

Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi

Determining the nutrient stocks in black pine plantation areas in Turkey

Dilek GÜNER¹
Kürşad ÖZKAN²

¹ Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları
Enstitüsü Müdürlüğü, ESKİŞEHİR

² Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,
Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği
Bölümü, ISPARTA

Sorumlu yazar (Corresponding author)

Dilek GÜNER
dilekguner@ogm.gov.tr

Geliş tarihi (Received)

11.04.2019

Kabul Tarihi (Accepted)

14.06.2019

Atıf (To cite this article): Güner, D., Özkan, K. (2019). Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi. Ormanlık Araştırma Dergisi, 6 (2), 192-207
DOI: <https://doi.org/10.17568/ogmoad.552340>



Creative Commons Atıf -
Türetilemez 4.0 Uluslararası
Lisansı ile lisanslanmıştır.

Öz

Bu çalışma, karaçam ağaçlandırma alanlarındaki besin stoklarını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Örneklemeler verim sınıfı, gelişim çağı ve kapalılık bakımından farklılık gösteren toplam 46 alanda yapılmıştır. Laboratuvarında, araziden alınan toprak, ölü örtü, diri örtü ve ağaç bileşenlerine ait örneklerde N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu analizleri yapılmıştır. Ekosistemin farklı bileşenlerine ait besin yoğunluklarının (% ppm) ve besin stoklarının (kg/ha) meşcere tiplerine göre değişimi varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları, genel olarak meşcere yaşına bağlı olarak azalmıştır. N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeyde bulunmuştur. Makro besin elementleri ağaçlarda en fazla ibre ve kabukta depolanmaktadır. Karaçam ağaçlandırma alanlarında, S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Kükürt stoğu c meşcerelerinde ($d_{1,3m}=20,0-35,9$ cm) ağaçlarda (58,9 kg/ha), Fe stoğu ise b ($d_{1,3m}=8,0-19,9$ cm) ve c meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Fe stoğunun önemli bileşeni olması sebebiyle ölü örtünün korunmasına önem verilmelidir. Besin kaybını en az düzeye indirmek amacıyla ekonomik değeri olmayan ibre, kuru dal, kabuk ve kökün ormanda bırakılmasına azami özen gösterilmelidir.

Anahtar Kelimeler: *Pinus nigra*, ekosistem, besin maddesi, aralama

Abstract

This study was carried out to determine nutrient stocks in black pine plantations. Samplings were done in 46 plots differing in yield class, development stages and canopy closure. N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn and Cu analyses were performed in soil, forest floor, ground cover and tree component samples. Changes in nutrient concentrations (% ppm) and stocks (kg/ha) data belonging to various ecosystem compartments were evaluated by using analysis of variance. Nutrient concentration in tree components decreased with stand age. The highest N, P, K, Mg, S, Zn and Mn concentrations were found in needle. The highest Na and Fe concentrations were measured in dead branch while dead wood and bark included the highest Ca concentration. It was concluded that macro nutrients were notably stored in needle and bark. Whereas a substantial part of total nutrient stock were found in soil, except for S and Fe. S stock were found the highest in trees in development stage c (dbh=20.0-35.9 cm, 58.9 kg/ha) while Fe stock in forest floor in development stage b (dbh=8.0-19.9 cm) and c. Forest floor should be retained in the forest because of the fact that it is a notable resource of Fe stock. Special care should be paid to leave the needles, dead branches, barks and roots following the logging to prevent loss of nutrients as much as possible.

Keywords: *Pinus nigra*, ecosystem, nutrient, thinning

1. Giriş

Türkiye'nin orman varlığı 22.342.935 hektar olup, bu alanın %19'unu (4.244.921 ha) karaçam (*Pinus nigra* subsp. *pallasina* (Lamb.) Holmboe) oluşturmaktadır (OGM, 2015). Karaçam Türkiye'de 165-2150 metrelerde saf veya meşe, göknar, çam ve ardıç gibi cinslerle karışık olarak; Marmara, Karadeniz, Ege, Akdeniz, İç Anadolu Bölgeleri ile Yukarı Fırat Bölümü'nde bulunmaktadır (Kandemir ve Mataracı, 2018). Karaçam, stebe en çok sokulan türlerden olması, toprak istekleri bakımından kanaatkar olması, sıcak ve kurağa dayanıklı olduğu gibi kış soğuklarına da dayanıklı olması (Saatçioğlu, 1969) sebebiyle, ağaçlandırma çalışmalarında en çok kullanılan türlerden biri olmuştur.

Dolayısıyla karaçam ağaçlandırma alanlarında ekosistemin farklı bileşenlerinde (toprak, ölü örtü, diri örtü, ibre, dal, gövde kabuğu, kök ve gövde odunu) depolanan besin stoklarının belirlenmesi ve bu stokların orman ekosistemine yapılacak müdahalelerden ne oranda etkileneceğinin ortaya konulması önem arz etmektedir. Besin maddesi rezervlerindeki azalma, özellikle ikinci nesil ağaçlandırma çalışmalarının başarısını olumsuz yönde etkileyip, orman ekosistemini zayıflatabileceği gibi, uzun vadede toprak karbonu stoğunu da etkileyebilecektir.

Ormanlardan çeşitli uygulamalar sonucu ağacın odunu, kabuğu, dalı, kökü ve hatta ibresi çıkartılmakta, ölü örtü de toplanmaktadır. Söz konusu uygulamaların orman ekosistemindeki mevcut besin stoklarına olan etkilerinin belirlenmesi, sürdürülebilir orman yönetiminin sağlanması bakımından oldukça önemlidir.

Günümüzde, enerji temininde, fosil yakıtlar yerine yenilenebilir biyokütle (biyoenerji) kullanımı tercih edilmekte olup, bu amaçla ormanlardan sıklıkla faydalanılmaktadır. Avrupa topluluğunda, özellikle de Kuzey-Baltık ülkelerinde ormanlardan elde edilen yakıtın kullanımı, sürekli artmaktadır (EFC, 2010). Ayrıca biyokütlenin yenilenebilir olması, enerji sağlama güvenliğini de arttırmakta ve ithal edilen fosil yakıtlara olan bağımlılığı azalttığı için tercih edilmektedir. Ormanlar, enerji üretimi için önemli miktarda biyokütle yakıtı sağlayabilen rezervlere sahiptir (Kairiükštis ve Jaskelvičius, 2003). Ormanlardan biyoenerji amaçlı faydalanılması da orman ekosistemindeki besin stoklarını etkileyen uygulamalardır. Biyoenerji ve faydalanma amaçlı ormanlara yapılacak müdahaleler, ormanların devamlılığını tehlikeye atmamalıdır.

Farklı ülkelerdeki orman ekosistemlerinde besin stoklarının bütün bileşenleriyle (toprak altı ve

toprak üstü bitkisel kütle, ölü örtü, toprak) araştırıldığı birçok çalışma bulunmasına rağmen, Türkiye'de söz konusu bileşenlerin tamamını içeren çalışma sayısı sınırlıdır. Türkiye'deki çalışmalar daha çok, lokal alanlarda ve belirli bileşenlere yöneliktir (Irmak ve Çepel, 1969; Kantarcı, 1979; Kantarcı, 1980; Dünder, 1989; Sevgi ve ark., 2001; Güner, 2006; Çepel ve ark., 1988; Tecimen ve ark., 2001; Tolunay, 2003; Tolunay, 2011). Bununla birlikte Isparta Orman Bölge Müdürlüğü doğal kızılçam ormanlarında gençlik, sıklık, aralama ve tensil çağındaki meşcerelerde kesim artıklarının meşcereden uzaklaştırılmasının bitki besin bütçesi üzerine olan etkilerinin belirlendiği bir çalışma da mevcuttur (Eker ve ark., 2013). Araştırmamız, Türkiye'deki karaçam ağaçlandırma alanlarını temsil edebilecek geniş bir coğrafik alanda yürütülmesi ve ekosistemin bütün bileşenlerindeki (toprak, ölü örtü, diri örtü ve ağaçlar) besin stoklarını ele alarak değerlendirmesi bakımından diğer çalışmalardan ayrılmaktadır.

Bu çalışma karaçam ağaçlandırma alanlarında, i) ağaç bileşenlerinin (ibre, kuru dal, canlı dal, gövde odunu, gövde kabuğu ve kök) besin yoğunlukları arasındaki farklılıkları, ii) meşcere tiplerine göre toprak, ölü örtü, diri örtü, ağaç ve birim alanda depolanan besin stokları arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ayrıca, bakım ve gençleştirme çalışmaları için besin kaybını en aza düzeye indirecek önerilerde bulunulmuştur.

2. Materyal ve Yöntem

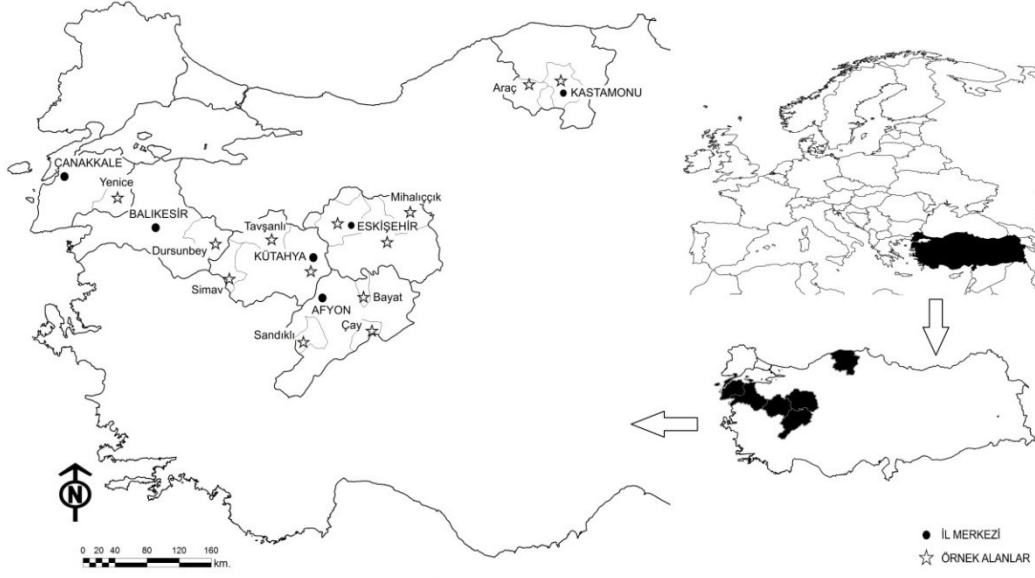
2.1. Materyal

Araştırmanın materyalini, 46 adet örnek alandan alınan toprak, ölü örtü ve diri örtü örnekleri ile kesilen ağaçlardan elde edilen ibre, kuru dal, canlı dal, gövde odunu, gövde kabuğu ve kök örnekleri oluşturmaktadır.

2.1.1. Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanı Eskişehir, Afyonkarahisar, Kütahya, Kastamonu, Balıkesir ve Çanakkale il sınırları içerisinde (Şekil 1), 38°23'00" - 41°30'58" kuzey enlemleri ile 29°33'33" - 30°03'37" doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin orman yetişme ortamı bölgelerinden 1-İç Anadolu Bölgesi, Batı İç Anadolu Yetiştirme Ortamı Bölgesi, 2- Marmara Bölgesi, Anadolu Bölümü, 3- Karadeniz Bölgesi, Batı Karadeniz Bölümü, 4- Ege Bölgesi, İç Ege Bölümü içerisinde kalmaktadır (Kantarcı, 2005).

1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası'nın Ankara, İzmir ve Sinop paftaları içerisinde kalan araştırma alanında dasit, riyolit, bazalt, andezit,



Şekil 1. Araştırma alanlarının konumu
Figure 1. Location of the research area

granit, volkanik tüf, aglomera, breş, kuvarsit, mi-kaşist, kireç taşı ve serpantin anakayalar sıklıkla bulunmaktadır (Pamir ve Erentöz, 1975). En yaygın toprak tipi esmer orman toprağı (Cambisols) ve solgun esmer orman toprağı (Luvisols)'dır (IUSS Working Group WRB, 2015).

İklim özelliklerinin değerlendirilmesinde ağaçlandırma alanlarına en yakın mesafede bulunan Kastamonu, Balıkesir, Dursunbey, Kütahya, Tavşanlı, Simav, Eskişehir, Mihaliççik, Sivrihisar, Emirdağı, Dinar ve Bolvadin meteoroloji istasyonu verileri kullanılmıştır. Meteoroloji istasyonu verileri araştırma alanına enterpole edilirken sıcaklık değerleri her 100 m'de 0,5 °C azaltılmış, yağış değeri ise her 100 m'de 54 mm artırılmıştır (Özyuvacı, 1999). Meteoroloji istasyonu verilerine göre yıllık ortalama sıcaklık 8,9-14,5 °C, yıllık ortalama yüksek sıcaklık 13,6-19,9 °C, yıllık yağış ise 307,2-786,1 mm arasında değişmektedir. Araştırma alanında iklimin değişimi ve iklim tipleri yıllık ortalama yağış ve yıllık ortalama yüksek sıcaklık değerleri kullanılarak Erinç yöntemine göre incelenmiştir (Özyuvacı, 1999). Bu yöntemle araştırma alanlarının iklimi yarı kurak ile çok nemli arasında değişmektedir.

2.2. Yöntem

Araştırma yöntemi; arazi, laboratuvar ve değerlendirme olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

2.2.1. Arazi çalışmaları

Araştırmanın arazi aşaması, Orman Toprak ve

Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü'nün "Karaçam ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi [ESK-10(6303)]" isimli araştırma projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ise ESK-10(6303) numaralı araştırma projesi kapsamında araziden alınan toprak, ölü örtü, çalı ve ot bileşenlerinin toprak altı ve toprak üstü kısımları ile ağaç bileşenlerinden ibre, kuru dal, canlı dal, gövde odunu, gövde kabuğu ve kök örnekleri üzerinde çalışılmıştır.

Arazi örneklemede aşağıda sıralanan yöntemler kullanılmıştır (Güner ve Çömez, 2014). Örnekleme farklı yükselti, bakı, eğim ve yamaç konumu özelliklerine sahip, 6 meşcere tipinden (Çka, Çka3, Çkb2, Çkb3, Çkc2, Çkc3) ve her meşcere tipinden 7-8 adet olmak üzere, toplam 46 alandan yapılmıştır. Araştırma alanlarındaki meşcerelere ait bazı özellikler Tablo 1'de verilmiştir (Güner ve Çömez, 2014).

Örnek alanlar kare veya dikdörtgen şeklinde ve içerisine en az 15 adet fert girecek büyüklükte (10x10, 10x20 veya 20x20 m) alınmıştır. Her örnek alanın eğim, yükselti, bakı ve yamaç konumu özellikleri belirlenmiş, bir adet toprak çukuru açılmış, açılan toprak çukurundaki kesitte mineral toprak horizonları ayrılarak toprak tipi ve toprak özellikleri belirlenmiştir. Toprak ve yetiştirme ortamı arazide tanımlandıktan sonra, ayrılan toprak horizonlarından, hacim silindiri ile bir litre hacminde toprak örnekleri alınmıştır.

Ölü örtü, örnek alanların 4 farklı kısmından ve 1/4 m² (50x50 cm) büyüklüğündeki alanlardan alınmıştır.

Tablo 1. Araştırma alanlarındaki meşcere özellikleri
Table 1. Some stand characteristic in the research area

Meşcere Özellikleri	Meşcere Tipleri (Ort±SH)					
	Çka	Çka3	Çkb2	Çkb3	Çkc2	Çkc3
Örnek alan adedi	7	8	8	8	7	8
Çap (d ₀ -cm)	5,1±1,0	9,3±0,9	-	-	-	-
Çap (d _{1,3} -cm)	-	4,6±0,7	15,7±1,4	15,0±1,1	26,4±1,2	25,2±1,4
Boy (m)	1,7±0,2	2,9±0,2	7,7±0,7	8,8±0,7	14,4±1,3	13,8±0,9
Yaş	9±1,2	12±1,7	37,3±2,4	37±3,4	47±3,8	42±1,6
Kabuklu hacim (m ³ /ha)	-	12,6±4,1	130,1±23,0	173,1±30,1	239,3±35,9	336,8±59,5
Sıklık (adet/ha)	1974±304	3052±302	1423±175	1772±122	613±103	998±267
Göğüs yüzeyi (m ² /ha)	-	5,8±1,6	27,7±3,6	32,7±3,9	33,0±4,3	46,2±8,0

d₀=dip çap (cm), d_{1,3}= göğüs yüksekliğindeki çap (cm), Ort: aritmetik ortalama, SH: standart hata, ha: hektar

Örnek alanlardaki diri örtünün çalı kısmı 4 m² (2x2 m) alanda, otsu kısım ise 1 m² (1x1 m) alanda kökleri ile birlikte sökülerek çıkartılmış ve kök boğazlarından kesilerek toprak üstü ve toprak altı kısımları ayrı ayrı tartılmıştır. Ayrıca diri örtünün örnek alanı kaplama oranı, hem çalı hem de ot için ayrı ayrı tahmin edilmiştir.

Örnek alanlarda tüm fertlerin çap ve boyları ölçülmüş, sağlıklı, tepesi ve dalları kırılmamış, baskı altında kalmamış bir fert kesilmiştir. Kesilen ağacın boyu, cm hassasiyetinde ölçülmüş, dip kütükte yıllık halkalardan yaş sayımı yapılmıştır. Daha sonra kesilen ağacın dalları temizlenip, gövde 2 m'lik bölümlere ayrılarak, ağırlıkları tartılmış ve nem içeriklerini belirlemek amacıyla her seksiyonun ortasından 5 cm kalınlığında diskler alınmıştır. İbre, dallardan ayrıldıktan sonra kümele-nip; ibre, kuru dal ve canlı dal ağırlıkları ayrı ayrı tartılmıştır.

Örnek alanlardan kesilen her ferdin kökü kazma, balta, motorlu testere ve calaskar yardımıyla sökülerek; çapı < 1 cm, 1-4 cm ve > 4 cm olmak üzere üç gruba ayrılıp, taş ve topraklarından arındırıldıktan sonra tartılmıştır. Kökler nem ve besin içeriklerinin farklı olması sebebiyle çap gruplarına ayrılarak tartılmıştır (Ranger ve Gelhaye, 2001; Major ve ark., 2012).

Laboratuvarda fırın kuru ağırlık ve besin içeriklerini belirlemek için kök (çapı <1 cm, 1-4 cm, >4 cm), gövde (5 cm kalınlığındaki diskler), dal (kuru ve canlı), ibre ve diri örtüden (çalı ve ot) alt örnekler alınarak arazide taze ağırlıkları belirlenmiştir.

2.2.2. Laboratuvar çalışmaları

Araziden alınan alt örnekler laboratuvarda etüvle-re alınarak 65 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılıp, nem içerikleri belirlenmiş ve ağaç bileşenlerinin kuru ağırlıkları hesaplanmıştır. Kabuk miktarının hesaplanması için, gövdeden alınan disklerin kabuklu kuru ağırlığı tartıldıktan

tan sonra, kabuklar soyularak disklerin kabuksuz ağırlıkları tekrar tartılarak, aradaki farktan kabuk kuru ağırlığı bulunmuştur. Kabuk ağırlığı/kabuklu disk ağırlığı oranından kabuk oranı hesaplanmıştır. Ölü örtü örneklerinin tamamı 65 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılmış ve birim alandaki miktarı bulunmuştur. Daha sonra öğütülen bu örnekler analize hazırlanmıştır. Ancak odun, kabuk ve kök örneklerinde her ağaç için karma örnekler hazırlanarak analize alınmıştır. Karma örnekler, alındığı seksiyonun kuru kütle-sinin, ağacın o bileşene ait toplam kuru kütle-sine oranı dikkate alınarak hazırlanmıştır.

İbre, kuru dal, canlı dal, odun, kabuk, kök, çalı, ot ve ölü örtü örneklerinde, N Kjeldahl metoduna göre FOSS 8400 cihazında tayin edilmiştir (Foss Tecator, 2014). Nitrik-perklorik asit ile yaş yakılan bitki örneklerinde; P vanadamolibdofosforik sarı renk, S türbidimetrik yöntemle Shimadzu UV-1800 spektrofotometre cihazında; Na ve K Jenway PFP 7 flame photometer cihazında; Ca, Mg, Fe, Cu, Zn ve Mn ise Shimadzu 6601-F atomic absorption spectrometer cihazında tayin edilmiştir (Kacar ve İnal, 2008).

Araziden alınan toprak örnekleri hava kuru hale geldikten sonra öğütülüp 2 mm'lik elekten geçirilmiş ve tartılmıştır. Öğütülen ince toprakların bir kısmı 105 °C'de sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılıp, nem içerikleri belirlenmiştir. Geri kalan toprak örneklerinde toplam N Kjeldahl metoduna göre (Foss Tecator, 2014), alınabilir P asit reaksiyonlu topraklarda modifiye Bray ve Kurtz No.1 metoduna göre (TSE, 1990a), alkalen reaksiyonlu topraklarda Olsen ve ark. metoduna göre (TSE, 1990b), ekstrakte edilebilir K (TSE, 1990c), değişebilir Na, Ca, Mg, Fe ve Mn amonyum asetat metoduna göre, yarayışlı Cu ve Zn çift asit (HCl+H₂SO₄) metoduna göre, ekstrakte edilebilir S türbidimetrik metoda (Kacar, 1994) göre tayin edilmiştir.

2.2.3. Değerlendirme

Ağaçlarda depolanan besin maddesi stoğu belirlenirken, analiz sonucu elde edilen % (100 g kuru maddedeki miktar) veya ppm (mg/kg) besin elementleri miktarı, ESK-10(6303) numaralı araştırma projesi kapsamında tespit edilen örnek alanlardaki ağaç bileşenlerinin (ibre, kuru dal, canlı dal, odun, kabuk, kök) kuru kütlesi ile çarpılmak suretiyle hesaplanmıştır. Elde edilen değerler ile, hektara çevirme katsayısı kullanılarak bir hektar alandaki besin maddesi miktarı bulunmuştur. Yine ölü örtü ve diri örtünün örnek alanlardaki kuru kütlesi ile analiz sonucu bulunan besin yoğunlukları (% veya ppm) çarpılarak örnek alandaki miktarı bulunmuş, daha sonra bu değerler, hektara dönüştürülmüştür. Besin elementlerinin topraktaki yoğunluğu (% veya ppm) ait olduğu horizonun ince toprak miktarı ile çarpılarak horizonlardaki besin elementi miktarı bulunmuş, horizonlardaki besin elementi miktarlarının toplanmasıyla da 1 m derinlik ve 1 m² alandaki (pedon) besin elementi miktarı hesaplanmıştır. Bu değer de 10000 ile çarpılmak suretiyle örnek alanların hektardaki besin elementi değerleri elde edilmiştir. Ağaçlarda, diri örtüde, ölü örtüde ve toprakta depolanan besin elementi miktarları toplanarak, örnek alanların bir hektardaki toplam besin elementi stoğu bulunmuştur.

Meşcere tiplerine göre ekosistemde ve ekosistemin farklı bileşenlerinde depolanan besin elementi miktarları arasındaki farklılıklar varyans analizi ile incelenmiştir. Varyans analizlerinden önce veri setlerinin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov-Smirnov testi ile kontrol edilmiştir. Normal dağılım göstermeyen veri setlerine açısız dönüşüm ($\text{ArcSin}\sqrt{x}$), karekök (\sqrt{x}) dönüşümü ve logaritma ($\log x$) dönüşümü uygulanmıştır. Varyans analizi sonucunda istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0,05$) farklılıklar bulunması durumunda Duncan testi uygulanarak homojen (benzer) gruplar oluşturulmuştur. Sonuçlar $\alpha = 0,05$ düzeyinde istatistiki olarak farklı kabul edilmiştir. İstatistik analizlerde SPSS paket programı kullanılmıştır (SPSS v.22.0®, 2015).

3. Bulgular

3.1. Besin yoğunluklarına ait bulgular

3.1.1. Ağaç bileşenlerinin besin yoğunluklarına ait bulgular

Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 2'de verilmiştir. İbre ve gövde odunundaki N yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında önemli ($p<0,05$) farklılıklar belirlenmiştir. İbredeki N yoğunluğu a meşcerelerinde en az, c meşcerelerinde ise en fazla

bulunmuştur. Gövde odunundaki N yoğunluğu ise ibredeki N yoğunluğunun tersine a meşcerelerinde en yüksek, c meşcerelerinde ise en az düzeydedir. Kuru dal, canlı dal, kabuk ve kökteki azot yoğunluğu ise meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

İbre, gövde odunu ve kabuktaki P yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan önemli ($p<0,05$) farklılıklar bulunmuştur. İbrelerdeki P yoğunluğu a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru artış gösterirken, gövde odunu ve kabuktaki P yoğunlukları a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru azalış göstermiştir. Bir başka ifade ile meşcereler yaşlandıkça, ibrelerdeki P içeriği artarken, gövde odunu ve kabuktaki P içeriği azalmıştır.

Gövde odunu ve kabuktaki K yoğunluğu meşcere tiplerine göre anlamlı farklılıklar ($p<0,05$) göstermiş olup, a meşcerelerinde en yüksek seviyede bulunmuştur. İbre, kuru dal, canlı dal ve kök K yoğunluğu ise meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Kuru dal ve canlı dal Ca yoğunluğu, meşcere tiplerine göre önemli ($p<0,05$) farklılıklar göstermiş, aynı gelişim çağında kapalılık arttıkça Ca yoğunluğu azalmıştır. İbre, gövde, kabuk ve kök Ca yoğunlukları bakımından ise meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık belirlenememiştir ($p>0,05$).

İbre ve kabuktaki Mg yoğunluğu, meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). En yüksek ibre Mg yoğunluğu b meşcerelerinde, kabuk Mg yoğunluğu ise a meşcerelerinde bulunmuştur. Kuru dal, canlı dal, gövde ve kök Mg yoğunlukları ise meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Kabuk S yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Kabuktaki S yoğunluğu, a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru azalmaktadır. Aynı gelişim çağlarında kapalılığın artmasına bağlı olarak kükürt yoğunluğu da artmıştır. Kabuk dışındaki ağaç bileşenlerinin S yoğunlukları ise meşcere tiplerine göre önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$).

Meşcere tipleri arasında kökteki Fe yoğunluğu bakımından önemli bir farklılık ($p<0,05$) belirlenmiş olup, en fazla a meşcerelerinde bulunmuştur. Kabuktaki Zn yoğunluğu meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir ($p<0,05$). Zn yoğunluğu a meşcerelerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. İbre, kuru dal, canlı dal, gövde ve kök

Tablo 2. Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi
Table 2. Change in nutrient concentrations of tree component according to stand types

Ağaç Bileşenleri	Meşcere Tipleri (Ort±SH)						F Oranı	P	
	Çka	Çka3	Çkb2	Çkb3	Çkc2	Çkc3			
N (%)	İbre	0,90±0,06ab	0,75±0,04a	0,90±0,03ab	0,95±0,05bc	0,94±0,06bc	1,09±0,05c	4,437	<0,01
	Kuru dal			0,23±0,03a	0,18±0,02a	0,17±0,02a	0,20±0,02a	1,220	>0,05
	Canlı dal	0,29±0,02a	0,21±0,01a	0,29±0,05a	0,22±0,02a	0,20±0,01a	0,24±0,02a	1,849	>0,05
	Gövde	0,17±0,01d	0,12±0,01c	0,13±0,03bc	0,09±0,003ab	0,07±0,003a	0,08±0,002a	9,441	<0,001
	Kabuk	0,59±0,03a	0,44±0,02a	0,31±0,09a	0,23±0,02a	0,20±0,005a	0,21±0,01a	1,732	>0,05
	Kök	0,22±0,01a	0,21±0,01a	0,22±0,09a	0,20±0,05a	0,13±0,01a	0,14±0,01a	1,505	>0,05
P (ppm)	İbre	734±58a	773±49b	876±56ab	839±34ab	990±66bc	1088±75c	5,332	<0,01
	Kuru dal			113±19a	75±9a	112±19a	95±4a	1,596	>0,05
	Canlı dal	276±40a	244±35a	262±31a	233±27a	259±40a	287±38a	0,324	>0,05
	Gövde	146±32c	96±15bc	52±3a	52±7a	69±5ab	56±6a	5,370	<0,01
	Kabuk	580±36b	461±34b	183±15a	177±13a	174±29a	173±16a	36,958	<0,001
	Kök	253±20a	265±43a	192±18a	209±18a	296±48a	329±42a	2,318	>0,05
K (ppm)	İbre	4144±452a	4314±301a	4826±805a	4448±835a	5965±578a	5718±721a	1,312	>0,05
	Kuru dal			818±79a	496±56a	625±50a	744±160a	2,050	>0,05
	Canlı dal	1646±186a	1344±105a	1958±224a	1959±275a	1755±215a	2368±284a	2,420	>0,05
	Gövde	1460±211b	1001±155a	814±116a	688±98a	675±101a	871±118a	4,234	<0,01
	Kabuk	2574±305b	2228±211b	1192±121a	1288±178a	1171±156a	1283±251a	8,220	<0,001
	Kök	1788±169a	1725±139a	1668±143a	1856±245a	1837±206a	2101±189a	0,680	>0,05
Ca (ppm)	İbre	2783±263a	4356±714a	3536±484a	3545±374a	3007±516a	2750±113a	1,816	>0,05
	Kuru dal			6282±471ab	5212±792a	7271±598b	5007±406a	3,062	<0,05
	Canlı dal	3095±623a	2915±351a	4991±346b	3916±372ab	4820±784b	4089±380ab	3,098	<0,05
	Gövde	1190±132a	1213±132a	1453±141a	1503±85a	1446±179a	1385±148a	0,904	>0,05
	Kabuk	3775±368a	4516±766a	5783±865a	5507±480a	4924±736a	4913±514a	1,173	>0,05
	Kök	1453±187a	1506±167a	1653±189a	1531±159a	1730±268a	1688±265a	0,265	>0,05
Mg (ppm)	İbre	1100±99a	1071±98a	1360±118ab	1579±193b	996±67a	1157±132a	2,956	<0,05
	Kuru dal			661±55a	588±93a	539±63a	537±56a	0,708	>0,05
	Canlı dal	636±49a	437±69a	378±119a	671±82a	599±55a	668±43a	1,511	>0,05
	Gövde	461±43a	296±44a	370±52a	375±68a	336±55a	376±34a	1,100	>0,05
	Kabuk	1053±43c	848±110b	411±31a	499±34a	413±47a	420±45a	20,399	<0,001
	Kök	525±67a	360±47a	531±85a	518±116a	506±76a	423±30a	0,858	>0,05
S (ppm)	İbre	898±26a	841±58a	894±75a	989±84a	1093±106a	1074±49a	2,115	>0,05
	Kuru dal			451±90a	472±89a	381±71a	444±106a	0,171	>0,05
	Canlı dal	357±43a	366±49a	387±40a	250±60a	313±95a	315±62a	0,682	>0,05
	Gövde	234±45a	250±39a	129±54a	124±36a	156±64a	97±41a	1,757	>0,05
	Kabuk	569±80b	592±57b	408±58ab	454±53ab	302±57a	336±51a	3,855	<0,01
	Kök	480±84a	598±72a	440±54a	451±45a	465±92a	411±66a	2,318	>0,05
Na (ppm)	İbre	65±8a	76±10a	81±8a	76±8a	55±2a	79±14a	1,356	>0,05
	Kuru dal			84±5a	84±6a	70±5a	92±13a	1,051	>0,05
	Canlı dal	56±4a	69±17a	63±5a	67±5a	57±2a	73±11a	0,463	>0,05
	Gövde	49±2a	50±3a	55±5a	61±6a	50±4a	62±7a	1,022	>0,05
	Kabuk	75±4a	72±10a	69±5a	84±6a	61±4a	65±4a	1,732	>0,05
	Kök	87±12a	66±7a	71±8a	76±7a	63±7a	67±4a	1,047	>0,05
Fe (ppm)	İbre	122±7a	137±13a	147±5a	143±8a	134±7a	147±9a	1,083	>0,05
	Kuru dal			239±33a	205±23a	282±48a	265±28a	0,987	>0,05
	Canlı dal	163±13a	166±37a	136±14a	133±19a	138±10a	168±20a	0,598	>0,05
	Gövde	107±21a	79±17a	49±9a	76±21a	110±27a	68±10a	1,515	>0,05
	Kabuk	221±23a	163±18a	147±19a	173±35a	136±15a	120±9a	2,440	>0,05
	Kök	217±26b	217±21b	130±15a	171±25ab	147±24a	119±17a	3,740	<0,01
Zn (ppm)	İbre	31±4a	44±5a	48±6a	40±3a	44±3a	50±6a	1,465	>0,05
	Kuru dal			40±5a	27±2a	32±1a	32±2a	2,632	>0,05
	Canlı dal	41±7a	33±4a	34±2a	27±1a	32±3a	34±1a	1,452	>0,05
	Gövde	34±8a	20±2a	26±8a	23±3a	24±8a	17±1a	1,077	>0,05
	Kabuk	56±7c	38±2b	28±2ab	30±2ab	31±5ab	25±1a	7,959	<0,001
	Kök	24±5a	25±6a	23±3a	19±1a	20±2a	23±2a	0,297	>0,05
Mn (ppm)	İbre	89±20a	224±79a	171±46a	123±26a	172±32a	112±40a	1,144	>0,05
	Kuru dal			85±8a	66±11a	81±15a	48±10a	2,096	>0,05
	Canlı dal	37±5a	70±15a	72±16a	59±9a	76±13a	56±17a	1,062	>0,05
	Gövde	34±4a	42±6a	42±6a	35±4a	40±4a	31±5a	0,713	>0,05
	Kabuk	35±8a	82±22a	48±12a	51±8a	40±5a	32±4a	1,526	>0,05
	Kök	25±6a	43±9a	37±9a	43±6a	37±6a	36±9a	0,596	>0,05
Cu (ppm)	İbre	30±3a	29±3a	31±3a	27±1a	29±3a	28±2a	0,202	>0,05
	Kuru dal			29±2a	26±1a	29±3a	27±2a	0,358	>0,05
	Canlı dal	31±3a	26±3a	29±2a	27±1a	29±3a	27±2a	0,370	>0,05
	Gövde	31±3a	25±3a	28±2a	26±1a	28±4a	27±2a	0,488	>0,05
	Kabuk	33±3a	27±3a	28±1a	28±1a	29±3a	29±2a	0,512	>0,05
	Kök	31±3a	25±3a	27±1a	26±1a	29±3a	27±2a	0,530	>0,05

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Zn yoğunlukları bakımından ise meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Ağaç bileşenlerinin Na, Mn ve Cu yoğunlukları bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Genel olarak değerlendirildiğinde N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeyde bulunmuştur. En düşük N, P, Mg, S, Na ve Fe yoğunluğu gövdede, K yoğunluğu kuru dalda, Ca, Zn ve Mn yoğunluğu ise gövde ve kökte tespit edilmiştir.

3.1.2. Çalı bileşenlerinin besin yoğunluklarına ait bulgular

Çalı bileşenlerine ait besin yoğunluklarının çalı türlerine göre değişimi Tablo 3'de görülmektedir. Tablo 3 incelendiğinde, çalıların toprak üstü kütlesindeki N ve Zn yoğunluğu $p<0,001$, P, K ve Ca yoğunluğu $p<0,01$, Mg, S ve Fe yoğunluğu ise $p<0,05$ önem düzeyinde çalı türleri arasında farklılıklar göstermiştir. Toprak üstü kütledeki Na, Mn ve Cu yoğunluğu bakımından çalı türleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Toprak üstü kütledeki N, P, K, Mg, S ve Zn yoğunluğu laden türünde, Fe yoğunluğu ardıç ve laden türlerinde, Ca yoğunluğu ise ardıç ve meşe türlerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Çalıların toprak altı kütlesindeki Mn yoğunluğu $p<0,001$, P,

S ve Zn yoğunluğu $p<0,01$, N ve K yoğunluğu ise $p<0,05$ önem düzeyinde çalı türleri arasında farklılıklar göstermiştir. Toprak altı bitkisel kütledeki Ca, Mg, Na, Fe ve Cu yoğunluğu bakımından ise çalı türleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Çalıların toprak altı kütlesindeki N, P, Zn ve Mn yoğunluğu laden türünde, K ve S yoğunluğu meşe ve laden türlerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur.

3.1.3. Ot bileşenlerinin besin yoğunluklarına ait bulgular

Ot bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 4'de verilmiştir. Ot türü ayrımına gidilmeden yapılan değerlendirme sonucunda, toprak üstü ve toprak altı kütledeki N, P, K, Mg, S, Fe, Zn ve Mn yoğunlukları meşcere tipleri arasında önemli bir farklılık göstermemiştir ($p>0,05$). Toprak üstü kütledeki Cu yoğunluğu meşcere tiplerine göre, önemli düzeyde farklılık göstermiş olup ($p<0,05$), en yüksek Çk3 meşcerelerinde bulunmuştur. Toprak altı kütledeki Ca ve Na yoğunluğu $p<0,05$ önem düzeyinde meşcere tipleri arasında farklılık göstermiş olup, en fazla Ca ve Na yoğunluğu Çk3 meşcerelerinde bulunmuştur.

3.1.4. Ölü örtünün besin yoğunluklarına ait bulgular

Ölü örtüye ait besin yoğunluklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 5'da görülmektedir. Ölü

Tablo 3. Çalı bileşenlerine ait besin yoğunluklarının türlere göre değişimi
Table 3. Change in nutrient concentrations of shrub components according to species

	Çalı Bileşenleri	Çalı Türleri (Ort±SH)			F Oranı	p
		Meşe	Ardıç	Laden		
N (%)	Toprak üstü	0,49±0,03a	0,42±0,03a	0,64±0,04b	9,598	<0,001
	Toprak altı	0,43±0,04a	0,27±0,03a	0,51±0,07b	4,811	<0,05
P (ppm)	Toprak üstü	467±36a	466±29a	902±117b	8,457	<0,01
	Toprak altı	472±66ab	324±27a	620±85b	5,582	<0,01
K (ppm)	Toprak üstü	2662±443a	2629±219a	4490±428b	8,535	<0,01
	Toprak altı	2976±446b	2021±191a	3263±448b	3,585	<0,05
Ca (ppm)	Toprak üstü	14548±2654b	18464±2219b	7380±900a	8,539	<0,01
	Toprak altı	10889±1988a	8987±746a	7576±1538a	1,254	>0,05
Mg (ppm)	Toprak üstü	1035±132ab	861±104a	1214±72b	3,155	<0,05
	Toprak altı	902±122a	910±140a	945±130a	0,030	>0,05
S (ppm)	Toprak üstü	519±49a	511±54a	740±66b	5,129	<0,05
	Toprak altı	558±79b	286±37a	497±64b	5,574	<0,01
Na (ppm)	Toprak üstü	87±8a	87±6a	128±19a	2,498	>0,05
	Toprak altı	104±15a	87±6a	139±21a	3,222	>0,05
Fe (ppm)	Toprak üstü	170±31a	285±26b	311±48b	3,714	<0,05
	Toprak altı	442±68a	516±60a	509±57a	0,401	>0,05
Zn (ppm)	Toprak üstü	30±7a	20±1a	51±5b	14,270	<0,001
	Toprak altı	28±12a	20±4a	41±4b	8,624	<0,01
Mn (ppm)	Toprak üstü	98±24a	75±9a	117±16a	1,626	>0,05
	Toprak altı	48±10a	47±6a	105±11b	11,638	<0,001
Cu (ppm)	Toprak üstü	31±1a	29±1a	35±2a	1,756	>0,05
	Toprak altı	31±1a	31±1a	34±2a	0,760	>0,05

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan ($p>0,05$) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Tablo 4. Ot bileşenlerine ait besin yoğunluklarının meşçere tiplerine göre değişimi
Table 4. Change in nutrient concentrations of herbaceous cover components according to stand types

Ot Bileşenleri	Meşçere Tipleri (Ort±SH)						F Oranı	P
	Çka	Çka3	Çkb2	Çkb3	Çkc2	Çkc3		
N (%)	1,13±0,14a	1,17±0,13a	1,63±0,21a	1,16±0,21a	1,55±0,39a	1,25±0,15a	1,041	>0,05
Toprak üstü	1,13±0,14a	1,17±0,13a	1,63±0,21a	1,16±0,21a	1,55±0,39a	1,25±0,15a	1,041	>0,05
Toprak altı	0,82±0,09a	0,77±0,05a	1,10±0,12a	0,76±0,10a	0,91±0,15a	1,01±0,13a	1,706	>0,05
P (ppm)	918±180a	1306±294a	1784±277a	1426±258a	2257±772a	1175±245a	1,083	>0,05
Toprak üstü	918±180a	1306±294a	1784±277a	1426±258a	2257±772a	1175±245a	1,083	>0,05
Toprak altı	572±103a	715±78a	790±89a	812±127a	917±104a	763±72a	1,117	>0,05
K (ppm)	6812±1270a	9263±2185a	9955±1609a	8790±2756a	14157±4550a	6340±1007a	1,017	>0,05
Toprak üstü	6812±1270a	9263±2185a	9955±1609a	8790±2756a	14157±4550a	6340±1007a	1,017	>0,05
Toprak altı	3863±840a	4482±434a	4430±914a	5067±1317a	4386±875a	3482±406a	0,314	>0,05
Ca (ppm)	11850±3556a	5943±1242a	7065±1683a	7016±1590a	9881±2587a	9781±3750a	0,940	>0,05
Toprak üstü	11850±3556a	5943±1242a	7065±1683a	7016±1590a	9881±2587a	9781±3750a	0,940	>0,05
Toprak altı	10397±3022a	11673±6122a	15571±3118a	17905±4767a	6871±2255a	34276±8946b	2,659	<0,05
Mg (ppm)	3260±507a	1886±314a	2572±519a	2654±535a	2413±499a	2694±1174a	0,697	>0,05
Toprak üstü	3260±507a	1886±314a	2572±519a	2654±535a	2413±499a	2694±1174a	0,697	>0,05
Toprak altı	3675±696a	2411±565a	3839±797a	3781±632a	2599±678a	3835±940a	0,872	>0,05
S (ppm)	1369±167a	1249±164a	1483±291a	1258±192a	1424±294a	1421±202a	0,205	>0,05
Toprak üstü	1369±167a	1249±164a	1483±291a	1258±192a	1424±294a	1421±202a	0,205	>0,05
Toprak altı	1304±177a	1205±65a	1402±141a	1324±148a	1179±263a	1291±99a	0,259	>0,05
Na (ppm)	201±28a	264±77a	243±34a	216±25a	226±44a	272±26a	0,352	>0,05
Toprak üstü	201±28a	264±77a	243±34a	216±25a	226±44a	272±26a	0,352	>0,05
Toprak altı	200±49a	234±13a	284±28ab	323±33ab	200±56a	360±48b	2,700	<0,05
Fe (ppm)	3482±584a	2116±243a	2369±473a	2491±675a	2224±439a	2364±797a	0,832	>0,05
Toprak üstü	3482±584a	2116±243a	2369±473a	2491±675a	2224±439a	2364±797a	0,832	>0,05
Toprak altı	5470±1098a	3937±440a	4896±442a	4867±733a	4727±1580a	4996±1661a	0,320	>0,05
Zn (ppm)	68±11a	65±7a	79±3a	68±10a	87±10a	82±10a	0,714	>0,05
Toprak üstü	68±11a	65±7a	79±3a	68±10a	87±10a	82±10a	0,714	>0,05
Toprak altı	73±16a	82±6a	75±10a	62±7a	82±17a	74±11a	0,453	>0,05
Mn (ppm)	231±84a	142±36a	192±42a	193±44a	149±21a	165±49a	0,372	>0,05
Toprak üstü	231±84a	142±36a	192±42a	193±44a	149±21a	165±49a	0,372	>0,05
Toprak altı	323±98a	314±67a	365±84a	338±52a	286±46a	265±54a	0,179	>0,05
Cu (ppm)	23±1a	20±1a	19±0,4a	17±0,9a	22±1a	30±4b	5,986	<0,01
Toprak üstü	23±1a	20±1a	19±0,4a	17±0,9a	22±1a	30±4b	5,986	<0,01
Toprak altı	24±3a	25±5a	26±3a	23±2a	22±2a	36±5a	0,975	>0,05

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

örtüye ait K, Ca, Mg, Na, Zn, Mn ve Cu yoğunlukları bakımından meşçere tipleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır (p>0,05). Buna karşılık ölü örtüdeki N, P, S ve Fe yoğunluğu meşçere tipleri arasında önemli (p<0,05) farklılık göstermiş ve en az Çka3 meşçerelerinde bulunmuştur.

3.1.5. Toprak horizonlarının besin yoğunluklarına ait bulgular

Besin yoğunluklarının horizonlara göre değişimi Tablo 6'de verilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, besin elementlerinden N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu toprak derinliği-

ne bağlı olarak azalırken, Ca, Na ve Fe yoğunluğu artış göstermiştir. Cu yoğunluğu ise esmer orman

topraklarında (Cambisol) toprak derinliğine bağlı olarak azalış gösterirken, solgun esmer orman topraklarında (Luvisol) artış göstermiştir.

3.2. Besin stoklarına ait bulgular

3.2.1. Ağaç bileşenlerinin besin stoklarına ait bulgular

Ağaç bileşenlerine ait besin stoklarının meşçere tiplerine göre değişimi Tablo 7'de verilmiştir. Genel olarak ibre, kuru dal, canlı dal, gövde, kabuk ve

Tablo 5. Ölü örtü besin yoğunluklarının meşçere tiplerine göre değişimi
Table 5. Change in nutrient concentrations of forest floor according to stand types

Besin Elementleri	Meşçere Tipleri (Ort±SH)					F Oranı	P
	Çka3	Çkb2	Çkb3	Çkc2	Çkc3		
N (%)	0,59±0,03 a	0,80±0,03 b	0,82±0,03 b	0,73±0,04 b	0,72±0,06 b	4,277	<0,01
P (ppm)	344±40 a	563±28 b	506±29 b	548±40 b	600±14 b	10,239	<0,001
K (ppm)	1522±149 a	2320±423 a	1778±219 a	2429±458 a	2783±404 a	2,191	>0,05
Ca (ppm)	20790±3479 a	19528±3728 a	17788±2056 a	15890±1501 a	21559±3178 a	0,571	>0,05
Mg (ppm)	1486±292 a	2065±321 a	2297±353 a	1921±312 a	2738±373 a	1,963	>0,05
S (ppm)	1031±54 a	1368±92 b	1333±78 b	1377±107 b	1557±95 b	4,936	<0,01
Na (ppm)	156±16 a	250±56 a	226±32 a	179±23 a	209±36 a	1,082	>0,05
Fe (ppm)	2725±383 a	4491±653 abc	3751±409 ab	4746±840 bc	5865±770 c	3,543	<0,05
Zn (ppm)	73±10 a	73±7 a	61±2 a	68±4 a	68±4 a	0,546	>0,05
Mn (ppm)	425±89 a	374±76 a	292±46 a	363±39 a	346±52 a	0,562	>0,05
Cu (ppm)	34±1 a	38±2 a	36±1 a	37±1 a	38±1 a	1,502	>0,05

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Tablo 6. Toprağa ait besin yoğunluklarının horizonlara göre değişimi
Table 6. Change in nutrient concentrations of soil according to horizons

Esmer Orman Toprakları (Cambisols)					
Toprak Özellikleri	Mineral Toprak Horizonları (Ort±SH)				
	Ah	Bv	BC	Cv	
N (%)	0,23±0,02	0,14±0,01	0,08±0,008	0,06±0,004	
P (ppm)	13,3±2,6	8,3±1,2	6,0±1,0	4,7±0,5	
K (ppm)	485±53	316±33	222±29	193±29	
Ca (ppm)	3804±500	4216±452	4346±458	4197±467	
Mg (ppm)	917±207	785±172	761±180	770±169	
S (ppm)	11,7±2,0	7,4±0,8	6,4±0,5	7,0±0,8	
Na (ppm)	17,3±3,5	19,7±1,6	27,3±4,5	67,7±24,2	
Fe (ppm)	2,5±0,7	3,2±0,5	3,2±0,5	3,3±0,6	
Zn (ppm)	1,9±0,7	1,2±0,2	1,0±0,1	1,0±1,1	
Mn (ppm)	28,3±7,4	32,1±6,6	19,3±5,1	14,2±3,7	
Cu (ppm)	1,4±0,2	1,4±0,1	1,3±0,1	1,3±0,2	
Solgun Esmer Orman Toprakları (Luvisols)					
Toprak Özellikleri	Mineral Toprak Horizonları (Ort±SH)				
	Ah	Ael	Bst	BC	Cv
N (%)	0,26±0,02	0,15±0,01	0,11±0,01	0,08±0,008	0,07±0,005
P (ppm)	17,9±2,1	11,9±2,0	8,0±1,4	6,4±1,0	5,0±0,7
K (ppm)	237±35	184±21	166±19	157±18	134±15
Ca (ppm)	1707±340	1526±215	1488±235	1671±273	1808±307
Mg (ppm)	208±24	220±18	205±19	216±20	241±26
S (ppm)	12,3±2,0	6,5±0,6	5,0±0,4	4,0±0,4	5,1±0,8
Na (ppm)	14,8±1,4	17,5±1,8	18,2±1,5	21,7±2,3	47,0±23,1
Fe (ppm)	3,0±0,3	3,2±0,3	3,1±0,3	3,1±0,3	3,2±0,3
Zn (ppm)	5,1±0,8	2,3±0,3	1,7±0,2	1,6±0,2	1,3±0,1
Mn (ppm)	50,4±5,8	50,8±5,1	43,3±4,9	33,4±4,6	30,3±5,8
Cu (ppm)	1,5±0,1	1,9±0,1	2,0±0,1	2,1±0,2	2,1±0,2

Ort: aritmetik ortalama, SH: standart hata

kökteki N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu yoğunluğu meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan önemli ($p<0,05$) farklılıklar göstermiştir. Sadece kuru daldaki Mg, S ve Mn yoğunluğu ile ibredeki Mn yoğunluğu bakımından meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Genel olarak değerlendirildiğinde, besin stokları Çka meşcerelerinden Çkc3 meşcerelerine doğru artmış ve en yüksek besin stokları Çkc3 meşcerelerinde bulunmuştur. Birim alandaki N, P, K ve S stoğu ibrede, Mg, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu gövdede, Ca stoğu gövde, canlı dal ve kabukta, Mn stoğu ise gövde ve ibrede en fazla bulunmuştur.

3.2.2. Ekosistemin farklı bileşenlerinin besin stoklarına ait bulgular

Karaçam ağaçlandırma alanlarında ekosistemin farklı bileşenlerinde depolanan besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi Tablo 8'da verilmiştir. Tablo 8 incelendiğinde, ağaçlarda depolanan N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu $p<0,001$, Mn stoğu ise $p<0,01$ önem düzeyinde meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ağaçlardaki tüm besin stokları, meşcere kapallılığının ve gelişim çağına artmasına bağlı olarak artış göstermiş ve en fazla besin stoğu Çkc3 meşcerelerinde tespit edilmiştir.

Çalılarda depolanan besin stokları bakımından meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık bulunama-

mıştır ($p>0,05$). Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Fe, Mn ve Cu stoğu $p<0,01$, Na ve Zn stoğu $p<0,05$ önem düzeyinde meşcere tipleri arasında anlamlı farklılıklar göstermiştir. Otlarda depolanan Ca stoğu bakımından ise meşcere tipleri arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir ($p>0,05$). Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu a meşcerelerinde yüksek, b ve c meşcerelerinde ise daha düşük düzeyde bulunmuştur.

Ölü örtüde depolanan N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından meşcere tipleri arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ($p<0,001$) farklılıklar bulunmuş olup, ölü örtüde depolanan besin stokları a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru artmıştır.

Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasında anlamlı farklılıklar ($p<0,05$) belirlenirken, N, P, K, Mg, S, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise anlamlı farklılıklar bulunmamıştır ($p>0,05$). Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir.

Ekosistemde depolanan P, Ca, S, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemli ($p<0,05$); N, K, Mg, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemsiz ($p>0,05$) bulunmuştur.

Tablo 7. Ağaç bileşenlerine ait besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi (kg/ha)
Table 7. Change in nutrient stocks of tree components according to stand types (kg/ha)

Ağaç Bileşenleri	Meşcere Tipleri (Ort±SH)						F Oranı	P	
	Çka	Çka3	Çkb2	Çkb3	Çkc2	Çkc3			
N	İbre	19,0±8,0a	67,4±11,4ab	86,2±11,1b	106,1±15,2b	117,7±18,4b	185,5±28,8c	10,274	<0,001
	Kuru dal			9,6±2,0ab	8,5±1,1a	8,8±1,4ab	14,2±3,2b	10,320	<0,001
	Canlı dal	0,8±0,1a	1,3±0,1a	40,8±6,3b	36,8±4,0b	54,4±12,4bc	74,8±11,4c	15,441	<0,001
	Gövde	1,2±0,5a	6,0±1,1a	52,3±8,1b	55,1±7,6b	63,5±12,2b	90,9±15,4c	13,799	<0,001
	Kabuk	1,7±0,6a	7,3±1,0a	24,9±4,1b	28,1±4,2b	25,5±3,5b	39,7±8,9b	8,640	<0,001
P	Kök	1,7±0,6a	8,1±1,6a	35,7±9,3b	43,1±10,2b	28,9±4,6b	41,9±6,7b	6,581	<0,001
	İbre	1,50±0,65a	6,82±1,11b	8,4±1,2b	9,1±1,1b	12,2±1,6b	18,7±3,4c	9,784	<0,001
	Kuru dal			0,5±0,1ab	0,3±0,04a	0,5±0,1ab	0,6±0,09b	11,246	<0,001
	Canlı dal	0,08±0,02a	0,15±0,02a	3,9±0,7b	3,7±0,4b	7,5±2,2c	8,5±1,3c	10,685	<0,001
	Gövde	0,09±0,05a	0,45±0,11a	2,3±0,3ab	3,3±0,8bc	5,5±0,9cd	6,7±1,9d	7,438	<0,001
K	Kabuk	0,16±0,07a	0,77±0,13ab	1,6±0,2bc	2,2±0,3cd	2,1±0,4cd	3,4±0,9d	6,394	<0,001
	Kök	0,19±0,07a	0,93±0,16ab	3,7±0,7bc	4,6±0,8c	6,1±1,1c	9,8±2,0d	10,603	<0,001
	İbre	7,2±2,2a	37,0±5,7b	47,8±9,8b	49,1±11,2bc	77,5±15,8bc	100,1±21,2c	16,262	<0,001
	Kuru dal			3,2±0,5a	2,2±0,3a	3,3±0,6a	5,4±1,4b	8,702	<0,001
	Canlı dal	0,4±0,1a	0,8±0,1a	29,9±5,1b	32,9±6,5b	51,0±14,4bc	80,1±20,7c	21,307	<0,001
Ca	Gövde	0,8±0,3a	4,5±1,0b	40,3±8,7c	46,2±11,8c	54,9±12,4c	108,1±31,2c	40,222	<0,001
	Kabuk	0,6±0,2a	3,8±0,8b	11,2±1,7c	16,6±3,9c	15,8±3,6c	28,3±10,7c	26,597	<0,001
	Kök	1,2±0,3a	6,4±1,0a	32,2±5,7b	41,3±8,9bc	41,3±8,4bc	65,3±16,2c	7,325	<0,001
	İbre	5,8±2,6a	41,6±13,9b	30,4±2,8ab	40,0±6,9b	38,6±10,3b	47,7±9,3b	2,710	<0,05
	Kuru dal			24,8±3,8ab	23,2±3,6a	38,6±6,7b	36,5±7,9ab	12,464	<0,001
Mg	Canlı dal	0,9±0,3a	1,9±0,5a	70,6±8,1b	65,7±10,0b	137,6±37,8c	136,9±29,7c	9,301	<0,001
	Gövde	0,7±0,2a	7,2±2,3a	64,0±9,4ab	95,4±17,0bc	118,6±30,6bc	159,3±38,4c	8,352	<0,001
	Kabuk	1,2±0,5a	9,7±3,6a	60,4±15,2b	70,1±11,4b	67,3±18,0b	99,2±29,1b	5,355	<0,01
	Kök	1,1±0,4a	6,0±1,6a	30,2±5,0b	33,8±5,0b	37,4±9,2b	46,9±9,0b	9,043	<0,001
	İbre	2,31±0,93a	10,22±2,55b	12,2±1,1bc	17,5±3,1c	12,2±1,6bc	18,5±2,6c	6,566	<0,001
S	Kuru dal			2,6±0,3a	2,6±0,4a	2,8±0,4a	3,5±0,5a	14,827	>0,05
	Canlı dal	0,18±0,03a	0,28±0,05a	10,3±2,0b	11,1±1,9b	16,2±3,6bc	20,8±3,0c	13,947	<0,001
	Gövde	0,37±0,20a	1,70±0,55a	19,4±4,5b	25,5±7,3b	25,2±3,7b	42,2±9,1c	8,269	<0,001
	Kabuk	0,30±0,11a	1,63±0,45ab	3,9±0,6bc	6,4±1,1cd	5,1±0,7c	8,1±1,7d	8,805	<0,001
	Kök	0,42±0,15a	1,52±0,42a	9,8±1,8b	11,3±2,7b	11,0±1,9b	11,8±1,6b	8,975	<0,001
Na	İbre	1,68±0,55a	7,39±1,32b	8,6±1,3bc	11,2±2,2bc	13,1±1,8cd	17,6±2,4d	8,910	<0,001
	Kuru dal			1,8±0,5a	2,1±0,4a	2,0±0,4a	2,7±0,7a	6,280	>0,05
	Canlı dal	0,09±0,01a	0,24±0,05a	5,7±0,9bc	3,8±0,7b	9,5±4,7bc	8,7±1,3c	14,786	<0,001
	Gövde	0,09±0,02a	1,16±0,29b	7,2±3,9c	6,6±1,8c	12,2±5,9c	11,8±5,6c	13,286	<0,001
	Kabuk	0,13±0,03a	1,07±0,26a	3,9±0,8b	5,2±0,6b	3,9±1,0b	6,3±1,5b	7,276	<0,001
Fe	Kök	0,28±0,08a	2,36±0,55a	8,7±1,9b	10,0±1,7b	10,1±2,5b	11,7±2,4b	6,681	<0,001
	İbre	0,11±0,03a	0,62±0,08b	0,73±0,08b	0,81±0,11b	0,70±0,12b	1,32±0,26c	7,346	<0,001
	Kuru dal			0,33±0,05a	0,38±0,05a	0,36±0,05a	0,65±0,12b	14,287	<0,001
	Canlı dal	0,01±0,002a	0,04±0,007a	0,91±0,12b	1,13±0,17b	1,51±0,25b	2,35±0,46c	14,001	<0,001
	Gövde	0,03±0,01a	0,26±0,06a	2,57±0,46b	3,79±0,69b	3,84±0,52b	6,73±1,28c	13,604	<0,001
Zn	Kabuk	0,02±0,01a	0,12±0,02a	0,63±0,08b	1,06±0,16cd	0,77±0,10bc	1,15±0,20d	14,257	<0,001
	Kök	0,06±0,03a	0,23±0,04a	1,33±0,22b	1,65±0,23b	1,38±0,26b	2,07±0,48b	8,717	<0,001
	İbre	0,21±0,06a	1,31±0,33b	1,39±0,17b	1,56±0,18b	1,68±0,25b	2,54±0,44c	6,936	<0,001
	Kuru dal			0,99±0,19a	0,95±0,17a	1,43±0,29ab	2,00±0,59b	6,983	<0,001
	Canlı dal	0,04±0,005a	0,09±0,01a	2,01±0,32b	2,29±0,51b	3,48±0,46b	5,45±0,99c	15,501	<0,001
Mn	Gövde	0,06±0,02a	0,44±0,13a	2,64±0,65b	5,70±2,42bc	8,70±3,29c	7,43±1,74c	10,974	<0,001
	Kabuk	0,06±0,02a	0,30±0,07ab	1,38±0,25bc	2,35±0,72c	1,67±0,26c	2,27±0,45c	5,993	<0,001
	Kök	0,17±0,06a	0,81±0,14a	2,44±0,40b	3,65±0,60b	3,12±0,67b	3,31±0,67b	8,146	<0,001
	İbre	0,06±0,02a	0,42±0,13b	0,48±0,10b	0,45±0,08b	0,58±0,11bc	0,84±0,17c	4,486	<0,01
	Kuru dal			0,16±0,03ab	0,12±0,02a	0,16±0,02ab	0,21±0,02b	14,013	<0,001
Cu	Canlı dal	0,01±0,003a	0,02±0,005a	0,50±0,06b	0,47±0,06b	0,93±0,26c	1,04±0,14c	12,273	<0,001
	Gövde	0,02±0,008a	0,09±0,01a	1,29±0,52ab	1,54±0,41ab	2,33±1,22b	1,88±0,31b	2,820	<0,05
	Kabuk	0,01±0,007a	0,06±0,01ab	0,26±0,04bc	0,39±0,07c	0,42±0,13c	0,46±0,08c	6,508	<0,001
	Kök	0,01±0,006a	0,10±0,03a	0,43±0,07b	0,42±0,05b	0,44±0,09b	0,66±0,11c	10,439	<0,001
	İbre	0,22±0,13a	1,52±0,39a	1,87±0,59a	1,24±0,22a	2,23±0,54a	2,06±0,85a	1,789	>0,05
P	Kuru dal			0,35±0,08a	0,26±0,02a	0,42±0,09a	0,34±0,09a	7,810	>0,05
	Canlı dal	0,01±0,002a	0,04±0,008a	1,27±0,38b	0,91±0,10b	2,21±0,63b	1,93±0,78b	11,589	<0,001
	Gövde	0,02±0,013a	0,18±0,02a	2,30±0,62b	2,04±0,24b	3,27±0,72b	3,60±0,93b	7,158	<0,001
	Kabuk	0,01±0,006a	0,10±0,02a	0,57±0,20b	0,58±0,07b	0,53±0,12b	0,58±0,13b	4,906	<0,01
	Kök	0,017±0,006a	0,13±0,02a	0,82±0,27b	0,88±0,09b	0,82±0,19b	1,02±0,32b	4,443	<0,01
Cu	İbre	0,06±0,02a	0,27±0,06b	0,30±0,06bc	0,29±0,03bc	0,36±0,04bc	0,45±0,05c	5,982	<0,001
	Kuru dal			0,12±0,02a	0,12±0,01a	0,14±0,01ab	0,18±0,02b	19,458	<0,001
	Canlı dal	0,008±0,001a	0,01±0,002a	0,44±0,08b	0,45±0,05b	0,77±0,15c	0,83±0,11c	16,142	<0,001
	Gövde	0,03±0,01a	0,13±0,03a	1,39±0,30b	1,67±0,26b	2,18±0,34bc	2,81±0,40c	15,949	<0,001
	Kabuk	0,01±0,005a	0,05±0,01a	0,28±0,05b	0,35±0,05b	0,37±0,05bc	0,50±0,07c	15,067	<0,001
Cu	Kök	0,03±0,01a	0,10±0,02a	0,53±0,09b	0,58±0,06bc	0,59±0,07bc	0,76±0,09c	16,706	<0,001

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Tablo 8. Ekosistemin farklı bileşenlerinde depolanan besin stoklarının meşcere tiplerine göre değişimi (kg/ha)
Table 8. Change in nutrient stocks stored in different components of ecosystem according to stand types (kg/ha)

Bileşenler	Meşcere tipleri (Ort.(%))						F Oranı	P	
	Çka	Çka3	Çkb2	Çkb3	Çkc2	Çkc3			
N	Ağaç	24,5(0,25) a	90,1(1,0) a	249,8(2,7) b	277,9(3,30) b	299,2(3,40) b	447,1(5,50) c	13,93	<0,001
	Çalı	1,5 (0,01) a	16,7(0,18) a	3,3(0,03) a	5,7(0,07) a	7,2(0,08) a	1,3(0,01) a	0,68	>0,05
	Ot	21,1(0,22) c	18,8(0,21) bc	3,2(0,03) a	4,1(0,05) ab	7,6(0,09) a	5,6(0,07) a	3,85	<0,01
	Ölü örtü	-	23,6(0,26) a	118,7(1,27) b	156,6(1,86) b	139,5(1,59) b	188,0(2,31) b	8,98	<0,001
	Toprak	9604(99,5) a	8855(98,3) a	8941(96,0) a	7986(94,72) a	8326(94,83) a	7489(92,10) a	0,33	>0,05
	Toplam	9651(100) a	9004(100) a	9316(100) a	8431(100) a	8780(100) a	8131(100) a	0,18	>0,05
P	Ağaç	2,0(3,72) a	9,1(11,76) ab	20,7(25,27) bc	23,5(29,34) c	34,2(36,23) c	47,9(31,16) d	12,15	<0,001
	Çalı	0,1(0,18) a	1,7(2,20) a	0,4(0,49) a	0,8(1,00) a	1,0(1,06) a	0,1(0,06) a	1,18	>0,05
	Ot	1,7(3,16) b	1,7(2,20) b	0,2(0,24) a	0,4(0,50) a	0,8(0,85) a	0,4(0,26) a	3,92	<0,01
	Ölü örtü	-	1,3(1,68) a	8,5(10,38) b	9,8(12,23) b	10,2(10,80) b	15,2(9,89) c	11,90	<0,001
	Toprak	49,8(92,74) a	63,4(81,91) a	51,9(63,37) a	45,4(56,68) a	48,4(51,27) a	89,8(58,42) a	1,71	>0,05
	Toplam	53,7(100) a	77,4(100) a	81,9(100) a	80,1(100) a	94,4(100) a	153,7(100) b	5,96	<0,001
K	Ağaç	10,4(0,44) a	52,8(2,64) ab	164,9(9,86) bc	188,5(8,33) bc	244,0(13,97) c	387,6(20,88) d	7,44	<0,001
	Çalı	0,7(0,03) a	11,7(0,58) a	2,2(0,13) a	4,2(0,18) a	13,1(0,75) a	0,9(0,05) a	0,85	>0,05
	Ot	12,3(0,52) b	10,7(0,53) b	1,4(0,08) a	2,0(0,09) a	3,0(0,17) a	2,4(0,13) a	5,02	<0,01
	Ölü örtü	-	6,2(0,31) a	36,9(2,2) b	37,4(1,65) b	46,6(2,67) b	69,7(3,75) c	6,56	<0,001
	Toprak	2323(98,98) a	1921(95,91) a	1467(87,69) a	2031(89,75) a	1440(82,47) a	1396(75,21) a	1,02	>0,05
	Toplam	2347(100) a	2003(100) a	1673(100) a	2263(100) a	1746(100) a	1856(100) a	0,56	>0,05
Ca	Ağaç	9,8(0,02) a	66,6(0,20) a	280,8(1,58) b	328,4(1,22) bc	438,3(3,38) bc	526,6(2,77) c	8,44	<0,001
	Çalı	3,2(0,007) a	14,4(0,04) a	6,3(0,03) a	22,0(0,08) a	7,3(0,06) a	3,6(0,068) a	0,46	>0,05
	Ot	26,5(0,06) a	38,4(0,11) a	3,3(0,02) a	11,1(0,04) a	8,4(0,06) a	11,1(0,06) a	2,08	>0,05
	Ölü örtü	-	98,2(0,29) a	279,6(1,58) b	335,9(1,25) b	287,1(2,21) b	515,4(2,71) c	11,05	<0,001
	Toprak	44170(99,91) c	33538(99,36) bc	17148(96,78) ab	26152(97,40) abc	12218(94,28) a	17975 (94,45) ab	3,48	<0,05
	Toplam	44209(100) c	33755(100) bc	17118(100) ab	26850(100) abc	12959(100) a	19032(100) ab	3,27	<0,05
Mg	Ağaç	3,6(0,12) a	15,3(0,50) a	58,4(1,05) b	74,7(1,02) bc	72,8(3,96) bc	105,2(3,08) c	11,10	<0,001
	Çalı	0,2(0,01) a	3,1(0,10) a	0,5(0,01) a	1,0(0,01) a	1,5(0,08) a	0,3(0,01) a	0,56	>0,05
	Ot	8,1(0,26) c	6,0(0,20) bc	1,1(0,02) a	1,5(0,02) ab	2,7(0,15) ab	1,5(0,04) ab	3,92	<0,01
	Ölü örtü	-	7,0(0,23) ab	28,8(0,52) bc	46,6(0,64) cd	35,3(1,92) c	68,8(2,01) d	10,53	<0,001
	Toprak	3074(99,61) a	3017(98,98) a	5474(98,40) a	7203(98,31) a	1726(93,90) a	3239(94,85) a	0,63	>0,05
	Toplam	3086(100) a	3048(100) a	5563(100) a	7327(100) a	1838(100) a	3415(100) a	0,60	>0,05
S	Ağaç	2,3(3,38) a	12,2(15,36) a	36,2(32,58) b	39,2(34,50) b	51,0(43,59) b	58,9(38,65) b	7,34	<0,001
	Çalı	0,2(0,29) a	2,2(2,77) a	0,3(0,27) a	0,7(0,62) a	0,7(0,60) a	0,1(0,06) a	0,96	>0,05
	Ot	3,8(5,58) b	2,6(3,27) b	0,4(0,36) a	0,6(0,53) a	1,3(1,11) a	0,7(0,46) a	4,45	<0,01
	Ölü örtü	-	4,3(5,41) a	20,3(18,27) b	24,9(21,92) b	25,3(21,62) b	40,0(26,25) c	13,29	<0,001
	Toprak	61,7(90,60) a	57,9(72,92) a	53,7(48,33) a	48,1(42,34) a	38,4(32,82) a	52,5(34,45) a	0,69	>0,05
	Toplam	68,1(100) a	79,4(100) ab	111,1(100) b	113,6(100) b	117,0(100) bc	152,4(100) c	5,46	<0,01
Na	Ağaç	0,26(0,06) a	1,29(0,20) a	6,53(2,85) b	8,85(4,51) b	8,57(5,29) b	14,29(9,10) c	15,37	<0,001
	Çalı	0,02(0,005) a	0,65(0,10) a	0,07(0,03) a	0,15(0,08) a	0,12(0,07) a	0,05(0,03) a	1,75	>0,05
	Ot	0,57(0,13) c	0,50(0,08) bc	0,08(0,03) a	0,17(0,09) ab	0,24(0,15) ab	0,15(0,09) ab	2,93	<0,05
	Ölü örtü	-	0,62(0,10) a	3,82(1,67) b	4,37(2,23) b	3,31(2,04) b	5,30(3,37) b	6,04	<0,001
	Toprak	433(99,8) bc	637(99,53) c	219(95,63) ab	183(93,37) ab	150(92,59) ab	137(87,26) a	3,81	<0,01
	Toplam	434(100) ab	640(100) b	229(100) ab	196(100) a	162(100) a	157(100) a	3,21	<0,05
Fe	Ağaç	0,56(0,98) a	2,98(3,80) ab	10,87(10,90) bc	16,52(15,49) cd	20,11(14,03) d	23,03(12,13) d	10,00	<0,001
	Çalı	0,12(0,21) a	1,20(1,53) a	0,14(0,14) a	0,68(0,64) a	0,36(0,25) a	0,13(0,07) a	0,92	>0,05
	Ot	13,26(23,32) c	8,33(10,63) bc	1,30(1,30) a	2,30(2,16) ab	5,81(4,05) a	1,61(0,85) a	4,24	<0,01
	Ölü örtü	-	10,60(13,53) a	68,87(69,06) b	72,79(68,24) b	88,64(61,86) b	148,82(78,41) c	9,83	<0,001
	Toprak	42,90(75,46) b	55,23(70,49) b	18,52(18,57) a	14,35(13,45) a	28,36(19,79) a	16,19(8,53) a	13,08	<0,001
	Toplam	56,85(100) a	78,35(100) a	99,72(100) ab	106,66(100) ab	143,29(100) bc	189,80(100) c	7,19	<0,001
Zn	Ağaç	0,13(1,01) a	0,71(3,61) ab	3,14(19,89) bc	3,42(24,46) c	4,88(26,38) c	5,11(27,19) c	5,70	<0,001
	Çalı	0,01(0,08) a	0,17(0,86) a	0,01(0,06) a	0,02(0,14) a	0,05(0,27) a	0,01(0,05) a	1,84	>0,05
	Ot	0,20(1,56) b	0,17(0,86) b	0,02(0,13) a	0,03(0,21) a	0,08(0,43) ab	0,03(0,16) a	3,11	<0,05
	Ölü örtü	-	0,20(1,02) a	1,13(7,16) b	1,14(8,15) b	1,25(6,76) bc	1,79(9,53) c	11,00	<0,001
	Toprak	12,47(97,19) a	18,37(93,49) a	11,47(72,64) a	9,35(66,88) a	12,22(66,05) a	11,84(63,01) a	1,10	>0,05
	Toplam	12,83(100) a	19,65(100) a	15,79(100) a	13,98(100) a	18,50(100) a	18,79(100) a	0,76	>0,05
Mn	Ağaç	0,29(0,12) a	1,99(0,50) ab	7,20(2,59) bc	5,94(2,75) bc	9,50(2,88) c	9,55(4,64) c	4,40	<0,01
	Çalı	0,02(0,008) a	0,53(0,13) a	0,06(0,02) a	0,14(0,06) a	0,05(0,01) a	0,01(0,005) a	1,49	>0,05
	Ot	0,78(0,31) b	0,59(0,15) b	0,08(0,03) a	0,12(0,05) a	0,28(0,08) a	0,11(0,05) a	4,11	<0,01
	Ölü örtü	-	1,11(0,28) a	6,08(2,19) b	5,13(2,37) b	6,95(2,11) b	8,33(4,05) b	6,15	<0,001
	Toprak	247,1(99,60) a	396,8(98,93) a	264,3(95,14) a	204,9(94,73) a	312,6(94,90) a	187,7(91,25) a	1,03	>0,05
	Toplam	248,1(100) a	401,1(100) a	277,8(100) a	216,3(100) a	329,4(100) a	205,7(100) a	0,92	>0,05
Cu	Ağaç	0,15(1,64) a	0,57(2,33) a	3,08(16,29) b	3,48(16,74) b	4,43(22,78) bc	5,56(25,01) c	15,75	<0,001
	Çalı	0,009(0,10) a	0,08(0,33) a	0,02(0,10) a	0,04(0,19) a	0,04(0,20) a	0,008(0,036) a	1,05	>0,05
	Ot	0,06(0,66) c	0,05(0,20) bc	0,007(0,04) a	0,01(0,05) ab	0,02(0,10) ab	0,01(0,04) ab	3,58	<0,01
	Ölü örtü	-	0,13(0,53) a	0,57(3,01) b	0,68(3,27) bc	0,68(3,50) bc	0,97(4,36) c	13,90	<0,001
	Toprak	8,91(97,48) a	23,59(96,52) a	15,22(80,49) a	16,57(79,70) a	14,27(73,37) a	15,67(70,49) a	2,35	>0,05
	Toplam	9,14(100) a	24,44(100) a	18,91(100) a	20,79(100) a	19,45(100) a	22,23(100) a	2,02	>0,05

Satırlardaki aynı harfler aralarında fark bulunmayan (p>0,05) benzer grupları göstermektedir, SH: standart hata, p: önem düzeyi

Ekosistemdeki P, S ve Fe stoğu Çkc3 meşcerelerinde, Ca ve Na stoğu ise Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir. Ekosistemde S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Kükürt stoğu c2 ve c3 meşcerelerinde ağaçlarda, Fe stoğu ise b2, b3, c2 ve c3 meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeydedir.

4. Tartışma

Bu çalışmada, ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere tiplerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. İbrelerdeki N ve P yoğunluğu meşcere yaşına (meşcere gelişim çağına) bağlı olarak artarken; gövde odunundaki N, P ve K, kabuktaki P, K, S ve Zn, kökteki Fe meşcere yaşına bağlı olarak azalış göstermiştir. Amerika'da *Tectona grandis* L. f. ağaçlandırmalarında yapılan çalışmada, farklı ağaç bileşenlerine ait N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn ve B yoğunluklarının yaşa bağlı değişimi incelenmiştir (Fernandez-Moya ve ark., 2013). Bu çalışmaya göre, yapraklardaki Mg yoğunluğu meşcere yaşına bağlı olarak artarken; yapraklardaki N, daldaki N, K, Mg, Zn ve Cu, gövde odunundaki N, K ve Mg, kabuktaki N, K, S, Fe ve Mn yoğunluğu meşcere yaşına bağlı olarak azalış göstermiştir.

Araştırmamızda ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere yaşına bağlı olarak azalırken, ibrelerdeki N ve P yoğunluğu artmıştır. Türkiye ormanlarında yapılan araştırmaların derlendiği bir çalışmada, karaçam ibrelerindeki besin yoğunlukları N % 0,75-2,34, P % 0,02-0,26, K % 0,14-1,55, Ca % 0,09-0,95, S % 0,09-0,13, % Mg 0,06-0,31, Na 33-270 ppm, Fe 45,1-299,9 ppm, Mn 3,8-137,2 ppm olarak belirlenmiştir (Sevgi ve ark., 2001). İbrelerdeki besin yoğunluklarına ait bulgularımız Sevgi ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışma ile uyum içerisindedir.

Besin elementi yoğunlukları bakımından ağaç bileşenleri arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeydedir. Farklı ağaç türleri üzerinde yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara ulaşılmıştır (Hart ve ark., 2003; Balboa-Murias ve ark., 2006; Armolaitis ve ark., 2013; Fernandez-Moya ve ark., 2013; Zhao ve ark., 2014; Novák ve ark., 2017). Araştırma bulgularımızdan farklı olarak, *Pinus taeda* türünde Ca en fazla ibrede (Zhao ve ark., 2014), *Quercus robur* türünde Fe en fazla yaprakta (Balboa-Murias ve ark., 2006), *Nothofagus* türünde P ve K en fazla sürgünlerde (Hart ve ark., 2003) bulunmuştur. Bu durumun ağaç türleri arasındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Karaçam ağaçlandırma alanlarında çalı olarak meşe, ardıç ve laden türleri bulunmaktadır. Bu türlerin toprak üstü kütlelerine ait N, P, K, Ca, Mg, S, Fe ve Zn yoğunluğu ve toprak altı kütlelerine ait N, P, K, Mn, S ve Zn yoğunluğu bakımından önemli farklılıklar belirlenmiştir. Besin yoğunlukları arasındaki bu farklılıklar, türler arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Toprak üstü kütledeki N, P, K, Mg, S ve Zn yoğunluğu laden türünde, Fe yoğunluğu ardıç ve laden türlerinde, Ca yoğunluğu ise meşe ve ardıç türlerinde en yüksek düzeydedir. Toprak altı kütledeki N, P, Zn ve Mn yoğunluğu laden türünde, K ve S yoğunluğu meşe ve laden türlerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur.

Ölü örtüdeki N, P, S ve Fe yoğunluğu meşcere tipleri arasında önemli farklılık göstermiş ve a3 meşcerelerindeki besin yoğunluğu b ve c meşcerelerine göre daha düşük düzeyde bulunmuştur. Ölü örtüdeki besin yoğunluklarına ait bu bulgular, ibrelerdeki besin yoğunlukları ile benzerlik göstermektedir. Ölü örtüdeki N, P, S ve Fe yoğunluklarının meşcere yaşına bağlı olarak artmasının ibre dökümünden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tecimen ve ark. (2001), karaçam ağaçlandırma alanları için ölü örtünün N, P, K, Ca ve Mg yoğunluğunu sırasıyla % 0,83, 0,03, 0,19, 1,21 ve 0,28 olarak belirlemiştir. Ölü örtüye ilişkin bulgularımız, Tecimen ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışma ile uyum içerisindedir.

Ağaç bileşenlerine ait besin stokları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ağaç bileşenlerine ait besin stokları genel olarak a meşcerelerinden c meşcerelerine doğru artmış ve Çkc3 meşcerelerinde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu durum, yaşın artmasına bağlı olarak kütlelerin artmasından kaynaklanmıştır. Benzer şekilde, sarıçamda yapılan çalışmada yaşa bağlı olarak ağaçlardaki besin stoklarının arttığı ortaya konulmuştur (Novák ve ark., 2017).

Birim alandaki N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu ağaç bileşenleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. En fazla N, P, K ve S stoğu ibrede, Mg, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu gövdede, Ca stoğu gövde, canlı dal ve kabukta, Mn stoğu ise gövde ve ibrede bulunmuştur. Ağaçlarda depolanan makro besin elementlerinin ağaç bileşenlerine göre dağılımına bakıldığında en fazla ibre, gövde ve kabukta depolandığı görülmektedir. Dolayısıyla, bakım ve gençleştirme çalışmalarından sonra ibre ve kabukların ormanda bırakılmasına azami özen gösterilmelidir. Keza, kızılçamda yapılan çalışmada, özellikle tensil çağındaki meşcerelerde kabuk biyokütlesinde yüksek miktarda Ca'un depolandığı bildirilmektedir (Eker ve ark., 2013). Yine sarıçamda yapılan bir çalışmada, ormanlarda

kesim yapılması durumunda ağaçların dal, kabuk ve özellikle ibrelerinin ormanda bırakılmasının ormanın beslenmesi açısından son derece önemli olduğu belirtilmektedir (Tolunay, 2011). Ormana yapılan müdahaleler sonucunda ölü örtüye katılan artıklar, toprakta biriken besin elementlerinin ve besin döngüsünün temel kaynaklarından birini oluşturmaktadır. Bu sebeple, toprak verimliliğinin ve orman ekosisteminin ekolojik sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından ölü örtünün korunmasına önem verilmelidir (Güner ve Makineci, 2017). Yine, ölü örtünün bitki besin elementleri döngüsünün en önemli havuzu olduğu ve bu sebeple korunması gerektiği bildirilmektedir (Sargıncı, 2014).

Karaçam ağaçlandırma alanlarında ekosistemin farklı bileşenlerinde (ağaç, çalı, ot, ölü örtü ve toprak) depolanan besin stokları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ağaçlardaki tüm besin stokları, meşcere kapalılığının ve gelişim çağının artmasına bağlı olarak artış göstermiş ve en fazla besin stoğu Çkc3 meşcerelerinde tespit edilmiştir. Bu durum beklenen bir olgudur. Çünkü besin stokları üzerinde, kütlenin etkisi, besin elementi yoğunluğundan daha fazla olmaktadır. Çalışmamızda, toplam ağaç kütlesi Çka meşcerelerinde 4,1 t/ha iken bu değer Çkc3 meşcerelerinde 212,5 t/ha'ya ulaşmaktadır (Güner ve Çömez, 2014). Dolayısıyla kütle üzerindeki 52 katlık artış, besin stokları üzerinde de artışa sebep olmuştur. Konu ile ilgili olarak sarıçam'da yapılan bir çalışmada da benzer bulgulara ulaşılmış ve topraküstü biyoküttele depolanan besin stokları, yaşa bağlı olarak artış göstermiştir (Armolaits ve ark., 2013).

Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Na, Fe, Cu, Zn ve Mn stokları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Otlarda depolanan N, P, K, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek, Çkc3 meşcerelerinde ise en düşük düzeyde bulunmuştur. Çünkü Çka meşcerelerinden Çkc3 meşcerelerine doğru ağaç kütlesindeki artışa paralel olarak kütle azalışı göstermiştir. Bu durum, ışık yetersizliği sebebiyle kapalı meşcereler altındaki ot türlerinin daha az bulunmasından kaynaklanmıştır (Güner ve Çömez, 2014).

Ölü örtüde depolanan N, P, K, Ca, Mg, S, Na, Fe, Zn, Mn ve Cu stoğu meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Ölü örtüde depolanan besin stokları Çka meşcerelerinden Çkc3 meşcerelerine doğru artmıştır. Ölü örtü ile ilgili elde edilen bulgunun, canlı bitkisel kütle ile doğrudan ilişkili olduğu düşünülmektedir. Zira canlı bitkisel kütledeki artışa bağlı olarak ölü örtü kütlesinin, dolayısıyla besin stoklarının artması beklenen bir olgudur. Keza, Clark ve ark. (2001) tropikal orman-

larda, toprak üstü ağaç kütlesi ile yıllık dökülme miktarı arasında pozitif ilişkilerin bulunduğunu bildirmektedir. Yine kızılçam ormanlarında, meşcere göğüs yüzeyi ile dökülme miktarı arasında önemli ilişkiler ($R^2=0,7583$) bulunmuştur (Erkan ve ark., 2018). Doğal sarıçam ormanlarında, meşcere göğüs yüzeyi ve bonitet endeksi ile dökülme miktarı arasında pozitif ilişkiler bulunmuş ve bu iki değişken dökülme miktarını % 66,6 oranında açıklamıştır (Çömez ve ark., 2019).

Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemli bulunurken N, P, K, Mg, S, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise önemsiz bulunmuştur. Toprakta depolanan Ca, Na ve Fe stoğu Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir. Her ne kadar Ca, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar bulunmuş olsa da, bu farklılıkların meşcere tiplerinin etkisi altında oluştuğunu söylemek mümkün değildir. Çünkü bu çalışma, çok geniş bir coğrafya üzerinde yürütülmüş olup, topraklar farklı anakaya ve iklim özellikleri altında oluşmuş ve gelişmiştir. Örnek alanlardaki toprakları oluşturan anakayalar ile toprakların derinlik, taşlılık ve hacim ağırlığı özellikleri birbirlerinden oldukça farklılık göstermektedir.

Ekosistemde depolanan P, Ca, S, Na ve Fe stoğu bakımından meşcere tipleri arasındaki farklılıklar önemli; N, K, Mg, Zn, Mn ve Cu stoğu bakımından ise önemsiz bulunmuştur. Ekosistemdeki P, S ve Fe stoğu Çkc3 meşcerelerinde, Ca ve Na stoğu ise Çka ve Çka3 meşcerelerinde en yüksek düzeydedir. Ekosistemde S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Keza, Hart ve ark. (2003) tarafından *Nothofagus* türünde yapılan çalışmada, toprağın 60 cm derinliği için N, P, K, Mg ve Ca stoğu sırasıyla 2400, 439,5, 37200, 13000 ve 12800 kg/ha olup, bu stokların ekosistemdeki toplam besin stoklarına oranı sırasıyla % 72, 62, 98, 99 ve 88 olarak bulunmuştur. Kükürt stoğu c2 ve c3 meşcerelerinde ağaçlarda, Fe stoğu ise b2, b3, c2 ve c3 meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeydedir. Benzer şekilde, *Quercus robur* türünde yapılan çalışmada, ölü örtü Fe stoğu (652,5 kg/ha), ekosistemdeki demir stoğunun % 56,6'sını oluşturmuştur (Balboa-Murias ve ark., 2006). Dolayısıyla, ölü örtünün, ekosistemdeki demir stoğunun en önemli kısmını oluşturduğu söylenebilir.

5. Sonuç ve Öneriler

Karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere tipleri arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Genel olarak ağaç bileşenlerine ait besin yoğunlukları meşcere yaşına (meşcere gelişim çağına) bağlı olarak azalırken, ibrelerdeki N ve P yoğunluğu artış göstermiştir.
2. Besin elementi yoğunlukları ağaç bileşenleri arasında anlamlı farklılıklar göstermiş, N, P, K, Mg, S, Zn ve Mn yoğunluğu ibrelerde, Na ve Fe yoğunluğu kuru dalda, Ca yoğunluğu ise kuru dal ve kabukta en yüksek düzeyde bulunmuştur.
3. Ağaçlardaki tüm besin stokları, meşcere gelişim çağıının ve kapalılığının artmasına bağlı olarak artış göstermiş ve en fazla besin stoğu Çk3 meşcerelerinde tespit edilmiştir.
4. Ağaçlarda birim alandaki N, P, K ve S stoğu ibrede, Mg, Na, Fe, Zn ve Cu stoğu gövdede, Ca stoğu gövde, canlı dal ve kabukta, Mn stoğu ise gövde ve ibrede en fazla bulunmuştur. Makro besin elementleri ağaçlarda en fazla ibre, gövde ve kabukta depolanmaktadır. Bu sebeple, bakım ve gençleştirme çalışmalarından sonra besin kaybını en az düzeye indirmek amacıyla ibre ve kabukların ormanda bırakılmasına azami özen gösterilmelidir. Özellikle dikili satış uygulamalarında, emvalin kabuklu olarak ormandan çıkartılmasına izin verilmemelidir.
5. Karaçam ağaçlandırma alanlarında, S ve Fe dışındaki besin stoklarının en önemli kısmını toprak oluşturmaktadır. Kükürt stoğu c meşcerelerinde ağaçlarda, Fe stoğu ise b ve c meşcerelerinde ölü örtüde en yüksek düzeyde bulunmuştur. Ölü örtü, gerek besin döngüsünün gerekse ekosistemdeki Fe stoğunun en önemli bileşenidir. Bu sebeple korunmasına önem verilmelidir.
6. Karaçam ağaçlandırmalarının biyoenerji olarak değerlendirilmesi düşünüldüğünde, meşcere tiplerine göre değişmekle birlikte, Çk3 meşcerelerinde tüm ağaç hasadı yapılması durumunda, ekosistemdeki N % 5,5, P % 31,1, K % 20,8, Ca % 2,7, Mg % 3,0, S % 38,6, Na % 9,1, Fe % 12,1, Zn % 27,1, Mn % 4,6 ve Cu % 25,0 oranında azalacaktır. Eksilen besin maddesi stoklarının 2. ve 3. nesil ağaçlandırmaları ne yönde etkileyeceğinin araştırılması gerekmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN'ın danışmanlığında Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanan yüksek lisans tezinin bir

bölümü olup, Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü tarafından "Karaçam ağaçlandırma alanlarında besin stoklarının belirlenmesi [ESK-28(6320)]" isimli proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

Armolaitis, K., Varnagiryte- Kabasinskiene, I., Stupak, I., Kukkola, M., Miksys, V., Wojcik, J., 2013. Carbon and nutrients of Scots pine stands on sandy soils in Lithuania in relation to bioenergy sustainability. *Biomass and Bioenergy* 54: 250-259. doi:10.1016/j.biombioe.2013.03.034

Balboa-Murias, M.A., Rojo, A., Álvarez, J.G., Merino, A., 2006. Carbon and nutrient stocks in mature *Quercus robur* L. stands in NW Spain. *Annals of Forest Science* 63: 557-565. doi:10.1051/forest:2006038

Clark, D.A., Brown, S., Kicklighter, D.W., Chambers, J.Q., Thomlinson, J.R., Ni, J., Holland, E.A. 2001. Net primary production in tropical forests: an evaluation and synthesis of existing field data. *Ecol App.* 11: 371–384. doi:10.1890/1051-0761(2001)011[0371:NPPITF]2.0.CO;2

Çepel, N., DüNDAR M., Özdemir T., Neyişçi, T., 1988. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) Ekosistemlerinde İğne Yaprak Dökümü ve Bu Yolla Toprağa Geri Verilen Besin Maddeleri Miktarları. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 20 s, Ankara.

Çömez, A., Tolunay, D., Güner, Ş.T., 2019. Litterfall and the effects of thinning and seed cutting on carbon input into the soil in Scots pine stands in Turkey. *European Journal of Forest Research* 138: 1-14. https://doi.org/10.1007/s10342-018-1148-6

DüNDAR, M., 1989. Bolu-Aladağ Mıntıkasında Saf Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ormanlarının Beslenme-Büyüme İlişkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A39(1): 80-89.

EFC, 2010. Wood Energy For Europe: Status and Outlook. European Forestry Commission 35th Session, Lisbon, Portugal. EFC/2010/2.3 Available from, <http://www.fao.org/docrep/meeting/018/k7431e.pdf>; 27-30 April 2010 [Ziyaret Tarihi: 12.01.13]

Eker, M., Acar, H.H., Özçelik, R., Alkan, H., Gürlevik, N., Çoban, H.O., Korkmaz, M., Yılmaztürk, A., 2013. Ormancılıkta Hasat Artıklarının Tedarik Edilebilirliğinin Araştırılması. TÜBİTAK-TOVAG 110O435 Numaralı Proje Sonuç Raporu, 435 s., Isparta.

Erkan, N., Çömez, A., Aydın, A.C., Denli, O., Erkan, S., 2018. Litterfall in relation to stand parameters and climatic factors in *Pinus brutia* forests in Turkey. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33(4): 338-346. doi: 10.1080/02827581.2017.1406135

Fernandez-Moya, J., Murillo, R., Portuguez, E., Fallas,

- J.L., Rios, V., Kotmann, F., Verjans, J.M., Mata, R., Alvarado, A., 2013. Nutrient concentration age dynamics of teak (*Tectona grandis* L.f.) plantations in Central America. *Forest Systems* 22(1): 123-133. doi:10.5424/fs/2013221-03386
- Foss Tecator 2014. Numune Hazırlama/yakma işlemi. Application Note.
- Güner, Ş.T., 2006. Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam (*Pinus sylvestris* ssp. *hamata*) Ormanlarının Yükseltiye Bağlı Büyüme Beslenme İlişkilerinin Belirlenmesi. Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 298s, Eskişehir.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., 2014. Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana*) Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü, Proje Sonuç Raporu: ESK-10(6303), 46s, Eskişehir.
- Güner, Ş.T., Makineci, E., 2017. Determination of annual organic carbon sequestration in soil and forest floor of Scots pine forests on The Türkmen Mountain (Eskişehir, Kütahya). *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 67(2): 109-115. doi:10.17099/jffiu.199494
- Hart, P.B.S., Clinton, P.W., Allen, R.B., Nordmeyer A.H., Evans, G., 2003. Biomass and Macro-Nutrients (above-andbelow-ground) in a New Zealand Beech (*Nothofagus*) Forest Ecosystems: Implications For Carbon Storage And Sustainable Forest Management. *Forest Ecology and Management* 174: 281-294. doi:10.1016/S0378-1127(02)00039-7
- Irmak, A., Çepel, N., 1969. Artım ve Beslenme ile Yapraklardaki Besin Maddesi Muhtevası Arasındaki İlişkileri Tespit Gayesi İle Bazı Karaçam Meşcerelerinde Yapılan Araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A19(1): 1-28.
- IUSS Working Group WRB, 2015. World reference base for soil resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Kacar, B., 1994. Toprak Analizleri. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 705s, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın Dağıtım, Nobel Yayınları, 892s, Ankara.
- Kairiūkštis, L., Jaskelevičius B., 2003. Forest Energy Resources and Their Utilization in Lithuania. *Baltic Forestry* 9(2): 29-41.
- Kandemir, A., Mataracı, T., 2018. *Pinus* L. Editörler: Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I., Çimen, A. *Ö. Resimli Türkiye Florası* 2: 324-354. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları. İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1979. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklarındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 220 s, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1980. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Yamacında Uludağ Göknarı İbrelindeki Mineral Madde Miktarının Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Değişimi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A30(2): 135-145.
- Kantarıcı, M. D., 2005. Orman Ekosistemleri Bilgisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 379s, İstanbul.
- Major, J.E., Johnsen, K.H., Barsi, D.C., Campbell, M., 2012. Fine and coarse root parameters from mature black spruce displaying genetic x soil moisture interaction in growth. *Can. J. For. Res.* 42: 1926-1938. doi:10.1139/x2012-144
- Novák, J., Dušek, D., Kacálek, D., Slodičák, M., 2017. Analysis of biomass in young Scots pine stands as a basis for sustainable forest management in Czech lowlands. *Journal of Forest Science* 63(12): 555-561. doi: 10.17221/136/2017-JFS
- OGM, 2015. Türkiye Orman Varlığı 2015. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, 32s., Ankara.
- Özyuvacı, N., 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 369s, İstanbul.
- Pamir, H.N., Erentöz, C., 1975. 1/500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası Ankara Paftası, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınları, Ankara.
- Ranger, J., Gelhaye, D., 2001. Bellowground biomass and nutrient content in a 47-year-old Douglas-fir plantation. *Annals of Forest Science* 58: 423-430.
- Saatçioğlu, F., 1969. Silvikültür I, Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 323s, İstanbul.
- Sargıncı, M., 2014. Batı Karadeniz Orman Ekosistemlerinde Ölü Örtü Dinamiği. Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 157s, Düzce.
- Sevgi, O., Makineci, E., Tecimen, H.B., 2001. An Investigation of the Nutrient Amounts of Main Conifer Forests in Turkey. Proceedings of the Fifth International Conference on the Development of Wood Science Wood Technology and Forestry, ICWSF 2001, Ljubljana, Slovenia, 175-184.
- SPSS v.22.0®, 2015. SPSS 22.0 Guide to Data Analysis, published by Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

Tecimen, H.B., Sevgi, O., Makineci, E., 2001. Investigations on Physical and Chemical properties of Forest Floor in Turkey. Proceedings of the Fifty International Conference on the Development of Wood Science Wood Technology and Forestry, ICWSF 2001, Ljubljana, Slovenia, 185-195.

Tolunay, D., 2003. Aladağ'da (Bolu) sıklık çağındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde bakımların madde dolaşımına etkileri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* A53(1): 47-73.

Tolunay, D., 2011. Genç sarıçam ormanlarında canlı ağaçların topraküstü kısımlarındaki karbon ve besin maddesi stokları. Ekoloji 2011 Sempozyumu, Bildiri Özetleri s 81, 5-7 Mayıs 2011, Düzce.

TSE 8338, 1990a. Topraklar-Fosfor Tayini (Modifiye Bray ve Kurtz No. 1 Metodu). TSE, I. Baskı, Ankara.

TSE 8340, 1990b. Topraklar-Fosfor Tayini (Olsen ve Ark. Metodu). TSE, I. Baskı, Ankara.

TSE 8341, 1990c. Topraklar-Potasyum Tayini. TSE, I. Baskı, Ankara.

Zhao, D., Kane, M., Teskey, R., Markewitz, D., Greene, D., Borders, B., 2014. Impact of Management on Nutrients, Carbon and Energy in Aboveground Biomass Components of Mid-Rotation Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Plantations. *Annals of Forest Science* 71: 843-851. doi:10.1007/s13595-014-0384-2