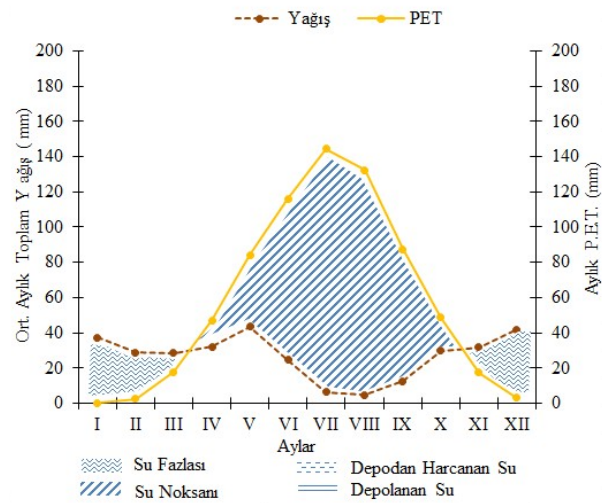
Karasal iklim etkisi altında bulunan bölgede büyüme sezonu boyunca nem açığı bulunmaktadır (Özyuvacı 1999; Atalay 2002). Ceylan ve ark.(2009) bölgenin 300 mm civarında toplam yıllık yağış ve 11 C⁰ ortalama sıcaklıkla Türkiye’nin en kurak sahalarına sahip olduğunu belirtmekte ve bölgeyi “çok kurak” sınıfında nitelendirmektedir. Erinç yağış etkenliği indisine göre çalışmanın yapılacağı bölgeler kurak olarak nitelendirilmektedir (Çepel, 1966). Bölgenin tamamını yansıtacak şekilde Konya, Ereğli ve Aksaray üçgenindeki meteoroloji istasyonlarının son 60 yıllık verileri kullanılarak oluşturulan Thornthwaite su bilançosuna göre bölgede Mayıs’tan Ekim’e kadar su açığı görülmektedir (Şekil 3.3. a, b ve c).



(a)



(b)



(c)

Şekil 3.8. Aksaray (a), Ereğli (b), Konya (c), meteoroloji istasyonu verilerine göre bölgenin Thornthwaite su bilançosu

Yıldız ve ark. (2014, 2015a, 2015b, 2017) yöredeki sahaların çoğunda toprakların 70-80 cm derinliğinde sert ve geçirimsiz tabaka (hardpan) oluşturduğunu ve bu nedenle yapılan bütün ağaçlandırma çalışmalarında alt toprak işleminin ağaçlandırma çalışmalarının en önemli parçası olduğunu vurgulamaktadır. Saha hazırlığı için genelde 160-220 HP gücünde paletli traktör + 3'lü riperle 60-80 cm derinliğinde alt-toprak işleme yapılmakta ve daha sonra 4 x 4 lastik tekerlekli traktör + 2 soklu riper pulluk ile tesviye eğrilerine paralel 35-45 cm derinliğinde 80-100 cm genişliğinde gradoni teraslar halinde üst toprak işleme yapılmaktadır.

2.3 Ağaç Türlerine Ait Verilerinin Toplanması

İç Anadolu'da orman alanları dışında kalan sahalarda ağaçlandırma yapılabilmesi için sahaların önce Bakanlığa tahsisi gerçekleştirilmekte ve daha sonra tahsisi yapılan sahalarda tel örgülerle koruma altına alınarak ödenek miktarına göre her yıl (veya farklı yıllarda) toplam sahanın bir kısmı ağaçlandırılmaktadır (yapraklılar için 3 x 3 m, karaçam için 3 x 1.5 aralık mesafesi uygulanmaktadır). Bu nedenle her ağaçlandırma sahalarında farklı yaşlarda fidanlar bulunmaktadır (Şekil 3.4).



Şekil 3.9. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahaları

Şimdiki çalışma için de her tür için havzanın farklı gölgelerinde 3 yaş grubu seçilmiştir. Her yaş grubunun bulunduğu sahadan da yerleri rastgele yöntemle belirlenen (sahanın tamamına dağılım dikkate alınarak) 30 m x 30 m = 900 m² lik 3'er adet örnekleme alanları oluşturulmuştur (Şekil 3.5). Proje planlanırken Konya Orman Bölge Müdürlüğü tarafından

havzanın alt kısmında Karaman civarındaki ağaçlandırma alanında 25 yaşında iğde ağaçlarının olduğu bildirilmesine rağmen saha çalışmasında bu sahada 25 yaş civarı iğde ağaçlarının olmadığı belirlenmiştir. Bölge müdürlüğü yetkilileri köylüler tarafından kesilmiş olabileceğini ifade etmiştir. Dolayısıyla iğdede bu yaşta havzanın alt kısmındaki veriler kayıp veri olarak istatistiki analize sokulmuştur.



Şekil 3.10. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında oluşturulan örnekleme alanları

Bu örnekleme alanlarında ağaçların türü, yaşama oranları, ağaç kapallılığı (LAI, Beer-lambert'a gör), boy ve çap değerleri, son beş yıllık boy artımı (15 ve 25 yaşlar için), gövdenin en altındaki canlı dalın yerden yüksekliği, tepe tacının altında farklı yönlerde (bir birine dik) en uzun dalların uzunlukları kaydedilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.11. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında fidan ölçümleri

Son beş yıllık boy artımlarından yararlanılarak her ağaç için 10-15 ve 20 -25 yılları arasındaki göreceli boy artımı aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanmıştır.

$$RGR_H = (\ln H_2 - \ln H_1) / (t_2 - t_1)$$

Denklemden;

RGR_H ($\text{cm cm}^{-1} \text{ yıl}^{-1}$)= göreceli boy artımı,

H_2 ve H_1 farklı yaşlardaki fidan boyları,

$t_2 - t_1$ iki ölçüm arasında geçen süreci göstermektedir.

Kuzey yarım kürede güneş ışınlarının en dik geldiği Haziran-Temmuz ve Ağustos (ilk yarısı) aylarında ve saat 11-14 arası aynı anda sahanın içinde ve dışında çoklu reseptörlerle ışık ölçümleri yapılarak sahalardaki fotosentetik olarak aktif ışık miktarı belirlenmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.12. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında ışık ölçümleri

Ayrıca ölçülen ışık miktarı farkından yararlanılarak Beer-Lambert kanununa göre yaprak alan indeksi çıkarılarak tepe çatısındaki (ağaç katmanı) kapalılık oranları ($I_{ışık} \text{ tutulma oranı} = 1 - e^{-(kLAI)}$, LAI=yaprak yüzey alan indeksi, k katsayı bu durum için 0.5 olarak kabul edilmiştir) belirlenmiştir (Yıldız ve ark., 2011). Spesifik yaprak yüzey alanının belirlenmesi için ağaçların farklı yönlerinden ve tepe çatısını temsil edecek şekilde gelişmiş yaprak ve ibrelerden Haziran ortasında 30'ar ağaçtan örneklemeler yapılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.13. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında yaprak ve ibre örnekleme

2.4 Toprak Örneklerinin Alınması

Projede belirtilmemesine rağmen her örnekleme alanında toprak örneklemesinden önce yerleri rastgele belirlenen 5 noktadan 30 X 30 cm boyutunda quadratlarla ölü-örtü örnekleme yapılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.14. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında ölü-örtü organik madde örnekleme

Her örnekleme sahasında yerleri rastgele yöntemle belirlenen 4 noktadan ilk 30 cm derinliğinden 2'şer set toprak örneği alınmıştır. Ağaçlara yakınlıkla toprak özelliklerinin farklılık gösterip göstermediğini belirlemek (azot bağlayan türler, ibreli, yapraklı) için de her örnekleme sahasından 3 ağacın 3 farklı yönünden ağaç gövdesine yaklaşık 1 m uzaklıktan ilk 30 cm derinlikten yine 2'şer set toprak örneği alınmıştır. Her örnek alan 3 kez tekrarlandığı için her 6 türün her 3 yaş grubundan da 9 ar adet ağaç kenarı örneklenmiştir. Ağaçların uç yanından alınan örnekler birleştirilerek her ağaç için kompozit örnekler oluşturulmuştur. Sahaların toprak örneklerini karşılaştırmak için (kontrol) her ağaçlandırma sahasının 30 m

dışında 4 farklı yönünden yaklaşık 5 noktadan ilk 30 derinliğinden yine 2'şer set toprak örneği alınmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.15. İç Anadolu kurak sahalarında farklı türlerle yapılmış ağaçlandırma sahalarında yüzey ve profillerden toprak örnekleme

Çalışma sahalarının genel toprak özelliklerini belirlemek için sahayı temsil edecek şekilde her örnekleme sahasından seçilen 1 noktadan (162) ve ağaçlandırma sahalarının dışındaki dört noktadan (3 saha x 4 = 12 adet) 120 cm derinliğine kadar toprak çukurları kazılmıştır (toplamda 162 +12 = 174 adet). Kazılan toprak çukurlarında toprak derinliği ölçülerek 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, diğeri analizler için).

Birinci set toprak örneği hacim ağırlığı için 200 cm³ lük silindirlerle (AMS Soil Core Sampler) alınmıştır. İkinci set toprak örneği el küreği ile yaklaşık 2 kg kadar alınarak fiziksel ve kimyasal analizler için kullanılmıştır. Alınan örneklerde toprağın hacim ağırlığı, iskelet oranı (kuru eleme Ø > 2 mm) tekstürü, kireç içeriği, pH, tuzluluk, KDK, C ve N analizleri yapılmıştır (Sumner ve Miller, 1996; Thomas, 1996). C ve N değeri toprağın hacim ağırlıkları ve iskelet oranları da dikkate alınarak sahanın toplam değeri olarak kg ha⁻¹ şeklinde hesaplanmıştır.

Toprakların tanecik bileşimi (tekstür), Bouyoucos hidrometre yöntemi ve örneklerin kum, kil ve toz miktarlarına göre Uluslararası Tekstür Üçgeni'nden yararlanılarak belirlenmiştir (Gee ve Bauder, 1986). Toprağın asitliği ve EC değerini belirlemek için hava kurusu toprak

örnekleri (< 2 mm) saf su karışımı ile pH metre ve EC metre kullanılarak çözelti asitliği ve EC değeri olarak belirlenmiştir (Thomas, 1996). Kireç içeriği Scheibler Kalsimetresi ile belirlenmiştir. KDK tayini için NH_4OAc ekstraksiyonu kullanılmıştır (Sumner ve Miller, 1996).

Toprak örnekleri öğütüldükten sonra toplam C yoğunluğu için 300 mg ağırlığındaki örnekler 60 °C'de fırında kurutulup LECO CN makinesinde kuru yakma yöntemiyle analiz edilmiştir (Nelson ve Sommers, 1996). Fırın kurusu (60 °C) 500 mg alt örnek toplam N analizi için micro-Kjeldahl yöntemiyle dijest edilmiştir (Kjeltec Auto 1030 Model) (Bremner, 1996). Kireçli topraklarda CN Analiz cihazı ve kuru yakma yöntemi ile belirlenen karbon oranı ve kireç tayininden elde edilen veriler kullanılarak toprağın toplam organik karbon miktarı hesaplanmıştır. Toplam C ve N miktarı toprağın hacim ağırlığı ve < 2 mm'lik kısımları da dikkate alınarak kg ha^{-1} olarak hesaplanmıştır.

2.5 Verilerin Analizi

Verilerin analizleri blok desenine göre yapılmıştır. Her türün yaşama oranları ile ölçülen diğer değişkenleri üç farklı yaş grubu için karşılaştırılmıştır. Ağaçların son 5 yılki boy artımlarına göre göreceli boy artımı 10-15 ila 20-25 yaş aralıkları için karşılaştırılmıştır. Her tür için yapılan bu karşılaştırmalar türler arasında da yapılarak bu sahalardaki en iyi yaşama oranı ve büyüme performanslarını hangi türlerin sergilediği belirlenmiştir. Toprak değişkenlerinin karşılaştırması da yine tür bazında yaş grupları arasında ve türler arasında yapılmıştır. Toprak analizleri için ağaçlandırma sahasının dışındaki kontrol değerleri co-variance olarak kullanılarak ağaçlandırmadan kaynaklanmayan farklılıklar giderilmiştir. Sahadaki ölü-örtü ve azot miktarının ağaçlandırmanın yaşı ile ilgisinin olup olmadığını belirlemek için önce tür x yaş etkileşimine bakılmış fakat etkileşimin olmadığı sadece ana etkenlerden yaşın etkili olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle tüm türlerin verileri birleştirilerek ağaçlandırmanın yaşı ilerledikçe ölü-örtü, N ve C bileşenlerinin değişip değişmediği sorusuna yanıt aranmıştır. Verilerin istatistikî analizlerinde SAS paket programından yararlanılmış ve sonuçlar $\alpha = 0.05$ önem düzeyinde farklı olarak kabul edilmiştir (SAS Inc., 1996). ANOVA sonuçları farklılık gösteren değişkenler için Scheffe ortalamaları ayırma testi yine $\alpha = 0.05$ düzeyinde gerçekleştirilmiştir.

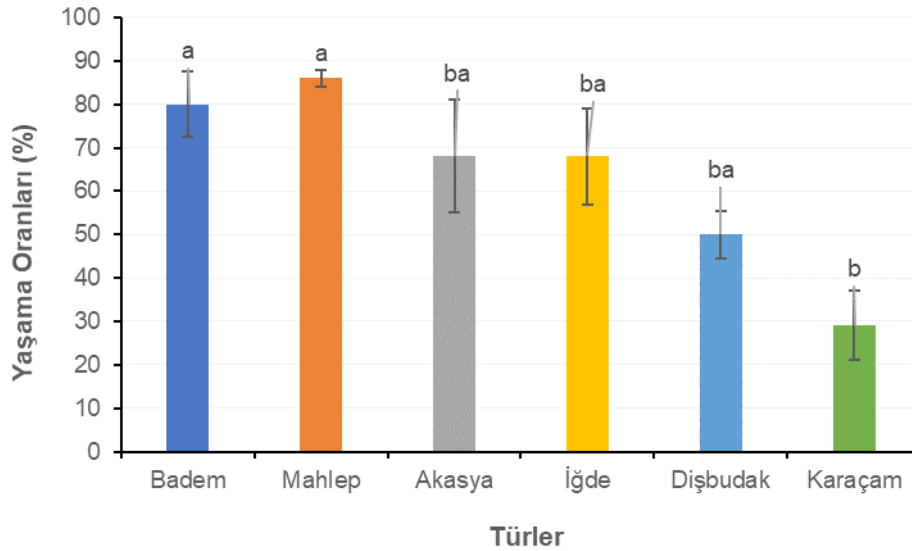
4. BULGULAR

Sahalardaki ağaçların tutma oranı ve tepe tacı genişliğine bağlı olarak oldukça değişkenlik göstermesine rağmen tüm sahalarda açık alana gelen fotosentetik olarak aktif ışığın (2022 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) yaklaşık yarısı tepe-tacı tarafından tutulmuştur. Beer-lambert denklemine göre yaprak yüzey alanı indeksi tüm türler bazında ortalama 1.8 olarak hesaplanmıştır.

Korumaya alınan ağaçlandırma sahalarında genel olarak şu türlere rastlanmıştır; *Allium myrianthum* Boiss., *Salsola ruthenica* subsp. *ruthenica* (Iljin) Soo, *Atriplex hortensis* L., *Alyssum strigosum* (Banks&Sol.), *Brassica nigra* (L.) K.Koch, *Onobrychis tournefortii* (Willd.) Desv., *Vicia cappadocica* (Boiss. & Bal.), *Globularia orientalis* (L.), *Marrubium parviflorum* (Fisch.&C.A.Mey.), *Salvia absconitiflora* (Greuter&Burdet.), *Teucrium polium* (L.), *Stachys cretica* (L.), *Reseda lutea* (L.), *Glaucium corniculatum* (L.), *Peganum harmala* (L.). Ağaçlandırma sahalarında otsu türler sahayı tam olarak kapatmasına rağmen açık alanda bu türlerden hem bazılarına rastlanmamış hem de var olanların seyrek halde cılız bir şekilde bulunduğu gözlemlenmiştir.

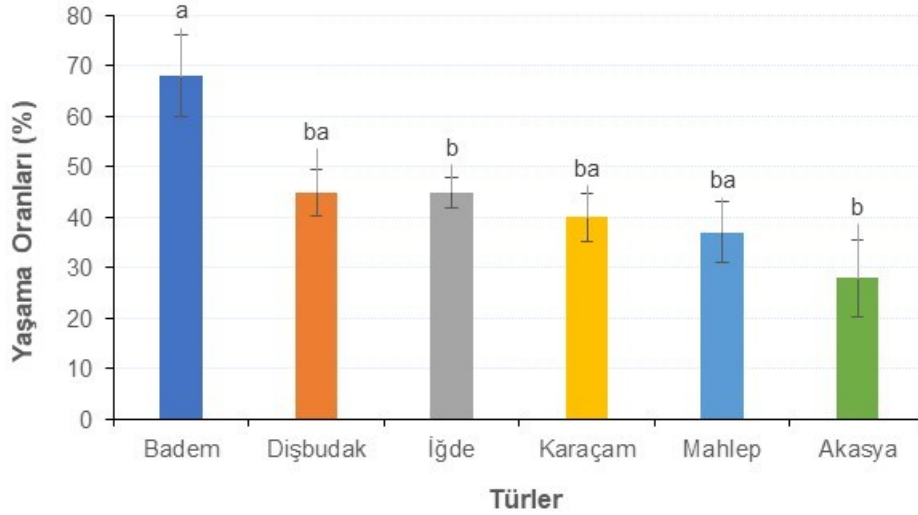
2.6 Yaşama Oranları

Ağaçlandırmanın ilk 8-10 yılında karaçam fidanlarının yaklaşık 2/3 'ü ölmüştür. Badem ve mahlep fidanlarında ise kayıp oranı yaklaşık % 20'dir. Dolayısıyla bu yaş grubunda en çok ölüm görülen karaçam, en başarılı görünen badem ve mahlebe göre yaklaşık % 61 daha düşük yaşama oranına sahiptir (P -değeri= 0.002; Şekil 4.1).



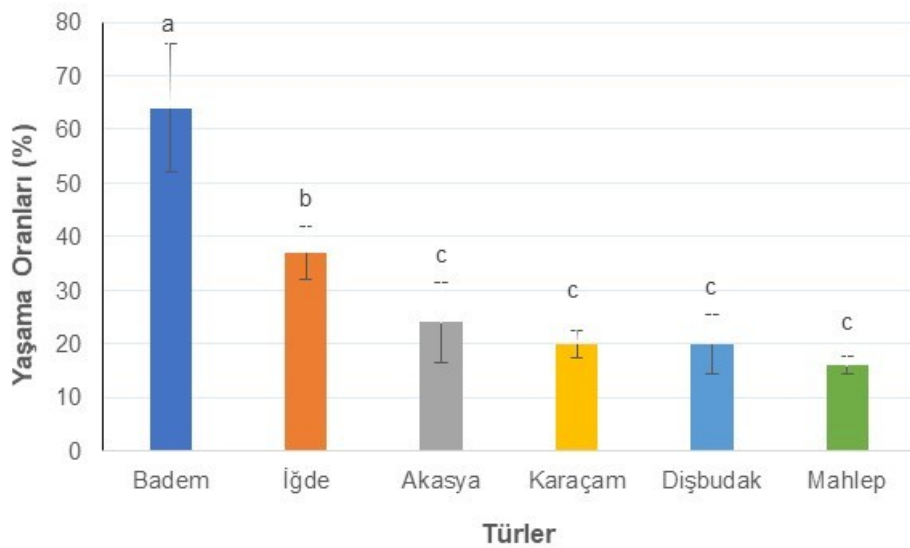
Şekil 4.16. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 8-10 yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Ağaçlandırmanın 15-17. yılında bademde % 32, akasyada % 72 kayıp görülmektedir. Dolayısıyla bu yaşta badem, akasyaya göre iki kattan fazla yaşama oranına sahiptir. Diğer türlerde ise kayıp yarı yarıyadır (P -değeri= 0.002; Şekil 4.2).



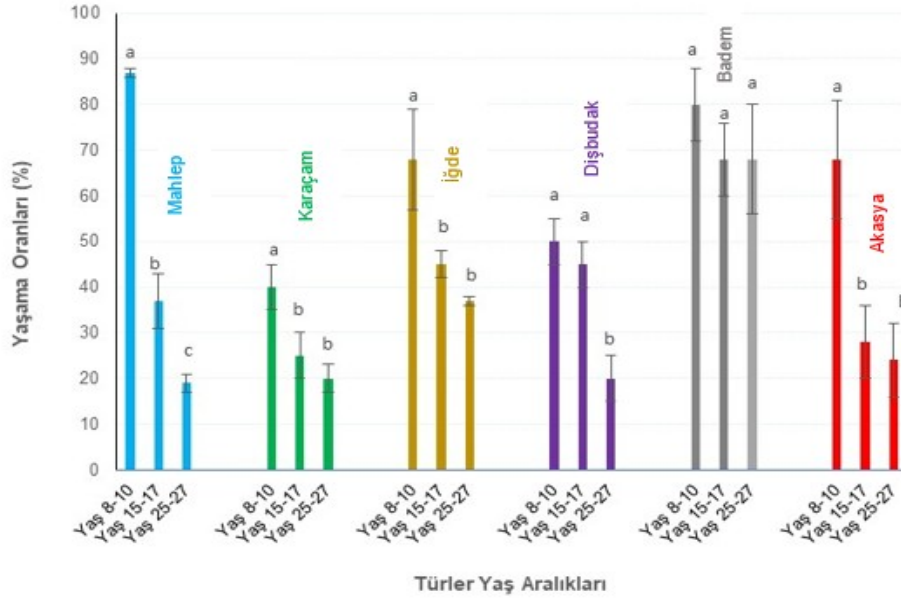
Şekil 4.17. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 15-17 yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Ağaçlandırmanın 25-27. yılında ise badem 1/3'ünü, iğde 2/3'ünü kaybetmiş, diğer türlerin ise başlangıçtaki bireylerinin yaklaşık % 80'i kurumuştur (P -değeri= 0.003; Şekil 4.3).



Şekil 4.18. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 25-27 yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

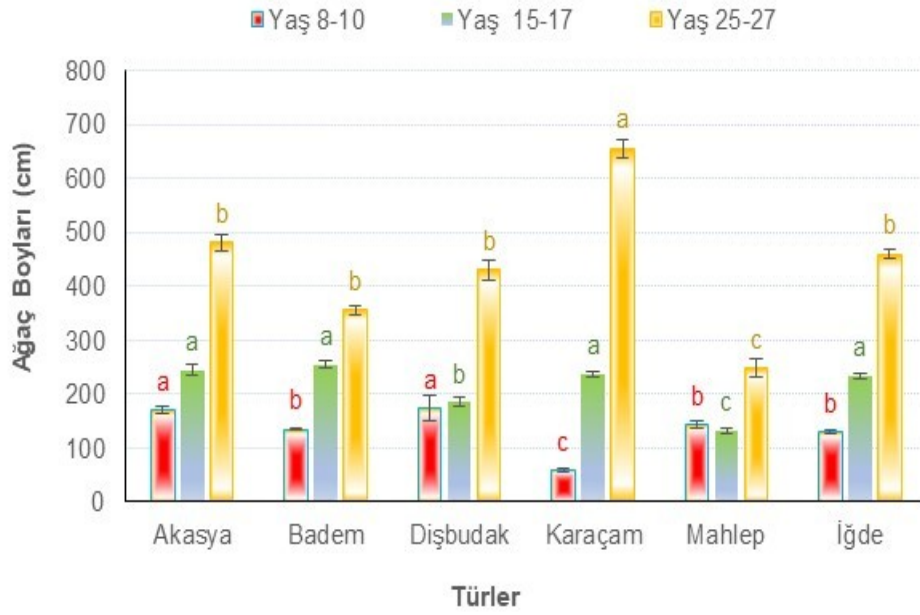
Tüm türler birlikte değerlendirildiğinde ilk yıllarda yaklaşık 1/3'ü kuruyan bademin ileriki yıllarda önemli bir kaybının olmadığı, karaçamın ilk yıllarda yarıdan fazlasının kuruduğu, mahlebin ise ilk yıllarda yüksek olan tutma başarısının 15-17. yıla doğru hızla düştüğü görülmektedir (P -değeri= 0.003; Şekil 4.4).



Şekil 4.19. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin yaşama oranları (%) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı tür içinde aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

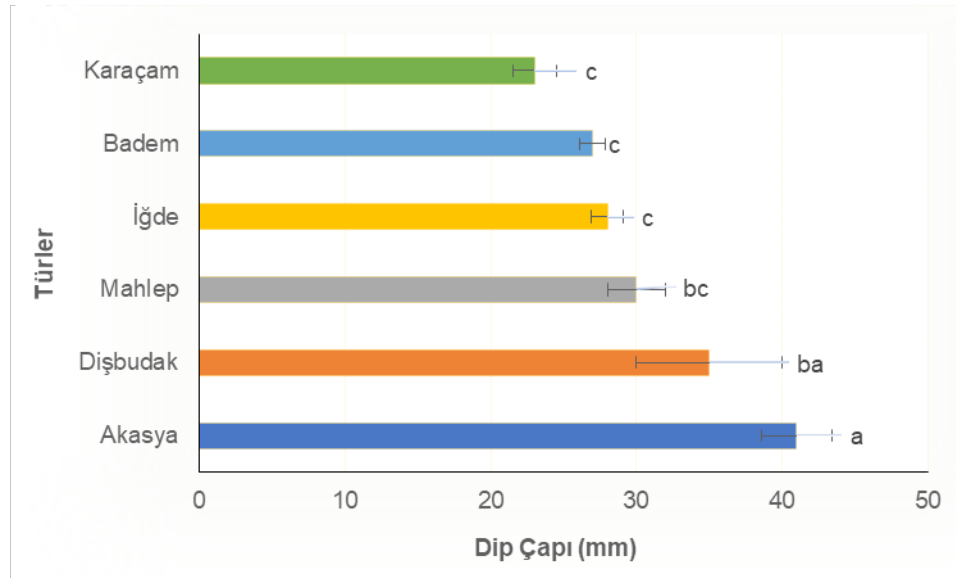
2.7 Fidanların Boy, Çap ve Tepe-tacı Gelişimi

Karaçam son 10 ila 25 yaşa aralığında yaklaşık 11 kat boy artımı yaparak 6.5 metrenin üstünde boya ulaşmıştır. Aynı dönemde akasyada boy artımı 2.8, bademde 2.6, dişbudakta 2.5 kat olurken en az boy artışı 1.7 katla mahlepte görülmüştür. Dolayısıyla ağaçlandırmanın 25. yılında en fazla boylanan karaçamın en kısa boya sahip mahlepten yaklaşık 2.6 kat daha uzun olduğu belirlenmiştir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.5).



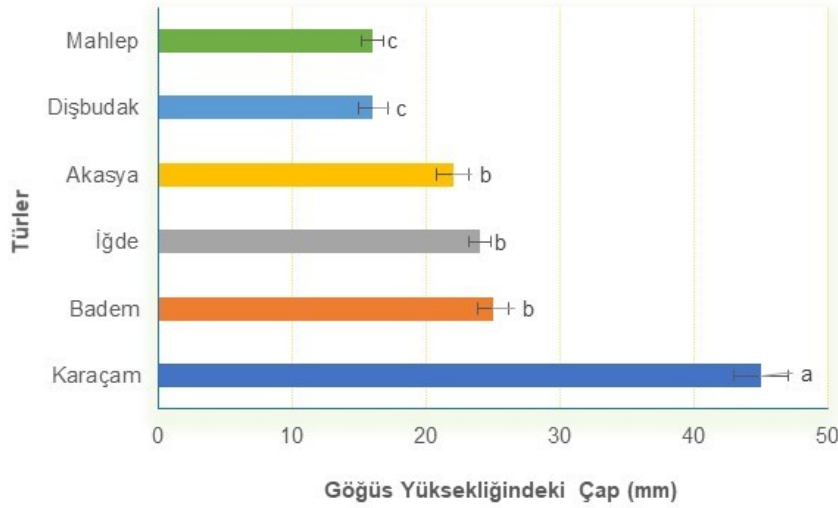
Şekil 4.20. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin boy ortalaması (cm) $\pm$ standart hataları. Aynı yaştaki aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Ağaçlandırmanın 8-10. yaşında akasya fidanlarının mahlepten yaklaşık % 37, iğde, badem ve karaçam fidanlarından ise yaklaşık % 42 daha kalın dip çapına sahip olduğu tespit edilmiştir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.6).



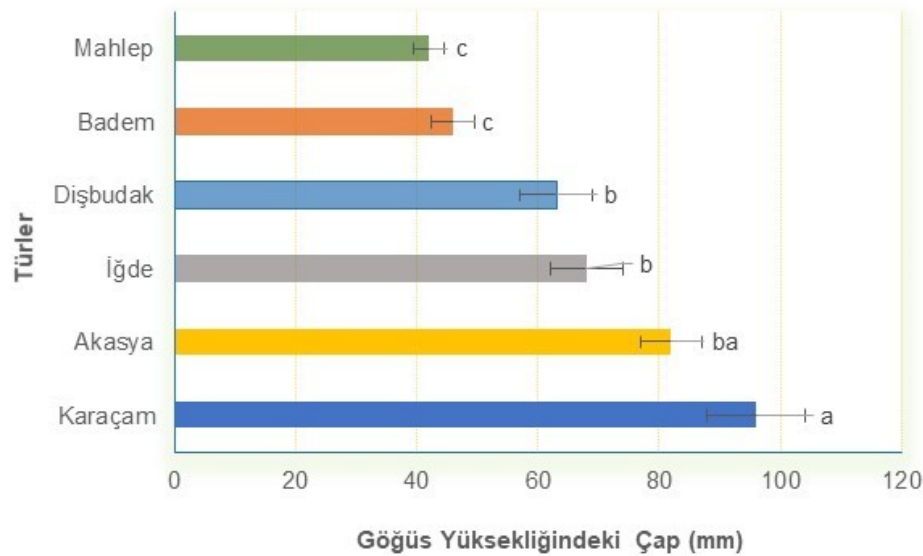
Şekil 4.21. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 8-10 yaş aralığında türlerin dip çap ortalaması (mm) $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Ağaçlandırmanın 15-17. yılında ise karaçam fidanlarının badem, ığde ve akasya fidanlarından yaklaşık % 90, dişbudak ve mahlep fidanlarından ise yaklaşık % 180 daha kalın göğüs yüksekliğindeki çapa sahip olduğu görülmektedir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.7).



Şekil 4.22. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 15-17 yaş aralığında türlerin göğüs yüksekliğindeki çap ortalaması (mm) $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

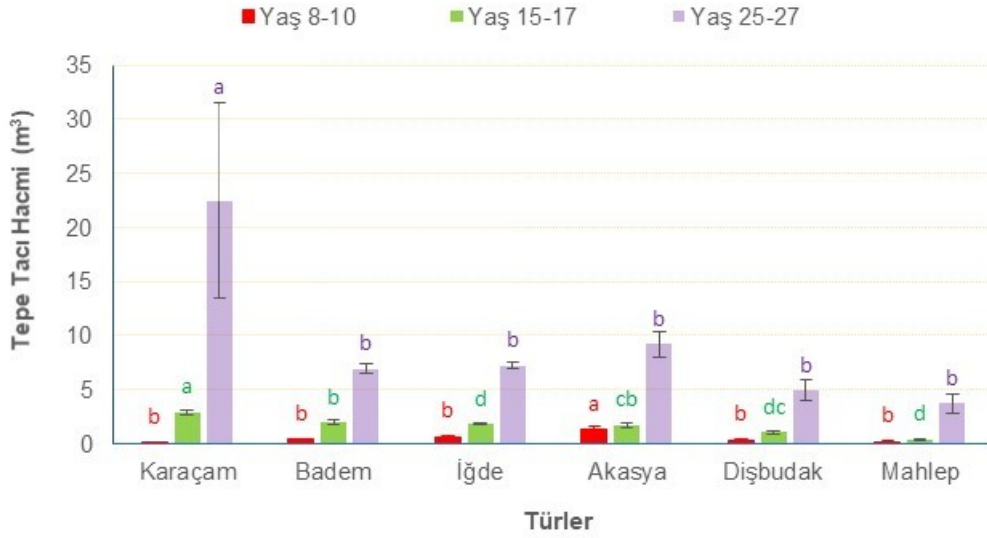
Ağaçlandırmanın 25-27. yılında yine karaçam fidanlarının badem, ığde ve dişbudaktan yaklaşık % 48, badem ve mahlep fidanlarından ise yaklaşık % 120 daha kalın göğüs yüksekliğindeki çapa sahip olduğu görülmektedir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.8).



Şekil 4.23. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 25-27 yaş aralığında türlerin göğüs yüksekliğindeki çapı (mm) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Karaçam fidanları 8-10. yaşından 25-27. yaşa kadar tepe tacı hacmini 280 kat arttırmıştır. Aynı dönemde tepe tacı artışı bademde 19, ığdede 11, akasyada 7, dişbudakta 15 ve mahlepte 18 kat olarak hesaplanmıştır.

Ağaçlandırmanın 25-27. yılında karaçam ağaçlarının diğer türlerin ortalamasından yaklaşık 3.5 kat daha fazla tepe tacı hacmine sahip olduğu görülmektedir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.9).



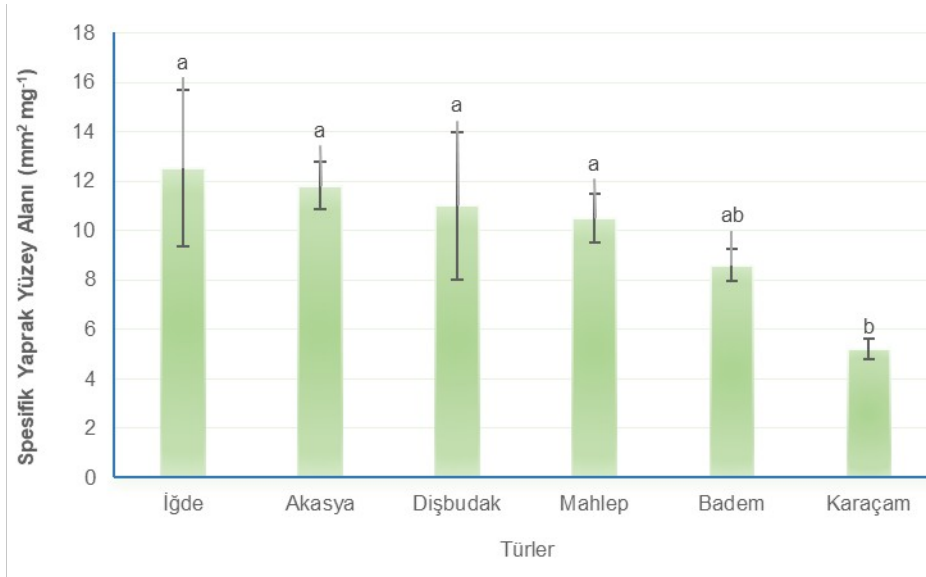
Şekil 4.24. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin Tepe tacı hacmi (m^3) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı yaştaki aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Ağaçlandırmanın 10-15. yılları arasındaki göreceli boy artımı en fazla akasyada görülürken aynı dönemde mahlebin göreceli boy artımı akasyanın yarısı kadar olmuştur. Ağaçların 20-25 yılları arasındaki beş yıllık dönemde ise karaçam diğer türlere göre yaklaşık % 38 daha fazla göreceli boy artımı yapmıştır (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.10).



Şekil 4.25. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralığında türlerin son beş yıllık göreceli boy artımları (cm cm⁻¹ yıl⁻¹) ortalaması ± standart hataları. Aynı yaştaki aynı harflerle takip edilen ortalamalar α=0.05 düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

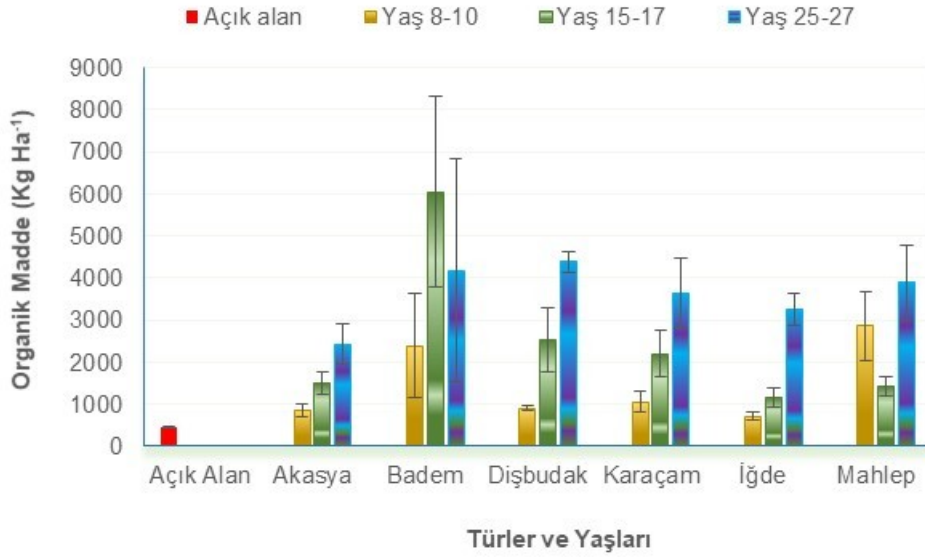
Spesifik yaprak alanı yapraklılar arasında farklılık göstermezken karaçamın yapraklıların yarısı kadar değere sahip olduğu belirlenmiştir (*P*-değeri= 0.0001; Şekil 4.11).



Şekil 4.26. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı türlerin spesifik yaprak yüzey alanı (mm² mg⁻¹) ortalaması ± standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar α=0.05 düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

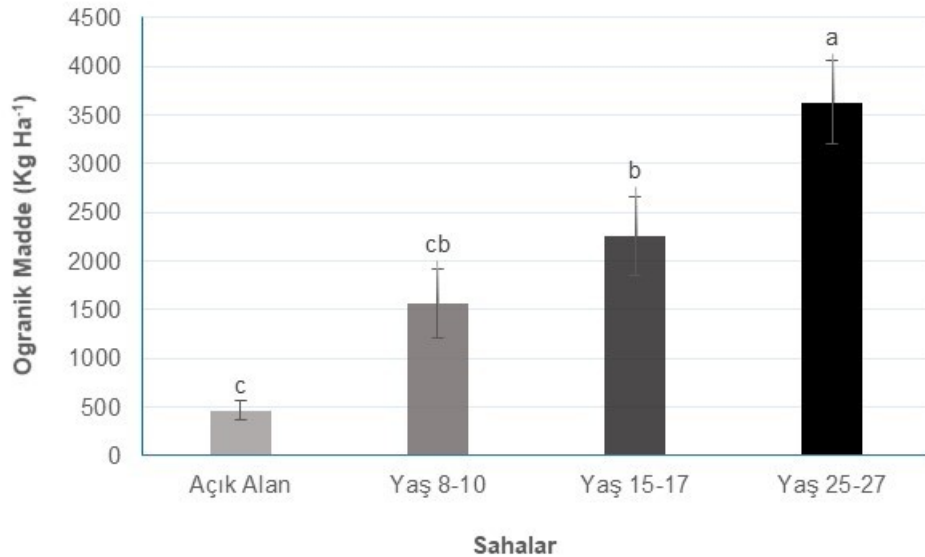
2.8 Organik Madde

Korumaya alınan ağaçlandırma sahalarında tüm türlerde ilk yaşlardan itibaren açık alana oranla önemli miktarda ölü-örtü birikiminin olduğu belirlenmiştir. Yaş kademelerinde türler arasında bir farklılık görülmemektedir (Şekil 4.12).



Şekil 4.27. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı türlerin farklı yaş aralığında sahada bulunan ölü-örtü organik madde (kg ha⁻¹) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Tüm türlerin verileri topluca değerlendirildiğinde ağaçlandırmanın ilk 8-10 yılında açık alana göre sahadaki ölü-örtü miktarı 3 kat, 15-17. yılında 5 kat ve 25-27 yılında ise yaklaşık 8 kat artmıştır (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.13).



Şekil 4.28. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralıklarında ölü-örtü organik madde (Kg ha⁻¹) ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

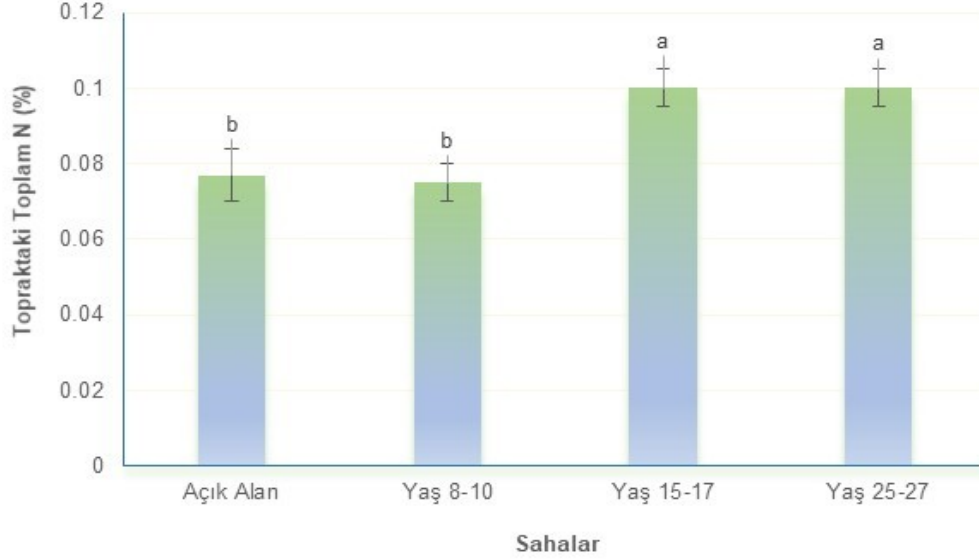
2.9 Toprak

Ağaçlandırma sahalarının toprak tipi kumlu balçık, balçık, killi balçık ve kil arasında değişmektedir. Toprağın hacim ağırlığı 1.2 g cm^{-3} civarında olup toprak sıkışması ile ilgili sahalar arasında bir farklılık bulunmamaktadır. Tüm sahalarda EC değeri $< 4 \text{ dS m}^{-1}$ 'in altında olup topraklarda tuz sorunu görülmemektedir. Örneklerin yaklaşık %70 oranında toprak içerdiği ($\emptyset < 2 \text{ mm}$) ve toprakların tümünde kireç oranının yüksek ve tepkimenin alkali karakterde olduğu belirlenmiştir. Saha bazında farklılık göstermeksizin toprağın KDK değerinin ortalama $12 \text{ (Cmol}_c \text{ kg}^{-1})$ olduğu tespit edilmiştir. Toprağın ilk 30 cm derinliğindeki azot değeri aynı yaş aralığında türler arası farklılık göstermemektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı türlerin farklı yaşlarında toprağın ilk 30 cm derinliğindeki değişkenleri ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı tür içinde aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

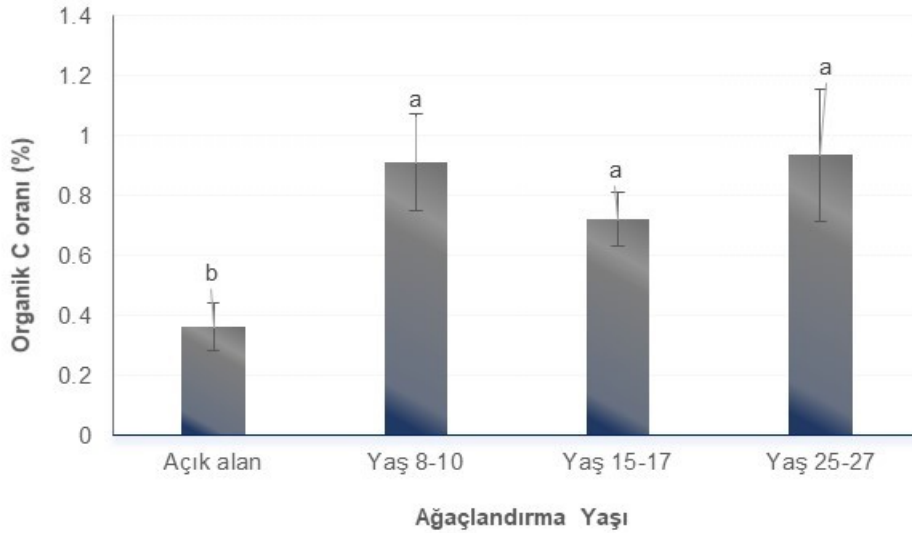
	Yaş	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	İskelet Oranı (%)	N (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kireç (%)	KDK (Cmol _c kg ⁻¹)
Akasya	8-10	1.17 $\pm$ 0.01a	29 $\pm$ 0.9b	0.057 $\pm$ 0.008b	7.6 $\pm$ 0.01b	0.9 $\pm$ 0.007b	22 $\pm$ 1.4b	10.6 $\pm$ 0.2a
	15-17	1.17 $\pm$ 0.04a	34 $\pm$ 4b	0.11 $\pm$ 0.007a	7.9 $\pm$ 0.03a	0.15 $\pm$ 0.004a	45 $\pm$ 0.8a	11 $\pm$ 0.5a
	25-27	1.2 $\pm$ 0.07a	18 $\pm$ 3a	0.1 $\pm$ 0.008a	7.6 $\pm$ 0.02b	0.16 $\pm$ 0.02a	45 $\pm$ 0.9a	9.9 $\pm$ 0.6a
Badem	8-10	1.1 $\pm$ 0.02b	29 $\pm$ 3.7a	0.11 $\pm$ 0.01a	7.8 $\pm$ 0.04a	0.9 $\pm$ 0.04a	37 $\pm$ 4a	20 $\pm$ 2.5a
	15-17	1.19 $\pm$ 0.01ab	16 $\pm$ 1.4b	0.09 $\pm$ 0.002a	7.8 $\pm$ 0.07a	0.15 $\pm$ 0.016b	25 $\pm$ 0.6b	21 $\pm$ 3.4a
	25-27	1.22 $\pm$ 0.02a	26 $\pm$ 1.5a	0.11 $\pm$ 0.013a	7.7 $\pm$ 0.01a	0.9 $\pm$ 0.001a	8.1 $\pm$ 0.4c	19 $\pm$ 1a
Dişbudak	8-10	1.24 $\pm$ 0.09a	15 $\pm$ 0.3a	0.06 $\pm$ 0.004c	8.15 $\pm$ 0.03a	0.19 $\pm$ 0.09a	33 $\pm$ 3a	19 $\pm$ 1.2a
	15-17	1.12 $\pm$ 0.02a	15 $\pm$ 2a	0.13 $\pm$ 0.02a	7.98 $\pm$ 0.02a	0.17 $\pm$ 0.01a	29 $\pm$ 1.2a	17 $\pm$ 0.2a
	25-27	1.21 $\pm$ 0.02a	15 $\pm$ 0.3a	0.09 $\pm$ 0.008b	7.63 $\pm$ 0.1b	0.11 $\pm$ 0.05a	7 $\pm$ 1b	15 $\pm$ 1.8a
İğde	8-10	1.1 $\pm$ 0.03a	28 $\pm$ 0.5a	0.08 $\pm$ 0.008a	8 $\pm$ 0.01a	0.14 $\pm$ 0.09a	40 $\pm$ 2.3a	14 $\pm$ 0.6a
	15-17	1.1 $\pm$ 0.03a	26 $\pm$ 0.2a	0.08 $\pm$ 0.01a	7.9 $\pm$ 0.14a	0.15 $\pm$ 0.01a	36 $\pm$ 3.6a	14 $\pm$ 1.2a
	25-27	1.2 $\pm$ 0.02a	22 $\pm$ 7a	0.09 $\pm$ 0.01a	7.9 $\pm$ 0.17a	0.15 $\pm$ 0.04a	31 $\pm$ 9a	16 $\pm$ 1.9a
Karaçam	8-10	1.1 $\pm$ 0.006a	24 $\pm$ 2.4a	0.1 $\pm$ 0.01a	7.9 $\pm$ 0.02a	0.09 $\pm$ 0.03b	38 $\pm$ 3.5a	14 $\pm$ 0.2a
	15-17	1.1 $\pm$ 0.05a	26 $\pm$ 1.2a	0.11 $\pm$ 0.02a	7.9 $\pm$ 0.02a	0.14 $\pm$ 0.08a	37 $\pm$ 3.5a	12 $\pm$ 0.4a
	25-27	1.2 $\pm$ 0.05a	21 $\pm$ 0.5a	0.08 $\pm$ 0.006a	7.7 $\pm$ 0.03b	0.09 $\pm$ 0.03b	42 $\pm$ 5.2a	14 $\pm$ 0.9a
Mahlep	8-10	1.1 $\pm$ 0.003a	25 $\pm$ 1.6a	0.05 $\pm$ 0.008b	7.9 $\pm$ 0.3a	0.12 $\pm$ 0.09a	22 $\pm$ 1.1a	14 $\pm$ 1.6a
	15-17	1.06 $\pm$ 0.09a	27 $\pm$ 1.3a	0.11 $\pm$ 0.002a	7.9 $\pm$ 0.3a	0.12 $\pm$ 0.08a	37 $\pm$ 2.6a	15 $\pm$ 1.6a
	25-27	1.23 $\pm$ 0.2a	29 $\pm$ 9a	0.13 $\pm$ 0.02a	7.9 $\pm$ 0.2a	0.12 $\pm$ 0.09a	28 $\pm$ 14a	16 $\pm$ 2.5a
Açık Alan		1.3 $\pm$ 0.09	29 $\pm$ 1.6	0.077 $\pm$ 0.007	7.84 $\pm$ 0.007	0.12 $\pm$ 0.04	33 $\pm$ 3	15 $\pm$ 1.3

Her yaş ağılığındaki tüm türlere ait veriler birlikte değeriendirildiğinde ağaçlandırmanın 15-17. yılından itibaren ilk 30 cm toprak derinliğıindeki N yoğunluğunun açık alana göre yaklaşık 1/3 oranında arttığı görülmektedir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.14).



Şekil 4.29. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralıklarında toprağın ilk 30 cm derinliğıindeki azot yoğunluğı ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Yine ilk 30 m toprak derinliğıindeki organik karbon yoğunluğunun 8-10 yaş aralığından sonra açık alana göre 2.5 kat arttığı görülmektedir (P -değeri= 0.02; Şekil 4.15).



Şekil 4.305. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında farklı yaş aralıklarında toprağın ilk 30 cm derinliğıindeki organik C yoğunluğı ortalaması $\pm$ standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

Sahalarda açılan toprak çukurlarının profil incelmesinde derinlik bazında değişim göstermeksizin iskelet oranının yaklaşık % 30, kireç oranının yaklaşık % 40 olduğu, KDK' nın profil boyunca farklılık göstermeksizin 12 (Cmol_c kg⁻¹) civarında olduğu, sahalarda profil boyunca tuz sorununun olmadığı görülmektedir (Tablo 4.2).

Tablo 4.2. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarda farklı türlerin farklı yaşlarında profil boyunca toprak değişkenleri ortalaması $\pm$ standart hataları. Her sahada derinlik kademeleri arasında aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

		Açık Alan	Yaş 8-10	Yaş 15-17	Yaş 25-27
Derinlik 0-30 cm	İskelet (%)	32 $\pm$ 4.5a	26 $\pm$ 2.5a	30 $\pm$ 3.9a	19 $\pm$ 4a
	Kireç (%)	42 $\pm$ 8.5a	27 $\pm$ 5a	40 $\pm$ 5.6a	31 $\pm$ 12a
	EC (dS m ⁻¹)	0.98 $\pm$ 0.02a	0.94 $\pm$ 0.09a	1.2 $\pm$ 0.012a	0.85 $\pm$ 0.16a
	KDK (Cmol _c kg ⁻¹)	10.6 $\pm$ 1.4a	16.2 $\pm$ 1.1a	14.6 $\pm$ 0.9a	14.6 $\pm$ 1.1a
	pH	7.84 $\pm$ 0.07 a	7.9 $\pm$ 0.05a	7.9 $\pm$ 0.05a	7.73 $\pm$ 0.09b
	C (%)	0.35 $\pm$ 0.14b	0.41 $\pm$ 0.2b	0.47 $\pm$ 0.14b	0.9 $\pm$ 0.44a
	N (%)	0.083 $\pm$ 0.01a	0.08 $\pm$ 0.01a	0.105 $\pm$ 0.01a	0.06 $\pm$ 0.01a
Derinlik 30-60 cm	İskelet (%)	36 $\pm$ 3.5a	30 $\pm$ 1.8a	30 $\pm$ 2.7a	23.5 $\pm$ 5.9a
	Kireç (%)	43 $\pm$ 8a	29 $\pm$ 4.7a	42 $\pm$ 4.4a	31.4 $\pm$ 11.6a
	EC (dS m ⁻¹)	0.8 $\pm$ 0.15a	0.9 $\pm$ 0.09a	0.12 $\pm$ 0.01a	0.64 $\pm$ 0.13a
	KDK (Cmol _c kg ⁻¹)	12 $\pm$ 1.2a	16.6 $\pm$ 1.3a	14.8 $\pm$ 0.8a	12.1 $\pm$ 1.3a
	pH	7.9 $\pm$ 0.07a	7.9 $\pm$ 0.04a	8 $\pm$ 0.4b	7.92 $\pm$ 0.06ba
	C (%)	0.13 $\pm$ 0.07b	0.43 $\pm$ 0.18a	0.35 $\pm$ 0.14a	0.63 $\pm$ 0.30a
	N (%)	0.06 $\pm$ 0.008ba	0.065 $\pm$ 0.01b	0.08 $\pm$ 0.008b	0.04 $\pm$ 0.008b
Derinlik 60-90 cm	İskelet (%)	36 $\pm$ 4a	34 $\pm$ 2.3a	34 $\pm$ 3.2a	23 $\pm$ 5.3a
	Kireç (%)	43 $\pm$ 8a	33 $\pm$ 4.9a	46 $\pm$ 4.9a	30 $\pm$ 11.6a
	EC (dS m ⁻¹)	0.74 $\pm$ 0.12a	0.96 $\pm$ 0.12a	0.12 $\pm$ 0.02a	0.6 $\pm$ 0.1a
	KDK (Cmol _c kg ⁻¹)	11 $\pm$ 1.5a	14.8 $\pm$ 1.3a	13.8 $\pm$ 0.95a	13 $\pm$ 1.4a
	pH	7.9 $\pm$ 0.09a	7.96 $\pm$ 0.04a	8.08 $\pm$ 0.05ba	7.94 $\pm$ 0.075a
	C (%)	0.10 $\pm$ 0.05a	0.25 $\pm$ 0.14a	0.32 $\pm$ 0.1a	0.74 $\pm$ 0.48a
	N (%)	0.05 $\pm$ 0.09b	0.054 $\pm$ 0.0097c	0.06 $\pm$ 0.008c	0.036 $\pm$ 0.01b
Derinlik 90-120 cm	İskelet (%)	35 $\pm$ 3.4a	34 $\pm$ 3.2a	35 $\pm$ 3.1a	25 $\pm$ 5.6a
	Kireç (%)	43 $\pm$ 8a	35 $\pm$ 5.2a	45 $\pm$ 5.3a	32 $\pm$ 12a
	EC (dS m ⁻¹)	0.76 $\pm$ 0.14a	0.11 $\pm$ 0.02a	0.14 $\pm$ 0.03a	0.06 $\pm$ 0.01a
	KDK (Cmol _c kg ⁻¹)	10.6 $\pm$ 1.1a	16 $\pm$ 1.1a	15 $\pm$ 0.9a	13 $\pm$ 1.5a
	pH	7.9 $\pm$ 0.097a	8.1 $\pm$ 0.05a	8.1 $\pm$ 0.06a	8 $\pm$ 0.06a
	C (%)	0.08 $\pm$ 0.04b	0.3 $\pm$ 0.18a	0.42 $\pm$ 0.15a	0.66 $\pm$ 0.43a
	N (%)	0.046 $\pm$ 0.006b	0.04 $\pm$ 0.008d	0.05 $\pm$ 0.008c	0.03 $\pm$ 0.006c

Tüm sahalarda ve yaş aralıklarındaki veriler birleştirilerek derinlik bazında değerlendirildiğinde ilk 30 cm den sonra toprağın N ve C yoğunluğunun 1/3 oranında azaldığı

görülmektedir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.14). İlk 30 cm deki pH değerinin 25-27 yılları arasında diğer sahalara göre 0.15 birim azaldığı görülmektedir. Tüm sahalarda birlikte değerlendirildiğinde de ilk 30 cm toprak derinliğinden sonra pH değerinin yaklaşık 0.12 birim arttığı görülmektedir (P -değeri= 0.0001; Şekil 4.16).



Derinlik	C (%)	N (%)	pH
0-30	0.50±0.1a	0.087±0.01a	7.86±0.01b
30-60	0.37±0.09b	0.054±0.01ab	7.94±0.01a
60-90	0.32±0.1b	0.065±0.01b	7.98±0.01a
90-120	0.36±0.11b	0.044±0.01c	8.03±0.01a

Şekil 4.16. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarda farklı yaş aralıklarında toprağın ilk 120 cm derinliğindeki C ve N yoğunluğu ve pH ortalaması ± standart hataları. Aynı harflerle takip edilen ortalamalar $\alpha=0.05$ düzeyinde birbirlerinden farklı değildir.

5. TARTIŞMA

Ağaçlandırma restorasyon çalışmalarında önemli bir alternatiftir. Bu nedenle kurak ve yarı-kurak iklimin hüküm sürdüğü pek çok bölgede restorasyon amaçlı ağaçlandırma çalışmaları yapılmaktadır (Cao ve ark., 2011; Cortina ve ark., 2011). Kurak ve yarı kurak alanlarda yapılan ağaçlandırma çalışmaları toprakta kısa ve uzun vadeli değişimlere neden olmaktadır. Örneğin: toprağın nem tutma kapasitesi, karbon ve azot yoğunluğu ile, pH ve KDK değerleri zamanla değişmektedir (McAlpine ve ark., 2016). Ağaçlandırma amacıyla korunan alanlarda yer örtücülerin artmasıyla sağanak yağmurların hızı kesilerek toprak suyuna dönüşmesi sağlanabilir. Toprak içerisinde bitki köklerinin çalışması ve organik madde katkısıyla infiltrasyon ve perkolasyon oranında ciddi artışlar olabilir (Whisenant, 1993). Şimdiki çalışmada korunan alanlarda yer örtücülerin tüm sahayı kapladığı gözlenmiştir. Okur (2010) tarafından Karapınar yöresinde şimdiki çalışma sahalarının da içinde olduğu badem ve akasya ağaçlandırma sahalarında şimdiki çalışmada tespit edilene benzer şekilde *Festuca ovina*, *Tragopogon longirostis*, *Cirsium arvense*, *Polygonum cognatum*, *Lamium amplexicaule*, *Descurainia sophia*, *Minuartia hamata*, *Onobrychis armena*, *Noaea mucronata*, *Scleranthus annuus*, *Alyssum strigosum*, *Alhagi pseudalhagi*, *Anchusa azurea* türleri tespit edilmiştir.

Sahaların bitki örtüsüyle tekrar kaplanması toprağın organik madde içeriği ve buna bağlı olarak su tutma kapasitesini arttırması, toprağın mimari yapısını iyileşmesi ve dolayısıyla erozyonu azaltma gibi olumlu katkıları olabilir (Whisenant, 1993). Fakat bu türlerin karışıma katılma oranları ve azot bağlayan türlerin zenginliğinin de belirlenmesi restorasyonda tür takviyesine karar verme açısından önemlidir.

İç Anadolu bölgesinde yaklaşık bir asırdır toprak koruma ve yeşil kuşak oluşturma amaçlı ağaçlandırma çalışmaları yürütülmektedir (Tavşanoğlu, 1976; Anonim, 1986; Anonim, 1987; Genç, 2004; Boydak ve Çalışkan, 2014). Fakat bu çalışmaların çoğu meraların ağaçlandırma sahalarına dönüştürülmesi kapsamında gerçekleşmekte olup sahaların restorasyonu dinamiklerine pek yoğunlaşmamaktadır. Bu tür kurak sahalardaki restorasyon çalışmalarında tutma başarısı yüksek olan öncü türler tercih edilerek sahanın süksesyonun ileri aşamasındaki türler açısından iyileştirilmesi de amaçlanabilir. Bu bakımdan azot bağlayan iğde ve akasya gibi türlerin kullanımı besin ihtiyacı yüksek olan süksesyonun bir ileri aşamasındaki türlerin sahaya getirilmelerini kolaylaştırabilir.

Bu amaçla benzer işlevlere sahip olan türler Tunus, Cezayir, Fas, Birleşik Arap Emirlikleri, Ürdün, Irak, Kuveyt ve İsrail gibi Akdeniz havzası ile Körfez ülkelerindeki kurak sahalarda

uzun yıllardır rüzgar perdesi oluşturma ve toprak koruma amaçlı olarak denenmektedir. (Metro 1970; Oedokoven 1970a,b,c; Kaplan ve ark., 1970).

Khamzina ve ark. (2006) Özbekistan'ın Aral Gölü havzasındaki solonçak topraklarda dikilen iğde fidanlarının ilk 2 yılda % 90'ın üzerinde bir yaşama performansı gösterdiğini belirlemiştir. Carmean (1976) ise Minnesota'da 560 mm yıllık yağışa sahip kireçtaşı üzerindeki killi topraklarda yapılan rüzgar perdesi ağaçlandırmalarında iğdenin ağaçlandırmanın 5. yılında % 50 yaşama oranına sahip olduğunu belirlemiştir. Şimdiki çalışma ile aynı bölgedeki tuzlu sodik taban arazilerde Yıldız ve ark. (2017) tarafından dikilen iğde fidanlarının ikinci yılında 1/3 'ünün kuruduğu belirlenmiştir. Yıldız ve ark. (2018b) tarafından şimdiki çalışmada içinde bulunduğu Acıpınar, İncesu ve Sazlıpınar yöresinde yapılan çalışmada ise ağaçlandırmanın 3. yılı sonunda iğdede yaklaşık % 80, dişbudak ve akasyada % 60 karaçamda ise % 30 tutma başarısı hesaplanmıştır. Semerci ve ark. (2008) tarafında Eskişehir yöresinde yapılan çalışmada yalancı akasya fidanlarının 3. yılında % 75 tutma başarısına sahip olduğu belirlenmiştir.

Şimdiki çalışmanın ilk 8-10 yılında fidanların tutma başarısı bakımından yapraklı türler ve karaçamda Yıldız ve ark. (2018b) tarafından yapılan çalışmanın 3. yılındaki tutma başarısına benzer verileri elde edilmiştir. Öner ve ark. (2015) Kızılırmak havzasına dikilen karaçam fidanlarının 11 yaşında % 60 yaşama oranına sahip olduğunu belirlemiştir. Toprak (2016) tarafından mikoriza aşılınmış karaçam fidanlarının Kütahya ve Eskişehir yörelerinde 3. yılda % 60 yaşama oranına sahip olduğunu belirlemiştir. Güner ve ark. (2008a; 2008b) tarafında yine Eskişehir yöresinde çıplak köklü dikilen karaçam fidanlarının 3. yıl sonunda yaklaşık % 90 yaşama oranına sahip olduğunu belirlemiştir. Özellikle karaçam fidanların tutma oranlarının yöreler arasında değişkenlik göstermesinin nedeninin kısmen yağış farklılığıyla açıklanabileceği düşünülmektedir. Yıllık yağış Öner ve ark.(2015) sahalarında ortalama 800 mm, Güner ve ark. (2008a; 2008b) ve Toprak (2016) sahalarında ortalama 500 mm iken şimdiki çalışma sahalarında 300 mm civarındadır.

Ağaçlandırmanın 15-17. yılından sonraki verilerde badem hariç diğer türlerin önemli bir kısmının kuruduğu belirlenmiştir. Bu dönem içinde en fazla kayıp mahlepte görülmüştür. İlk yıllarda 2/3'ü kuruyan karaçam fidanlarında ise 15-17. yıl ve sonrasındaki kayıp oranında bir yavaşlama olduğu belirlenmiştir.

Herhangi bir ekosistemde bitkilerin ayakta kalabilmesi, çevrenin değişik streslerine karşı gösterdikleri fizyolojik tepkilerine bağlıdır. Stresli ortamda bitkiler iki çeşit uyum davranışı gösterirler; strese dayanma (tolerans) veya stresten kaçınma (avoidance). Kaçınma

mekanizması bitkinin yüksek stres altında ototropik işlevlerini azaltması ve durağan (dormant) hale geçmesini sağlar (Osmond ve ark., 1987). Dayanma (tolerans) mekanizması ise az stresli ortamda bitkinin yüksek metabolik işlevini korumasına, yüksek stresli ortamda ise işlevlerini azaltmasına neden olur.

Toprakta sürekli bir kaynak bolluğu bulunmamaktadır. Kurak sahalarda toprak suyu çoğu zaman bitki büyümesi için kıt olmasına karşı yağış rejimine bağlı olarak belirli zamanlarda artmaktadır. Topraktaki kaynaklar zamanla değiştiğinden bitkiler kaynakların yararlanılabilirliği açısından iki ayrı süreçle karşı karşıyadır. Kaynağın bol ve büyümenin çoğunun gerçekleştiği *salım* dönemi (pulse periyod) ve bitki alınımları için kaynağın çok kıt ve kaynak kıtlığından dolayı ölümlerin çoğunun gerçekleştiği *salımlar arası* dönem. Verimli ortamlarda *salımlar arası* dönem göreceli olarak kısa ve seyrek. Fakat verimlilik azaldıkça *salımların* sıklığı (frekans) azalmakta ve *salınımlar arası* dönem uzamaktadır. Bu nedenle *salınımlar arası* dönem uzadıkça *salınımlar arası* süreçteki işlevler bireyler ve populasyonların sürekliliğinde daha etkili olabilmektedir. Bu bakımdan, verimsiz ortamlarda büyüme; 1- *salımlar arası*'ndaki dönemde yararlanılabilir kaynak kıtlığının bitkilerin alımından mı yoksa topraktan sızma, akma, buharlaşma vb. cansız etkenlerden mi kaynaklandığına, 2- *salım* dönemindeki yavaş büyümenin *salınımlar arası* dönemdeki yaşamayı etkileyip etkilemediğine bağlıdır. Topraktaki kaynaklar kısıtlı olduğunda, eğer bitki *salım* döneminde kaynakları hızlı bir şekilde sömürme yeteneğine sahipse diğer bitkilerin büyümesini bastırdığı gibi kendisi de bastırılmaktan kurtulur (rekabet etkisi ve tepki). Fakat bireylerin yaşam ortamında varlığını sürdürmeleri *salınımlar arası* dönemde kıt kaynaklara rağmen yaşayabilme yeteneğine bağlıdır (strese dayanıklı)(Goldberg ve Novoplansky, 1997). Grime (1979) verimsiz ortamlarda zayıf rekabetçi fakat strese çok dayanıklı bitkilerin baskın olduğunu vurgulamaktadır. Dolayısıyla türler arasındaki yaşama oranı ve büyüme performansı farklılıkları özellikle bahardaki yağış sırasında ve yaz kuraklığının yaşandığı dönemdeki bitki stratejilerinin farklılığından kaynaklanabilir. Hangi tür de hangi mekanizmanın öne çıktığını belirlemek için ilave fizyolojik çalışmalar yapılabilir.

Bu tür zor şartlara sahip arazi koşullarında kapalı bir orman yapısı beklenmemektedir. Yaşama oranlarının yıllar itibarıyla düştüğü gözlemlense de yapraklılar 3 x 3 m, karaçam ise 3 x 1.5 m aralıklarla dikildiğinden 25 yıl sonra bile en düşük tutma başarısına sahip mahlep sahalarında hektarda 200'ün üzerinde, karaçam sahalarında ise 400'ün üzerinde ağaç bulunmaktadır. Ağaçlandırma sahaları odun üretimi değil toprak koruma, rekreasyon ihtiyacını karşılama, yaban hayatına habitat oluşturma vb. ekolojik hizmetleri amacıyla oluşturulduğundan nemli bölgelere göre düşük tutma başarısına sahip görünen türlerin bile bu tür kurak sahalar için oldukça başarılı olduğu düşünülmektedir.

Karaçamın 2/ 3'ü ağaçlandırmanın ilk yıllarında kurumasına ve bu yıllarda kalan bireylerin oldukça yavaş büyümesine rağmen 15-17 ve 25-27 yıllarında en hızlı boylanan tür olmuştur. Özellikle 20-25 yıllık dönemdeki beş yıllık göreceli artım oranının diğer türlerinkinden yaklaşık % 50 daha yüksek olması ibrelilerin iletim borularının (traheid) özellikle bitki boylandıkça daha belirgin olan su kolonunun kırılmasına (cavity) karşı daha dirençli olmasından kaynaklanabilir. Bir diğer olasılık ise karaçam köklerinin toprak profinin daha alt kısımlarındaki nemli toprağa ulaşmış olmasıdır. Eğer bu olasılık doğru ise iklim değişikliğinde yüzey topraklar daha kurak olacağından taban suyunu daha iyi kullanan türlerin ileride yaşama şansı artacaktır. Zira Yılmaz (2010) 1982-2007 yılları arasında Konya ovasında yeraltı su seviyesinin yılda 0.5 metreden fazla düştüğünü belirtmektedir. Bu sorunun yanıtı için farklı yaşlardaki ağaçların kullandıkları su kaynağının araştırılması için durağan izotop (deuterium) analizi yapılabilir (Schulze ve ark., 2005).

Bütün bunlara rağmen İç Anadolu'nun taban arazilerinde yapraklılardan özellikle badem ve iğdenin ibrelilere göre daha başarılı olduğu görülmektedir. Şimdiki çalışmada örnekleme yapılan alanlar Ekecek'ten başlayıp, Ereğli'nin güneyine ve batıda Karamana kadar 6 000 km² den daha geniş bir alanı kaplamaktadır. Hasan dağı, Ekecek, Karacadağ ve Karadağ'ın dışında dağ kütlesi olmamasına rağmen geniş düzlüklerden oluşan platoda dalgalı arazi yapısı yaygındır. Bu dalgalı yapı içerisinde yazın çok daha sıcak geçen taban araziler de badem ve iğdenin daha iyi gelişim gösterdiği karaçamın ise dalgalı arazilerde, tepelik ve yamaç yerlerde daha iyi gelişim gösterdiği belirlenmiştir (Yıldız 2019). Dolayısıyla tüm platoyu birlikte değerlendiren şimdiki çalışmada karaçam için özellikle ilerleyen yaşlarda diğer türlere kıyasla iyi bir gelişim gösterdiği tespit edilse de bu sahalar içinde değişkenlik fazla olup yapılan gözlemlerde bu tür kendi içinde değerlendirildiğinde karaçamın yamaçlarda daha iyi geliştiği belirlenmiştir. Gülcü ve Çelik (2016) Karaman- Ayrancı yöresinde kurak sahalarda yaptıkları ağaçlandırma çalışmasında karaçamın 2. yıl sonundaki tutma başarısını % 43 olarak tespit etmiştir. Ertekin ve Özel (2010) tarafından yapılan araştırmada yıllık 520 mm'nin üzerinde yağış alan Çorum yöresindeki karaçam ağaçlandırmalarında beşinci yılda yaşama oranının yöreye göre önemli değişiklik göstererek % 60-90 arasında olduğunu belirlemiştir. Bu nedenle topoğrafik değişkenliklere göre de tutma ve büyüme oranında farklılıklar gösteren karaçamın taban araziler yerine dalgalı arazilerde kullanılması başarı şansını arttırabilir.

Kurak sahalara uyumundan ve tuzlu topraklara direncinden dolayı yalancı akasya İran'daki restorasyon çalışmalarında en çok tercih edilen türlerdendir. Mohski ve Lamersdorf (2011) 140 mm yağış alan Semnan, 240 mm yağış alan Karaj ve 460 mm yağış alan Sanandaj yörelerine dikilen akasya fidanlarının 31 yıl sonra sırasıyla 7.44 m, 7.75 ve 12.48 m boya ve

5.36, 7.35 ve 10.82 cm göğüs yüksekliği çapına ulaştıklarını belirlemiştir. Ertekin ve Özel (2010) tarafından yapılan araştırmada yıllık 520 mm'nin üzerinde yağış alan Çorum yöresindeki karaçam ağaçlandırmalarında beşinci yılda en fazla boy büyümesinin yaklaşık 44 cm olduğunu, kök boğazı çapının en düşük 7 en fazla 21 mm olduğu belirlenmiştir. Şimdiki çalışmada 25 yılda yapraklılardan akasya en fazla boy büyümesi yaparak yaklaşık 5 m'ye ulaşmıştır. Karaçam ise Ertekin ve Özel (2010) tarafından belirtilen değerlere yakın bir seyir izlemiş fakat ileri yaşta en fazla büyüyen tür olarak 7 m yakın boy yapmıştır. Sahalarda ölçüm yapılmamasına rağmen daha önce de ifade edildiği gibi yapraklılar uzadıkça suyun iletileceği mesafe ve miktarı artacağından bu tür kurak sahalarda su kolonun kırılması sorunuyla karşı karşıya kalma olasılığı fazladır. Hem yıllar itibarıyla yapraklı ile karaçam arasındaki boy büyüme oranının tersine dönmesi hem de yapılan gözlemlerde boylu yapraklılarda bazı sahalarda tepe kurumalarının görülmesi bu olasılığı arttırmaktadır (Şekil 5.1). Dolayısıyla bu sahalarda yapraklılarda boy büyümesinin genel olarak 7-8 m'yi geçme olasılığının zayıf olduğu düşünülmektedir.



Şekil 5.31. İç Anadolu kurak bölge ağaçlandırma sahalarında 20-25 yaş aralığındaki yapraklı türler (Karapınar)

Ağaçlandırma çalışmalarında sadece ağaç bileşenleri değil toprak değişkenleri de zamanla farklılıklar göstermektedir. Şimdiki çalışmada otlatma baskısının ortadan kalkmasıyla birlikte hem ağaçlardan dökülen hem de yer örtücülerin gelişimine bağlı olarak sahadaki ölü-örtü miktarı da artmıştır. Seçilmiş (2019) tarafından yıllık ortalama 320 mm yağış alan Nallıhan Bölgesinde 1968, 1973, 1985, 1996 ve 2002 yıllarında yapılmış karaçam ağaçlandırmalarında gerçekleştirilen çalışmada da benzer şekilde ölü-örtü miktarının ağaçlandırma yaşına paralel olarak arttığı belirlenmiştir.

Xu ve ark. (2018) tarafından Çin'in Hunan bölgesinde yapılan çalışmada restorasyonun ileri aşamasındaki ağaçlandırma sahalarında toprağın ilk 30 cm derinliğinde C miktarının % 50, toplam azot miktarının ise % 30 arttığını belirlemiştir.

Chen ve ark. (2016) tarafından Kuzey batı Çin'de 400 mm yağış alan kalker anakayasına sahip Gansu bölgesindeki step alanlarında *Picea crassifolia* ağaçlandırma sahalarının 33 ve 45 yıllık sonuçlarını değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmaya göre ağaçlandırmanın 33 ve 45. yılında toprağın ilk 70 cm derinliğindeki pH değerinin bitişikteki step sahalarinkine göre sırasıyla 0.018 ve 0.156 birim azalarak 8.546'ya düştüğü belirlenmiştir. Toprağın İlk 30 cm'sindeki organik C değeri bitişikteki step alanlarına göre ağaçlandırmanın 33. yılında % 30, 45. yılında ise % 50 artarak 45 g kg⁻¹ e yükselmiştir. Yine aynı derinlikteki toplam azot miktarı ise bitişikteki step alanlarına göre ağaçlandırmanın 33. yılında % 16, 45. yılda ise % 70 artarak yaklaşık 3.2 g kg⁻¹e yükselmiştir. Singh ve ark. (2012) Hindistan'ın Uttar Pradesh bölgesinde yapılan araştırmada tahrip görmüş sodik sahalarda 60 yıl önce *Terminalia arjuna*, *Prosopis juliflora*, *Azadirachta indica*, *Acacia auriculiformis*, *Albizia lebbbeck*, *Populus deltoides* gibi türlerle yapılan bir ağaçlandırma sahasında toprağın ilk 30 cm derinliğindeki organik karbon ve toplam azot yoğunluğunun bitişikteki kontrol olarak tutulan tahrip olmuş sodik sahalara göre sırasıyla 4 (1.35 ten 5.54'e) ve 3.7 (0.685 ten 2.53'e) kat arttığını belirlemiştir. Ayrıca toprağın pH değeri de ağaçlandırma sahasında kontrol sahalarına göre yaklaşık 0.6 birim (9.7 den 9.08'e) düşmüştür. Laik ve ark. (2009) Hindistan'ın Pusa, Bihar bölgesinde 1300 mm yıllık yağış alan sub-tropikal iklim koşullarında farklı türlerle yapılan bir ağaçlandırma sahasının 18. yılında ağaçlandırma yapılmamış açık alana göre toprağın ilk 30 cm toprak derinliğindeki organik karbon miktarında *Eucalyptus tereticornis*, *Terminalia arjuna* ve *Albizia procera* sahalarında % 143, *Pongamia pinnata* sahasında ise % 63'lük bir artış olduğunu belirlemiştir. Jeddi ve Chaieb (2012) Tunus'ta *Acacia salina* türüyle yapılan bir çalışmada ağaçlandırmanın 9 ve 19. yıllarında toprağın C ve N içeriğinin önemli miktarda arttığını belirlemiştir. İğde simbiyotik actinorhizal ilişki kurarak azot bağlayan tuzlu ve kurak sahalarda oldukça dirençli bir türdür (Dubovyk ve ark., 2016). Dolayısıyla bu tür azot bağlayan türlerin toprak azotunu arttırması beklenmektedir. DeCant (2008) yarı-kurak iklim koşullarına sahip Rio Grande River, New Mexico, USA de riparian zonda yetişen iğde ağaçlarının tepe-tacı iz düşümündeki toplam azot miktarının bitişikteki *Populus deltoides* sahalarından yaklaşık % 50 daha fazla olduğunu belirlemiştir. Parrotta (1993) tarafından Puerto Rico da 6 yaşındaki bir *Albizia lebbice* ağaçlandırma sahasında yapılan çalışmada toprağın ilk 30 cm derinliğindeki C ve N yoğunluğunun kontrol sahalarına göre sırasıyla % 1.44 ve % 0.074 ten % 1.7 ve % 0.095'e yükseldiği belirlenmiştir. Şimdiki çalışmada toprağın İlk 30 cm deki pH değerinin 25-27 yılları arasında diğer sahalara göre

0.15 birim azaldığı, organik karbon yoğunluğunun 8-10 yıl aralığından sonra yaklaşık 2.5 kat arttığı, toplam azot yoğunluğunun ise ağaçlandırmanın 15. yılından itibaren 1/3 oranında arttığı görülmektedir. Okur (2010) tarafından Karapınar yöresinde şimdiki çalışma sahalarının da içinde olduğu badem ve akasya ağaçlandırma sahalarında toprak değişkenlerine ait benzer değerleri bulmuştur. Hacisalihoglu (2018) 380 mm yıllık yağışa sahip olan Ankara-Gölbaşı civarındaki 40 yıllık karaçam ağaçlandırma sahalarında yaptığı çalışmada toprağın ilk 20 cm'sindeki organik madde miktarının bitişiğindeki kontrol sahalarına göre yaklaşık % 25 arttığını pH değerinin ise yaklaşık 0.2 birim düştüğünü belirlemiştir.

Şimdiki çalışmada azot bağlayan iğde ve akasya türlerinin etrafından yapılan örneklerde diğer örneklerle göre bir fark bulunamamıştır. Sistemin diğer havuzlarındaki miktarlar ve havuzlar arasındaki döngü dikkate alınmadan sadece belirli bir zamanda alınan toprak örneklerinden simbiyotik-N bağlanmasından toprağın azotça zenginleşip zenginleşmediğinin her zaman tespit edilemeyeceği düşünülmektedir. Örneğin önemli miktarda azot bağlanmış olsa bile yer örtücüleri tarafında alınmış veya nitrat halinde akmış olabilir. Sahalar arasında istatistiksel bir fark olmadığı için toprakların hacim ağırlığı ortalama 1.2 g cm^{-3} , iskelet oranı da yaklaşık % 25 olarak alındığında toprağın ilk 30 cm derinliğinde organik C miktarı ağaçlandırmanın 8-10 yıllık periyodundan sonra yaklaşık 2.4 kat artarak ortalama 6.4 g kg^{-1} 'a çıkmıştır. Yine aynı derinlikteki toplam N miktarı açık alanda ve ağaçlandırmanın ilk 8-10 yılında yaklaşık 0.56 g kg^{-1} iken 15-17. yıldan sonra yaklaşık % 40 artış göstermiştir. Profil boyunca her derinlik kademesindeki azot yoğunluğu birlikte değerlendirildiğinde tüm sahalarda bazında ilk 30 cm toprak derinliğinde organik karbon değeri yaklaşık 3.75 g kg^{-1} olarak hesaplanmıştır. Organik C miktarı 30 cm den sonra yaklaşık 1/3 oranında azalmıştır. Toplam azot miktarının ilk 30 cm toprak derinliğinde yaklaşık 0.65 g kg^{-1} olduğu, 30-90 cm derinliğinde bu değer yaklaşık % 30, 90-120 cm toprak derinliğinde ise yaklaşık % 50 azaldığı belirlenmiştir.

Constance ve Brubaker (2006) farklı ekosistemlerden elde edilen sediment analizlerine dayanarak Dünyada farklı jeolojik zamanlarda ortaya çıkan iklim değişiklikleri nedeniyle bitki toplumlarının kompozisyonlarının da değişime uğradığını belirtmektedir. Bitki toplumlarının hareketi dağ yamaçlarında yükseltiyi takip etmiş, düzlük arazilerde ise enlemler boyunca olmuştur. Constance ve Brubaker (2006) göre kaynak gradyanlarının olduğu habitat çeşitliliğine sahip arazilerde türlerin iklim değişikliğine tepkisi ilk önce dar bir coğrafik alanda daha küçük popülasyon dalgalanmaları şeklinde kendini göstermektedir. Dolayısıyla farklı mikro iklim ve topoğrafik özelliklere sahip arazilerde ağaçlandırma çalışmalarının hem coğrafi koşullar bakımından hem de kullanılan tür bakımından çeşitlendirilerek artırılmasının iklim değişikliği senaryolarına karşı türlerin başarı olasılığını arttıracakı düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yöredeki yağış, sıcaklık ve toprak özellikleri mekânsal ve zamansal (aylık ve yıllık) değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla yöredeki türlerin ağaçlandırma başarısında rekabetten çok iklim koşullarının belirleyici olduğu düşünülmektedir. Ağaçlandırma sahalarında başlangıçta yer örtücülerle belirli bir rekabet olabilir fakat Mayıs sonu üst toprağın kurumaya başlaması ile yer örtücülerin önemli bir kısmının Haziran ortasında kuruduğu belirlenmiştir. Tepe çatısının kapanmamasından dolayı ağaçlandırma sahalarında tür içi rekabetin de meşcere dinamiğine etkisinin önemli olmadığı düşünülmektedir.

Tüm sahalar korunmaya alındıktan sonra ağaçlandırmanın yaşına bağlı olarak sahada ölü-örtü birikimin olduğu, ölü-örtü birikiminde türler arası önemli bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla sadece koruma bile sahada yer örtücülerden kaynaklanan ölü-örtü miktarının artması için yeterlidir.

İlk 30 cm toprak derinliğindeki karbon ve azot miktarının ağaçlandırmanın yaşına bağlı olarak arttığı görülmektedir. Çalışmada azot bağlayan türlerin toprağa katkısının olup olmadığı belirlenememiştir. Sahalarda yer örtücüler tüm alanı kapattığından ekosistemin besin miktarının önemli bir kısmının bu bileşende olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla sadece topraktaki besin miktarının karşılaştırmasının sistemdeki besin dinamiğini anlamda yeterli olmadığı görülmüştür. Bu tür sızdıran ekosistemlerde topraktan kayıpların ve ekosistemin, toprak, ölü-örtü, ağaç, çalı ve yer örtücü bileşenlerindeki havuzlarda bulunan besin miktarların belirlenerek sahaların karşılaştırmasının daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Dolayısıyla ileriki çalışmalarda sistemden besin kaybı ile besinlerin ekosistem bileşenlerine dağılımının belirlenmesi toplam besin döngüsü ve dinamiğinin anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Bütün türlerdeki yaşama ve büyüme oranlarının bu tür zor koşullarda oldukça başarılı olduğu düşünüldüğünden toprağın farklı katmanlarını tüketim bölgesi olarak kullanan ve hem toprak altı hem toprak üstü biyolojik çeşitliliği arttıracak şekilde farklı ağaç, çalı ve otsu türlerin kullanılmasının, habitat çeşitliliği, ekosistem hizmetler ve iklim değişikliğine uyum stratejileri açısından seçenekleri arttıracakı düşünülmektedir.

Tüm sahalarda toprağın C ve N yoğunluğunun belirli oranda artmaya başlamasıyla toprak verimliliği açısından restorasyonun başladığı görülmektedir.

Yer örtücüler tam olarak alanı kaplamış olsa da tür bileşiminin belirlenerek, uzun zamandır bölgedeki tahripler sonucu yok olan örneğin azot bağlayan türlerin kolonizasyonun

arttırılmasının bu tür düşük toprak KDK'sına sahip sızdıran ekosistemlerin restorasyon sürecine katkı yapacağı ve ekolojik rotasyonunu kısaltacağı düşünülmektedir.

Sahalarda ağaçlandırmanın yaşına paralel olarak ölü-örtü birikimi olmasına rağmen toprağın KDK' sında bir değişim tespit edilememiştir. Topraktaki organik maddenin artması ile pH'a bağlı KDK oranının artması beklenirken bu trendin gözlenememesinin nedeni çok değişkenlik gösteren bu tür sahalarda örnek sayılarının yetersiz olmasından kaynaklanabilir. Bu nedenle elde edilen analiz sonuçlarındaki değişkenlikler göz önünde bulundurularak yeni örnek sayısının hesaplanıp bu sahalarda daha yoğun örnekleme ile yeni bir çalışma yapılabilir.

KAYNAKLAR

- Abalı, İ., Taysun, A., Doğan, O., Sönmez, O. ve Çanga, M. 1986. Orta Anadolu bölgesinde rüzgar Erozyonu Oluşumu ve Alınacak Önlemler rehberi. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Genel yayın no:54, rehber no:9, Ankara.
- Anonim. 1986. Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları (1985-1986). T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi. Ankara.
- Anonim. 1987. Ağaçlandırma ve Silvikültür Çalışmaları (1986-1987). T.C. Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi. Ankara.
- Anonim. 2015. Çölleşme ile Mücadele Ulusal Stratejisi ve Eylem planı (205-2023). T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Atalay İ. 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Meta Basımevi, İzmir, Turkey.
- Avağ, A., Şimşek, U., Uzun, M., Özgöz, M.M., Aksakal, E., Dumlu, S., Kara, A., Çakal, Ş., Yavuz, T., Sürmen, M., Yıldız, H., Mermer, A., Koç, A., Gökkuş, A., Hatipoğlu, R., Ünal, E., Urla, Ö., Aydoğdu, M., Torunlar, H., Dedeoğlu, F., Özaydın, K.A., Aydoğmuş, O., Tuğaç, M.G., Ünal, S., Mutlu, Z., Palta, Ç., Çarkacı, D.A., Karadavut, U., Yıldırım, T., Aksoyak, Ş., Tezel, M., Aygün, C., Sever, A.L., Erdoğan, İ., Kara, İ., Atalay, A., Avcı, M., Çınar, S., İnal, I., Yücel, C., Cebel, H., Bozkurt, M., Keçeci, M., Başkan, O. 2011. Meralarımıza genel bir bakış " Ulusal Mera Kullanım ve Yönetim Projesi". Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık, Ürgüp, Nevşehir, 114-123.
- Bağcı, Y., Dural, H. 1997. Karapınar Erozyon Bölgesi'nin Vejetasyonu Üzerine Karşılaştırmalı Araştırma. S.Ü. Fen Edebiyat Fakültesi Dergisi. 14, D-6, 54-67.
- Bağcı, Y., Akay, A., Dural, H. 1997. Konya Karapınar Bölgesi vejetasyonu ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. S.Ü.Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi 14, 68-75.
- Başaran, M., Özcan, A.U., Uzun, O., Gharahassanlouf, A.N., Deviren, S.S., Youssef, F., Erpul, G. 2011. Rüzgar erozyonu arzi ölçümleri ve parsel ölçeğinde toprak kayıplarının belirlenmesi: Karapınar örnek çalışması. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir, 242-252.
- Birand, H. 1970. Die Verwüstung der Artemisia Steppe bei Karapınar Zentralanatolien. *Vegetatio*, V20, 21-47.
- Boydak, M., Çalışkan, S. 2014. Ağaçlandırma. Ankara: CTA. Tanıtım Rek. Hiz. Org. Basın Yayın Bil.San. ve Tic Ltd. Sti.
- Brady, N.C., Weil R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils(Twelfth Edition). New Jersey : Prentice Hall.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen – Total. In: Sparks, D.L. (Eds.) Methods of Soil Analysis – Part 3 - Chemical Methods. Wisconsin: Soil Science Society of America, American Society of Agronomy, Madison, 1085-1121.
- Cao, S., Chen, L., Shankman, D., Wang, C., Wang, X., Zhang, H. 2011. Excessive reliance on afforestation in China's arid and semi-arid regions: Lessons in ecological restoration. *Earth-Science Reviews*, 104, 240-245.
- Carmean, W.H. 1976. Soil conditions affect growth of hardwoods in shelterbelts. Research Note-204. USDA Forest Service.
- Ceylan, A., Akgündüz, S., Demirörs, Z., Erkan, A., Çınar, S ve Özevren. 2009. I. Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu, 16-18 Haziran, Konya.
- Cortina, J., Amat, B., Castillo, V., Fuentes, D., Maestre, F.T., Padilla, F.M., Rojo, L. 2011. The restoration of vegetation cover in the semi-arid Iberian southeast. *Journal of Arid Environments* 75, 1377-1384.
- Çepel, N. 1966. Orman Yetiştirme Muhiti Tanımının Pratik Esasları ve Orman Yetiştirme Muhiti Haritacılığı. Kutulmuş Matbaası, İstanbul.

- Chen, L., -F., He, Z., -B., Zhu, X., Du, J., , Yang, J., -J. and Li, J. 2016. Impacts of afforestation on plant diversity, soil properties, and soil organic carbon storage in a semi-arid grassland of northwestern China. *Catena*, 147, 300–307
- Constance I. Millar, C.I. and Brubaker, L.B. 2006. Climate Change and Paleoecology: New Contexts for Restoration Ecology. In *Foundations of Restoration Ecology*. Edited by Donald A. Falk, Margaret A. Palmer, and Joy B. Zedler. London: Islandpress.
- DeCant, J.P. 2008. Russian olive, *Elaeagnus angustifolia*, alters patterns in soil nitrogen pools along the Rio Grande River, New Mexico, USA. *Wetlands*, 28,896.
- Doğan, O. 2011. Çölleşme Nedir? Nasıl mücadele edilir. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir, 262-268.
- Dregne H.E. 1976. Soils of arid regions. *Developments in soil science* 6. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Dubovyk, O., Menz, G. Khanzina, A. 2016. Land suitability assessment for afforestation with *Elaeagnus angustifolia* L. in degraded agricultural areas of the lower Amudarya River Basin. *Land degradation and development*, 27(8), 1831-1839.
- Ertekin, M. ve Özel, H.B. 2010. Çorum Yöresi Erozyonla Mücadele Kapsamında Yapılan Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Ağaçlandırmaları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 12,18, 77-85.
- Fanning, D.S., Fanning, M.C.B. 1989. Soil morphology, genesis and classification, New York : John Wiley and Sons.
- Fırıncioğlu, H.K. 2011. Türkiye'nin Kurak ve Yarıkurak Bölgelerinde Sürdürülebilir Mera Yönetimi. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir, 453-467.
- Gee, G.W., Bauder, J.W., 1986. Particle-size analysis. In: Knute A. (ed.) *Methods of soil analysis. Part 1 – Physical and mineralogical analysis*. 2nd ed. Wisconsin: American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, 383–411.
- Genç, M. 2004. Silvikültürün temel esasları. SDÜ Orman Fakültesi Yayın No: 44, Isparta.
- Geven, F., Adıgüzel, N., Vural, M. 2010. İç Anadolu'dan (Ereğli-Karaman) *Onobrychido armeni-Thymetalia leucostomi* Akman, Ketenoğlu, Quezel 1985 ordosu için yeni bir alians. *Ekoloji* 19,74, 89-101.
- Goldberg, D.E. and Novoplansky, A. 1997. On the Relative Importance of Competition in Unproductive Environments. *Journal of Ecology*, 85, 409-418.
- Grime, J.P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. London: John Walley.
- Gülcü, S. ve Çelik, İ. 2016. Kurak ve yarı kurak alan ağaçlandırmalarında değişik makineli arazi hazırlığı yöntemlerinin dikim başarısı üzerine etkileri. *Türkiye Ormancılık Dergisi*. 17,1, 12-19.
- Güner, Ş. T., Çömez, A., Karataş, R., Genç, M. 2008a. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe)'nda Yetiştirme Sıklığının Bazı Morfolojik ve Fizyolojik Fidan Özellikleri ile Dikim Başarısına Etkisi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No: 325, Müdürlük Yayın No: 1, 55.
- Güner, Ş.T., Karataş, R., Genç, M. 2008b. Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold. ssp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Ulusal Islah Zonlamasının Orijin Performansı ve Yetiştirme Ortamı Özellikleri Bağlamında İrdelenmesi: Kütahya-Tavşanlı-Göbel Ağaçlandırma Alanı Örneği, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü Yayını, Bakanlık Yayın No: 347, Müdürlük Yayın No: 2, 44.
- Hacisalihoglu, S. 2018. Semi-Arid Plantation by Anatolian Black Pine and Its Effects on Soil Erosion and Soil Properties. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 6,4, 500-507.
- Homer-Dixon T.F. (1991). "On the Threshold: Environmental Changes as a Cause of Acute Conflict," *International Security*, 16, 76-116.
- Homer-Dixon, T. F. (1994). "Environmental Scarcities and Violent Conflicts: Evidence from Cases," *International Security*, 9,1, 5-40.

- Jeddi, K., Chaieb, M. 2012. Restoring degraded arid Mediterranean areas with exotic tree species: influence of an age sequence of *Acacia salicina* on soil and vegetation dynamics, *Flora*, 207, 693-700.
- Kaplan, J., Karschen, R., Kolar, M. 1970. Israel. In: Kaul R.N., Junk N.V. Dr. W. (eds.) *Afforestation in arid zones*. The Hague.
- Kapur, S., Akça, E., Özden, D.M., Sakarya, N., Çimrin, K.M., Alagöz, U., Ulusoy, R., Darıcı, C., Kaya, Z., Düzenli, S., Gülcan, H. 2002. In: Jones R.J.A., Montanarella L. (eds.) *The JRC enlargement action. Land degradation*. 5-6 December, Ispra, Italy.
- Khamzina, A., Lamers, J. P. A., Worbes, M., Botman, E. and Vlek, P. L. G. 2006. Assessing the potential of trees for afforestation of degraded landscapes in the Aral Sea Basin of Uzbekistan. *Agroforestry Systems*, 66, 129-141.
- Khan, M.H. 1976. Ecological and physiobiological studies at Konya, Karapınar, Çumra with special attention to wind erosion area, "Doktora Tezi", Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Köy Hizmetleri, Genel Müdürlüğü. 2005. Türkiye genel jeoloji atlası. Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar.
- Kurt, L. 2000. Aksaray-Nevşehir ve Şereflikoçhisar arası step vejetasyonunun sinekolojik yönden araştırılması. *Fırat Üniv. Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 12, 51-59.
- Kurt, L., Tuğ, G.N., Ketenoğlu, O. 2006. Synoptic View of the Steppe Vegetation of Central Anatolia (Turkey). *Asian Journal of Plant Sciences*, 5, 733-739.
- Kürschner, H., Parolly, G. 2012. The Central Anatolian Steppe. In: Werger MJA, van Staalduinen MA (eds) *Eurasian Steppes. Ecological problems and livelihoods in a changing world*. Springer, Dordrecht, 149-171.
- Laik, R., Kumar, K., Das, D.K. and Chaturvedi, O.P. 2009. Labile soil organic matter pools in calcioriented after 18 years of afforestation by different plantations. *Applied Soil Ecology*, 42, 71-78.
- McAlpine, C., Catterall, C.p., Nally, R.M., Lindenmayer, D., Reid, J.L. Holl, K.D., Bennett, A.F., Runtz, R.K., Wilson, K., Hobbs, R.J., Seabrook, L., Cunningham, S., Moilanen, A., Maron, M., Shoo, L., Lunt, I., Vesk, P., Rumpff, L., Martin, T.G., Thomson, J., Possingham, H. 2016. Integrating plant- and animal- based perspectives for more effective restoration of biodiversity *Frontiers in Ecology and the Environment* 14, 37-45.
- Metro, A. 1970. The maghreb of Africa North of Sahara. In *Afforestation in Arid Zones*. Edited by R.N. Kaul. Dr. W. The Hague: Junk N.V. Publisher.
- Mische, Patricia M. 2004. "Ecological Security: New Challenges for Human Learning," in Anita L. Wenden (Ed.), *Education for a Culture of Social and Ecological Peace*. Albany, N.Y.: State University of New York Press, 31-52.
- Mohski, A. and Lamersdorf, N.P. 2011. Growth and Nutrient Status of Introduced Black Locust (*Robinia pseudoacacia* L.) Afforestation in Arid and Semi Arid Areas of Iran. *Research Journal Of Environmental Sciences*, 5, 3, 259-268.
- Nelson D.W., Sommers L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In *Methods of soil analysis - Part 3 – Chemical methods*, pp. 961-1010. Eds D L Sparks et al. Madison, Wisconsin, USA: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy.
- Oedekoven, K. H. 1970a. Iraq. In: Kaul R.N., Junk Dr. W. N.V.(eds.) *Afforestation in arid zones*. The Hague.
- Oedekoven, K. H. 1970b. Jordan. Israel. In: Kaul R.N., Junk Dr. W. N.V.(eds.) *Afforestation in arid zones*. The Hague.
- Oedekoven, K. H. 1970c. United Arab Republic. Israel. In: Kaul R.N., Junk Dr. W. N.V.(eds.) *Afforestation in arid zones*. The Hague of the common plantation species (Black pine and Taurus cedar) on arid and semiarid sites in Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 24, 9a, 2906 – 2915.
- Okur, O. 2010. Karapınar (Konya) Tarihsel Çölleşme Alanı Topraklarının Uzun Süreçte Badem-akasya Altındaki Kalite Değişimleri, "Yüksek Lisans Tezi", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Arkeometri Anabilim Dalı, Adana.

- Osmond, C.B., Austin, M.P., Berry, J.A., Billings, W.D., Boyer, J.S., Dcey, J.W.H., Nobel, P.S., Smith, S.D. and Winner, W.E. 1987. Stress Physiology and the Distribution of Plants. *BioScience*, 37, 1, 38-47.
- Öner, N., Erşahin, S., Ayan, S. ve Özel, H.B. 2016. İç Anadolu'da Yarıkurak Alanların Rehabilitasyonu. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 2, 1-2, 32-44.
- Öner, N., Kondur, Y., Simsek, Z. and Aslan, S. 2015. 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*, 24, 9A, 2906-2915.
- Özyuvacı N. 1999. Meteoroloji ve klimatoloji. İstanbul: İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No. 460.
- Palta, Ç., Çarkacı, D.A., Okur, O. ve Gönülal, E. 2011. Sürdürülebilir Arazi Yönetimi: Karapınar Örneği. Kurak ve Yarıkurak Alan Yönetimi Çalıştayı, 5-8 Aralık 2011, Ürgüp, Nevşehir, 396-403.
- Parrotta, J.A. 1993. Assisted recovery of degraded tropical lands: Plantation forests and ecosystem stability. In *Soil biota, nutrient cycling and farming systems*. Eds. David, C. Coleman, Wilhelm Foissner., Florida: M.G. Paoletti. Lewis Publishers.
- Sarıyıldız, T. ve Ayan, S. 2010. Çölleşme sürecinde toprak özelliklerinin analizi. Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu. 17-18 Haziran, Çorum, 528-535.
- SAS Institute Inc. 1996. SAS/STAT users guide, version 6.12. SAS Institute, Cary, North Carolina.
- Schulze, E.-D., Beck, E., Müller-Hohenstein, K. 2005. *Plant Ecology*, Berlin: Springer.
- Seçilmiş, A. 2019. İç Anadolu Bölgesinde Farklı Yaşlardaki Karaçam Ağaçlandırma sahalarında Toprak ve Bitkideki Bazı Besin Elementleri Oranlarının Yıllara Göre Değişimi, "Yüksek Lisans Tezi", Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce.
- Semerci, A., Güner, Ş.T., Çömez, A., Çelik, N., Karataş, R., Koray, E.Ş., Genç, M., Tuncer, E. ve Güner, D. 2008. Yetiştirme sıklığının yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) fidanlarının bazı morfolojik ve fizyolojik özellikleri ile dikim başarısına etkileri: Eskişehir örneği. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten No: 285.
- Singh, K., Pandey, V. C., Singh, B. and Singh, R. R. 2012. Ecological restoration of degraded sodic lands through afforestation and cropping. *Ecological Engineering*. 17, 2, 182-190.
- Sumner, M.E, Miller, W.P. 1996. Cation Exchange Capacity and Exchange Coefficients. In: Sparks DL et al (eds) *Methods of Soil Analysis - Part 3 - Chemical Methods* Madison. Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 1201-1229.
- Şimşekli, N. 2012. Karapınar Rüzgâr Erozyonunu Önleme Alanının Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Planının Geleneksel Yapının Perspektifinde Geliştirilmesi, "Yüksek Lisans Tezi", Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Tavşanoğlu, F. 1976. Türkiye'de Rüzgâr Erozyonunun Kapsamı, Rüzgar Erozyonuna Karşı Mücadele, Örnek: İç Anadolu Konya Karapınar'da Rüzgar Erozyonu ile Mücadele. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A5, 65-84.
- The Economist (2000). Preventing Conflicts in the Next Century, *The World in 2000*, 51-52.
- Thomas, G. W. 1996. Soil pH and Soil Acidity. In *Methods of Soil Analysis - Part 3 - Chemical Methods* Eds. Sparks, D.L. et al. Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, 475-490.
- Thirgood, J.V. 1981. *Man and Mediterranean Forest. A history of Resource Depletion*. New York: Academic Press,.
- T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası. 1995. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni.
- Toprak, B. 2016. Ekto- ve arbusküler mikoriza aşılannmış karaçam (*Pinus nigra*), Toros sediri (*Cedrus libani*) ve saçlı meşe (*Qercus cerris*) fidanlarının İç Anadolu'nun yarı kurak sahalarındaki ağaçlandırma başarısı, "Doktora tezi", Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce.

- Tunçdilek N. 1987. Geoekoloji'nin Temel İlkeleri, Doğal Bölgeler. [Principles of Geoecology]. İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü. İstanbul: Edebiyat Fakültesi Basımevi.
- Walter, H., Breckle, S.W. 1985. Ecological systems of the geobiosphere. Ecological principles in global perspective, Berlin: Springer.
- Whisenant, S.G. 1993. Landscape Dynamics and Arid Land Restoration. Proceedings: Wildland Shrub and Aridland Restoration Symposium; October 19-21; Las Vegas, NV, 26-34.
- World Commission on Environment and Development (1987). Our Common Future. Oxford: Oxford University Press.
- Xu, C., Xiang, W., Gou, M., Chen, L., Lei, P., Fang, X., Deng, X. and Ouyang, S. 2018. Effects of Forest Restoration on Soil Carbon, Nitrogen, Phosphorus, and Their Stoichiometry in Hunan, Southern China. Sustainability, 10, 1874.
- Yıldız, O., Cromack, K Jr., Radosevich, S.R., Martinez-Ghersa, M.A., Baham, J.E., 2011. Comparison of 5th- and 14th-year Douglas-fir and understory vegetation responses to selective vegetation removal. Forest Ecology and Management, 262, 586–597.
- Yıldız, O., E. Altundağ, B. Çetin, Ş. T. Güner, İ. Gursoy, M. Sargıncı, B. Toprak, Mutlu, Ö. 2014. Preliminary results of experimental arid land afforestation in the Central Anatolia region of Turkey. Abstract Book, Samarkand, Uzbekistan, 2nd International Conference on Arid Lands Studies / Innovations for sustainability and food security in arid and semiarid lands, 168.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sargıncı, M., Toprak, B., Mutlu, Ö. 2015a. Early results of experimental aridland afforestation in the central Anatolian region of Turkey. XXXVI CIOSTA & CIGR Section V Conference: Environmentally Friendly Agriculture and Forestry for Future Generations. St. Petersburg, Russia, 438-440.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sargıncı, M., Altınay, B., Toprak, B., Mutlu, Ö. 2015b. Effects of gypsum and sulfur as soil amendments on afforestation success in inland part of Anatolia: early results. Int. Conf. Applied Ecology: Problems, Innovations 7-10 May 2015, Tiflis-Batum, Georgia, 155.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sargıncı, M., Toprak, B. 2017. Afforestation restoration of saline-sodic soil in the Central Anatolian Region of Turkey using gypsum and sulfur. Silva Fennica. 51, 1B, 1579, 1-17.
- Yıldız, O. 2018a. İç Anadolu'nun Kurak Sahalarında Kurulan Ağaçlandırma Sahalarının Toprak Özellikleri. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar Kongresi, 18-19 Ekim, Girne KKTC, 420-428.
- Yıldız, O., Altundağ, E., Çetin, B., Güner, Ş.T., Sargıncı, M., Toprak, B. 2018b. Experimental arid land afforestation in Central Anatolia, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 190, 355.
- Yıldız, O. 2019. Dryland Afforestation Practices in Central Anatolia. International Conference on Climate Change and Forestry. 13-14 Kasım, Antalya, 171-176.
- Yılmaz, M. 2010. Karapınar Çevresinde Yeraltı Suyu Seviye Değişimlerinin Yaratmış Olduğu Çevre Sorunları. Ankara Üniversitesi Çevrebilimleri Dergisi, 2, 2, 145-163.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Prof. Dr. OKTAY YILDIZ
Proje No:	118O091
Proje Başlığı:	Tuz Gölü-Konya Havzasında Bulunan Ağaçlandırma Sahalarında Ağaç Türlerinin Başarı Oranları ile Toprak Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimin Belirlenmesi
Proje Türü:	Uluslararası
Proje Süresi:	30
Araştırmacılar:	BİLAL ÇETİN, MURAT SARGINCI, DERYA EŞEN, BÜLENT TOPRAK
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	DÜZCE Ü. ORMAN F. ORMAN MÜHENDİSLİĞİ B.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	15/07/2018 - 15/01/2021
Onaylanan Bütçe:	448500.0
Harcanan Bütçe:	337391.98
Öz:	Çalışmanın amacı; İç Anadolu kurak sahalarında yapılan ağaçlandırma çalışmalarının uzun vadede ekosistem restorasyonuna katkısını belirlemektir. Çalışma için Tuz Gölü-Konya havzasında bulunan farklı yaşlardaki (karaçam (Pinus nigra), ığde (Elaeagnus angustifolia), badem (Amygdalus communis), yalancı akasya (Robinia pseudoacacia), dişbudak (Fraxinus angustifolia) ve mahlep (Prunus mahaleb) ağaçlandırma sahalarından örneklemeler yapılmıştır. Örneklem alanlarında ağaçların türü, yaşama oranları, boy ve çap değerleri, son beş yıllık boy artımları kaydedilmiştir. Ayrıca sahalarda önce ölü-örtü örnekleme yapılmış daha sonra sahayı temsil edecek toprak profilleri kazılmış hem profilden hem de tüm örnekleme sahalarından belirli noktalarda ilk 30 cm derinlikten 2 set toprak örnekleri alınmıştır. Toprak örneklerinde hacim ağırlığı, tekstür, kireç içeriği, pH, tuzluluk, KDK, C ve N analizleri yapılmıştır. Veriler blok desenine göre analiz edilmiştir. Toprak analizleri için ağaçlandırma sahasının dışındaki kontrol değerleri co-variance olarak kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ağaçlandırmanın ilk 8-10 yılında karaçam fidanlarının yaklaşık 2/3 ü ölmüştür. Badem ve mahlep fidanlarında ise kayıp oranı yaklaşık % 20'dir. Ağaçlandırmanın 25-27. yılında ise badem 1/3'ünü, ığde 2/3'ünü kaybetmiş, diğer türlerin ise başlangıçtaki bireylerinin yaklaşık % 80'i kurumuştur. Karaçam son 10 ile 25 yaşa aralığında yaklaşık 11 kat boy artımı yaparak 6.5 metrenin üstünde boya ulaşmıştır. Aynı dönemde akasyada boy artımı 2.8, bademde 2.6, dişbudakta 2.5 kat olurken en az boy artışı 1.7 katla mahlepte görülmüştür. Tüm türlerin verileri topluca değerlendirildiğinde ağaçlandırmanın ilk 8-10 yılında açık alana göre sahadaki ölü-örtü miktarı 3 kat, 15-17. yılında 5 kat ve 25-27 yılında ise yaklaşık 8 kat artmıştır. Her yaş ağalığındaki tüm türlere ait veriler birlikte değerlendirildiğinde ağaçlandırmanın 15-17. yılından itibaren ilk 30 cm toprak derinliğindeki N yoğunluğunun açık alana göre yaklaşık 1/3 oranında arttığı görülmektedir. İlk 30 cm deki pH değerinin ise 25-27 yılları arasında diğer sahalara göre 0.15 birim azaldığı görülmektedir. Veriler tüm sahalarda toprak verimliliğinde restorasyonun başladığı göstermektedir.
Anahtar Kelimeler:	Kurak saha, Restorasyon, Ağaçlandırma, İç Anadolu, İklim değişikliği
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Evet
Projeden Yapılan Yayınlar:	1- İç Anadolu'nun kurak sahalarında kurulan ağaçlandırma sahalarının toprak özellikleri (Bildiri - Uluslararası Bildiri - Sözlü Sunum),