



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARSTİK ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE AYNI YAŞLI
KARAÇAM, SEDİR VE KAYIN ORMANLARININ L ÖRTÜ VE
TOPRAKLARINDA DEPOLANAN KARBON-AZOT
MİKTARLARININ BELİRLENMESİ; BAZI MİKROBİYAL
ÖZELLİKLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN İZLENMESİ**

EMRE BABUR

DOKTORA TEZİ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2018

T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KARSTİK ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE AYNI YAŞLI
KARAÇAM, SEDİR VE KAYIN ORMANLARININ ÖLÜ ÖRTÜ VE
TOPRAKLARINDA DEPOLANAN KARBON-AZOT
MİKTARLARININ BELİRLENMESİ; BAZI MİKROBİYAL
ÖZELLİKLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN İZLENMESİ**

EMRE BABUR

Bu tez,

Orman Mühendisliği Anabilim Dalında

DOKTORA

derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2018

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Emre BABUR tarafından hazırlanan “Karstik Orman Ekosistemlerinde Aynı Yaşlı Karaçam, Sedir ve Kayın Ormanlarının Ölü Örtü ve Topraklarında Depolanan Karbon-Azot Miktarlarının Belirlenmesi; Bazı Mikrobiyal Özelliklerinin Mevsimsel Değişimlerinin İzlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 29/11/2018 tarihinde **oy birliği** ile Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Turgay DİNDAROĞLU (DANIŞMAN)

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı – KSÜ

Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU (ÜYE)

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı – AÇÜ

Doç. Dr. Hakan OĞUZ (ÜYE)

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı – KSÜ

Doç. Dr. Adem GÜNEŞ (ÜYE)

Toprak Bilmi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı – ERÜ

Dr. Öğr. Üyesi Bülent LAZ (ÜYE)

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı – KSÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.



Emre BABUR

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenmiştir.

Proje No: KSÜ-BAP05/2017–12

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

KARSTİK ORMAN EKOSİSTEMLERİNDE AYNI YAŞLI KARAÇAM, SEDİR VE KAYIN ORMANLARININ ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAKLARINDA DEPOLANAN KARBON-AZOT MİKTARLARININ BELİRLENMESİ; BAZI MİKROBİYAL ÖZELLİKLERİNİN MEVSİMSEL DEĞİŞİMLERİNİN İZLENMESİ

(Doktora Tezi)

Emre BABUR

ÖZET

Dünya ülkelerinin iklim değişikliği, çölleşme ile mücadele ve biyoçeşitliliğin korunması konularında faaliyetleri artık küresel ölçekte değerlendirilmekte ve karşılık bulmaktadır. Bu çalışma iklim değişimine ve bozulmalara karşı hassas, kendine özgü özellikleri olan karstik orman ekosistemlerde karbon ve azot stoklarının potansiyelleri, ölü örtü ve toprakların mikrobiyal özelliklerinin mevsimsel değişimlerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırma sahası olarak Kahramanmaraş İli Andırın İlçesinde yayılış gösteren aynı yaşlı ve saf karaçam (*Pinus nigra*), sedir (*Cedrus libani*) ve kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) meşcereleri seçilmiştir. Çalışmada, toplamda 100 ha alanda farklı meşcere kuruluşları esas alınarak bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri belirlemek için 90 adet ölü örtü ve 3 farklı derinlik kademelerinden (0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm) toplam 540 adet bozulmuş ve bozulmamış toprak örnekleri toplanmıştır. Ayrıca, belirlenen meşcerelerdeki ölü örtü ve toprakların mikrobiyal özelliklerinin mevsimsel değişimini izlemek için ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde toplam 720 adet ölü örtü ve toprak örnekleri alınmıştır. Ölü örtü ve toprakların organik karbon içerikleri Walkley-Black ıslak yakma yöntemi, toplam azot modifiye Kjeldahl yöntemi, mikrobiyal biyokütle C ve N içerikleri kolroform-fumigasyon-ekstraksiyon yöntemi ve mikrobiyal aktivite ise bazal solunum cam kavanoz-inkübasyon yöntemi ile belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda, karaçam meşcerelerinin ölü örtülerinde en yüksek miktarda karbon (2748,91 gr C/m²) ve azot (113,82 gr N/m²) depolandığı, sırasıyla bunu sedir (1971,80 gr C/m²; 93,69 gr N/m²) ve kayın (1191,05 gr C/m²; 53,51 gr N/m²) meşcerelerinin takip ettiği belirlenmiştir. Araştırma sahalarının üst topraklarında depolanan organik C ve toplam N miktarları ise sedirde 53,34 gr C/m², 7,10 gr N/m²; karaçamda 48,05 gr C/m², 2,77 gr N/m² ve kayında 40,77 gr C/m², 2,46 gr N/m² bulunmuştur. Alt derinlik kademelerinde ise bu miktarların sedir meşceresi haricinde önemli miktarda azaldığı belirlenmiştir. Ölü örtülerin mevsimsel olarak mikrobiyal biyokütle C içerikleri

bakımından en yüksek ortalama değer sonbahar mevsiminde kayın meşceresinde ($8921,19 \mu\text{g g}^{-1}$), en düşük ortalama değerin ise sedir meşcereleri kış mevsiminde ($2487,24 \mu\text{g g}^{-1}$) olduğu belirlenmiştir. Bütün mevsimlerin ortalama C_{mic} ve N_{mic} değerleri incelendiğinde ise en düşük mikrobiyal topluluk miktarı karaçam meşceresi ölü örtülerinde belirlenmiştir. Üst toprakların C_{mic} ve N_{mic} içerikleri bakımından en yüksek değerlerin sedir meşcerelerinde sonbahar mevsiminde ($789,47 \mu\text{g g}^{-1}$) ve mevsimsel ortalama değerleri yine en düşük karaçam meşcerelerinde olduğu belirlenmiştir.

Sonuç olarak, ağaç türü ve mevsimsel farkların toprakların bazı özelliklerinin yanında bilhassa mikrobiyal popülasyonlarına ve aktivite hızlarına önemli derecede etki ettiği tespit edilmiştir. Mikrobiyal faaliyetlere bağlı olarak sedir meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarında daha fazla karbon ve azot depolandığı, kayının yaprak döken tür olmasına rağmen sonbahar ve kış aylarında azalan intersepsiyon miktarına paralel olarak ölü örtü ve topraktan karbon azotun yıkanmasına atfedilmiştir. Mikrobiyal biyokütlenin ve aktivitesinin topraklarda depolanan karbon ve azot miktarına önemli derecede etki etmekle beraber mikrobiyal aktivite hızları kış mevsiminde tamamen durma noktasına gelmiş ve buna karşın sonbahar mevsiminde en hızlı ayrıştırma kapasitelerine ulaştığı belirlenmiştir. Bunun yanında, hareketli topoğrafyaya sahip karstik ekosistemlerde mikrobiyal biyokütlenin ve aktivite hızının iklim (nem ve sıcaklık) ve edafik (pH, toprak tekstürü...vb) faktörler tarafından daha kısa mesafelerde değiştirildiği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Farklı ağaç türü, karbon depolama kapasitesi, mikrobiyal biyokütle, toprak, ölü örtü

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Mühendisliği Anabilim Dalı,
KASIM / 2018

Danışman: Doç. Dr. Turgay DİNDAROĞLU
Sayfa sayısı: 342

DETERMINATION OF CARBON-NITROGEN STOCK IN FOREST FLOOR AND SOIL OF EVEN-AGED BLACK PINE, LEBANON CEDAR AND ORIENTAL BEECH FOREST IN KARSTIC ECOSYSTEMS; MONITORING OF SEASONAL CHANGES IN SOME MICROBIAL PROPERTIES

(PhD THESIS)

Emre BABUR

ABSTRACT

The climate change, combating desertification and conservation of biodiversity is now a concern for all countries of the world. This study aims to determine the potential carbon and nitrogen stocks in karstic forest ecosystems which are sensitive to climate change and degradation and the seasonal changes of microbial characteristics of forest floor and soil of different tree species. The Andırın district of the Kahramanmaraş Province are natural habitat of the black pine (*Pinus nigra*), Lebanon cedar (*Cedrus libani*) and oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky) stands were chosen as the study area. Totally 100 ha of different stand types, a total of 90 litters, and 540 disturbed-undisturbed soil samples were collected from three different depth layers (0-10 cm, 10-20 cm and 20-30 cm) to determine some physical and chemical properties. In addition, a total of 720 forest litter and soil samples were collected in spring, summer, autumn and winter seasons in order to observe seasonal changes in the microbial characteristics.

The organic carbon contents of the forest litter and soil were determined by the Walkley-Black wet burning method, the total nitrogen modified Kjeldahl method, the microbial biomass C and N contents by the colroform-fumigation-extraction method and the microbial activity by the basal respiration glass jar-incubation method.

The results showed that the highest carbon (2748,91 gr C / m²) and nitrogen (113,82 gr N / m²) stocks of forest floor were stored in the pine stands, respectively. The cedar (1971,80 gr C/m²; 93,69 gr N/m²) and beech stands (1191,05 gr C / m²; 53,51 gr N / m²) were followed by the stands. organic C and total N stored in top soil layer were found 53,34 gr C/m², 7.10 gr N/m² in cedar, 48,05 gr C/m², 2,77 gr N/m² in black pine and 40,77 gr C/m², 2,46 gr N/m², respectively. It was determined that these amounts significantly decreased except for cedar stands at subsoil depths.

Seasonal microbial biomass C content of the forest floor were found highest (8921,19 $\mu\text{g g}^{-1}$) at the autumn season in beech stands and lowest (2487,24 $\mu\text{g g}^{-1}$) at the cedar stands in winter season. When the average C_{mic} and N_{mic} values of all seasons were examined, the lowest microbial community amount was determined in the pine stands. In the topsoil, the highest average C_{mic} and N_{mic} values were determined at cedar stands in the autumn season. Besides, top soil of the pine stands were contained lowest C_{mic} and N_{mic} values for all seasons.

Consequently, tree species and seasonal changes have a significant effect on some soil properties especially microbial populations and activity. Depending on the activity of microorganisms in the forest floor and topsoil of cedar stands store most carbon and nitrogen. Although the beech is a deciduous species, it has less C and N stored. It is thought that this is caused by the weathering of carbon and nitrogen, parallel to the decreasing interception rate in autumn and winter, from the forest floor and soil. Microbial biomass and its activity have a significant effect on the amount of carbon and nitrogen stored in soils. The microbial activity rate reached the fastest mineralization capacities during the autumn season, but it was almost stopped in following winter season. In addition, it was noticed that microbial biomass and activity in karstic ecosystems with moving topography were changed at shorter distances by climate (humidity and temperature) and edaphic (pH, soil texture, etc.) factors.

Key Words: Different tree species, carbon stock, microbial biomass, soil, forest floor

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Forest Engineering,
November / 2018

Supervisor: Assoc. Prof. Turgay DİNDAROĞLU
Number of pages: 342

TEŞEKKÜR

“Karstik Orman Ekosistemlerinde Aynı Yaşlı Karaçam, Sedir ve Kayın Ormanlarının Ölü Örtü ve Topraklarında Depolanan Karbon-Azot Miktarlarının Belirlenmesi; Bazı Mikrobiyal Özelliklerinin Mevsimsel Değişimlerinin İzlenmesi” konu başlıklı bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Anabilim dalında Doktora Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın her aşamasını bizzat takip eden, sağladığı maddi ve manevi katkılarından dolayı danışman hocam Sayın Doç. Dr. Turgay DİNDAROĞLU’na teşekkür ederim. Ayrıca tezimin son haline gelene kadar bilgisini ve deneyimlerini eksik etmeyen doktora tez jürisinde yer alan Sayın Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU, Sayın Doç. Dr. Hakan OĞUZ, Sayın Doç. Dr. Adem GÜNEŞ ve Sayın Yard. Doç. Dr. Bülent LAZ hocalarıma teşekkür ederim.

Arazi çalışmalarımı gerçekleştirmemde, yardımlarını eksik etmeyen Akifiye Orman İşletme Şefi Sayın Burak KETİZMEN’e, Orman Mühendisi Sayın Mustafa SEYİS’e, Orman Mühendisi Sayın Mehmet AKSU’ya, Andırın Meslek Yüksekokulu Müdür Yardımcısı Sayın Öğr. Gör. Tekin BOYRAZ’a, Andırın Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim.

Laboratuvar çalışmalarının gerçekleştirilmesinde Doğu Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürü Orman Yük. Mühendisi Sayın Hülya TURNA’ya, kimya mühendisi Sayın Harun FURUNCUOĞLU’na, laboratuvar çalışanı Sayın Sinem TOPRAK’a, kardeşim Eda BABUR ve kayın biraderim Levent Güven AYAR’a, KSÜ. Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden Dr. Öğretim Üyesi Sayın Ömer Süha USLU’na ve çok kıymetli lisans öğrencilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin altlığını oluşturmamda bana yardımcı olan ve laboratuvarda kullanılacak yöntemlerde bilgi birikimime yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Ömer KARA hocama ayrıca teşekkür etmek isterim.

Bu günlere gelmemde her türlü maddi ve manevi desteklerini arkamda hissettiren, başta rahmetli anneme, babama ve kardeşlerime ayrıca sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin bütün aşamalarına bizat şahit olan, duasını ve manevi desteğini esirgemeyen kıymetli eşim İlknur BABUR’a, çocuklarım Ali İmran BABUR ve Meryem Deva BABUR’a şükranlarımı sunuyorum.

Bu çalışma, **“Karstik Orman Ekosistemlerinde Aynı Yaşlı Karaçam, Sedir ve Kayın Ormanlarının Ölü Örtü ve Topraklarında Depolanan Karbon-Azot Miktarlarının Belirlenmesi; Bazı Mikrobiyal Özelliklerinin Mevsimsel Değişimlerinin İzlenmesi”** proje başlığı ve KSÜ-BAP05/2017–12 proje no ile Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı başta BAP Koordinatörlüğüne ve tüm BAP çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Kahramanmaraş, Kasım, 2018 Emre BABUR



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
EK ÇİZELGELER DİZİNİ	xxviii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	xxix
1 GİRİŞ	1
1.1.İklim Değişikliği ve Politikası	1
1.2.Karstik Ekosistemler	2
1.3.Karbon Havuzları	3
1.4.Karbon Döngüsü ve Depolanması	4
1.4.1.Toprak Karbonu Formları ve Karbon Depolamada Toprağın Önemi	6
1.4.2.Toprak İnorganik Karbonu	7
1.4.3.Toprak Organik Karbonu ve Önemi	7
1.4.4.Bazı faktörlerin Toprak Organik Karbonuna Etkileri	9
1.4.5.Karbon Stoklarının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler	11
1.5.Toprakta Azot Döngüsü ve Önemi	11
1.6.Torpağın Mikrobiyal Biyokütle Karbon ve Azotu	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	20
2.1.Yurt Dışı Çalışmalar	20
2.2.Yurtiçi Çalışmalar	33
3. MATERYAL VE METOD	39
3.1.Araştırma Sahalarının Genel Konumu	39
3.2.Araştırma Sahalarının Anakaya ve Genel Özellikleri	41
3.3.Araştırma Sahalarının İklim Özellikleri	43
3.4.Araştırma Sahalarının Doğal Bitki Örtüsü ve Humus Tipleri	45
3.5.Arazide Yapılan Çalışmalar	45
3.5.1.Örnek Alanların Seçilmesi	45
3.5.2.Arazi Çalışmaları	46
3.6.Laboratuvarda Yapılan Çalışmaları	53
3.6.1.Ölü örtü ve Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması	53

3.6.2. Ölü örtü ve Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri.....	54
3.6.3. Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizleri	62
3.7. Ofis çalışmaları.....	69
3.8. Verilerin İstatistiksel analizleri.....	69
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	70
4.1. Araştırma Sahalarına Ait Genel Bulgular.....	70
4.1.1. Farklı Ağaç Türlerine Ait Ölü Örtü Özellikleri ve Karbon-Azot Miktarları ile Depolama Kapasiteleri	70
4.1.2. Farklı Ağaç Türleri Altında Oluşan Toprakların Bazı Özellikleri ve Karbon-Azot Depolama Kapasiteleri	86
4.1.3. Mevsimsel Olarak Ölçülen Bulgular.....	150
4.1.4. Ölü Örtü ve Toprakların Korelasyon Analizi.....	237
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	269
KAYNAKLAR.....	276
EK ÇİZELGELER.....	303
ÖZGEÇMİŞ.....	340

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Doğadaki karbon döngüsünün şematik diyagramı (Link 3'den değiştirilerek).....	6
Şekil 1.2. Azot döngüsünün şematik diyagramı (link 4).	13
Şekil 3.1. Araştırma sahasının Türkiye haritasındaki konumu.....	40
Şekil 3.2. Kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinden oluşan araştırma alanlarının Meşcere Tipleri Amenajman haritasındaki konumu (Anonim, 2014).....	40
Şekil 3.3. Kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinden oluşan araştırma alanlarının Google Earth görüntüsü. (Google Erath 2018).....	41
Şekil 3.4. Kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinden oluşan araştırma alanlarının Jeoloji haritası (MTA, 2000).	43
Şekil 3.5. Araştırma sahasına ait iklim ve sıcaklık grafiği (Link 5).	44
Şekil 3.6. Araştırma sahalarındaki (a) kayın, (b) sedir ve (c) karaçam meşcerelerinin görünümü (Fotoğraf: Emre Babur 2017).	46
Şekil 3.7. Ölü örtü örneklerinin ((a) kayın, (b) sedir ve (c) karaçam) alınması.	47
Şekil 3.8. Araştırma sahasından ölü örtü ve toprak numunelerinin araziden toplanması (Fotoğraf: Emre Babur 2017).....	48
Şekil 3.9. Kayın, sedir ve karaçam meşcereleri topraklarının farklı derinlik kademelerinden silindir örneği alınması (Fotoğraf: Emre Babur 2018).....	49
Şekil 3.10. Ölü örtü ve toprak numunelerinin alınması ve kullanılan bazı gereçler (Fotoğraf: Emre Babur 2017).....	50
Şekil 3.11. Araştırma sahalarından mikrobiyal toprak numunesi alınması (Fotoğraf: Emre Babur 2017).	51
Şekil 3.12. Mikrobiyal ölü örtü ve toprak örneklerinin naklinde kullanılan soğutucu termoslar (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).....	51
Şekil 3.13. Hava kurusu hale getirmek için laboratuvara serilen toprak numuneleri (Fotoğraf: Emre Babur 2018).....	53
Şekil 3.14. Hava kurusu hale getirilen ölü örtü örneklerinin mikserde öğütülerek elenmesi (Fotoğraf: Emre Babur 2018).....	53
Şekil 3.15. Toprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi için yapılan işlemler (a) öğütme-eleme (b) saklama-muhafaza etme (Fotoğraf: Emre Babur 2017).	54
Şekil 3.16. Toprak örneklerinin tane boyutlarının belirlenmesi (Fotoğraf: Emre Babur 2017).	55

Şekil 3.17. Ölü örtü ve toprakların reaksiyonlarının (pH) ve EC ölçümü (Fotoğraf: Emre Babur 2018).	56
Şekil 3.18. Toprak örneklerinin tane yoğunluklarının pikno metre yöntemi ile belirlenmesi işlemi (Fotoğraf: Emre Babur 2018).....	57
Şekil 3.19. Ölü örtü ve toprak örneklerinin organik C içeriklerinin belirlenmesi (a, b, c ve d) ve (b-d) titrasyon sonrası oluşan son renk (Fotoğraf: Emre Babur).	58
Şekil 3.20. Toplam N tayininde kullanılan yakma ünitesi (Fotoğraf: Emre Babur, 2018). 59	
Şekil 3.21. (a) yakma sonucu elde edilen solüsyon, (b) destilasyon sonu elde edilen solüsyon ve titrasyonu (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).....	60
Şekil 3.22. Toprakların azot tayini için kullanılan Mikrotest marka yakma ve destilasyon üniteleri ile İsolab marka dijital büret (Fotoğraf; Emre Babur, 2018).	61
Şekil 3.23. Alkolsüz kloroform hazırlanışı (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).....	62
Şekil 3.24. Ölü örtü ve toprak örneklerinin fumigasyon ve ekstraksiyon işlemi yapım aşamaları (Fotoğraf: Emre Babur, 2018)	64
Şekil 3.25. Örneklerin mikrobiyal biyokütle C analizi (a) ve renk değişimleri (b) (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).....	65
Şekil 3.26. Ölü örtü ve toprak örneklerinde Mikrobiyal biyokütle N analizi (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).	66
Şekil 3.27. Bazal solunumun belirlenmesi için inkübasyon yapılan örnekler ve titrasyon işlemi (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).....	68
Şekil 4.1. Ölü örtü ortalama pH değerlerinin meşcere tiplerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	71
Şekil 4.2. Ölü örtü ortalama C_{org} değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	73
Şekil 4.3. Ölü örtü ortalama N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	75
Şekil 4.4. Ölü örtü ortalama kuru ağırlıklarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	78
Şekil 4.5. Ölü örtü ortalama C_{org}/N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	80

Şekil 4.6. Ölü örtü ortalama C_{stok} (gr/m^2) değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	83
Şekil 4.7. Ölü örtü ortalama N_{stok} (gr/m^2) değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	86
Şekil 4.8. Üst toprak kademesindeki % kum, % toz ve % kil miktarlarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	88
Şekil 4.9. Üst toprak örneklerinin ortalama pH değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).	90
Şekil 4.10. Üst toprak örneklerinin ortalama EC değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).	92
Şekil 4.11. Üst toprak örneklerinin ortalama hacim ağırlığı değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	94
Şekil 4.12. Üst toprak örneklerinin ortalama tane yoğunluğu değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	97
Şekil 4.13. Üst toprak örneklerinin ortalama gözenek hacmi yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	99
Şekil 4.14. Üst toprak örneklerinin ortalama organik C yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	101
Şekil 4.15. Üst toprak örneklerinin ortalama toplam N yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	105
Şekil 4.16. Üst toprak örneklerinin ortalama $C_{\text{org}}/N_{\text{topl}}$ yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).....	108
Şekil 4.17. Üst toprak örneklerinin ortalama C_{org} ve N_{topl} stoklarının (ton/ha) ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).	111
Şekil 4.18. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç	

türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	114
Şekil 4.19. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama pH değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	116
Şekil 4.20. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların EC değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	117
Şekil 4.21. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlığı değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	119
Şekil 4.22. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunluğu değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	121
Şekil 4.23. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	122
Şekil 4.24. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	124
Şekil 4.25. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların toplam N yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	127
Şekil 4.26. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	129
Şekil 4.27. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stoklarının (ton/ha) ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	131
Şekil 4.28. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç	

türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	134
Şekil 4.29. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	135
Şekil 4.30. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama EC değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	137
Şekil 4.31. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama hacim ağırlığı değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	138
Şekil 4.32. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama tane yoğunluğu değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	140
Şekil 4.33. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama gözenek hacmi yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	142
Şekil 4.34. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama organik C yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	143
Şekil 4.35. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama toplam N yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	145
Şekil 4.36. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama C_{org}/N_{toplam} yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	146
Şekil 4.37. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama C_{org} ve N_{toplam} stoklarının (ton/ha) ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).....	148
Şekil 4.38. Ölü örtülerin örnek alma anlarındaki nemlerinin (%) mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı	

- rakamlar ise mevsimlerdeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 151
- Şekil 4.39. Ölü örtülerin örnek alma anlarındaki sıcaklıklarının ($^{\circ}\text{C}$) mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimlerdeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 154
- Şekil 4.40. Ölü örtülerin pH'larının mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 156
- Şekil 4.41. Ölü örtülerin C_{org} 'lerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 159
- Şekil 4.42. Ölü örtülerin N_{toplam} 'lerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 162
- Şekil 4.43. Ölü örtülerin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranlarının mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 165
- Şekil 4.44. Ölü örtülerin C_{mic} ($\mu\text{g g}^{-1}$) oranlarının mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 168
- Şekil 4.45. Ölü örtülerin N_{mic} değerlerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 171
- Şekil 4.46. Ölü örtülerin bazal solunumun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 175
- Şekil 4.47. Ölü örtülerin $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ yüzdelерinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 178
- Şekil 4.48. Ölü örtülerin $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ yüzdelерinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı

rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	181
Şekil 4.49. Ölü örtülerin $N_{mic}/N_{toplaml}$ yüzdelerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	185
Şekil 4.50. Ölü örtülerin qCO_2 değerlerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	187
Şekil 4.51. Toprakların örnek alma anlarındaki nemlerinin (%) mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	190
Şekil 4.52. Toprakların örnek alma anlarındaki sıcaklıklarının ($^{\circ}C$) mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.	193
Şekil 4.53. Toprakların örnek alma anlarındaki pH'ların mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	196
Şekil 4.54. Toprakların örnek alma anlarındaki EC'ların mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	199
Şekil 4.55. Toprakların örnek alma anlarındaki C_{org} 'lerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	202
Şekil 4.56. Toprakların örnek alma anlarındaki $N_{toplaml}$ 'ların mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.....	205
Şekil 4.57. Toprak örnekleri alma anlarındaki $C_{org}/N_{toplaml}$ oranlarının mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.	208
Şekil 4.58. Toprakların örnek alma anlarındaki C_{mic} içeriklerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre;	

- farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. 211
- Şekil 4.59. Toprakların örnek alma anlarındaki N_{mic} içeriklerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. 216
- Şekil 4.60. Toprakların örnek alma anlarındaki bazal solunumun ($\mu g CO_2-C g^{-1}$ toprak h^{-1}) mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir. 220
- Şekil 4.61. Toprakların C_{mic}/N_{mic} yüzdelerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 224
- Şekil 4.62. Toprakların C_{mic}/C_{org} yüzdelerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 227
- Şekil 4.63. Toprakların $N_{mic}/N_{toplaml}$ yüzdelerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 231
- Şekil 4.64. Toprakların qCO_2 değerlerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir..... 235

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Toprakta Azot (N) miktarına göre sınıflandırma (Çepel 1995 ten değiştirilerek yapılmıştır).....	14
Çizelge 1.2. Toprak kalitesini belirlemede gösterge olarak kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri (Pankhurst vd. 1997' den değiştirilerek).....	18
Çizelge 1.3. Çeşitli Avrupa Ülkelerinin toprak sağlığı izleme programlarında kullandıkları mikrobiyal göstergeler (Nielsen ve Winding 2002'den değiştirilmiş).	18
Çizelge 3.1. Araştırma alanı meşçerelerinin karakteristikleri (Anonim 2014).....	41
Çizelge 3.2. Araştırma sahsına ait iklim verileri (Link 5).	44
Çizelge 3.3. Araştırmanın materyali olan ölü örtü ve toprak örneklerinin; sayısı ve alım zamanları.....	52
Çizelge 3.4. Mevsimlere göre örnek alma sırasındaki hava sıcaklığı, toprak sıcaklığı ve bağıl nem değerleri	52
Çizelge 4.1. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtüleri aktüel pH (H ₂ O) değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	70
Çizelge 4.2. Ölü örtü örneklerinin pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).....	71
Çizelge 4.3. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin Organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.....	72
Çizelge 4.4. Ölü örtü örneklerinin C _{org} değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).....	73
Çizelge 4.5. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin toplam N minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.....	75
Çizelge 4.6. Ölü örtü örneklerinin N _{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).....	76
Çizelge 4.7. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin Kuru ağırlıkları (g/br) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.....	77
Çizelge 4.8. Ölü örtü örneklerinin kuru ağırlıkları ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).....	78
Çizelge 4.9. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C _{org} /N _{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.....	79

Çizelge 4.10. Ölü örtü örneklerinin C_{org}/N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre varyans (ANOVA) analizi sonuçları (n=90).	80
Çizelge 4.11. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{stok} (gr/m ²) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	83
Çizelge 4.12. Ölü örtü örneklerinin C_{stok} (gr/m ²) değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	84
Çizelge 4.13. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin N_{stok} (gr/m ²) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	85
Çizelge 4.14. Ölü örtü örneklerinin N_{stok} (gr/m ²) değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	85
Çizelge 4.15. Farklı ağaç türlerine ait 0-10 cm derinlikteki toprakların % kum, % toz ve % kil minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.	87
Çizelge 4.16. Farklı ağaç türlerine ait üst toprak kademesindeki % kum, % toz ve % kil miktarlarının varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	88
Çizelge 4.17. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90. ...	89
Çizelge 4.18. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	90
Çizelge 4.19. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların EC minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90. ...	92
Çizelge 4.20. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) EC değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	93
Çizelge 4.21. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların hacim ağırlığı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	94
Çizelge 4.22. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) hacim ağırlıkları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	95
Çizelge 4.23. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların tane yoğunluğu minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	96
Çizelge 4.24. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) tane yoğunlukları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	96
Çizelge 4.25. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların gözenek hacmi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	98

Çizelge 4.26. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) gözenek hacmi ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	98
Çizelge 4.27. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	100
Çizelge 4.28. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) organik C ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	100
Çizelge 4.29. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	104
Çizelge 4.30. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	104
Çizelge 4.31. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.	107
Çizelge 4.32. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	108
Çizelge 4.33. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların C_{org} ve N_{toplam} stokları minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	110
Çizelge 4.34. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) C_{org} ve N_{toplam} stoklarının ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	110
Çizelge 4.35. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlikteki toprakların % kum, % toz ve % kil minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.	113
Çizelge 4.36. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	114
Çizelge 4.37. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	115
Çizelge 4.38. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	115
Çizelge 4.39. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların EC minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	117

Çizelge 4.40. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların EC değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	117
Çizelge 4.41. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlığı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	118
Çizelge 4.42. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlıkları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	119
Çizelge 4.43. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunluğu minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	120
Çizelge 4.44. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunlukları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	120
Çizelge 4.45. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	122
Çizelge 4.46. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	122
Çizelge 4.47. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	123
Çizelge 4.48. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	124
Çizelge 4.49. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	127
Çizelge 4.50. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	127
Çizelge 4.51. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.	128
Çizelge 4.52. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	129

Çizelge 4.53. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stokları minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$	130
Çizelge 4.54. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stoklarının ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).	131
Çizelge 4.55. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, $n=90$	133
Çizelge 4.56. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$). ...	133
Çizelge 4.57. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$	135
Çizelge 4.58. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).	136
Çizelge 4.59. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların EC minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$	136
Çizelge 4.60. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların EC değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).	137
Çizelge 4.61. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlığı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$	138
Çizelge 4.62. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlıkları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).	139
Çizelge 4.63. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunluğu minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, $n=90$	140
Çizelge 4.64. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunlukları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).	140
Çizelge 4.65. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$	141

Çizelge 4.66. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama gözenek hacmi yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).....	141
Çizelge 4.67. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	143
Çizelge 4.68. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).....	144
Çizelge 4.69. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.	144
Çizelge 4.70. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	145
Çizelge 4.71. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.....	146
Çizelge 4.72. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).....	147
Çizelge 4.73. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stokları minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.....	148
Çizelge 4.74. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stoklarının ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).	149
Çizelge 4.75. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre nem yüzdelerinin; minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n = 30.	150
Çizelge 4.76. Ölü örtü numunelerinin nem (%) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	151
Çizelge 4.77. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre sıcaklıkların (°C) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).....	153
Çizelge 4.78. Ölü örtü numunelerinin sıcaklık (°C) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	153

Çizelge 4.79. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	155
Çizelge 4.80. Ölü örtü numunelerinin pH değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	156
Çizelge 4.81. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre organik karbon (C_{org}) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30)..	158
Çizelge 4.82. Ölü örtü numunelerinin C_{org} değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	159
Çizelge 4.83. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre toplam azot minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).....	161
Çizelge 4.84. Ölü örtü numunelerinin N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	162
Çizelge 4.85. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{org}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	164
Çizelge 4.86. Ölü örtü numunelerinin C_{org}/N_{toplam} oranının ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	164
Çizelge 4.87. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{mic} ($\mu g\ g^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).....	167
Çizelge 4.88. Ölü örtü numunelerinin C_{mic} oranının ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.	167
Çizelge 4.89. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre N_{mic} ($\mu g\ g^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).....	170
Çizelge 4.90. Ölü örtü numunelerinin N_{mic} değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	170
Çizelge 4.91. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre bazal solunumun ($\mu g\ CO_2-C\ g^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).....	173
Çizelge 4.92. Ölü örtü numunelerinin bazal solunumunun ($\mu g\ CO_2-C\ g^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	174

Çizelge 4.93. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	177
Çizelge 4.94. Ölü örtü numunelerinin C_{mic}/N_{mic} yüzdelerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	177
Çizelge 4.95. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/C_{org} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	180
Çizelge 4.96. Ölü örtü numunelerinin C_{mic}/C_{org} yüzdelerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	181
Çizelge 4.97. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre N_{mic}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	183
Çizelge 4.98. Ölü örtü numunelerinin N_{mic}/N_{toplam} yüzdelerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	184
Çizelge 4.99. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre qCO_2 ($mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	186
Çizelge 4.100. Ölü örtü numunelerinin qCO_2 ($mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$) yüzdelerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	187
Çizelge 4.101. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre nem yüzdelerinin; minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30). .	189
Çizelge 4.102. Toprak numunelerinin nem (%) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	190
Çizelge 4.103. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre sıcaklıkların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30). .	192
Çizelge 4.104. Toprak numunelerinin Sıcaklık ($^{\circ}C$) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	193
Çizelge 4.105. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n= 30).	194
Çizelge 4.106. Toprak numunelerinin pH değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	195

Çizelge 4.107. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre EC ($\mu\text{S m}^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n= 30). ..	198
Çizelge 4.108. Toprak numunelerinin EC değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	199
Çizelge 4.109. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre organik karbon (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	201
Çizelge 4.110. Toprak numunelerinin C_{org} değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	202
Çizelge 4.111. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre toplam azot (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).....	204
Çizelge 4.112. Toprak numunelerinin N_{toplam} (%) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	204
Çizelge 4.113. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	207
Çizelge 4.114. Toprak numunelerinin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranının ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	207
Çizelge 4.115. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre C_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	210
Çizelge 4.116. Toprak numunelerinin C_{mic} içeriğinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.	210
Çizelge 4.117. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	214
Çizelge 4.118. Toprak numunelerinin N_{mic} içeriklerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	215
Çizelge 4.119. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre bazal solunumun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1}) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	219
Çizelge 4.120. Toprak numunelerinin bazal solunumunun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1}) ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.....	219

Çizelge 4.121. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	223
Çizelge 4.122. Toprak numunelerinin C_{mic}/N_{mic} yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.	223
Çizelge 4.123. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/C_{org} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	226
Çizelge 4.124. Toprak numunelerinin C_{mic}/C_{org} yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.	226
Çizelge 4.125. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) Toprak numunelerinin mevsimlere göre N_{mic}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	230
Çizelge 4.126. Toprak numunelerinin N_{mic}/N_{toplam} yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.	230
Çizelge 4.127. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre qCO_2 ($mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).	234
Çizelge 4.128. Toprak numunelerinin qCO_2 yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.	234
Çizelge 4.129. Karaçam ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=30.	238
Çizelge 4.130. Sedir ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=30.	238
Çizelge 4.131. Kayın ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=30.	239
Çizelge 4.132. Karaçam ormanları 0-10 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	240
Çizelge 4.133. Karaçam ormanları 10-20 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	242
Çizelge 4.134. Karaçam ormanları 20-30 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	244
Çizelge 4.135. Sedir ormanları 0-10 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	246
Çizelge 4.136. Sedir ormanları 10-20 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	248

Çizelge 4.137. Sedir ormanları 20-30 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	250
Çizelge 4.138. Kayın ormanları 0-10 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.....	252
Çizelge 4.139. Kayın ormanları 10-20 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	254
Çizelge 4.140. Kayın ormanları 20-30 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.	256
Çizelge 4.141. Karaçam ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.....	258
Çizelge 4.142. Sedir ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.....	260
Çizelge 4.143. Kayın ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.....	262
Çizelge 4.144. Karaçam ormanları toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.....	264
Çizelge 4.145. Sedir ormanları toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.....	266
Çizelge 4.146. Kayın ormanları toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.....	268

EK ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Ek Çizelge 1. Araştırma Alanlarına Ait Ölü Örtülerin Bazı Özellikleri	304
Ek Çizelge 2. Araştırma Alanlarına Ait Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	306
Ek Çizelge 3. Araştırma alanları mevsimlere göre elde edilen ölü örtü örneklerinin bazı özellikleri.	316
Ek Çizelge 4. Araştırma alanları mevsimlere göre elde edilen toprak örneklerinin bazı özellikleri.	327



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

%	yüzde
°C	santigrat/derece
° ' " sırasıyla	derece, dakika ve saniye
μ	mikro
Al	alüminyum
BMİDÇS	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi
B	Kör titrasyonu için harcanan sülfürik asidin (H ₂ SO ₄) miktarı
C	karbon
C _{mic}	Mikrobiyal Biyokütle Karbon
C _{org}	Toprak Organik Karbonu
C _{org} /N _{toplam}	karbon/azot
Ca	kalsiyum
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemi
CH ₄	metan
cm	santimetre
cm ³	santimetreküp
CNH-S	karbon azot hidrojen-kükürt
CO ₂	karbondioksit
Çk	karaçam
DMİ	Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü
Dp	Dane yoğunluğu
dW	Ölçüm yapılan sıcaklıkta suyun yoğunluğu
θ	Kullanılan 30 g toprağın higroskopik nemi
F	Çürüntü tabakası
F _c	biyokütle C _f umigasyonlu -biyokütle C _f umigasyonsuz
F _N	biyokütle N _f umigasyonlu -biyokütle N _f umigasyonsuz
f ₁	100/77 = 1,30 yükseltgenme katsayısı.
FAO	Food and Agriculture Organization
FKTA	Fırın kurusu toprak ağırlığı
g.cm ⁻³	gram/santimetreküp
GET	Gerçek Evapotranspirasyon
h	saat
H	Humus tabakası
H ₂ O	su buharı
H ₃ PO ₄	ortofosforik asit
H ₂ SO ₄	sülfürik asit
ha	hektar
HA	Hacim Ağırlığı
HFCs	hidro-floro-karbonlar
HKTA	Hava kurusu toprak ağırlığı
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)
K	potasyum
K ₂ Cr ₂ O ₇	potasyum dikromat
k	ayrışma sabiti
KDK	Katyon Değişim Kapasitesi

kg	kilogram
KHGM	Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (mülga)
Kn	Kayın
L	Yaprak tabakası
LULUCF	Land Use, Land Use Change and Forestry
m	metre
m²	metrekare
M	molarite
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
mg/g	miligram/gram
MgC	Megagram karbon
ml	mililitre
mm	milimetre yağış
Mn	mangan
MTA	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
N	azot
N	normalite
N₂O	diazot monoksit
Na	sodyum
NH₃	amonyak
NH₄⁺	amonyum
NIR	Ulusal Sera Gazları Envanter Raporları
nm	nanometre
N_{mic}	Mikrobiyal Biyokütle Azot
NO₃⁻	nitrat
O₃	ozon
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
Özgül Ağ.	Özgül Ağırlık
P	fosfor
ppm	parts per million (milyonda bir (mikro))
ppb	parts per billion (milyarda bir (nano))
PE	Potansiyel Evapotransprasyon
PFCs	perfloro-karbonlar
PgC	Pentagram karbon
pH	Toprak reaksiyonu
qCO₂	Metabolik Katsayı
rpm	revolutions per minute/dakıkada dönüş sayısı
S	kükürt
S	Sedir
S	Örneklerin titrasyonunda harcanan sarfiyat miktarı
SF₆	sülfür hegzaflorür
TFA	trifluorasetik asit
Ti	i toprak derinliğini
TOK/SOC	Toprak Organik Karbon/Soil Organic Carbon
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
t ha⁻¹	ton/hektar
TN	Toplam Azot/ Total Nitrogen
Tg N yr⁻¹	trillion grams of nitrogen per year (Teragram)

qCO_2	Metabolik katsayı
UN	United Nations (Birleşmiş Milletler)
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization- Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Teşkilatı
UNFCCC	The United Nations Framework Convention on Climate Change
WGWRB	Working Group on the World Reference Base For Soil Resources
W_o	Başlangıçtaki kuru ağırlık
W_s	Fırın kurusu toprak ağırlığı
W_{sw}	Piknometre, toprak ve su ağırlığı toplamı
W_w	Piknometre ve su ağırlığı toplamı
v.b.	ve benzeri
W_t	t zamanda kalan kuru kütleyi



1 GİRİŞ

Atmosferik karbondioksit (CO₂) konsantrasyon değeri sanayi devrimi öncesinde 280 ppmv civarlarında iken 2018 yılındaki ölçümler sonucu 405,51 ppmv değerine yükselmiştir. Her yıl bu değerin yaklaşık 1,8 ppmv kadar arttığı vurgulanmaktadır (Link 1). Atmosferik CO₂ konsantrasyonunun artmasının başlıca nedenleri fosil yakıtlar ve arazi kullanımındaki değişiklik olarak gösterilmektedir. Bu miktarın artması iklimsel değişikliğini tetiklemesi küresel anlamada herkesi kaygılandıran bir durumdur. İklim değişikliği tehditlerinin artması, dünya ülkelerinden birçoğunun katılımlarıyla Kyoto protokolünün yürürlüğe girmesine yol açmıştır. Türkiye UNFCCC'ye taraf olduğu için kaynaklarından salınan sera gazı miktarını, emisyon stoklarını, karasal ekosistemlerinde tutulan karbon miktarlarını, arazi kullanımındaki değişiklikleri... gibi sektörlerde sera gazı envanterini ve karbon havuzunu tespit ederek yayınlamayı taahhüt etmiştir.

1.1.İklim Değişikliği ve Politikası

Atmosferin sera etkisiyle Dünyanın sıcaklığını koruması canlıların yaşamsal faaliyetlerinin devamı için hayati önem taşımaktadır. Atmosferin sera etkisi güneşten gelen kısa boylu dalga ışınlarının yeryüzüne ulaşmasına müsaade ederken, uzun boylu dalga radyasyonunun yeryüzünden uzaklaşmasını engellemektedir. Atmosferde sera etkisine neden olan gazlar su buharı, karbondioksit (CO₂), ozon (O₃), metan (CH₄) ve azot oksit (N₂O) dir. Sera gazları, atmosferik ömürleri ve radyasyon özellikleri nedeniyle küresel iklim üzerindeki etkileri değişmektedir (IPCC, 2006).

Endüstriyel çağdaki insan faaliyetlerinden özellikle fosil yakıt tüketim miktarındaki artış ve arazi kullanım değişikliği (küresel ormansızlaşma); atmosferdeki sera gazlarının konsantrasyonunda ciddi boyutlara ulaşan artışa neden olmuştur. Atmosferik karbon dioksit (CO₂) konsantrasyon değeri sanayi devrimi öncesinde 280 ppmv civarlarında iken 2005 yılındaki ölçümler sonucu 379 ppmv değerine yükselmiştir. Bu konsantrasyonun her yıl 1,8 ppmv arttığı söylenmektedir (IPCC, 2006). Bu da küresel ve bölgesel iklim değişikliklerini tetiklemektedir. Ülkemizin de yer aldığı Akdeniz Havzası, küresel iklim değişimine karşı son derece hassastır. İklim değişimi ile birlikte Akdeniz havzasında beklenmeyen veya normalinden daha şiddetli gerçekleşen hava olayları, orman yangınlarındaki artış, biyolojik çeşitlilikteki azalma, topraklarda verim kaybı, çölleşme ve belki de en önemlisi kuraklık... gibi tehdit unsurlarıyla karşı karşıya kalacaktır. İklim

Değişikliği Ulusal Eylem Planında (2011) ülkemiz sıcaklığının 2,5°C ile 4°C arasında değişmek üzere artacağını, hatta bu artışın ülkenin iç ve karasal bölgelerinde 5°C'yi bulacağını düşünülmektedir. Bu yüzden ülke iklim olarak gelecekte daha sıcak, kurak ve düzensiz yağış potansiyeline sahip bir iklim tipi göstereceği öngörülmektedir (Link 2). Ülkemizdeki ilgili kurum ve kuruluşlar bu tehlikenin farkında olduğu için mevcut ormanlık sahalarımızın rehabilitasyonu, ağaçlandırma çalışmaları ve arazi ıslahı çalışmaları ile orman alanlarının nitelik ve nicelik olarak artırma çabasına girmiştir (Kara ve ark., 2016).

Artan iklim değişikliği tehdidine karşı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS-UNFCCC) insan kaynaklı atmosfere salınan sera gazları seviyesini kabul edilebilir düzeylerde tutabilmek amacıyla kurulmuştur (UNFCCC, 1998). Türkiye ise 24 Mayıs 2004 tarihinde BMİDÇ sözleşmede Ek-I Listesinde taraf olarak yerini almıştır. Protokolün 3.3. maddesi gereğince taraf ülkelerin Arazi kullanımı, arazi kullanımındaki değişimler ve ormancılık (LULUCF) ile ilişkili olarak toplam karbon stoklarındaki değişimleri hesaplamalı ve rapor olarak sunmalıdır (UNFCCC, 1998).

1.2.Karstik Ekosistemler

Karstik ekosistemler iklim değişimine, çölleşmeye ve biyolojik çeşitlilik hassasiyeti bakımından kırılgan yapıya sahip en önemli alanların başında gelmektedir. Karstik ekosistemler toprak derinliği ve diğer fiziko-kimyasal özellikleri bakımından fakir olup, kireçtaşı anakayasının meydana getirdiği kendine özgü yarıklı çatlaklı jeomorfolojiye sahiptir. Vegetasyon örtüsünün bulunmadığı alanlardaki toprak tabakasının zamanla taşınarak erozyon tehlikesinin sıkça görüldüğü alanlardandır. Bu sebeple karstik ekosistemlerde gerçekleştirilecek ormancılık faaliyetlerinde ön etüt çalışmaları ile alanlarda doğal kaynak planlamasının yapılması, detaylı arazi ve toprak etüdünün ortaya konması gerekmektedir. Hal böyle iken ülkemiz karstik ekosistemleri herhangi bir planlama ve koruma tedbirleri alınmadan kullanılmaktadır. Aşırı ve plansız bu kullanımlar hassas seviyede olan karstik ekosistemlerin bozulmasına neden olabilmektedir. Bu yüzden sürdürülebilir ormancılık planlaması gereği karstik ekosistemlerin bilimsel verilere dayalı olarak değerlendirilmesi ve planlamaların bu verilere dayalı olarak yapılması gerekmektedir. Bu sayede karstik ekosistemlerin kırılganlığını arttıracak veya zarar verilebilecek her türlü faaliyetlerin önüne geçilebilecektir. Aksi halde bozulan karstik

ekosistemler geri döndürülemeyecek derecede tahribata uğramış olacak ve sürdürülebilirliği mümkün olmayacaktır (Zeybek, 2004).

Karstik ekosistemler Türkiye’de birçok bölgede bulunmasına karşın daha çok Batı ve Orta Toroslar başta olmak üzere Güney Anadolu’da çok geniş alanlar kaplamaktadır. Ayrıca, Akdeniz Bölgesinde Toroslar boyunca yayılım göstermektedir. Bu araştırmada; Kahramanmaraş İli Andırın ilçesi sınırları içerisinde bulunan karstik ekosistemlerde doğal olarak yetişen aynı yaşlı, saf karaçam, sedir ve kayın meşcerelerine ait ölü örtü ve toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanında karbon ve azot tutma kapasiteleri ortaya konulacaktır. Ayrıca, örnekleme alanlarında mevsimsel olarak alınacak ölü örtü ve toprak numunelerinde mikrobiyal özellikler ve aktivitesinin yıl boyunca izlenmesi amaçlanmıştır.

1.3.Karbon Havuzları

Toplamda beş adet büyük küresel karbon havuzu bulunmaktadır. Bu havuzlardan en büyüğü okyanuslar 38.000 Pg ($Pg=1.0 \times 10^{15}$ g), yer kürenin içinde depolanan kömür, gaz ve petrol olarak 5.000 Pg, toprakta 2.500 Pg, atmosferde 760 Pg ve bitkisel biyokütlede 560 Pg karbon depolanmaktadır (Lal, 2004). Karbonun miktarları bu havuzlar arasında döngü şeklinde sürekli değişim göstermektedir.

Bitkisel biyokütle karbon havuzlarında en küçük değere sahip iken karbon depolamada oldukça önemli yere sahiptir. Vegetasyonun hassas ve hızlı değişken bir karbon deposu olması nedeniyle vegetasyon tahribatı veya arazi kullanımındaki değişiklik ile atmosferik karbon konsantrasyon miktarında önemli derecede artışlar gözlemlenmektedir. Bilindiği üzere bitkiler atmosferik CO_2 alarak fotosentez yapar ve biyokütle olarak bünyelerinde depolarlar. Bitkilerin ölmesi veya ölen bitki kısımlarının toprak ile buluşması sonucu karbon topraklarda depolanmaktadır. Bitkiler atmosfer ile toprak arasında karbon döngüsünü gerçekleştiren canlı mekanizmalardır (Tomlinson, 2005). Ormanlar bitkisel karbon havuzunun yaklaşık %80’nini oluşturmaktadır (Dixon ve ark., 1994; Laganière ve ark., 2010). Orman toprakları ise orman ekosistemlerinde depolanan karbonun yaklaşık %70’ini bünyesinde tutabilmektedir (Dixon ve ark., 1994; Six ve ark., 2002). Yaklaşık 1000 yıl gibi uzun süre karbon depolayabilen topraklar, karbon depolamasının en ucuz mecralarını oluşturmaktadır (von Lutzow ve ark., 2006). Xu ve ark. (2011) yaptıkları çalışmada, ormanların ulusal toprak C stoklarının % 10,1’inin 0-

50 cm derinlikte tutulduğu, ülkenin % 9,1'lik kısmını oluşturan ormanlarda 149 Tg karbon tutulmaktadır.

Türkiye'nin toplam yüzölçümümüzün %27 sini oluşturan ormanlarımızda bitkisel biyokütle ve toprakta tutulan karbon miktarlarının belirlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

Tolunay (2011) gerçekleştirdiği çalışmada Ülkemizdeki ormanların karbon depolama miktarlarını belirlemek için 2004 yılında tamamlanan ulusal orman envanterini kullanmışlardır. Bununla birlikte, 2006 yılında "Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımı" (AFOLU) kılavuzundaki kazanç-kayıp yöntemine göre Ülkemiz orman ekosistemlerinin toprak üstü ve toprak altı bitkisel biyokütlenin yıllık karbon stokları da belirlenmiştir. 2004 yılındaki verilere göre ormanlarımızdaki toplam karbon stokunun 2251,26 Tg ($1\text{Tg}=1.0 \times 10^{12}$) olduğu, stokunun % 74.78'i toprakta, % 21.32'si toprak üstü biyokütlerde ve % 3.90'ı ölü örtde depolandığı belirtilmiştir. Kazanç-kayıp yönteminde ise 1990 da $2.20 \text{ Tg C yıl}^{-1}$ olan yıllık karbon stoku 2005 yılında $6.82 \text{ Tg C yıl}^{-1}$ 'a yükseldiği tespit edilmiştir. Verimli ormanlarımızdaki bitkisel kütle karbon konsantrasyonu 41.66 Mg ha^{-1} iken Avrupa ormanlarında 43.90 Mg ha^{-1} 'dir. Yine aynı çalışmada ormanlarımızda tutabileceğimiz karbon miktarını arttırmaya yönelik tedbirlerin alınması gerektiği, başta kaçakçılığın önlenmesi, verimsiz ormanların rehabilitasyon edilerek verimli hale getirilmesi ve ormanlarda karbon stoklarını artırmaya yönelik düşünce ve yönetim anlayışının adaptasyonu gerektiği vurgulanmıştır.

1.4.Karbon Döngüsü ve Depolanması

Bitki ve hayvan artıkları toprak organik maddesinin esas kaynağını oluşturlar. Özellikle bitki toplulukları karasal ekosistemlerde en fazla karbon bulunduran canlılardır. Bitkisel toplumların başında da ormanlar gelmektedir. Orman ekosisteminde yetişen ağaç artıklarından toprak yüzeyine dökülen başta yapraklar, tohumlar ve kozalaklar, dallar, kabuklar ve toprak içinde bulunan kökler, çalılar, otlar ve diğer bitki parçaları toprağa organik artık olarak katılırlar. Ürün hasadı amacıyla kullanılan tarım alanlarında ise bir kısım alanlardan bitkisel artıkların tamamı bir kısmında ise yalnızca toprak altında kalan kısımlar toprağa karışır. Toprak üzerinde bulunan veya içine karışan bu organik kısımlar toprakta yaşayan makro ve mikro canlılar tarafından parçalanarak ayrıştırılırlar. Organik materyaller toprak canlılarının besin kaynağıdır (Brady 1990; Plaster 1992; Özbek ve ark., 2001). Ayrıca, ikincil organik madde kaynağı olan hayvansal atıklar diğer mikroorganizmalar tarafından parçalama ve ayrıştırması ile toprak karbonuna katılırlar.

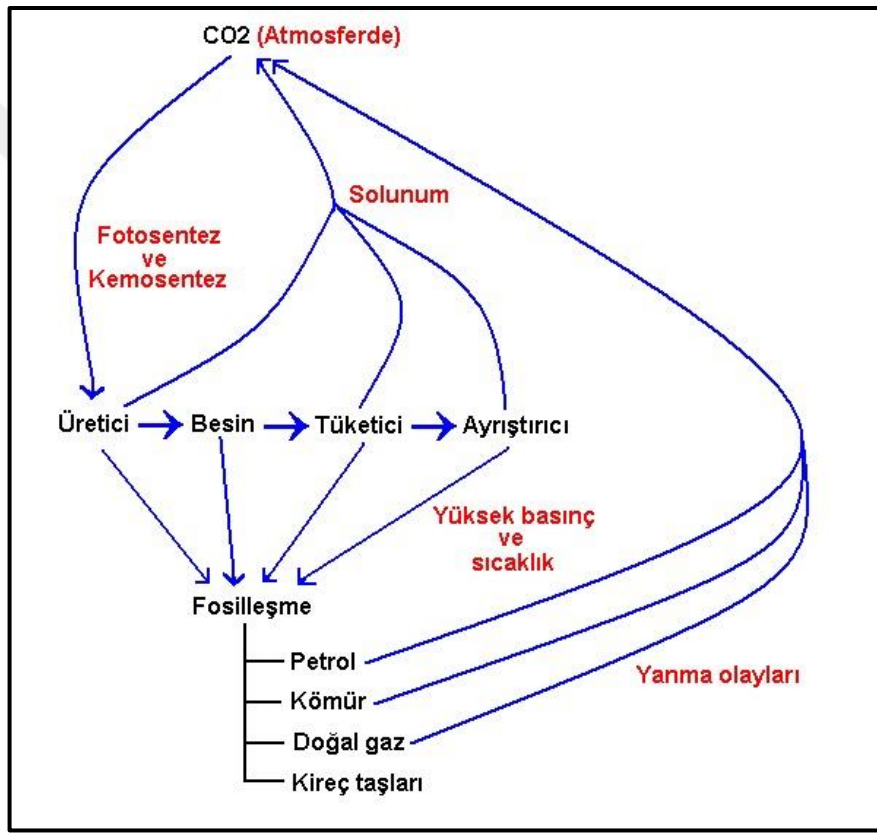
Bununla birlikte solucanlar, termitler, eklembacaklılar ve karıncalar gibi bazı toprak canlıları bitki artıklarının ve toprağın yer değiştirmesinde önemi büyüktür (Çepel, 1996).

Bitki organik artıklarının yaklaşık yarısı veya yarısından fazlası karbondan (% 45-50) oluşmaktadır. Oksijen (% 35-40), hidrojen (% 8) ve anorganik elementler (kül-% 8) ise diğer kısmını oluşturmaktadır (Brady 1990; Gardiner ve Miller 2008). Bitki materyallerinin bünyelerinde şeker, nişasta vb. basit yapıdaki proteinler, ham proteinler, hemiselüloz, selüloz, katı ve sıvı yağlar ile mumlar ve lignin bulunmaktadır. Bitkilerde bulunan farklı organik bileşiklerin ayrışma hızları da farklıdır. Kompleks yapıları organik bileşikler basit yapıları bileşiklere nazaran daha hızlı ayrışmaktadır.

Toprak yüzeyine ulaşan ölmüş bitki veya hayvan artıkları genellikle aynı anda ayrıştırıcılar tarafından ayrışmaya başlarlar. Bilhassa şeker, nişasta ve basit yapıdaki proteinler hızla ayrışırken, kompleks yapıları organik bileşikler daha zor ayrışmaktadır. Ayrışmaya karşı en fazla direnç gösteren ise lignindir. Bu yüzden bitkisel artıklarda ayrışma hızı içerdikleri organik bileşiklerin tür ve miktarına göre değişim göstermektedir. Lignin ve selüloz miktarlarının fazla olması parçalanma ve ayrışmayı daha yavaş hale getirmektedir (Brady 1990; Plaster 1992). Toprak içinde veya yüzeyindeki organik materyali çürükçül bakteri, mantar ve aktinomisetler... gibi mikroorganizmalar hem ayrıştırma işlemini gerçekleştirirken hem de ürünlerin sentezleme işlemini gerçekleştirirler. Ayrıştırma ve sentezlemenin maksimum düzeyde olduğu dönemde mikrobiyal organizmalar bu organik kısmın yaklaşık üçte birini (1/3) oluşturur. Hızla ayrıştırılabilen besinler bittiğinde toprak mikroorganizmalarının sayısında da ciddi seviyede azalmalar olur. Mikrobiyal organizmalar öldüğünde ise toprakta yaşayan diğer canlılar tarafından parçalanır ve toprakta karbondioksit (CO₂) ile suyun (H₂O) açığa çıkar. Ayrışma tam olarak gerçekleştikten sonra artık toprak yüzeyinde amorf görünümlü çoğunlukla kahverengi (esmer), ayrışmaya karşı oldukça dayanıklı kolloidal ve heterojen özellik gösteren, ancak toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin iyileşmesinde ve bitki beslenmesi için büyük öneme sahip olan humus oluşmuştur (Özbek ve ark., 2001; Gardiner ve Miller 2008).

Atmosferde veya suda bulunan karbon kemosentetik ve fotosentetik canlılar tarafından karbon dioksit (CO₂) olarak alınır ve bu canlıların yapısına katılarak organik bileşiklere dönüştürülür. Bitkilerin atmosferden aldıkları bir kısım CO₂ tekrar atmosfere geri döner (Brady 1990).

İnsanlar ve hayvanlar gerek duydukları enerjiyi bitkisel organik bileşiklerden karşılarlar. Karasal canlıların atıkları veya ölü organları toprağa karışır. Bununla birlikte, üretici ve tüketiciler tarafından kullanılan organik materyallerin ayrıştırılması için gerçekleştirilen solunum sonucu oluşan CO₂ doğaya geri dönmektedir. Organik bileşikler toprağa ulaştığında toprakta yaşayan makro ve mikro hayvanlar organik materyalleri parçalayarak sindirirler. Böylece, canlı ve cansız çevre arasındaki karbon çevrimi gerçekleşmiş olur (Şekil 1.1). Karbonun yaşam için gerekli enerji döngüsünün odak noktası olduğu bilinen bir gerçektir (Brady 1990; Horwath 2007).



Şekil 1.1. Doğadaki karbon döngüsünün şematik diyagramı (Link 3'den değiştirilerek).

1.4.1. Toprak Karbonu Formları ve Karbon Depolamada Toprağın Önemi

Vejetasyon bileşenlerinden oluşan organik karbon uygun koşullarda uzun yıllar topraklarda depolanarak muhafaza edilebilir. Topraklar, karasal ekosistemlerde karbonun depolanması için en iyi ortamlar olmasının yanında düşük maliyet olanağı sağlamaktadır. Bu yüzden son yıllarda atmosferik karbonun topraklarda depo edilmesi bilim dünyasında büyük ilgi görmüştür (Johnson 1992, Nave ve ark. 2010, Deluca ve Boisvenue 2012). Ayrıca, toprakta organik materyalin veya karbonun bol miktarda bulunması toprak sağlığı,

verimliliği ve besin döngüsü açısından da önemlidir. Toprakta mevcut organik karbon devamlılığının sağlanması ve korunması gerekmektedir. Bu amaçla yapılacak çalışmalar sürdürülebilir toprak ve çevre ortamının oluşmasına katkı sağlayacaktır.

Toprakta bol miktarda depolanan karbonun yeryüzünde oluşturacağı olumlu etkilerin yanında, bulunduğu ülkeler için karbon kredisi olanağı sağlamaktadır (Marland ve ark., 2001). Bu yüzden, ormanlardaki organik materyalin yapısında bol miktarda bulunan karbonun depo edilerek muhafaza edilmesi toprak organik maddesinin iyi bir şekilde yönetilmesini gerektirmektedir.

Toprak karbon havuzu toprak inorganik karbonu (TİK) ve toprak organik karbonu (TOK) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

1.4.2. Toprak İnorganik Karbonu

Toprak inorganik karbonu kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve dolomit (MgCO_3) gibi inorganik karbon formlarından oluşmaktadır (Batjes, 1996; Power ve Schlesinger, 2002). Bu durumda topraklardaki inorganik karbonun kaynağını o toprağı oluşturan ana kaya sağlamaktadır (Wu ve ark., 2009). Aşırı derecede yıkanmış veya asidik topraklar gibi bazı toprak tiplerinde inorganik karbon çözündüğü için bu topraklarda inorganik karbon ya çok az bulunmaktadır veya bulunmamaktadır. Yüksek karbonat konsantrasyonları genellikle kalkerli materyal üzerinde oluşan topraklarda veya kurak bölgelerdeki topraklarda bulunur (Batjes, 1996). Toprak inorganik karbonunda depolanan karbon organik karbondan depolanandan daha karardır. Bu nedenle organik karbon kayıplarına hassas alanlardaki ormancılık çalışmalarına ve bilimsel çalışmaların birçoğı toprak organik karbonu kayıpları ve tespitleri üzerine yoğunlaşmıştır.

1.4.3. Toprak Organik Karbonu ve Önemi

Toprak organik maddesi canlı organizmaların (bitki, hayvan, böcek, mantar ve bakteri) biyokütle karışımından oluşmaktadır. Bu ölü organik materyallerin parçalanması ve humusa dönüşmesi toprak organik maddesi veya karbonu olarak tanımlanmaktadır (Trumbore, 1997; Eaton, 2007). Toprak organik madde miktarı, toprak yüzeyine organik materyal girdisi, mikrobiyal aktivite etkisine bağılı kayıplar/kazanımlar ve ayrıca çözünmüş organik karbonun erozyon ve yıkanma ile kayıpları gibi olaylar ile değişime uğramaktadır. Organik materyaller zaman içerisinde parçalanarak humus denilen daha karışık bir organik madde formuna dönüşür ve bu sürece de humuslaşma (hümifikasyon) denir. Toprak

organik maddesi ve humus, toprak korunmasında ve özelliklerinin iyileşmesinde önemli rol oynamaktadır. Toprak organik maddesi, yüksek kation değişim kapasitesi sayesinde ve kationik besinleri bünyesinde barındırması onu bitki büyümesi için önemli bir besin kaynağı haline getirmiştir. Bunun yanında toprağın tamponlama kapasitesini artırır ve asit veya bazlara karşı pH değişikliklerinden daha az etkilenmektedir. Organik madde toprakların agregat stabilitesini düzenlemesinin yanında toprak havalanması, toprak sıcaklığı, toprak dayanıklılığı, kök büyümesi ve toprak içindeki dağılımı, infiltrasyon ve suyun toprak içinde muhafaza edilmesi (Biswas ve Mukherjee, 1995) gibi işlevleri ile topraklarda fiziksel, kimyasal, biyolojik ve hidrofiziksel özelliklerine olumlu etkiler yapmaktadır. Toprak organik maddesinin %58'i karbondan oluşurması nedeniyle toprak organik karbonun en önemli kaynağıdır (Post ve ark., 2001). Toprak organik karbonu ise karasal ekosistemlerde depolanan en büyük karbon havuzunu oluşturmaktadır (Eswaran ve ark., 2000; Jobbágy ve Jackson, 2000). Toprak organik karbonu yeteneğini temsil eden materyaller hızlı ayrışan kısımlar, orta seviyede ayrışan ve zor ayrışan bileşenler olarak toplam karbon havuzunu oluşturur (Trumbore, 1997; von Lutzow ve ark., 2006). Zor ayrışan organik maddelerden oluşan toprak havuzunda uzun süre karbon tutulması sağlamaktadır (Falloon ve Smith, 2000; von Lutzow ve ark., 2006).

Toprak organik karbonu stabilizasyonunu kontrol eden mekanizmalar seçici koruma (yapısal bileşimi nedeniyle TOM'un stabilizasyonu), mekansal erişilemezlik (TOM'un yeri, ayrışma için mikroorganizmaların ve enzimlerin erişimini etkiler), yüzeyler ve metal iyonlarıyla olan etkileşimler (kil ve TOM gibi toprak mineralleri arasındaki kimyasal veya fizyokimyasal bağlanma, daha fazla TOM stabilizasyonu sağlar) olmak üzere üç gruba ayrılırlar (Six ve ark., 2002). Topraklardaki karbon stabilizasyonunun kontrol mekanizması iyi anlaşılamamıştır (von Lutzow ve ark., 2006).

Toprakta karbon stoğu karbon içeren materyalin kimyasal bileşimine, iklime ve toprak özelliklerine göre değişmektedir. Kil miktarı, nemi, pH ve besin elementi durumları...gibi birçok toprak özellikleri toprakta karbon depolama açısından önemlidir (Jandl ve ark.,2007). Turba toprakları en fazla organik karbon depolayan sulak ekosistemlerdir. Ayrışma hızından daha fazla organik madde üretimi olması toprak ve toprak yüzeyinde daha çok karbon biriktirilmesi anlamına gelmektedir (Bubier et al., 1995). Su miktarının fazla bulunduğu anaerobik ortamlar altında fenoloksidaz aktivitesi olmaması dengesizliğe neden olmaktadır (Freeman ve ark., 2001). Bu kimyasal olarak değişken organik madde birikmesine neden olmaktadır (Jandl ve ark., 2007). Toprak

işlenmesi ile alt toprakların havalanması sonucu bu anaerobik ortam bertaraf edileceğinden toprak organik maddesinin ayrışmasına katkı sağlayacaktır (Jandl ve ark., 2007; Koehler ve ark., 2010).

1.4.4. Bazı faktörlerin Toprak Organik Karbonuna Etkileri

1.4.4.1. Toprak pH'sı

Topraklarda organik madde ve organik karbon birikmesi toprak pH'sını etkilemektedir. Düşük pH seviyeleri, organik maddenin ayrışmasını ve toprağa daha fazla karbon girdisi saylayan toprak mikroorganizma aktivitelerini engelleyebilmektedir (Andersson ve Nilsson, 2001; Aciego Pietri ve Brookes, 2008). Buna karşın Laganière ve ark. (2010) toprak pH'sının toprak karbon depolamasına çok fazla etki etmediğini belirtmiştir. Ayrıca, Laganière ve ark. (2010) toprak pH'ının toprakların organik karbon stoklarını etkilediğini savunmuşlardır. Düşük pH seviyelerinde bitki belenmesi için uygun koşulların oluşmadığı için net bitkisel biyokütle üretimi az olacağı için topraklara organik madde girişinin pH seviyesi yüksek olan topraklara nazaran daha az olacağı vurgulanmıştır (Augusto ve ark., 2002; Laganière ve ark., 2010). Bu durum hali hazırda toprak pH'sının karbon depolamaya etkisini gösteren çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

1.4.4.2. Bitki Türü

Bir alanda yetişen bitki türü farkları o alandaki toprak karbon stok dinamiklerini tamamen farklı oranlarda değiştirmektedir (Guo ve Gifford, 2002; Vesterdal ve ark., 2002; Paul ve ark., 2002; Lemma ve ark., 2006; Laganière ve ark., 2010; Shi ve Cui, 2010; Hansson, 2011). Laganière ve ark. (2010) bitki türlerinin toprak karbonunu döngüsünde çok önemli rol oynadığını belirtmiştir. Bilhassa, geniş yapraklı türlerin bulunduğu meşcerelerin ibre yapraklı türlere nazaran % 25 daha fazla karbon depoladığını tespit etmişlerdir. Ayrıca, saf veya karışık meşcere kuruluşlarına göre ayrışma hızının ve buna bağlı olarak ölü örtü ve topraklarda depolanan karbon miktarında önemli derecede etkilemektedir (Sarıyıldız, Tüfekçioğlu ve Küçük, 2005a; Tolunay ve Çömez, 2008).

Shi ve Cui (2010) Çin'de ağaçlandırma alanlarında toprak karbon stokları üzerinde yaptıkları çalışmada, 0-40 cm derinliğindeki topraklar için geniş yapraklı türler ($5.92 \text{ gCm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$) ve karışık ormanların ($4.88 \text{ gCm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$), ibreli ormanlardan ($-0.90 \text{ gCm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$) daha fazla karbon değişimi olduğunu tespit etmiştir.

Guo ve Gifford (2002) geniş ve ibre yapraklı ağaçlandırma sahalarında yaptıkları çalışmada, geniş yapraklı türler altında oluşan torakların daha fazla carbon depoladıkları, ibre yapraklı topraklarda C kaybının fazla olduğunu tespit etmiştir. Geniş yapraklı ormanlar uzun ve derin kök yapıları sayesinde topraklarında daha fazla karbon depolayabilmektedirler (Strong ve La Roi, 1985). Bunun tam tersi ibre yapraklılar sık kök sistemleri ile daha az karbon depolamaktadır (Jandl ve ark.,2007). Geniş yapraklı türlerin toprak üstü biyokütlesinin ibre yapraklı türlerden fazla olması nedeniyle topraklara OM girdisi daha fazla olmakta bu da toprakta karbon depolamayı arttırmaktadır. Geniş yapraklı türler uzun kök biyokütleleri sayesinde toprak horizonun derinliklerinde dahi oldukça fazla miktarda karbon depolayabilmektedir (Lorenz ve Lal, 2005).

Bitki türleri ayrıca topraktan daha fazla ve hızlı birikebilen ölü örtüdeki karbon miktarını da etkilemektedir (Vesterdal ve ark., 2002; Vesterdal ve ark., 2008). İbrelili türlerle ağaçlandırılmış alanlarda toprak karbonunda azalma gösteren bazı çalışmalar mevcuttur (Guo ve Gifford, 2002; Markewitz ve ark., 2002; Guo ve ark., 2007; Laganière ve ark., 2010). Bunun yanında ibre yapraklı türlerin ölü örtüsünde geniş yapraklı türlere nazaran daha fazla karbon depoladığını belirten çalışmalar da bulunmaktadır (Vesterdal ve Raulund-Rasmussen, 1998; Vesterdal ve ark., 2008). Bunun nedeni olarak, ibre yapraklı ormanlarda ayrışmanın daha yavaş olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden farklı tür ağaçlar altında gelişen topraklarda ve ölü örtüde biriken karbon miktarının belirlenmesi ve değişim dinamiklerinin modellenmesi çalışmalarına şiddetle ihtiyaç duyulmaktadır.

Farklı ağaç türleri meşcerenin üretim potansiyeli, ölü örtü kalitesi ve miktarı, meşcere kapalılığı ve azot birikimi bakımından farklılık göstermektedir. Ormancılık uygulamaları sonucunda bitkisel tür kompozisyonu ve kapalılığın etkilenmesi de depolanan karbon miktarını etkilemektedir. Ayrıca iklimsel değişmelerin (sıcaklık ve nemdeki değişmeler) ağaç türü kompozisyonunda değişmelere neden olacağı tahmin edilmektedir (Koca ve ark. 2006). Ağaç türlerinin geniş ve ibre yapraklı olması da toprak ve ölü örtüdeki karbon azot miktarlarını etkilemektedir. Örneğin, sonbahar da bütün yapraklarını döken huş, 2 ila 4 yıl arasında canlı kalabilen çam ibreleri ve çoğunlukla 6 yıldan fazla yaşayabilen ladin ibrelerinin toprağa kavuşarak ölü örtü ve toprak karbon- azot havuzlarına katılma oranları birbirlerinden farklıdır (Liski ve ark., 2002).

1.4.5. Karbon Stoklarının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

Ağaç türündeki farklılıklar, karbon depolama kapasitesindeki değişimleri istatistiksel olarak etkileyen önemli bir faktördür. Conen ve ark. (2006) topraklarda organik karbonun artması ile depolama kapasitesi arasında yüksek ilişki olduğunu bildirmiştir.

Toprakta depolanan karbonun belirlenmesi için en fazla kullanılan ve hacim esaslı yöntem olan, derinliği bilinen bir toprağın hacim ağırlığı ile organik karbon yüzdesinin çarpılması sonucu bulunan değerdir (Markewitz ve ark., 2002; Sartori ve ark., 2007; Mao ve ark., 2010). Ancak, toprak hacmi farklı lokasyonlarda ve mevsimsel değişimlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Kulmatiski ve Beard, 2004; Lee ve ark., 2009; Wuest, 2009). Bu yöntemde topraktaki karbon kütlesindeki değişimler dikkate alınmadığı için TOK stoklarındaki değişimi göstermemektedir (Ellert ve Bettany, 1995; Markewitz ve ark., 2002; Murty ve ark., 2002; Goidts ve ark., 2009; Lee ve ark., 2009; Mao ve ark., 2010). Bu yüzden Ellert ve Bettany (1995) tarafından daha güvenilir ve karbon stoklarındaki değişimleri de belirleyen birçok araştırmaya ışık tutan Eşdeğer Toprak Kütlesi (ETK) kavramını geliştirerek bilim dünyasına sunmuştur (Ellert ve Bettany, 1995; Carter ve ark., 1998; Yang ve Wander, 1999; Gifford ve Roderick, 2003; VandenBygaart ve Angers, 2006; Wuest, 2009; Lee ve ark., 2009).

1.5. Toprakta Azot Döngüsü ve Önemi

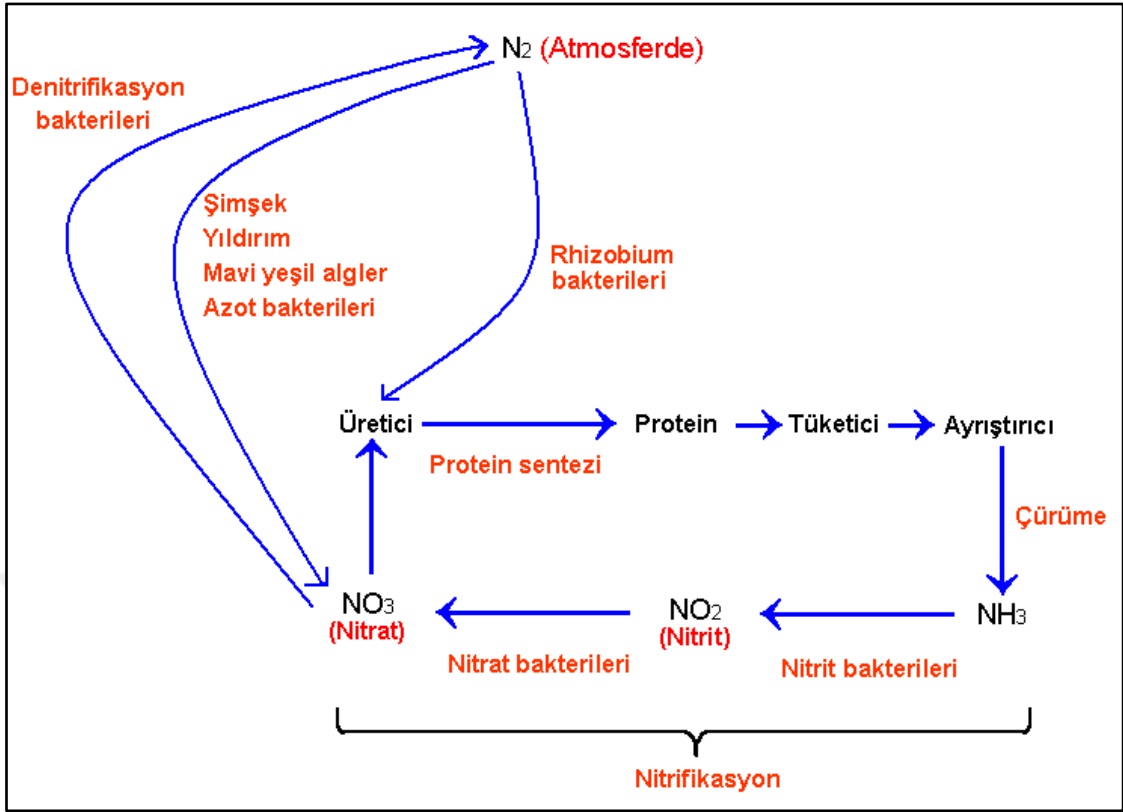
Karbon, oksijen ve hidrojen gibi azot da canlı yaşamı için gerekli elementlerin başında gelmektedir. Azot döngüsü, azotun yeryüzünde yer değiştirmesi ve hareketi demektir. Azot, tüm canlı organizmalarda proteinleri oluşturan aminoasitlerin, nükleik asitlerin, adenosin trifosfat (ATP) ve yaşam için gerekli diğer bileşiklerde bolca bulunmaktadır. Bu yüzden azot (N) bütün canlı organizmalarda bitki beslenmesinde ve büyümesinde büyük öneme sahiptir. Azot bu kadar önemli ve atmosferde en çok bulunan bir element olmasına karşın bazı bakteriler, aktinomisetler ve siyanobakteriler haricinde diğer canlılar tarafından atmosferden direkt alınıp kullanılamamaktadır (Kantarcı, 2000).

Azot bakterileri (Nostoc sp. v.b.) toprakta ve Rhizobium sp. bakterileri ise baklagil bitkilerinin nodülleri üzerinde bol miktarda bulunmaktadır. Bunlar atmosferik azotu amonyum bileşiklerine ve nitritlere dönüştürürler ve bitkiler bu azotu kökleri aracılığı ile alarak bünyelerinde kullanırlar. Bitki ve hayvanların ölen kısımlarının nitrobakteriler

tarafından amonyak, nitrit ve nitrat formlarına dönüştürülerek en nihayetinde de geri atmosfere salınımı sonucu bir döngü meydana getirmektedir. Bu döngüye **Azot Döngüsü** denir. Topraktaki azot miktarı mineralizasyon ve immobilizasyon olayları sonucunda organik ve inorganik formlar arasında sürekli değişim ve döngü halindedir (Şekil 1.2). Çoğu ekosistemlerde bitki ve hayvanlardan kalan ölü organik materyal azot kaynaklarını oluşturmaktadır. Bu organik azot ayrıştırıcılar tarafından biyojeokimyasal döngü haline geçerek inorganik forma dönüştürülürler. Ayrıştırıcılar çoğulukla toprakların üst kısımlarında yaşarlar ve organik maddede bulunan azotu amonyak formundan amonyum tuzuna değiştirir. Bakteri, aktinomiset ve bazı mantarlar tarafından gerçekleştirilen bu olay **mineralizasyon** olarak adlandırılır.

Toprağı oluşturan anakayanın yapısında azot bulunmamaktadır. Asıl azot kaynakları doğal ve yapay gübreler, yağmur ile gelen NO_x (NO , NO_2 , N_2O_5) gazları, sulama sonucu oluşan nitrat ve amonyum, fiksasyon olayları ve atmosferik gaz adsorpsiyonu ile oluşan (N_2 , N_2O , NO_2 , NO , NH_3) gazlardır. Organik maddenin içeriğinde bulunan proteinler, nükleik asit ve kütin gibi kompleks bileşikler organik azot kaynağını oluşturmaktadır. Enzimler sayesinde küçük parçalara ayrılan organik bileşikler suda çözünerek bitkiler ve mikrobiyal canlılar tarafından alınabilir formlara dönüşmektedir.

Bitkiler topraktan azotu amonyum (NH_4^+) ve nitrat (NO_3^-) olmak üzere iki formda alabilmektedir. Bitkiler tarafından alınabilir inorganik azot formları toprakta yaşayan canlıların organik materyalleri ayrıştırması sonucu (azot mineralizasyonu) ortaya çıkmaktadır. Toprak mikroorganizmaları anorganik azot bileşiklerini (NH_4^+ , NH_3 , NO_3^- , NO_2^-) asimile etmesi sonucu hücre dokularında (protein ve nükleik asit gibi) kullanmaktadır. Mikroorganizma faaliyetlerinin gerçekleştiği ortamda azotun yetersiz olması azot immobilizasyonuna neden olmaktadır. Mineralizasyon ve immobilizasyon olayları toprak içinde aynı zamanlarda oluşmasına karşın net mineralizasyon toprakta karbonun yeterli olmadığı durumlarda, net immobilizasyon ise mikrobiyal canlı popülasyonu artışının azot eksikliği sonucunda engellenmesi ile meydana gelmektedir (Bardgett 2005; Robertson ve Groffman 2007).



Şekil 1.2. Azot döngüsünün şematik diyagramı (link 4).

Şekil 1.2’de Amonyum ve amonyakın oksitlenmesi ile nitrite ve daha sonra da nitrata dönüşmesi olayı **nitrifikasyon** olarak adlandırılmaktadır. Bu dönüştürme olaylarını *nitrosomonas* (amonyumun nitrite dönüştürülmesi) ve *nitrobakter* (nitritin nitrata dönüşmesi) ...gibi ototrofik ve aerobik bakteriler gerçekleştirmektedir. Mantarlar tarafından gerçekleştirilen nitrifikasyon ise heterotrofik nitrifikasyon olarak adlandırılır. Azot döngüsünün gerçekleşebilmesi için bazı toprak özelliklerinin optimum nitrifikasyon şartları sağlaması gerekmektedir. Moleküller arası geçişin sağlanması için toprak havalanmasının iyi olması, toprak neminin uygun olması ve yeteri miktarda oksijen bulunması gerekmektedir.

Nitrifikasyon yapabilen bakteriler hayatîyetlerinin devamı için ihtiyaç duydukları karbonu ortamda bulunan karbondioksit ve bikarbonat iyonlarından sağlamaktadır. Toprak nemi ve sıcaklığı nitrifikasyon olayını doğrudan etkilemektedir (Özbek ve ark. 2001; Bardgett 2005). Optimum sıcaklık 25-35 °C arasındadır. Bu derecelerin altında veya üzerinde biyolojik aktivite yavaşlar daha ekstrem koşullarda ise tamamen durur.

Amonyumun (NH_4^+) oksitlenerek nitrata (NO_3^-) dönüşmesi sonucu H^+ iyonları toprağa geçmesi toprak reaksiyonunu düşürerek asitli bir ortam oluşturur. Nitrifikasyonda

optimum pH değeri 6-8 arasında olmalıdır. Reaksiyonun 4,5'in altına düştüğü durumlarda nitrifikasyon durur. Bu yüzden toprakların pH değeri ve bu değerdeki mevsimsel değişimler nitrifikasyon olayını doğrudan etkilemektedir (Brady 1990; Özbek ve ark., 2001; Bardgett 2005; Pidwirny 2006).

Yıkanma, denitrifikasyon, erozyon, bitki tarafından alınım ve ürün hasadı gibi nedenlerle toprakta azot kayıpları yaşanabilmektedir. Özellikle nitrat yapısı itibari ile çok hızlı çözünür ve topraktan yıkanarak uzaklaşır. Denitrifikasyon topraktaki anaerobik azot bakterileri (örneğin; *Akromobakter*, *alcaligenes*, *pseudomonas*, *flavibacterium* v.b.) tarafından nitratın (NO_3^-) nitrite (NO_2), nitrik oksite (NO), nitroz oksite (N_2O) ve en son azot gazına (N_2) dönüştürülmesidir. NO, N_2O ve N_2 gazları atmosfere geri döner. Biyokimyasal bir olay olan denitrifikasyon sonucu toprakta artan oksijen diğer canlılar tarafından kullanılır. Toprakta yaşayan mikrobiyal canlıların % 20'sini denitrifikasyon bakterileri oluşturur (Kantarcı 2000; Bardgett 2005; Robertson ve Groffman 2007).

Topraklardaki azot değerleri belirli miktarlar ile sınıflandırılarak N durumu belirlenmektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Toprakta Azot (N) miktarına göre sınıflandırma (Çepel 1995 ten değiştirilerek yapılmıştır).

N miktarı (%)	Sınıflandırma
< 0,1	Çok düşük
0,1-0,2	Düşük
0,2-0,5	Orta
0,5-1	Yüksek
> 1	Çok yüksek

1.6.Torpak Mikrobiyal Biyokütle Karbon ve Azotu

Toprak mikrobiyal biyokütle kavramını ilk olarak Jenkinson (1966) öne sürülmüştür. Ancak o dönemlerde toprak mikrobiyolojisi üzerine çalışmaların gerçekleştirilmesi için uygun ve standart bir yöntem bulunmadığı için toprak mikrobiyal biyokütle kavramı uzun zaman geri planda kalmış ve tahmini metodlarla tespit edilmeye çalışılmıştır. Jenkinson ve Powlson'un (1976) yaptıkları bir dizi çalışmalar sonucunda, mikrobiyal biyokütlede tutulan karbon miktarının belirlenmesi için kloroform fumigasyon

inkübasyon (chloroform fumigation–incubation) yöntemi geliştirmiştir (Insam 2001; Powlson ve ark. 2001).

Mikrobiyal biyokütle organik madde ayrışması, besin elementlerinin ve iyonlarını mineralizasyonu, besin elementlerini stoplazmalarda tutarak topraktan erozyonla uzaklaşmasını engelleme, toprakta toksik etki yapan maddeleri uzaklaştırma, bitkilerin su ve besin elementi alımını arttırma, topraklara kırıntılı strüktür kazandırarak agregatlaşmayı artırma, hümik madde sentezi, toprak oluşum ve gelişim olaylarına katkıda bulunma... gibi olaylar esas görevleridir (Christensen 1989).

Toprak mikrobiyal biyokütlesi, bitki kökleri ve toprak hayvanları hariç olmak üzere 5×10^{-3} µm'den daha büyük canlı kısmını tanımlamaktadır (Jenkinson ve Ladd 1981). Toprakların canlı kısmının çoğunu oluşturan toprak mikroorganizmaları, toplam toprak hacminin % 0,5 lik kısmını, organik maddenin ise % 10'undan daha düşük bir kısmını oluşturmaktadır. Birincil üreticiler olan bitkilerin yaşamlarının devam edebilmesi için gerekli olan C, N, P ve diğerk bazı besin elementleri, toprak üzerinde biriken organik materyallerin mikrobiyal canlı faaliyetleri ile yeniden kullanılabilir hale gelmektedir. Bu olayların sonucunda karbon, azot, fosfor ve diğerk besin elementleri döngüsü kavramları oluşmuştur. Bu döngü toprakta yaşayan mikrobiyal canlılar tarafından gerçekleştirildiğı için mikrobiyal biyokütle toprak ile bitki arasındaki bağlantıyı sağlayan en önemli unsurlardan bir tanesidir (Pankhurst ve ark. 1997).

Toprak mikroorganizmaları bitkiler için besin kaynağı olan organik maddeyi ayrıştırmasının yanında topraktaki zehirli maddeleri de parçalarlar. Bazı mikrobiyal organizma türleri ise bitkilerin kökleri ile simbiyotik ilişkiler kurarak bitki gelişimine olumlu katkılarda bulunurlar. Bunun yanında toprakların kırıntı bünyesini (strüktür) geliştirerek kümelenmesine katkı sağlar.

Son zamanlarda yapılan bilimsel çalışmalar ile topraktaki mikrobiyal aktivite ve mikrobiyal biyokütle karbonu kavramları, toprak sağlığı ve kalite parametrelerine entegre edilmiştir. Toprak organik maddesinin canlı kısmını oluşturan mikrobiyal biyokütle C ve N miktarlarının bilinmesi toprak kalitesinin tespit edilmesi için büyük önem arz etmektedir.

Belli bir alanda ve zamanda, bitki örtüsü varlığı altında gelişen toprakların kendilerine özgü karakteristikleri bulunmaktadır. Bu yüzden sürekli vejetasyon örtüsü bulunduran topraklar diğerk topraklara göre farklı özellikler göstermektedir. Mesela benzer iklim ve anakaya özellikleri altında bulunan iki farklı arazi kullanımına ait topraklar

arasında toprak özellikleri bakımından bariz farklar olduğu bilinmektedir. Bir alan üzerindeki bitki türü farkları o ekosistem içerisinde oluşan besin döngüsü, mikroorganizma faaliyetlerini, mikrobiyal biyokütle miktarını ve özelliklerini, toprak mikrobiyal aktivitesini ve bunun gibi birçok biyolojik toprak özelliklerini etkilemektedir (Dornbush 2007). Ancak bitki topluluklarının bu etkileri yeterince anlaşılamamıştır. Toprak üzerinde veya içerisinde organik bileşiklerin, yani bitki ve bitki artıklarının varlığı ile mikroorganizmaların karşılıklı olarak etkileşimleri sonucunda topraktaki değişimler ve yukarıda bahsedilen olaylar gerçekleşmeye başlar. Örnek olarak, bitki türüne (yaprğını döken ve herdem yeşil bitkiler) ve yoğunluğuna bağlı olarak toprakta organik madde miktarı, organik madde bileşimi, bitki besin elementleri ve alınabilirliği, toprak pH'sı, nemi, sıcaklığı değişebilmektedir. Ayrıca aynı toprakta mevsim boyunca değişim gösteren nem ve sıcaklık, kök aktivitesi, toprak üzerindeki ölü örtü ve içindeki organik madde miktarlarında toprak özelliklerinde birtakım mevsimsel değişime neden olmaktadır (Kramer ve Green 2000). Bu değişimlerden en hızlı ve fazla etkilenen toprak özelliklerin mikrobiya toprak özellikleridir (Paul ve Clark 1996).

Bununla birlikte, toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N miktarlarının ormancılık faaliyetlerinden etkilendiği, orman veriminin artmasıyla bu miktarın arttığı gözlemlenmiştir (Sparling 1997; Bauhus ve ark., 1998; Kara ve Bolat 2008a). Ayrıca bazı araştırmacılar, ağaç türlerinin toprak verimliliği ve mikrobiyal toplumlar üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir (Moya ve ark. 2014; Kara ve ark. 2016). Bu nedenle, toprakların mikrobiyal indislerinden mikrobiyal biyokütle C ve C_{mic}/C_{org} yüzdesi orman topraklarındaki organik materyal üzerindeki işlevlerini göstermektedir (Insam ve Domsch 1988; Kara ve ark., 2008; Bolat 2011).

Organik maddelerin ayrışma hızları organik materyalin cinsine (yaprak, ince dal, kalın dal ve kabuk vb.) ve birleşimine (lignin, selüloz, kütin maddeleri... vb.) göre değiştiği için ayrışma süresi yaşam için oldukça önemlidir. Çünkü topraktaki mikrobiyal biyokütle devir hızı 3 ay-2 yıl arasında iken, organik madde için 20 yıldan fazladır (Jenkinson ve Ladd 1981; Stout ve ark., 1981; O'Brien 1984; Jenkinson 1990). Toprak mikroorganizmaları (mikrobiyal biyokütle), toprağın enerji ve besin döngüsünü sağlayan canlılardır. Bu canlıların büyümesi ve çoğalması için gerekli olan besin elementlerinden N, P ve S gibi besinler için de önemli bir havuz oluşturur. Mikrobiyal canlılar organik madde mineralizasyonunu gerçekleştirerek inorganik besin maddelerinin (NH_4^+ , NO_3^- , $H_2PO_4^-$, SO_4^{2-} ve CO_2) açığa çıkmasını sağlar. Yani, fazla miktarda mikrobiyal biyokütle bulunan

toprakların besin maddesi döngüsü ve depolanması daha hızlı ve fazla miktarda olmaktadır (Gregorich ve ark.1994). Bakteriler ve mantarlar, biyokütle ve aktivite hızları bakımından topraklarda en fazla görülen mikroorganizmalardır (Anderson ve Domsch 1973; Parkinson ve Coleman 1991; Cleveland ve ark. 2004). Mikrobiyal faaliyetler genellikle toprakların yüzey kısmında (0-10 cm) en fazla görülmekle birlikte 30 cm ye kadar olan üst topraklarda yoğunlaşmıştır. Bu yoğunlaşma doğallığı bozulmamış topraklar için geçerlidir.

Toprak mikrobiyal canlılarının miktar ve türünde meydana gelen değişiklikler, bitkilerin alabileceği besin elementlerindeki değişmelere neden olabilmektedir. Örneğin, toprakta mikrobiyal canlı sayılarının azalmasıyla bu canlıların kullandığı besin elementlerinin bir kısmı bitkilerin alabileceği formlarda serbest hale geçerek bitkilerin alabileceği besin elementi miktarında artış gözlenir. Tam tersi durumda ise besin elementlerinde azalma meydana gelir (Jonasson ve ark. 1999).

Mikrobiyal biyokütle topraktaki organik madde miktarı ile doğru orantılı olarak artış veya azalma göstermektedir (Jenkinson ve Ladd 1981; Singh ve ark.,1989; Smith ve Paul 1990; Diaz-Ravina ve ark., 1993). Mikrobiyal organizmalar karasal ekosistemdeki besin dolaşımı ve toprak verimliliğinde doğrudan etkili olduğu için primer üreticiler olan bitkilerle direkt ilişkilidir (Zak ve Pregitzer 1990; Smith ve Papendick 1993; Roldan ve ark., 1994). Son yıllarda yapılan çalışmalarla, toprakların mikrobiyal biyokütle ve mikrobiyal indislerinin belirlenmesi, toprak kalitesinin izlenmesinde hassas bir gösterge olduğu gerçeğini gün geçtikçe doğrulamaktadır (Mendham ve ark., 2002; Li ve ark., 2004). Toprak kalitesi veya sağlığını belirlemede toprakların bazı fiziksel, kimyasal ve biyolojik karakteristiklerinin bilinmesi gerekmektedir (Çizelge 1.2). Bilhassa son zamanlarda biyolojik göstergeler önem kazanmış ve bilimsel çalışmalar bu alana doğru hızlıca gelişerek devam etmektedir. Ayrıca, Avrupa ülkelerinde mikrobiyal biyokütle ve toprak solunumu en çok kullanılan toprak kalite göstergeleridir (Nielsen ve Winding, 2002).

Çeşitli Avrupa ülkelerinde farklı mikrobiyal göstergeler kullanarak topraklarının sağlık ve kalite standartları belirlenmiştir (Çizelge 1. 3). Çizelge 1.3’de gösterildiği gibi Avrupa ülkeleri çoğunlukla mikrobiyal biyokütle ve toprak solunumunu mikrobiyal göstergeler olarak kullanmışlardır (Nielsen ve Winding 2002).

Çizelge 1.2. Toprak kalitesini belirlemede gösterge olarak kullanılan fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleri (Pankhurst vd. 1997' den değiştirilerek).

Göstergeler	Fiziksel Göstergeler	Kimyasal Göstergeler	Biyolojik Göstergeler
Özellikler	- Mineral yapı - Tekstür - Derinlik - Hacim ağırlığı - Su tutma kapasitesi - Gözeneklilik	- pH - Elektriksel iletkenlik - Kasyon değişim kapasitesi - Organik madde - Makro bitki besin elementleri - Ağır metaller	- Mikrobiyal biyokütle - Toprak solunumu - Azot mineralizasyonu - Enzim faaliyeti - Mikrofloranın varlığı - Bitki biyoçeşitliliği - Kök hastalıkları - Bitki büyümesi

Çizelge 1.3. Çeşitli Avrupa Ülkelerinin toprak sağlığı izleme programlarında kullandıkları mikrobiyal göstergeler (Nielsen ve Winding 2002'den değiştirilmiş).

Ülke	Mikrobiyal Göstergeler	Ülke	Mikrobiyal Göstergeler
Almanya	✓ Bazal Solunum ✓ Mikrobiyal Biyokütle ✓ Metabolik Katsayı ✓ Toprak Enzimleri	Hollanda	✓ Mikrobiyal Biyokütle ✓ C mineralizasyonu ✓ N mineralizasyonu ✓ Bakteri gelişme hızı ✓ Mikrobiyal çeşitlilik
Avusturya	✓ Mikrobiyal Biyokütle ✓ Toprak Enzimleri ✓ Nitrifikasyon ✓ Bakteri ve Mantar durumu	İngiltere	✓ Bazal Solunum ✓ Mikrobiyal Biyokütle ✓ Mikrobiyal Çeşitlilik ✓ Bio-algılayıcı bakteri
Çek Cumhuriyeti	✓ Bazal Solunum ✓ Mikrobiyal Biyokütle ✓ N mineralizasyonu ve nitrifikasyon ✓ Toprak Enzimleri	İsviçre	✓ Bazal Solunum ✓ Mikrobiyal Biyokütle ✓ N mineralizasyonu
ICP-IM Ülkeleri (Est, Fin, Alm, İt, Let, Rus, İsv)	✓ Bazal Solunum ✓ Organik Madde Ayrışması ✓ Toprak Enzimi ✓ N mineralizasyonu	İskoçya	✓ Mikrobiyal Çeşitlilik

Her canlı gibi topraktaki mikrobiyal organizmalar aktiviteleri için solunum yapmaktadırlar. Toprak üzerinde veya içindeki mikrobiyal canlıların faaliyetleri sonucu organik maddenin oksidasyonu ile karbondioksit açığa çıkmaktadır. Bu olaya toprak solunumu (mikrobiyal solunum-bazal solunum) denilmektedir. Karasal ekosistemlerdeki karbon döngüsünde mikrobiyal solunum büyük öneme sahiptir. Bitkilerin fotosentez yoluyla bünyelerinde tutukları karbonun tekrar atmosfere dönmesi toprak solunumu sayesinde gerçekleşmektedir.

Mikrobiyal solunumda üreme, özümseme ve beslenme amacıyla artış gözlemlenebilmektedir. Bazal solunum miktarı, mikrobiyal canlıların türüne ve miktarına göre değişim göstermekle birlikte toprak nemi, toprak sıcaklığı, toprak tekstürü ve strüktürü, alınabilir bitki besin elementlerinin miktarı gibi bazı toprak özellikleri tarafından etkilenmektedir (Kieft ve Rosacker 1991; Alef 1995; Nannipieri ve ark., 2003).

Topraktaki mikrobiyal aktivite, karbondioksit üretimi veya oksijen tüketiminin ölçülmesi ile belirlenebilmektedir (Nielsen ve Winding 2002). Bazal solunum (toprak solunumu) miktarı belli ölü örtü veya toprakların belirli bir süre kapalı kavanozda inkübasyona tabi tutulmasıyla belirlenir. İnkübasyon sonunda açığa çıkan karbondioksit (CO_2) sodyum hidroksit ile yakalanır ve hidroklorik asit (HCl) ile titre edilir (Alef 1995).

Toprakların boşluk kısmındaki gaz oranları, atmosferik havanın gaz oranlarından farklılık göstermektedir. Toprak havasında azot % 79,2, oksijen % 20,6 ve karbondioksit %0,2-0,7 arasında değişmekte iken atmosferde N_2 % 79, O_2 % 20,97 ve CO_2 % 0,03 konsantrasyonlarındadır. Toprakta karbondioksit miktarındaki değişime mikroorganizma faaliyetleri sonucu organik maddenin ayrışması ve bitkilerdeki kök solunumu neden olmaktadır (Kantarcı, 2000).

Toprak mikrobiyal indislerinden olan metabolik katsayı ($q\text{CO}_2$) ise mikrobiyal biyokütledeki solunum hızını gösteren bir orandır. Bu katsayı, bazal solunum değerinin ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1}$ kuru toprak h^{-1}) mikrobiyal biyokütle C miktarına ($\mu\text{g C}_{\text{mic}} \text{g}^{-1}$ kuru toprak) oranlanması sonucu elde edilmektedir. Bu katsayı ($q\text{CO}_2$) mikrobiyal toplumların metabolik durumunun incelenmesinde indikatör olarak kullanılmasının yanında ağır metal kirliliği, toprak sıkışması, toprak reaksiyonu (pH) gibi toprakta strese yol açan olaylara karşı gösterilen tepkinin incelenmesinde de kullanılmaktadır (Anderson ve Domsch 1990; Sparling 1997). Bunun yanında metabolik katsayı, bitki ve ekosistem gelişimi ile benzerlik göstermesi nedeniyle farklı arazi kullanımlarının araştırılmasında çoğunlukla kullanılan bir parametredir (Coleman ve Crossley 1995).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1.Yurt Dışı Çalışmalar

Topraklarda organik karbonun ve azotun depolanmasında etkili olan birçok faktör bulunmaktadır. Sıcaklık, yağış, nem, yükselti, eğim, bakı, ölü örtünün türü (yaprak, ince dal, kalın dal, kabuk, yaprak, çiçek... vb.) ve kimyasal bileşimi (lignin, selisöz, uçucu yağlar... vb.), arazi kullanım şekli, meçcere tipi, kapalılık durumu, toprak özellikleri gibi faktörlerin toprak azot ve karbon depolamasına etkileri gerek uluslararası gerekse ulusal araştırmacılar tarafından çalışmalarına konu edilmiştir (Tolunay ve Çömez, 2007). Aşağıda konu ile ilgili yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

Tate ve ark. (1991) Yeni Zelanda'nın Güneyindeki yaşlı kayın ormanlarında ölü örtü ve topraklardaki karbon stoğunu ve bunun solunum ile ilişkilerini araştırmışlardır. Ölü örtü tabakasındaki C miktarı 3 kg m^{-2} olduğu tespit edilmişken bu değer mineral toprakta $15,8 \text{ kg m}^{-2}$ olarak bulunmuştur. Ölü örtünün yıllık ortalama solunum değeri ise $0.65 \text{ kg CO}_2 - \text{C m}^{-2}$ olarak tespit etmişlerdir.

Dixon ve ark. (1994) ulusal orman kaynaklarının karbon depolama kapasitelerini ve karbon akış tahminlerini farklı metodlar kullanarak kapsamlı bir biçimde incelemişlerdir. Araştırmaya konu orman alanlarını üç farklı enlem derecesine ($0-25^\circ$, $25^\circ-50^\circ$, $50^\circ-75^\circ$) ayırarak depo edilen karbon miktarlarını belirlemişlerdir. Bu incelemeler sonucunda; karbon stoğu $0,7 \pm 0,2 \text{ PgC yr}^{-1}$ olan orta ve yüksek enlemlerdeki ormanların karbon miktarı düşük enlemdeki açıklık alanlardaki karbon değerine ($1,6 \pm 0,4 \text{ PgC yr}^{-1}$) oranla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Dünya genelindeki orman topraklarının yaklaşık 1146 Pg karbon depoladığı, bunun % 49'unun yüksek enlemde bulunan ormanlarda, % 37'inin düşük enlemde bulunan ormanlarda ve % 14'ünü de orta enlemde bulunan ormanlarda bulunduğu bildirilmiştir.

Schauvlieghe ve Lust (1999) Belçika'daki farklı arazi kullanım şekillerinin karbon depolamasına etkilerinin irdelendiği bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Gerçekleştirilen bu çalışmanın sonucunda; karbon depolanması miktarının yaşlı (69 yaş) dişbudak ormanlarında en fazla (232 tonC/ha) olduğu, sırasıyla yaşlı meşe-kayın karışık yaşlı (69 yaş) ormanlarda 227 ton C/ha , genç 29 yaş) dişbudak ormanlarında (173 ton C/ha), mera alanlarında 128 ton C/ha , genç (27 yaş) saf meşe ormanlarında ise 117 ton C/ha olarak bulunmuştur. Toprak karbonunun meşcere yaşı ile doğrudan ilişkili olduğunun belirtildiği bu çalışmada bilhassa stabil topraklarda yetişmiş yaşlı meşcerelerde topraktaki C

miktarının önemli derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir. Schlesinger ve Lichter (2001) *Pinus taeda* meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarının CO₂ konsantrasyon miktarlarını incelemişlerdir. Ölü örtü örneklerinde ciddi miktarda CO₂ konsantrasyonu (565 µl l⁻¹) bulunmuştur. Üst topraktan derinlikler doğru gidildiğinde C stoklarında ciddi miktarlarda azalma olduğu tespit edilmiştir.

Kavvadias ve ark. (2000) Yunanistan'daki karaçam, sahil çamı, göknar ve kayın meşcerelerinde yıllık ortalama yaprak döküm miktarları belirlenmiştir. Karaçam meşcerelerinde en fazla yaprak dökümü gözlemlenmişken (4000 kg h⁻¹) en düşük yaprak dökümü sahil çamında (1420 kg h⁻¹) bulunmuştur.

Ilvesniemi ve ark. (2002) Finlandiya'nın orman ekosistemlerindeki C ve N stoklarının belirlenmesi adlı çalışmalarında orman topraklarındaki toplam C ve N stokları ortalama 5,52 kg m⁻² ve 0,17 kg m⁻² olarak bulunmuştur. Bütün Finlandiya ormanlardaki mineral topraklar göz önünde bulundurulduğunda ise C ve N stokları 921 Tg (0-40 cm) ve 26 Tg (0-20 cm) olarak bulunmuştur. Bu meşcerelerde gerçekleştirilen ormancılık faaliyetlerinden tıraşlama kesimi sonucu toprakta C stokunun kesimden 12-27 yıl sonralarında 0,5 kg m⁻² oranında artış gözlemlenmiştir. Bunun yanında tıraşlama kesimi sonrasında toprak solunumunda ciddi sayılabilecek derecede artış gözlemlenmiştir.

Klopatek (2002) ABD'nin Cascade dağlarında yayılış gösteren farklı yaşlardaki (20 yaşında, 40 yaşında ve 450-550 yaş arasında) *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) meşceresi altında oluşan toprakların karbon ve toplam azot depolama kapasitelerini belirlemiştir. Çalışma sonucunda; üst topraklardaki (0-20 cm) organik C ve toplam N un en çok 40 yaşındaki duglas meşcerelerinde depolandığı, en az ise en yaşlı duglas meşcerelerinde depolandığını tespit etmiştir.

Satti ve ark. (2003) Patagonday'nın kuzey batı kesimlerindeki ibreli karışık ve yapraklı karışık ormanlardaki ölü örtülerin N_{toplam} miktarları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, üç farklı ibreli türlerden oluşan ormanların N_{toplam} değeri % 0,28-0,48 arasında, üç farklı geniş yapraklı türlerden oluşan ormanda % 0,49 ile % 1,03 arasında ve dört farklı türden oluşan geniş yapraklı karışık ormanlarda % 0,52 ile % 0,85 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Bienkowski ve ark. (2006) Sibirya'nın orta kesimlerindeki ibre yapraklı orman ve mera alanlarına ait ölü örtülerin C_{org} miktarları boreal ormanlarda % 32, Subboreal

ormanlarda % 33,7 olarak belirlenmiştir. Meralarda ise bu değer subboreal alanlarda % 30,3 olduğu belirtilmiştir.

Devi ve Yadava (2006) *Quercus serrata* Thunb. ve *Schima wallichii* (DC.) Korth. ile *Quercus serrata* Thunb. vee *Lithocarpus dealbatus* (Miquel) Rehder karışık meşcereler altında oluşan üst toprakların N_{toplam} miktarları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda *Quercus serrata*- *Schima wallichii* karışık meşcerelerinde N_{toplam} miktarı % 0,39 ile % 0,54 arasında; *Quercus serrata*-*Lithocarpus dealbatus* karışık meşcerelerinde ise % 0,33 ile % 0,50 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Garcia- Oliva vd. (2006) Meksika'nın batısında ormandan meraya dönüştürülmüş alanlarda ve orman alanlarındaki üst toprakların karbon ve azot dinamikleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, ormanlık alan topraklarının karbon miktarları mera alanlarında daha fazla bulunmuştur. Kurak sezonda ve yağmurlu sezonda orman (% 3,6 ve % 2,9) ve mera (% 3 ve % 2,3) topraklarının içerdikleri C miktarı önemli derecede farklılık göstermiştir.

Zhou ve ark. (2006) Çin de 1979 ile 2003 yılları arasında 400 yaşını geçkin orman topraklarında 0-20 cm derinliklerden alınan 230 adet toprak örneği alınarak toprakta tutulan organik karbon miktarları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; yıllar ilerledikçe toprakta biriken organik karbon miktarında istatistiki olarak anlamlı artış olduğu ve ortalama hacim ağırlıklarının ise azaldığını tespit etmişlerdir. Yaşa bağlı olarak artan toprak organik karbonuyla birlikte karbon depolama miktarında da artış olduğunu belirtmişlerdir.

Hobbie ve ark. (2006) Polonya'nın güney batı monokültür geniş ve ibre yapraklı ormanlarının C ve N dinamiklerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre; ağaç türlerine göre toprak organik karbon dinamikleri de değişmektedir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa'da en yaygın 6 ağaç türü (akçaağaç, dişbudak, limon, kayın, meşe ve ladin) altındaki ölü örtü ve toprakların karbon ve azot miktarlarını araştırmışlardır. Bu araştırma sonucunda, farklı ağaç türlerinin ölü örtüleri ve topraklarında depolanan karbon, azot miktarlarının ve C/N oranlarının önemli derecede birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Bilhassa ölü örtülerin C ve N değerleri belirgin bir şekilde birbirlerinden farklı (dişbudak=akçaağaç=limon<meşe=kayın<ladin) bulunmuştur. Mineral toprakta ise 30 cm derinliğe kadar C ve N oranında farklılıklar olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ölü örtüde daha az

miktarda bulunan C ve N değerleri bu türlere ait topraklarda daha fazla miktarlarda bulunmuştur.

Kiser ve ark. (2009) ABD nin Tennessee eyaletindeki Camp Brunch havzasında daha çok meşe türlerinden oluşan diğer yapraklı ağaç türleriyle karışık meşcerelerde 1976-2006 yılları arasında toprak organik karbon ve toplam azot değişimlerini incelemişlerdir. Araştırma materyali olarak farklı derinlik kademelerinden (0-10 cm, 10-30 cm ve 30-50 cm) toplamda 73 toprak  rneği toplamışlardır. Bunun yanında sadece 0-10 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlıklarını belirlemek için hacmi belli silindir  rneği de alınmıştır. Topraklardaki C konsantrasyonun istatistiki olarak anlamlı derecede değişmediği, toplam azot miktarının % 5,8 değerinde arttığı ve C_{org}/N_{toplam} oranının ise % 4,1 değerinde azaldığı belirtilmiştir.

McFarlane ve ark. (2009) kuzey Kaliforniya da ağaçlandırma çalışmalarının topraklardaki (0-100 cm) ve  l  örtüdeki C ve N stoklarına etkileri araştırılmıştır. *Pinus ponderosa* P. Lawson & C. Lawson var. *Ponderosa* türüyle ağaçlandırılmış alanlardan yetişme ortamı kötü, orta ve iyi olan alanların C havuzları sırasıyla 66, 153 ve 199 Mg C ha⁻¹ olarak bulunmuştur. Toplam N stokları ise sırasıyla 5,1; 6,7 ve 6,5 Mg N ha⁻¹ olduğu tespit edilmiştir.

Stendahl ve ark. (2010) İsviçre’de gerçekleştirdikleri bir çalışmada, benzer koşullarda doğal yayılış gösteren aynı yaşlı Norveç ladini (*Picea abies* (L.) Karst.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcereleri altında oluşan toprakların organik karbon miktarını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda; TOK stokunun ladin meşceresinde 5,7 kg m⁻² olarak bulunmuşken, sarıçam meşceresinde bu değer daha yüksek (9,2 kg m⁻²) bulunmuştur.

Wang ve ark. (2010) Çin’in orta subtropikal bölgesindeki farklı orman ağaçlarının ekosisteme kazandırdığı C ve N stoklarının belirlenmesi için çalışmalar yapmışlardır. Çalışma sonucunda, bitki türleri ile toprakların depoladıkları C ve N miktarları arasında kuvvetli ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca yine  l  örtü ve toprak C ve N stoklarının birbirleri ile ilişkili oldukları vurgulanmıştır.

Trum ve ark. (2011) Fransa’nın Morvan Doğal Parkındaki meşe, kayın, ladin, ve duglas göknarı ormanları topraklarının profili boyunca C ve N transformasyonuna etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlara göre; hemen hemen benzer miktarda  l  örtü girdisine nazaran (1,3-1,8 Mg ha⁻¹ yr⁻¹), geniş yapraklı türlerin karbon stokları (7-9 Mg ha⁻¹) ibre

yapraklılarınkinden ($16-21 \text{ Mg ha}^{-1}$) önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek C mineralizasyonu ise meşe ağaçları altındaki topraklarda ($196 \text{ C-}\mu\text{g C}_{\text{total}}\text{-g}^{-1} \text{ d}^{-1}$) gerçekleşmiştir. Douglas göknarında ise en yüksek N mmineralizasyonu ($70.8 \text{ \%}\pm 0.7$) (nitrifikasyon) gözlemlenmiştir.

Hansson (2011) İsveç'in (*Picea abies*), sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve huş (*Betula pendula* and *B. pubescens*) ormanlarında gerçekleştirdiği doktora çalışmasında, farklı ağaç türlerinin karbon miktarlarını ve C havuzuna olan etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda bilhassa ölü örtü olmak üzere mineral topraklarda tutulan C miktarının ağaç türlerine göre değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek oranda karbon depolanan meşcere ladin iken huş meşcerelerinde ise en hızlı C mineralizasyonu gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Keller ve ark. (2012) Kosta Rika'nın güney batısındaki farklı türdeki tropikal ormanların altındaki toprakların C ve N depolarındaki farklılıklar araştırılmıştır. Araştırma sonucunda meşcere kapalılığının ve tür farklılıklarının toplam C, N ve P depolamasına istatistiksel olarak önemli derecede etkilendiğini tespit etmişlerdir.

Mueller ve ark. (2012) Polonya da ki geleneksel bahçelerden birindeki farklı ağaç türleri altındaki toprakların C, N stoklarına ve pH durumları incelenmiştir. Toplam asitliliğin toprak C stoğuyla pozitif ilişkisi olduğu ($R^2= 0,72$; $P<0,001$), ağaç türlerinin toprak asitliliği ile birlikte C stoğunu ve minerallerin yıkanma reaksiyonlarını etkilediği belirtilmiştir. Bunun yanında topraklarıdaki biyokimyasal döngü ve aktiviteler üzerinde bitkilerin oldukça etkili oldukları biyokimyasal süreçleri etkiledikleri belirtilmiştir.

Leuschner ve ark. (2013) Almanya da Prignitz Bölgesinde yetişen 50 ile 189 yaşları arasındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Avrupa kayını (*Fagus sylvatica* L.) ormanlarında 4 farklı derinlik kademesindeki (0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm ve 40-60 cm) toprakların hacim ağırlıkları, kation değişim kapasitesi (KDK), pH, baz doygunluğu, organik karbon yüzdesi, toplam azot yüzdesi ve diğer besin elementlerini araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; 0 ile 50 cm derinliklerdeki deki toplam karbon stoğu kayın ormanlarında %25 daha fazla iken, üst topraklar değerlendirildiğinde 0-5 cm derinlikteki sarıçam ormanları altındaki organik topraklardaki toplam karbon depolama oranı kayın ormalarına nazaran %75 daha fazladır. Çalışmanın en çarpıcı sonuçlarından birisi de farklı ağaç türlerinin toprakta besin ve karbon depolamasını etkileyen önemli bir faktör olduğunun vurugulanmasıdır.

Dong ve ark. (2014) Çin'in kuzeybatı Shanxi bölgesindeki beş farklı arazi kullanımı (kavak, kavak plantasyonları, *Caragana microphylla* plantasyonu, *Caragana microphylla* yapay çalılıkları, ekili alanlar ve çıplak alanlar) altındaki toprakların karbon ve azot stoklarını belirlemek amacıyla üç farklı derinlik kademesinden (0-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm) toprak örnekleri alınmıştır. Çalışma sonucunda toprak karbon ve azot depolamasının farklı arazi kullanımlarına göre ciddi derecede farklılıklar gösterdiği, üst toprak katmanının alt derinliklere göre de oldukça yüksek C ve N depolandığı belirtilmiştir. Toplam toprak derinliğinde (0-60 cm) belirlenen TOK stoku kavak ve *C. microphylla* plantasyonlarında ($30.09 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$) > *C. microphylla* yapay çalılıkta ($24.78 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$) > kavak plantasyonlarında ($24.14 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$) > çıplak alanlarda ($22.06 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$) > ekili alanlarda ($17.59 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$). Yine toprak profilindeki toplam N stokunun en yüksek ($4,94 \text{ t} \cdot \text{hm}^{-2}$) kavak ağaçlarının olduğu topraklarda bulunmuştur.

Yang ve ark. (2014) Çin'in kuzeybatısındaki Liupan Dağlarındaki dört farklı orman ekosistemindeki karbon ve azot stoklarının ve dağılımlarını araştırmışlardır. Bunun için *Larix principis-rupprechtii* plantasyonları, *Pinus armandii* secondary ormanları, *Betula platyphylla* secondary ormanları ve *Prunus salicina* çalılıklarının farklı bitki organlarından ve 0-100 cm derinlikten toprak numuneleri toplanmıştır. Bu çalışma sonucunda C konsantrasyonları bakımından önemli farklılık görülmemesine karşın, N konsantrasyonu bakımından ciddi farklılıklar söz konusu olmuştur. Ağaç türlerine göre toplam C depoları, *B. platyphylla* ikincil ormanlar (640.02 t/hm^2) > *P. armandii* ikincil ormanlar (450.98 t/hm^2) > *L. Principis-rupprechtii* plantasyonları (364.56 t/hm^2) > *P. salicina* çalılıklarında (196.55 t/hm^2) tespit edilmiştir. Toplam N depolaması olarak ise *B. platyphylla* secondary ormanlarında $47,02 \text{ t/hm}^2$, *P. armandii* secondary ormanlarında $36,19 \text{ t/hm}^2$, *L. Principis-rupprechtii* plantasyonlarında $27,86 \text{ t/hm}^2$ ve *P. Salicina* çalılıklarında $15,99 \text{ t/hm}^2$ olarak bulunmuştur. Dört farklı orman ekosistemlerinde toprak organik C % 84,7-% 93,9 arasında ve toplam N % 98,1- % 12,29 arasında değişmektedir. Ortalama C/N oranı ise en yüksek (12,48) *B. platyphylla* secondary ormanlarında bulunmuştur.

Ribbons ve ark. (2015) Kanada'nın Vencouver adasında saf batı kırmızı sediri, batı hemlok çamı, Douglas göknarı ve stika ladini meşcerelerinde tür farklarının N ve besin döngüsüne olan etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda tür farklılıklarının N stoklarına ve mikrobiyal topluluklara istatistiksel olarak anlamlı ve önemli derecede etki ettiği belirtilmiştir. Bunun yanında deneme alanlarındaki topraklarının C_{mic} ve N_{mic}

değerleri de belirlenmiş ve bitki varyasyonlarının mikrobiyal topluluklarının miktarında ve çeşitliliğinde farklılıklara neden olduğu belirlenmiştir.

Lukić ve ark. (2015) Sırbistan daki Grdelica Gorge sahalarında erozyon ile bozulmuş sahalarda kullanılan karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) türlerinin toprak özellikleri, erozyon durumu ve karbon depolama kapasitesi hakkında çalışma yürütülmüştür. 10 adet farklı türler altındaki topraklardan derinlik kademelerine (0-5 cm, 5-10 cm ve 10-20 cm) göre toprak örnekleri çalışma materyali olarak kullanılmıştır. Çalışma sonucunda; 0-5 cm lik üst toprak kademesinde azot bağladığı bilinen yalancı akasya türünün bulunduğu alanlarda N miktarı fazla bulunmuşken karaçam alanlarında ise C miktarının fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Oubrahim ve ark. (2015) Fas'ın kuzey bölgelerindeki yarı kurak iklim tipinin hâkim olduğu bozuk mantar meşesi (*Quercus suber*) ormanlarının karbon depolama miktarını araştırmışlardır. Bu amaçla meşelerin toprak üstü biyokütlesi ve (100 cm için) toprak karbon depolama kapasitesi araştırılmıştır. Araştırma sonucunda; meşe ormanlarındaki toplam karbon deposunun 65 t/ha ile 237 t/ha arasında değiştiğini ve bu değerlerin yaklaşık % 51 den fazlasının toprakta tutulan karbon olduğunu belirtmişlerdir. TOK miktarının %87'den fazlasının ise 0-40 cm derinlikte bulunduğu tespit edilmiştir.

Liu ve ark. (2017) Sichuan'ın batısındaki subalpin zonda farklı orman ekosistemlerinin karbon ve azot depolamasına ve dağılımlarına olan etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada deneme alanı olarak *Abies faxoniana*, doğal *Picea asperata*-yapraklı karışık ormanı, doğal ormanlar ve *Picea asperata* plantasyon sahaları seçilmiştir. Çalışma sonucunda toprak organik karbon depolarının ağaç türüne göre değiştiği tespit edilmiştir. N_{toplam} bakımından istatistiksel olarak fark olmadığı belirtilmiştir. En yüksek karbon bağlama olarak doğal *Abies faxoniana* meşcereleri olduğu tespit edilmiştir.

Liu ve ark. (2018) Çin'in Zhejiang şehrindeki ormanlarda tür çeşitliliğinin artmasıyla yarı tropikal orman ekosistemlerinde C stoğunun nasıl değiştiğini inceleyen bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. 3 ila 20 arasından değişen tür çeşitlilikleri olan ve meşcere yaşının 22 ile 116 arasında değiştiği alanlarda C stokları incelenmiştir. Toplam C stoku $149 \pm 12 \text{ Mg ha}^{-1}$ olan ormanların % 28,5 oranı meşcere çeşitliliği ile % 29,4 kısmı da meşcere yaşı ile açıklanmaktadır. Meşcereye eklenen her bir tür için % 6,4 oranında C stok artışı gözlemlenmiştir.

Ribbons ve ark. (2018) Danimarka da 42 yıl önce dikim ile kurulan ormanlardaki altı farklı tür (dişbudak, dağ akçaağacı, limon, kayın, saplı meşe, Avrupa ladini) altında gelişen toprakların N döngüsünün farklılıklarını ortaya koymak için çalışma gerçekleştirilmiştir. Ladin topraklarındaki C konsantrasyonu diğer geniş yapraklı türlerinkinden daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın N miktarı ve net immobilizasyon oranı en düşük ladin topraklarında gözlemlenmiştir. Bunun yanında en düşük bakteri toplumları yine ladin topraklarında tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda şu kanıya varılmıştır ki; farklı ağaç türleri az miktarlarda da olsa yine de N döngüsünde ve mikrobiyal toplulukların çeşitliliğinde etken faktörlerin başında gelmektedir.

Adair ve ark. (2018) Kanada'nın Quebec eyaletindeki ılıman ve boreal ormanlarında yetiştirme ortamı özellikleri (iklim, zaman, topografya), bitki özellikleri ve çeşitliliğinin C havuzuna olan etkilerinin modellenerek tespitine çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre Karbon havuzunda (1) Yetiştirme ortamı faktörleri en etken faktörler olmasının yanında bitki türü ve özellikleri oldukça önemlidir; (2) Bitki özellikleri bitki çeşitliliğinden daha anlamlı ve önemli; (3) tür farklılıklarında canlı toprak üstü biokütlenin arttığını toprak organik horizonunda azaldığını tespit etmişlerdir.

Ölü örtülerin kimyasal bileşiminin ve toprakların fiziko kimyasal özellikleri ile onların mikrobiyal aktive ve biyokütleleri arasında önemli ilişkiler bulunmaktadır (Parr ve Papendick 1997). Toprak mikrobiyal aktivitesi ekosistemin dengesi ve verimliliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğu için mikrobiyal biyokütle toprağın kalitesi hakkında çok doğru ve hızlı bilgiler verir (Smith ve Papendick 1993).

Ölü örtü ve topraklardaki biyolojik canlılar ormancılık faaliyetleri, tür değişimi, iklimsel değişimler (mevsim, nem ve sıcaklık gibi) vb. çevresel şartlardaki değişiklikler mikrobiyal biyokütle ve aktiviteleri üzerinde oldukça önemli rol oynamaktadır. Bunun yanında, mevsimsel değişimler mikrobiyal ayrışmayı hızlandırdığı için besin maddesi alınabilirliğini düzenlemektedir. Örneğin; yaz veya kış aylarında substratlardaki kuruma ve donma durumunda mikrobiyal canlıların (MB) öldüğü var sayılmaktadır. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ıslanma ve çözünmeye bağlı olarak, mikrobiyal biyokütlenin artması ve hızla aktivitesi bu ölü mikroorganizmaların toprakalara kazandırdıkları alınabilir besin maddelerindeki artışın neden olduğu düşünülmektedir. Bu yüzden toprakların nem ve sıcaklık değerlerindeki değişimler C mineralizasyonunu, mikrobiyal toplumların tür ve populasyonlarını ve besin maddesi alınabilirliğini üzerinde etkili olmaktadır (Zogg ve ark. 1997; Bauhus ve Khanna 1999). Hindistan da kurak alanlarda

yapılan bir çalışma sonucunda C_{mic} , N_{mic} ve P_{mic} değerlerinin kurak mevsimleri takip eden dönemlerde en yüksek seviyelere çıktığı belirtilmektedir (Srivastava ve Singh 1989; Raghubanshi 1991). Çoğu araştırmacılar mevsimsel değişimler sonucu nem ve sıcaklığı değişen toprak substratlarının C_{mic} ile ilişkili olduğunu savunmuştur (Hughes ve Reynolds 1991; Santruckova 1992; Diaz-Ravina ve ark. 1995). Ancak tropikal ormanlarda sıcaklık ve nemde çok bariz değişimler görülmediği için Amazondaki yağmur ormanlarında yapılan bir çalışmada ise mevsimsel farkların C_{mic} ve mikrobiyal aktiviteye etki etmediği belirtilmiştir (Luizao ve ark. 1992).

Christ ve ark. (1997) ladin ormanlarında, toprak sıcaklığının $+5^{\circ}\text{C}$ olduğu mevsimde hemen yağmur sonrası alınan toprak örneklerinde; C_{mic} , N_{mic} ve P_{mic} değerlerinin nem ile pozitif önemli derecede ilişkili olduğu, buna karşılık C_{mic} nun sıcaklık ile negatif önemli ilişki gösterdiği tespit edilmiştir. Diğer bir araştırmada ise mikrobiyal özelliklerin sadece iklimsel özelliklere göre değişmeyeceğini, bunun yanında bitkinin ince kök miktarı, kök salgısının miktarı ve özellikleri, ve toprak ve ölü örtüdeki alınabilir karbon oranı ile de ilişkili olabileceği ifade edilmiştir (Bauhus ve Khanna 1999). Aşağıda ağaç türlerindeki farklılıkların toprakların mikrobiyal özelliklerine olan etkilerinin araştırıldığı uluslararası ve ulusal çalışmalara yer verilmiştir.

Anderson ve Domsch (1993) farklı ağaç türleri (kayın (*Fagus L.*), ladin (*Picea A. Dietr*) ve kayın-mese (*Fagus- Quercus L.*) karışık) altında oluşan üst topraklardaki metabolik katsayı ($q\text{CO}_2$) değerleri araştırılmıştır. $q\text{CO}_2$ ortalama değerleri sırasıyla 2,35, 2,30 ve 1,98 $\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Scheu ve Parkinson (1995) Kanada'nın Alberta eyaletinde bulunan titrek kavak (*Populus tremuloides Michx.*) ve Contarta çamı (*Pinus contorta Loud.*) türlerinin bulunduğu alanların C_{mic} , bazal solunum, metabolik katsayı ve C_{mic}/C_{org} oranları araştırılmıştır. Araştırma sonucunda kavak meşcerelerinin ölü örtüdeki mikrobiyal biyokütle C miktarı ve mikrobiyal katsayı (C_{mic}/C_{org}) oranı çam meşcerelerinkinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Priha ve Smolander (1997) Malahati de iki farklı lokasyonda yapılmış çalışmada; sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), avrupa ladini (*Picea abies L.*) ve huş (*Betula pendula L.*) türleri ile ağaçlandırılmış alanlardaki ölü örtü ve üst toprak (0-10 cm) katmanından toprak numuneleri alınmıştır. Ölü örtü ve toprakların mikrobiyal aktiviteleri ve C_{mic} değerleri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak; çok yaşlı meşcereler olmaması nedeniyle türler arasında

toprak mikrobiyal aktivitesi ve mikrobiyal özellikleri açısından istatistiksel anlamda farklılık bulunmamıştır. C_{org}/N_{toplam} oranı açısından ladin yapraklarında 30, çam yapraklarında 69 ve huş yapraklarında ise 54 bulunmuştur. Ayrıca ladin yapraklarındaki N_{mic} ve net N mineralizasyonu diğer türlerden daha yüksek bulunmuştur. Çalışmada N_{mic}/N_{toplam} yüzde değerleri % 2,3 ile % 8,0 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Bauhus ve ark. (1998) Kanada'nın Quebec eyaletindeki Kuzey boreal ormanlarındaki farklı ağaç türlerinin, meşcere yaşının ve toprak tiplerinin toprakların mikrobiyal aktivitelerine ve mikrobiyal biyokütlesine etkilerini araştırmışlardır. Araştırmada ibre yapraklı türlerden göknar ve ladin, geniş yapraklı türlerden kavak ve huş meşcerelerinin toprak ve ölü örtüsündeki C_{mic} , C_{org} , N_{mic} , N_{toplam} C_{mic}/C_{org} , N_{mic}/N_{toplam} ve bazal solunum değerleri karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda; C_{mic}/C_{org} ve N_{mic}/N_{toplam} oranları meşcere yaşına paralel olarak arttığı belirtilmiştir. İbre yapraklı türlerin ölü örtülerin C_{mic}/C_{org} (% 1,9) ve N_{mic}/N_{toplam} (% 7,5) oranları geniş yapraklı türlere göre daha düşük (sırasıyla huşda % 2,2 - % 8,6 ve kavakta % 2,4 - % 9,2) bulunmaktır. Ayrıca, ölü örtülerdeki toplam azot miktarı ile N_{mic}/N_{toplam} yüzdesi arasında pozitif ilişki olduğu ve bu ilişkinin yapraklı türlerde daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Chen vd. (2000) Yeni Zelanda da Dağ kayını (*Nothofagus solandri* var. *cliffortioides*) meşcerelerindeki ölü örtülerin, yaprak (L) ve çürüntü (F) tabakasını ayrı ayrı inceleyerek bu tabakalardaki mikrobiyal biyokütle C miktarını belirlemişlerdir. C_{mic} ortalama değeri yaprak tabakasında $2481 \mu g g^{-1}$ olarak bulunmuş iken çürüntü tabakasında bu miktarın daha yüksek ($5388 \mu g g^{-1}$) olduğu tespit edilmiştir. Aynı çalışmada huş (*Betula pendula* Roth), Avrupa ladin (*Picea abies* (L.) Karst) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) tabakasının mikrobiyal karakteristiklerini incelemiştir. Her bir ölü örtü tabakası için ayrı ayrı hesap edilen C_{mic}/C_{org} yüzdelерinden avrupa ladininde L % 4,1, F % 2,1 ve H % 1,4 olarak huş meşcerelerinde ise L % 3,9, F % 2,6 ve H % 1,6 olarak bulunmuştur. Ölü örtülerin bazal solunum değerleri L tabakasında $14,62 \mu g CO_2-C g^{-1}$ ölü örtü h^{-1} ve F tabakasında $37,00 \mu g CO_2-C g^{-1}$ ölü örtü h^{-1} olarak bulunmuştur. Toprakların bazal solunum değerleri ise ormanlık alanlarda $0,99 \mu g CO_2-C g^{-1}$ toprak h^{-1} ve mera alanlarında ise $1,25 \mu g CO_2-C g^{-1}$ toprak h^{-1} olduğu belirtilmiştir. Metabolik katsayı değeri (qCO_2) ise L tabakasında $5,89 mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ve F tabakasında ise $6,87 mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ bulunmuştur. Metabolik katsayısı oranı (qCO_2) orman alanında $1,04 mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ ve mera alanında $0,74 mg CO_2-C g^{-1} C_{mic} h^{-1}$ olarak belirlenmiştir.

Menyailo ve ark. (2002) Sibiryada farklı türler ile yapılan ağaçlandırmalar sonucunda farklı türlerin (sarıçam, ladin, Arolla çamı, karaçam, titrek kavak ve huş) toprakların mikrobiyal aktiviteleri ile C ve N döngülerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; ağaç türü önemli derecede substrat solunumu ve bazal solunuma etki etmesine karşın N dönüşümlerine etkisi olmadığı belirtilmiştir. Net N mineralizasyonu, net nitrifikasyon ve denitrifikasyon potansiyeli en yüksek Arolla çamı ve karaçamda, orta değerlerde geniş yapraklı titrek kavak ve huşta ve en düşük ise ladin ve sarıçamda tespit edilmiştir.

Smolander ve Kitunen (2002) Finlandiya'nın Kuzeyindeki *Betula pendula* Roth., *Picea abies* (L.) Karst. ve *Pinus sylvestris* L. meşcerelerindeki toprakların mikrobiyal biyokütle ve aktiviteleri karşılaştırılmıştır. Toprakların pH değerleri 4 ile 4,3 arasında değişmekte olup en yüksek huş ağaçlarının olduğu meşcere topraklarında bulunmuştur. C/N oranı en yüksek sarıçam meşceresi altındaki topraklarda bulunmuştur. Huş meşcerelerinde mikrobiyal biyokütle diğer türlerden daha yüksek bulunmuştur. Net C ve N mineralizasyonları bakımından Huş ve ladin meşcereleri toprakları sarıçam meşceresi topraklarından daha yüksek çıkmıştır.

Yuan ve ark. (2007) tuzlu toprakların mikrobiyal biyokütle ve aktivitelerini belirlemek için üst toprak (0-15 cm) kademesindeki toprakları incelemiştir. Bu çalışma sonucunda bu toprakların bazal solunumunu $0,14$ ile $0,80 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} aralığında değiştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, metabolik katsayı ($q\text{CO}_2$) oranının $2,71$ ile $9,30 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$ aralığında değiştiği belirtilmiştir.

Kanerva ve Smolander (2007) huş (*Betula pendula* Roth), Avrupa ladinini (*Picea abies* (L.) Karst) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin ölü örtülerinde mikrobiyal özelliklerini araştırmışlardır. Bunun için ölü örtüyü 3 farklı tabakada yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, Huş ağaçları altındaki ölü örtülerin $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ yüzdeleri L % 9,6; F % 6,2 ve H % 6,9; Avrupa ladininde L % 12,5; F % 6,4 ve H % 6,7 ve sarıçamda L % 16,3; F % 7,8 ve H % 6,9 olarak bulunmuştur. Ölü örtülerin $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ yüzdeleri ise huş ağaçları altındaki ölü örtülerin L tabakasında % 13,9; F tabakasında % 10,1 ve H tabakasında % 7,8; avrupa ladinini altındaki ölü örtülerin L tabakasında % 13,5; F tabakasında % 9,7 ve H tabakasında % 7,0 ve sarıçam ağaçları altındaki ölü örtülerin L tabakasında % 13,6; F tabakasında % 7,9 ve H tabakasında % 6,4 olarak belirlenmiştir. $q\text{CO}_2$ oranı bakımından ağaç türlerinin ölü örtüsündeki L katmanında ($2,12 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}$) fark bulunamamıştır. Huş, avrupa ladinini ve sarıçam ölü

örtülerinin F katmanında sırasıyla 1,54; 1,75; 1,33 mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ ve H katmanında ise 0,79; 1,12; 0,71 mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ olarak bulunmuştur.

Terhoeven- Urselmans ve ark. (2008) araştırmalarında toprak örneklerinin bazal solunum değerinin 0,14 ile 2,47 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ arasında değiştiği ve ortalama bazal solunumunun 0,77 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ olduğunu belirtmişlerdir. Metabolik katsayı değerinin ise 0,49-8,01 mg CO₂- C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ arasında değişmekte olduğu ve ortalama qCO₂ değeri 2,98 mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ olduğu belirlenmiştir.

Alvarez ve ark. (2009) İşpanya'nın Kuzeybatısında bulunan Galiçyadaki ılıman nemli ormanlarda üç farklı ağaç türü (*Quercus robus*, *Pinus radiata* ve *Eucalytus nitens*) altında oluşan toprakların (üst toprak katmanı; 0-10 cm) mikrobiyal biyokütle, bazal solunum ve anairobik mineralize olabilir N miktarları araştırılmıştır. Bu araştırma için kiş ve ilkbahar örnekleme yapılmıştır. Mikrobiyal C ve bazal solunum miktarları ağıısından vejetasyon türünün ve örnekleme zamanının önemli derecede değerlerde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. En yüksek değerler kiş sezonundaki örneklemelede ve sırasıyla meşe>çam > ökaliptüs türlerinde bulunmuştur. Bunun yanında ağaç türünün N mineralizasyonunu da etkilediği belirtilmiştir. Nihayetinde araştırmada meşcere tipinin toprakların mikrobiyal özelliklerine önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir.

Malchair and Carnol, (2009) Lüksemburg da farklı türdeki ağaçların (*Fagus sylvatica* L., *Quercus petraea* (Mattuschka) Lieblein, *Picea abies* (L.) Karst ve *Pseudotsuga menziesii* (Mirbel) Franco) toprakların kimyasal bileşimlerine, mikrobiyal biyokütleyle etkileri araştırılmıştır. Bunun için toprakların kimyasal özellikleri, net N mineralizasyonu, mikrobiyal biyokütle C ve N, bazal solunum mikrobiyal ve metabolik katsayıları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ağaç türleri toprak kimyasını, mikrobiyal aktiviteyi ve biyokütleyi önemli derecede etkilemektedir.

Yang ve ark. (2010) Çin'in kuzeydoğusundaki doğal sekonder ormanlar ve melez çamı (larch) plantasyon sahaların toprak mikrobiyal biyokütle karbon ve azot miktarlarını araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; toprakların C_{mic} ve N_{mic} değerleri *Larix olgensis* plantasyon sahalarında doğal sekonder ormanlarınkinden önemli derecede daha düşük bulunmuştur. C_{mic} ve N_{mic} değerleri her iki tür topraklarında derinlik arttıkça azalma gözlemlenmiştir. Bunun yanında *Larix olgensis* plantasyon sahalarının C_{mic}/C_{org} ve N_{mic}/N_{org} oranları da doğal sekonder ormanlarınkinden istatistiksel olarak önemli derecede düşüktür. Bu değerlerin hepsinin mevsimsel olarak önemli derecede değiştiği

verugulanmıştır. Doğal sekonder ormanların mikrobiyal aktivitesinin larch ormanlarınkinden daha iyi oldukları belirtilmiştir.

Baldrian ve ark. (2010) ek Cumhuriyeti'nin Prag a yakın *Quercus petraea* orman topraklarının nem oranlarına göre mikrobiyal aktivite ve biyokütlenin dağılımlarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, toprak neminin toprak mikrobiyal aktivitesini ve biyokütlesini pozitif yönde ve önemli derecede etkilediğini (% 60 oranda aklamaktadır) belirtmiştir.

Huang ve ark. (2013) Çin de ağaçlandırma sahalarındaki farklı türlerin topraklarındaki (0-5 cm) mikrobiyal biyokütle, kompozisyonları, mineral N stoku ve bazı fiziko-kimyasal toprak özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda; ağaç türünün toprakların mikrobiyal biyokütle C miktarlarına önemli derecede etki etmesine karşın mikrobiyal kompozisyona az etkisi olduğu belirtilmiştir. *Mytilaria Laosensis* meşcerelerindeki toprakların C_{mic} değeri *Cunninghamia lanceolata* (Lamb.) Hook topraklarının C_{mic} değerinden ortalama % 50 daha fazla bulunmuştur. Çalışmada özellikle bitki türünün topraklardaki N mineralizasyon oranını, $N_{toplaml}$ stokunu, C/N oranını ve mikrobiyal C biyokütlesini etkilediği verugulanmaktadır.

Kiikkil ve ark. (2014) Finlandiya'daki huş (*Betula pendula* Roth.), Avrupa ladini (*Picea abies* (L.) Karst.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcereleri altında oluşan l örtü ve toprakların C ve N mineralizasyonları ile mikrobiyal biyokütlenin incelenmiş ve meşcereye göre ortalama değerlerin farkları açıklanmıştır. Çalışma sonucunda; ağaç türlerinin toprak mikrobiyal özelliklerini etkilediği, huş türünün N_{mic} ortalama değerinin diğer türlerden daha yüksek olduğunu, huş organik maddelerinin ladin türüne göre daha yavaş parçalandığı tespit edilmiştir.

Ravindran ve Yang (2014) Tayvan'ın yüksek yarı alpin zonlarındaki ılıman ormanlardaki üç farklı vejetasyon altındaki l örtü ve toprakların mikrobiyal biyokütle C ve N miktarları belirlenmiştir. Bunun için ladin, baldıranotu ve çayırılık alanların l örtü, st toprak ve alt toprak kademelerinden örnekler alınmıştır. Çalışma sonucunda; C_{mic} ve N_{mic} miktarları en yüksek st toprak katmanında bulunmuştur. Toprak derinliği attıkça bu miktarların azaldığı tespit edilmiştir. Yine en yüksek C_{mic} ve N_{mic} miktarları ladin ormanlarında en düşük değer ise çayırılık topraklarında tespit edilmiştir. En yüksek C_{mic} ve N_{mic} miktarları mevsimsel olarak ilkbahar da, en düşük ise kiş mevsiminde bulunmuştur. C_{mic} ve N_{mic} miktarları toprakların C_{org} ve $N_{toplaml}$ değerleri ile pozitif ilişkili bulunmuştur.

Hajnal-Jafari ve ark. (2016) ladin, kayın ve duglas fir ağaçları altında gelişen toprakların mikrobiyal aktivitelerini incelemişlerdir. Kayın ağaçları altında gelişen topraklardaki dehidrojeniz aktivite, toplam bakteri miktarı, aktinobakteri miktarı, aminoheterotrof, amilolitik ve selülitik mikroorganizmaların miktarları bakımından en yüksek bulunmuştur. En yüksek mantar ve pestinolitik mikroorganizma miktarı duglas fir ağaçları altındaki topraklarda bulunmuştur. Bu sonuçlara dayanarak kayın ormanlarındaki topraklarda bakterilerin miktar bakımından oldukça yüksek olduğu ve bakteri popülasyonlarının gelişmesi için uygun koşullar oluşturduğu belirtilmiştir.

Rasid ve ark. (2016) Bangladeş'in Chittagong bölgesinde yetişen 4 farklı ağaç türünün mikrobiyal organizmalar tarafından tutulan karbon yutağının belirlenmesi için yapılmıştır. Bu amaçla toprakların pH, toplam azot, organik karbon, mikrobiyal aktivite ve mikrobiyal biyokütle karbon miktarları belirlenmiştir. Toprak üstü biyokütlesi en fazla olan *Artocarpus chaplasha* türü altında gelişen toprakların organik karbon, mikrobiyal biyokütle ve aktivitesi en yüksek miktarda bulunmuştur. Toprak üstü bitki biyokütlesi ile toprak özelliklerinin hemen tamamı ile pozitif ilişki bulunmuştur. *Acacia auriculiformis* toprak organik karbon ve mikrobiyal aktivite arasında önemli düzeyde ilişki olduğu tespit edilmiştir. Metabolik katsayı oranı (qCO_2) en yüksek, bazal solunum ve mikrobiyal biyokütle karbon oranı en düşük *Acacia auriculiformis* ağaçları altında gelişen topraklarda bulunmuştur. Bangladeşin yerli türü olan *Artocarpus chaplasha* diğer üç türden daha fazla toprakta karbon bağladığı ve egzotik tür olan *Acacia auriculiformis* türü ise en az karbon bağlamaya katkısı olduğu tespit edilmiştir.

Persoh ve Borken (2017) Almanya'nın Waldstein Bölgesinde farklı ağaç türlerine ait ölü kalıntıların mikrobiyal aktivite ve popülasyonlarına etkisini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, farklı ağaç türlerine ait kalıntı materyallerinin C mineralizasyonuna ve C deposuna etkisi olduğu belirtilmiştir.

2.2.Yurtiçi Çalışmalar

Irmak ve Çepel (1974) Belgrad Ormanlarındaki karaçam, kayın ve meşe meşcerelerindeki ölü örtünün ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar yapmıştır. Meşe, kayın ve karaçam meşcerelerinin hektar başına kuru yaprak ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre karaçam meşcerelerinde 4526 kg h^{-1} , kayın meşcerelerinde 3712 kg h^{-1} ve meşelerde ise 3546 kg h^{-1} olarak bulunmuştur.

Karaöz (1991) Atatürk Arboretumu'ndaki bazı sarıçamı meşe ve kayın ormanları altındaki toprakların toplam azot miktarlarını belirlemeye çalışmıştır. Çalışma sonucunda; sarıçam ağaçları altındaki toprakta toplam azot miktarı en yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni olarak ta sarıçam meşcereleri altındaki ölü örtülerin daha hızlı ayrışarak organik maddenin toprağa karıştığına atfedilmiştir.

Karatepe (2004) Isparta (Gölcük) da farklı anakayalar üzerinde yetişen karaçam (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ormanlarının ölü örtü ve topraklarının C_{org} ve N_{toplam} içerikleri araştırılmıştır. Topraklardaki C_{org} ve N_{toplam} stoklarında en yüksek değer andezit (79,08 tonC/ha ve 8,57 tonN/ha), en az Gölcük Formasyonunda (12,80 tonC/ha ve 0,614 tonN/ha) olarak bulunmuştur. Ölü örtülerdeki C_{org} ve N_{toplam} stokları ise en yüksek Gölcük Formasyonu (34,50 tonC/ha ve 0,354 tonN/ha), en düşük traki-andezit (22,23 tonC/ha ve 0,199 tonN/ha) anakayaları üzerindeki meşcerelerde tespit edilmiştir.

Sarıyıldız ve ark. (2005) gerçekleştirdikleri çalışmada; saf kayın ve ladin meşcerelerinde ve kayın-ladin karışık meşcerelerinde, toplanan yaprak ve ibreler ayrışma torbalarına yerleştirilmiş ve 42 aylık bir ayrışma durumu gözlemlenmiştir. Ladin ibrelerinin kayın yapraklarında daha hızlı ayrıştığı belirlenmiş bunun nedeninin kayın yapraklarındaki lignin miktarının fazla olmasının etkisi olduğu belirtilmiştir.

Evrendilek ve ark. (2006) Adana'da beş farklı meşcere türünde (saf *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Cedrus libani*, *Juniperus excelsa*, ve karışık *Abies cilicica*, *P. nigra*, and *C. libani*) asli ağaç türlerimizin toprak üstü biyokütlesi, ölü örtü biyokütlesi ve yaprakların ayrışma durumları hakkında çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu meşcerelerin ortalama C stokları $97,8 \pm 79 \text{ Mg C ha}^{-1}$ olduğu bunun $83,0 \pm 67 \text{ Mg C ha}^{-1}$ nın toprak üstü biyoküttele ve $14,8 \pm 12 \text{ Mg C ha}^{-1}$ nın ise toprak altında depolandığı tahmin edilmiştir. Ormanların topraklarında depolanan organik karbon miktarı $172,0 \pm 25,7 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ve toplam azot miktarları ise $9,2 \pm 1,2 \text{ Mg C ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur. İbre yaprak dökümü sedir meşcerelerinde aylık ortalama $286 \pm 82 \text{ kg C ha}^{-1}$ ve karaçamda ise $290 \pm 94 \text{ kg C ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Ayrışma oranı katsayısı (k) sedir meşcereleri için 0,0016 ve karaçam için 0,0006 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan toprak sediri ibrelerinin çam ibrelerinden daha hızlı ayrıştığı belirtilmiştir. Sedir ormanında toprak solunumu $1131 \pm 418,0 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ve karaçam ormanında ise $1145 \pm 458 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ belirlenmiştir. Toplam yıllık ibre dökümü ise sedirde $343,00 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ ve karaçamda $348,00 \text{ g C m}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada sedir meşcerelerine ait üst toprakların (0-30 cm) organik

karbon miktarı % 7,87 bulunmuşken karaçamda ise bu miktar % 2,96'dır. Bu çalışmada sedir üst topraklarında depolanan C miktarı 238,46 ton C ha⁻¹; toplam azot miktarı ise 14,85 ton N ha⁻¹ ve karaçam üst topraklarında tutulan organik karbon 120,77 ton C ha⁻¹; toplam azot miktarı 5,30 ton N ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Tolunay ve Çömez (2007) yaptıkları çalışma sonucunda; orman topraklarında daha fazla karbon depolandığını, ormandan tarım arazisine dönüşümünde topraklarda karbon miktarının azaldığını belirtmiştir. Farklı çalışmaların birleştirilerek derlenmesi sonucunda Türkiye'nin farklı bölgelerinden alınmış toplam 1159 toprak çukurundan elde edilen verilere göre topraklarımızın bir hektarlık kısmında toplamda 77,8 ton C/ha depolandığı belirtilmiştir.

Tolunay ve Çömez (2008) ülke çapında orman topraklarında yapılmış çoğu çalışmayı biraraya getirmiş ve farklı ağaç türleri altında gelişen topraklarda depolanan karbon miktarlarını hesaplamışlardır. Çalışma sonucunda, bir hektarlık arazide ortalama toprakta 78,0 Mg (ton) ve ölü örtülerde 5,8 Mg olmak üzere toplam da 83,8 Mg organik karbonun depolandığını belirtmişlerdir.

Kara ve Bolat (2008a) Batı Karadenizdeki Bartın'ın Karaçam ve kayın ormanlarında gerçekleştirdikleri çalışmada üst topraklarda tutulan organik karbon miktarlarını belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda, karaçam ormanları ortalama C_{org} miktarı % 2,51 olarak belirlenmişken, kayın ormanları topraklarında ortalama C_{org} miktarı % 4,14 olarak bulunmuştur. N_{toplam} miktarları bakımından ise karaçam ormanlarında % 0,23 olarak belirlenmişken, kayın ormanları topraklarında bu miktarı % 0,32 olarak bulunmuştur.

Sarıyıldız (2008) Gökmar, ladin ve sarıçam ibrelerinin ayrışma hızlarını incelemiştir. İncelemede gövdeden <1m, 1-2 m ve 2m< uzaktaki ibre yapraklar toplanmış ve ayrı ayrı değerlendirilmiştir. En hızlı ayrışma 2m< uzaklıktaki yapraklarda, en yavaş ise <1m uzaklıktaki ibrelerde gözlemlenmiştir. Lignin miktarı en yüksek olan ladin ağaçlarındaki (C:N=40:1) ayrışmanın yavaş olduğu, sarıçamda ise bunun tam tersi olarak ayrışmanın (C:N=35:1) daha hızlı gerçekleştiği belirtilmiştir. Sonuç olarak ölü örtü kalitesinin ve kimyasal bileşenlerinin mikrobiyal ayrışma üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

Sarıyıldız ve Küçük (2008) tarafından karaçam, sarıçam, kayın ve meşe ormanlarında yaptıkları çalışmada ölü örtü ayrışma hızları incelenmiştir. Lignin oranı

düşük olan meşe ve sarıçam ölü örtülerinin ayrışma hızları lignin oranı yüksek olan kayın ve göknar ölü örtülerine nazaran daha yüksektir. Aynı çalışmada kuzey bakıdaki kayın yapraklarının %95 inin ayrışma sürelerini tepede 10,5 yıl, yamaçta 10 yıl, etekte ise 9,6 yıl bulmuştur. Güneyli bakılarda ise sırasıyla 11,9; 11,2 ve 10,2 yıl olarak bulunmuştur.

Zengin (2010), Giresun ili Alucra yöresinde saf sarıçam ve sarıçam-göknar ile sarıçam-ladin karışık meşceleri altında oluşan toprakların bazı fiziksel, kimyasal özelliklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, sarıçam-göknar karışık ormanlarına ait topraklarda en yüksek oranda organik madde miktarı bulunmuş ve gölgeli bakıların toprak organik madde miktarının güneşli bakılara nazaran daha fazla olduğunu tespit edilmiştir.

Sevgi ve ark. (2011) Belgrad Ormanında farklı türlerin ölü örtü ve topraklarında tutulan karbon miktarını araştırmıştır. Bunun için sapsız meşe (*Quercus petra* L.), doğu ladini (*Picea orientalis* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold), Uludağ göknarı (*Abies bornmulleriana* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Toros sediri (*Cedrus libani* L.) türleri altındaki ölü örtü ve toprak numuneleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda; ölü örtüde depolanan karbon miktarında tür bazında istatistiksel olarak önemli ve anlamlı farklılık tespit edilememiştir. Torpaklarda ise en yüksek karbon stoğu Toros sedirinde; en düşük karbon stoğu meşede görülmüştür. Farklı ağaç türlerinin bulunduğu topraklarda depolanan karbon sapsız meşe < Uludağ göknarı < doğu ladini < sarıçam < karaçam < Toros sediri şeklindedir.

Sarıyıldız ve ark. (2013) Batı Karadeniz Bölgesinde doğal olarak yetişen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* Spach.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanları altında oluşan topraklar ve yakın komşusundaki mera topraklarında karbon stokları belirlenmiştir. Üst (0-10 cm) ve alt toprak (10-20 cm) kademelerinden alınmış topraklardan elde edilen sonuçlara göre; -20 cm toprak derinliklerinde depolanan karbon miktarı en fazla karaçamda 79 t C/h, sarıçamda 73 t C/h, göknarda 71 t C/h, kayında 67 t C/h ve çayırılıkta 65 t C/h bulunmuştur. Ağaç türü farklılıklarının topraklarda depolanan karbon miktarına önemli derecede etki ettiği belirtilmiştir. Sarıyıldız ve ark. (2016) Kastamonu ormanlarında doğal olarak yetişen sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), Uludağ göknarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarında farklı ağaç türünün ve meşcere yaşının değişmesi ile toprakların karbon ve azot birikimine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen verilerden, karaçam ormanları altındaki topraklarda en yüksek karbon depolaması olduğu ve bunu sırasıyla

sarıçam, kayının takip ettiği belirtilmiştir. Meşcere yaşı esas alındığında yaşlı göknar meşcerelerinin en fazla karbon değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Toplam azot depolama miktarları açısından en yüksek kayın ve bunu sırasıyla genç göknar, yaşlı göknar, açık alan, sarıçam ve karaçam takip etmektedir.

Tahmaz (2016) yüksek lisans tez çalışmasında Kastamonu’da doğal olarak yetişen ağaç türlerinden karaçam, kayın, sarıçam ve göknarın, meşcere yaşına (genç ve yaşlı göknar meşceresi) ve arazi kullanım şekline (ormanlık alan, açıklık alan) göre toprak organik karbon ve toplam azot depolanma miktarının önemli oranda etkilendiğini ortaya koymuştur. Yapraklı türler altındaki toprakların (kayın); ibreli türler altındaki topraklara (karaçam, sarıçam ve göknar) kıyasla daha az karbon depoladığını, bununla beraber ibreli türlerin ise yapraklı türlere göre daha az azot depoladığını belirlenmiştir. Yaşlı meşcerelerin daha fazla toprak karbonu depoladığını belirtmiştir. Bunun sebebi; yaşlı ormanlara müdahalenin daha az olmasıyla toprak karbonunun zaman içerisinde birikmesi ve bunun da toprak kimyasını değiştirmesi olarak ifade etmiştir.

Sarıyıldız ve ark. (2018) Kastamonu da yüksek rakımlı alanlardaki sarıçam ve karaçam meşcerelerinin TOK ve N_{toplam} stoklarına bakının etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre; toprak özellikleri bakıya ve toprak derinliğine göre önemli değişiklikler göstermiştir. Kuzeyli bakılarda sarıçam meşcereleri topraklarının OC yüzdesi % 3,11 ve N yüzdesi % 0,126; güneyli bakılardakinden (% 2,29 TOK ve % 0,101 TN) daha yüksek bulunmuştur. Benzer şekilde karaçam meşcerelerinde kuzeyli bakılarda % 4,42 TOK ve % 0,240 TN; güneyli bakılarda % 2,67 TOK ve % 0,172 TN yüzdeleri bulunmuştur. Kuzeyli bakılardaki sarıçam meşcerelerinin ortalama TOK stokları $128,7 \text{ Mg C ha}^{-1}$, ortalama TN ise $4,94 \text{ Mg N ha}^{-1}$ iken güneyli bakılarda TOK stokları $83,9 \text{ Mg C ha}^{-1}$, ortalama TN ise $4,94 \text{ Mg N ha}^{-1}$ bulunmuştur. Karaçam için ise kuzeyli bakılarda TOK $113,1 \text{ Mg C ha}^{-1}$ TN $6,12 \text{ Mg C ha}^{-1}$, güneyli bakılarda TOK $86,4 \text{ Mg C ha}^{-1}$ ve TN $5,67 \text{ Mg C ha}^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Kara ve Bolat (2008a) Batı Karadenizdeki Bartın’ın Karaçam ve kayın ormanlarında gerçekleştirdikleri çalışmada üst topraklardaki C_{mic} ve N_{mic} miktarlarını belirlemişlerdir. Bu çalışma sonucunda, karaçam meşcelerindeki mikrobiyal biyokütle N değerinin ($103,14 \mu\text{g g}^{-1}$) kayın topraklarının N_{mic} değerinden ($137,91 \mu\text{g g}^{-1}$) daha düşük miktarda olduğu tespit edilmiştir. $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ oranı ortalama değerleri olarak karaçam meşcerelerinde (% 1,58-3,65 arasında) kayın meşcerelerindekinden (% 1,56-3,22 arasında) daha yüksek bulunmuştur. $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ yüzdesi açısından ise karaçam meşceresinde % 2,89

ile % 5 arasında değişen değerler kayın meşceresinde % 2,67 ile % 7,81 arasında değişmektedir.

Bolat (2011) Bartın'nın Arıt İlęesindeki Dogu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Uludag göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana* Mattf.) ve göknar-kayın doğal karışık meşcerelerinin l örtü ve st topraklarının mikrobiyal özelliklerinin tür ve mevsimsel olarak değişimleri araştırılmıştır. Yapılan alışma sonucunda l örtü ve toprak rneklerinin C_{mic} , N_{mic} ve bazal solunum değerleri meşcere türüne ve mevsimlere göre önemli derecede değiştiği belirtilmiştir. Tür bazında, C_{mic} ve bazal solunum değerleri göknar meşcerelerinde en yüksek bulunmuş ve mevsimsel olarak yaz ve son ahar mevsiminde bu değerler kış ve ilkbahara nazaran daha yüksek bulunmuştur. l rtlerde C_{mic} değeri en düşük kayın meşceresinde (ilkbahar değeri $2567,80 \mu g g^{-1}$) ve en yüksek ise kayın meşceresinde (yaz mevsim değeri $6063,90 \mu g g^{-1}$) bulunmuştur. Topraklarda ise en düşük göknar kayın karışık meşceresinde ($476,63 \mu g g^{-1}$) ve en yüksek te göknar meşceresinde ($1345,20 \mu g g^{-1}$) bulunmuştur. Çizelge 1.4 de bu çalışmadaki diğer mikrobiyal veriler gösterilmektedir.

Kayıkçioğlu ve Okur (2013) farklı bitki örtüsü altındaki topraklarda Mikrobiyal C, N ve P un mevsimsel değişimini incelemişlerdir. alışmalarında farklı bitki örtüsü (zeytinlik, buğday, buğday-mısır-soya rotasyonu altındaki tarlalar, ayır ve mera alanları) altındaki toprakların farklı mevsimlerde mikrobiyal biyoktle C, N ve P' u ile mineralize olabilir C, N ve P miktarları araştırılmıştır. Araştırma sonlarına göre; en yüksek mikrobiyal biyoktle ayır mera arazisinden alınan toprak örneklerinde, en düşük mikrobiyal biyoktle ise buğday ekili araziden alınan toprak örneklerinde belirlenmiştir. st toprak tabakasında (0-15 cm), alt toprak tabakasına (15-30 cm) oranla daha yüksek mikrobiyal biyoktle belirlenmiştir. Mevsimsel bazda ise en yüksek mikrobiyal biyoktle Nisan ayına ait topraklarda, en düşük mikrobiyal biyoktle ise Ocak ayına ait topraklarda saptanmıştır.

Demirtok ve ark. (2015) Amik ovası yaygın toprak serilerinin mikrobiyal aktivitelerinin haritalanması adı altında bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu amaçla bazal solunum (CO_2), dehidrojenizasyon enzim aktivitesi (DHA) ve mikrobiyal biyoktle karbon (MBC) analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu sonlara göre araştırma topraklarının büyük bir bölümü $16-20 mg CO_2$ sınırları içerisinde bulunmuştur. Yani, Amik Ovası yaygın serilerinin mikrobiyal aktivitelerinin genel olarak düşük olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL VE METOD

3.1.Araştırma Sahalarının Genel Konumu

Çalışma sahası Akdeniz bölgesinin kuzey doğusundadır. Kuzeyinde Göksun ve Saimbeyli, Batısında; Feke, Güneybatısında Kadirli, Güneyinde Osmaniye İline ait Bahçe ve Düziçi ilçeleri, Doğusunda ise Kahramanmaraş bulunmaktadır. İlçe merkezinin yükseltisi 1050 metredir. Yüzölçümünün yaklaşık 970 km² si dağlık ve engebeli alanlardan, diğer 208 km² lik kısmı ise ova ve düz alanlardır (Anonim, 2018).

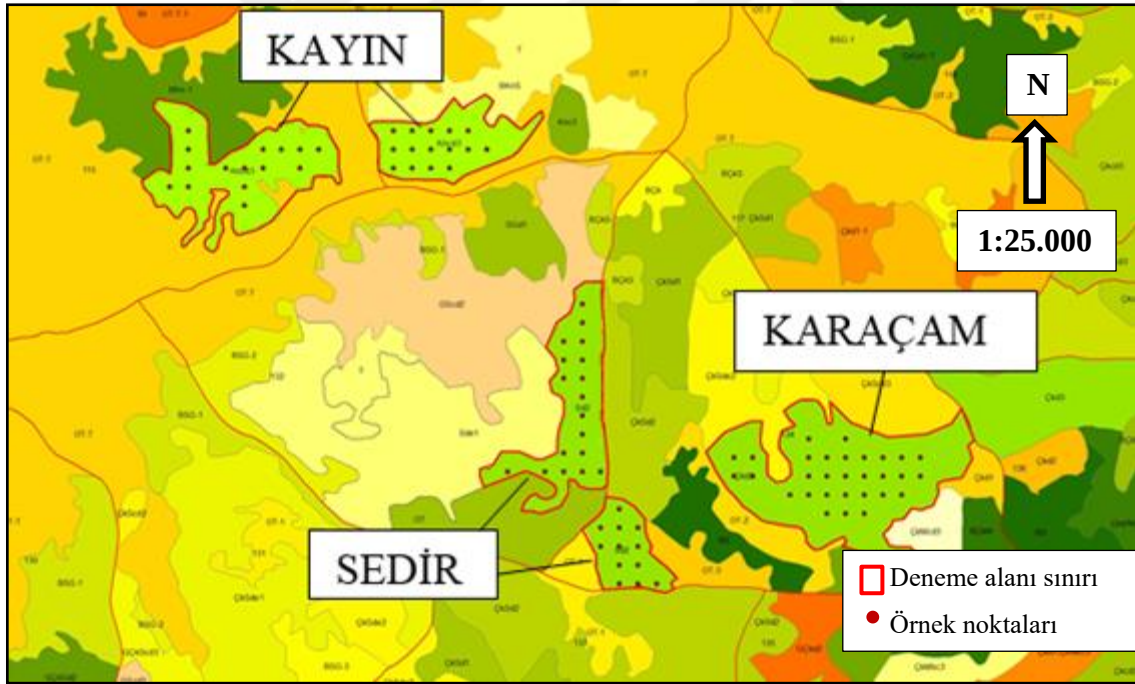
Arazi çalışmalarının gerçekleştirileceği alanlar, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü'ne bağlı Andırın Orman İşletme Müdürlüğü Akifiye Orman İşletme sınırları içinde yer alan aynı yaşlı saf kayın, sedir ve karaçam ormanlarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1a,1b ve 1c). Yapılacak çalışmada farklı türler altında oluşan toprakların karbon ve azot stokları, mikrobiyal toprak faaliyeti ve diğer toprak özellikleri farklarının daha belirgin bir şekilde ortaya onması için meşcere kuruluşu, kapalılığı, meşcere yaşı, jeolojik, klimatolojik ve jeomorfolojik özelliklerinin birbirlerine hemen hemen benzer olduğu alanlar seçilmiştir. Bu bağlamda, Akifiye Orman İşletme Müdürlüğüne ait 115, 116, 132 ve 134 nolu komşu bölmelerdeki aynı yaşlı saf kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinin bulunduğu alanlarda çalışma gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizin Akdeniz Bölgesinde bulunan ve genelde engebeli yapıdaki tipik karstik dağ havzalarında ~ toplamda 100 hektarlık bir alanı kapsamaktadır (36° 17' 00''–36° 18' 40'' D boylamı, 37° 43' 05''– 37° 44' 10'' K enlemleri). Kahramanmaraş İline yaklaşık 90 km uzaklıkta olan alanın ortalama yükseltisi 1500 m ve genel bakısı güneydir.

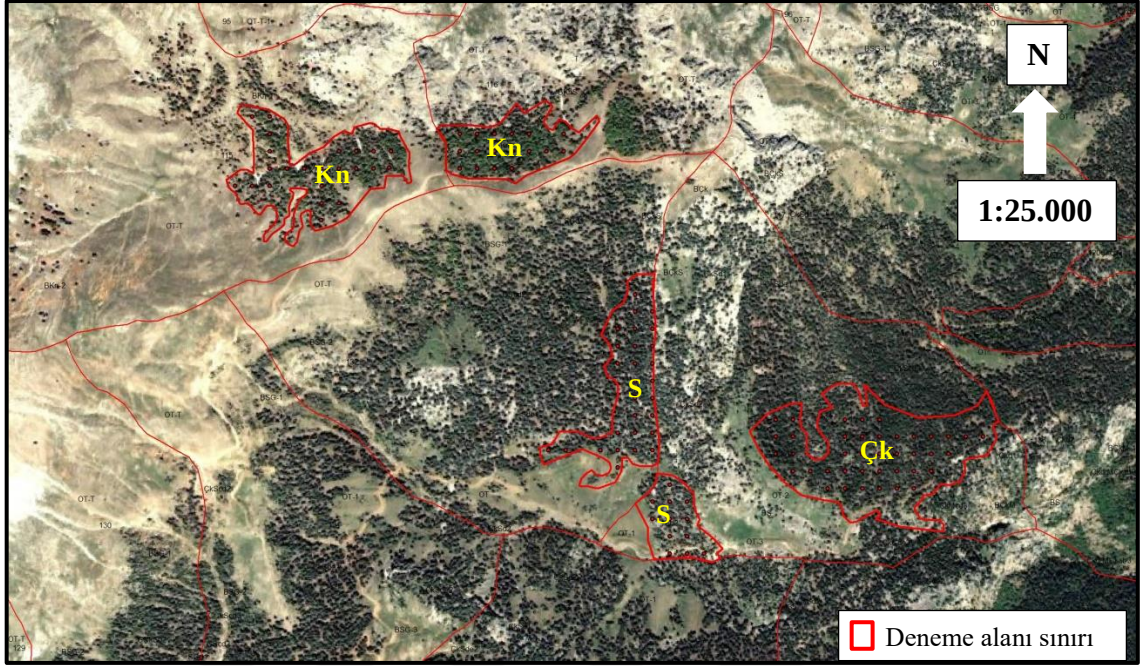
Çalışma alanlarının eğimi % 30 ile % 60 arasında değişmektedir. Çalışma alanlarının Türkiye haritasındaki yeri ve konumu Şekil 3.1.'de ve Meşcere Tipleri Haritası Şekil 3.2' de Google Earth görüntüsü ise Şekil 3.3. ve araştırma sahalarının jeoloji haritası Şekil 3.4.'te gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma sahasının Türkiye haritasındaki konumu



Şekil 3.2. Kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinden oluşan araştırma alanlarının Meşcere Tipleri Amenajman haritasındaki konumu (Anonim, 2014).



Şekil 3.3. Kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinden oluşan araştırma alanlarının Google Earth görüntüsü. (Google Earth 2018)

Araştırma alanından toprak ve ölü örtü örnekleme yapılan kayın, sedir ve karaçam türlerine ait silvikültürel özellikleri (kapalılık ve meşcere tipi) Çizelge 3.1.'de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırma alanı meşcerelerinin karakteristikleri (Anonim 2014).

Ağaç Türü	Meşcere Tipi	Kapalılık %	
Kayın	KnCd3	3	70-100
Sedir	Sd2-3	3	70-100
Karaçam	Çkd3	3	70-100

3.2. Araştırma Sahalarının Anakaya ve Genel Özellikleri

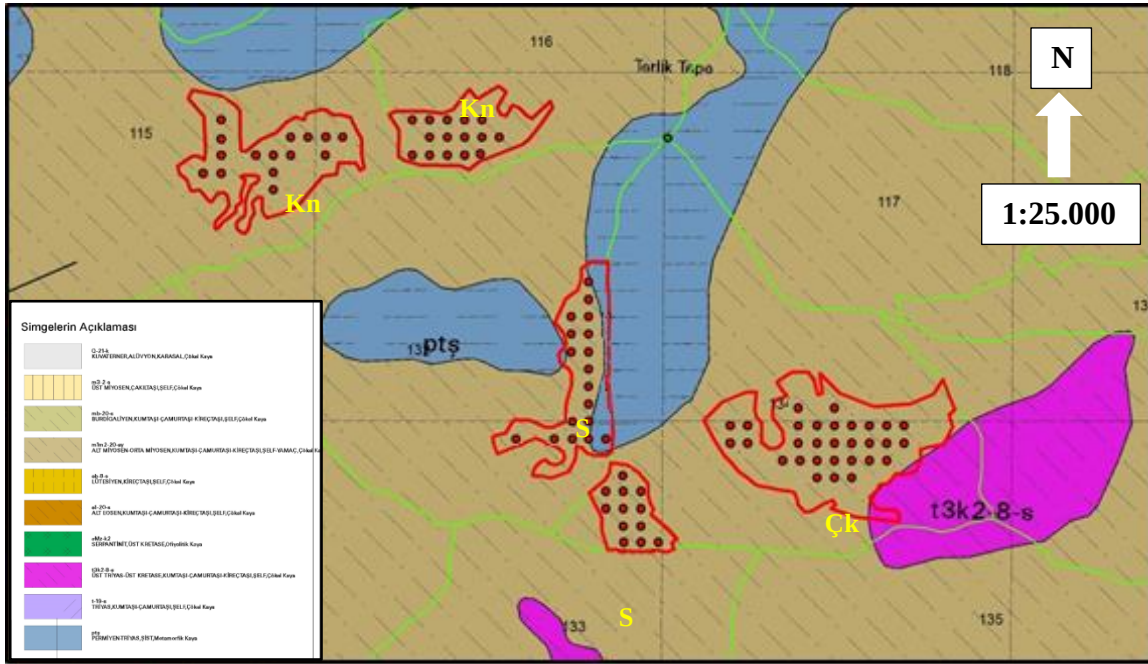
Çalışma alanlarına ait 1/25.000 ölçekli Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA, 2000) tarafından hazırlanmış Gaziantep M36c1 pafta numaralı jeoloji haritası incelendiğinde; seçilen kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinin yetiştirme ortamlarına ait anakayanın tamamına yakının m1m2-20-sy numaralı alt miyosen-orta miyosen, kumtaşı, çamurtaşı, kireçtaşı, şelf- çökel kayaların hâkim olduğu görülmektedir (Şekil 3.4).

Kahramanmaraş bölgesinde Ahır dağı, Maraş -Andırın arasında birkaç lâmbo, İbeyli'de bulunan bir lâmbo, Düldül dağlarında Ceyhan Nehir kenarında aflömanlar bulunmaktadır. Bunun yanında, antitoros alanları genellikle doğu-kuzeydoğu yönünde uzanmaktadır. Ahır dağı ve Kahramanmaraş-Andırın arasında, büyük Lütésien kütleleri kuzeydoğu yönüne uzanmıştır. Bu yapı Miosen fliši üzerindeki sarp bir yamaçla sınırlanmaktadır.

Andırın'ın doğusunda ve güneyinde, genellikle beyaz bazan da boz renkli oldukça büyük sert bir kalker aflömanı yayılmaktadır. Bu kalker fosil bakımından fakir fakat Lapeirousia Jouanneti (Maestriktien) döküntüleri bulunmaktadır. Kahramanmaraş havzasındaki en yaşlı birim Devoniyen-Üst Kretase yaşlı gnays, mika şist, fillat, mermer ve mikritik kireçtaşlarından oluşan Malatya Metamorfik'leridir. Perinçek ve Kozlu (1984) tarafından bu birim içinde değerlendirilen Keşdağı civarından yaygın yüzlek veren, Permien yaşlı kristalize kireçtaşları, Gül (2000) tarafından Keşdağı formasyonu olarak adlandırılmıştır. İnceleme alanında en geniş yüzlek veren Eosen öncesi birim, Üst Triyas-Alt Kretase yaşlı oolitik kireçtaşları, mikritik kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları ve dolomitlerden oluşan Andırın Grubudur (Perinçek ve Kozlu, 1984; Kozlu, 1987).

Andırın karmaşığı ise, ultrabazik kayaç, serpantinleşmiş bazik ve Mesozoyik-Triyas yaşlı kireçtaşı kütleleri bulunduran, değişik cins ve yaştaki kaya topluluklarından oluşmuştur. Saimbeyli-Andırın arasındaki bölümünü kapsamaktadır. Yörede genç birimler olarak konglomera, kireçtaşı, kumtaşı, marn ve çamurtaşından oluşan Alt-Orta Miyosen yaşlı Sümbüldağ formasyonu ile konglomera üyesi yer almakta, Kuvaterner oluşukları olarak akarsu vadileri boyunca dar şeritler halinde yamaç molozları ve alüvyon yelpazeleri görülmektedir (MTA, 2000).

Çalışma alanlarının toprakları; Başbakanlığa ait Köy hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı İl raporu çalışmasından yararlanılarak alana ait toprak sınıflandırması yapılmıştır (Anonim, 1997). 1/25.000 ölçekli toprak haritasına göre; M24r.4 (O) VII es adı altında sınıflandırılan Andırın İlçesi Çokak köyündeki çalışma alanlarının toprakları kahverengi orman toprağı özelliğı taşıyan eğimi en az % 30 ve toprak derinliğı 20-30 cm yi geçmeyen, çok şiddetli erozyon görülen, orman rejmi altındaki 7. Sınıf alt tabaka toprakları özelliklerini taşımaktadır (Anonim, 1997).



Şekil 3.4. Kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinden oluşan araştırma alanlarının Jeoloji haritası (MTA, 2000).

3.3.Araştırma Sahalarının İklim Özellikleri

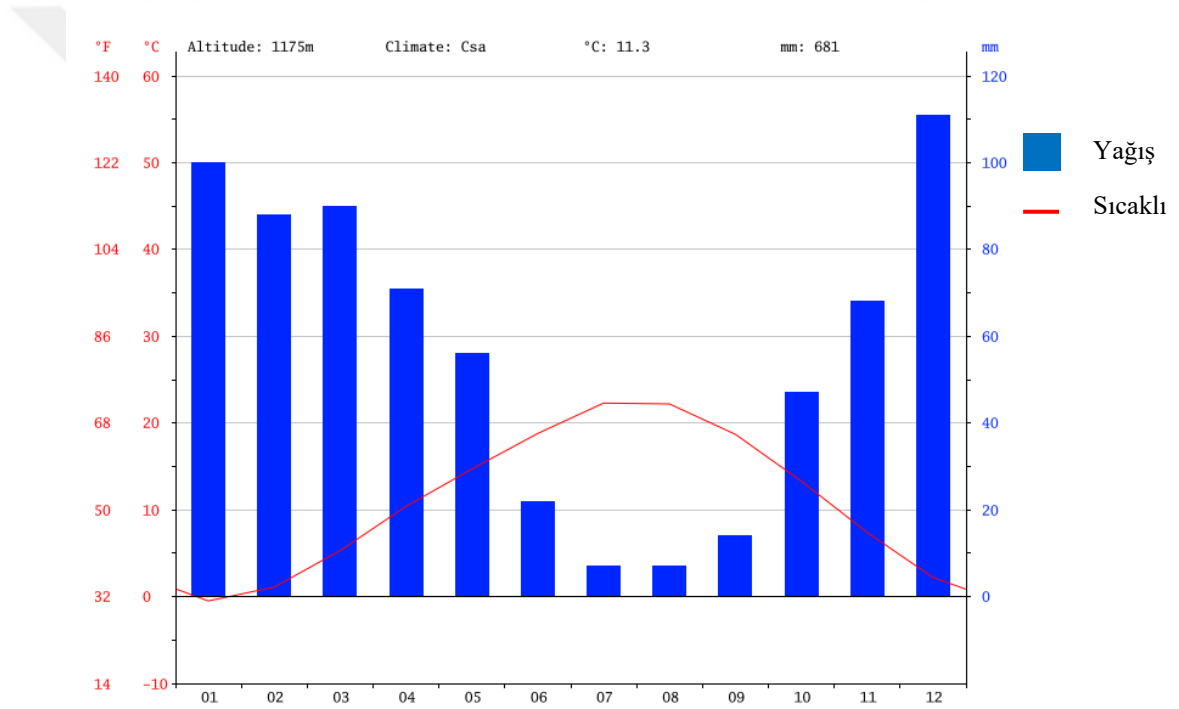
Genel olarak Kahramanmaraş ve çevre illerde en çok yağış alan bölge Andırın ilçesidir. İlçenin coğrafi özellikleri Akdeniz'den gelen nemli havanın Andırın dağları boyunca yükselerek soğuması ve orografik yağışların oluşmasını sağlamaktadır. Bu yağışlar bilhassa kış ve sonbahar mevsiminde toplamda 90 gün yağış görülmektedir. İlçe merkezinin genellikle güney kesimlerinde kar yağışı görülmezken kuzeydeki dağ yamaçlarında ve dağlarda kış mevsiminde kar yağışları görülmektedir (MGM, 2017).

Araştırma sahasına seyyar meteoroloji ölçüm istasyonu kurma imkânı bulunmadığı için sahaya en yakın Akifiye Köyüne ait iklim verileri kullanılmıştır. İklim durumu hem Erinc'e hem de Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre belirlenmiştir (Link 5).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü verilerine göre bölgede yıllık ortalama sıcaklık 11,3°C ve yıllık toplam yağış 681 mm'dir. Bölge sıcak ve ılıman iklim özelliğine sahiptir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre (Csa) kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak; Erincin İklim Sınıflandırmasına göre yarı nemli iklim tipi görülmektedir. En yüksek sıcaklık Ağustos ayında (30,4°C) görülürken en düşük sıcaklık (-4,8°C) Ocak ayında görülmektedir. Ortalama yağış miktarı 111 mm ile en fazla Aralık ayında görülürken; ortalama yağışı 7 mm olan Temmuz-Ağustos ayları en kurak aylardır (Çizelge 3.2 ve Şekil 3.5) (MGM, 2017).

Çizelge 3.2. Araştırma sahsına ait iklim verileri (Link 5).

	Aylar												
İklim Elemanları	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Yıllık
Min. Sıcaklık	-4,8	-3,4	0,3	4,7	8,2	11,5	14,4	14,1	10,5	6,3	1,9	-1,8	5,158
Maks. Sıcaklık	3,9	5,6	10,3	16,2	21,3	26,2	30,2	30,4	27	20,4	12,9	6,2	17,55
Ort. Sıcaklık (°C)	-0,5	1,1	5,3	10,4	14,7	18,8	22,3	22,2	18,7	13,3	7,4	2,2	11,33
Yağış (mm)	100	88	90	71	56	22	7	7	14	47	68	111	681



Şekil 3.5. Araştırma sahasına ait iklim ve sıcaklık grafiği (Link 5).

Araştırma sahasını Thornthwaite yöntemine göre belirlenen çalışma alanı iklim tipi ise; yarı nemli (1. Derecede Mezotermal), yaz mevsiminde çok kuvvetli su noksanı olan ve yaz buharlaşma oranı % 56,9 (C2,B'1,s2,b'2) olan tipine sahiptir (Link 5).

3.4.Araştırma Sahalarının Doğal Bitki Örtüsü ve Humus Tipleri

Araştırma alanında asli türlerden karaçam (*Pinus nigra*), sedir (*Cedrus libani* A. Rich.), göknar (*Abies cilicica* Carr.), ardıç (*Juniperus*), meşe (*Quercus petraea* ve *Quercus cerris* L.) ve kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) gibi ağaçların yanında bazı alanlarda menengiç (*Pistacia terebinthus*), karaçalı (*Pliurus spina*), keçiboynuzu (*Caratonia*), akçakesme (*Plillyrea latifolia*), hayıt (*Vitex asrus*), kocayemiş (*Arbutus unedo*) gibi maki bitki türleri mevcuttur (Anonim, 2014).

Araştırma sahaları serin ve nemli iklim özelliğinden ve meşcere kapalılığının girift olasından dolayı genellikle çürüntülü mull tipi humus görülmektedir. Bu humus formuna sahip alanlarda hem ölü örtüde hem de mineral toprakta ayrışma hızı yavaş olduğu, toprak reaksiyonunun hafif asit veya nötre yakın olduğu bir humus formudur (Çepel, 1996). Ölü örtüdeki yaprak (L), çürüntü (F) ve humus (H) kısmen belirgindir.

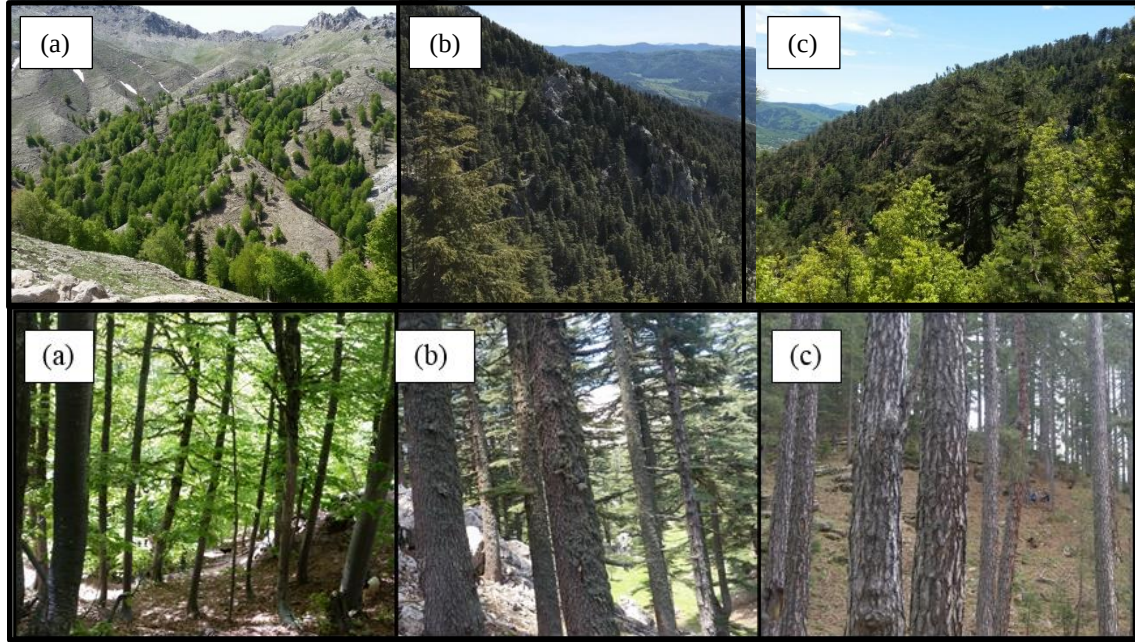
3.5. Arazide Yapılan Çalışmalar

3.5.1. Örnek Alanların Seçilmesi

Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Andırın Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında bulunan orman ağaçları kompozisyon çeşitliliğinin ve ormancılık faaliyetleri açısından yoğun olması ve ayrıca bu alanlarda daha önce bu tür çalışmaların yapılmamış olması bu çalışmanın başlangıç noktalarından olmuştur. İşletme Müdürlüğüne ait Şefliklerin meşcere haritalarında farklı türdeki orman ağaçları altında gelişen toprakların karbon stoklarının belirlenmesi ve mikrobiyal faaliyetlerin karbon stoklarına etkilerini incelemek için meşcere kuruluş özellikleri, topografik ve iklimik faktörlerin birbirlerine en yakın olduğu saf meşcerelerin bulunduğu yerler tespit edilmiştir. Tespit edilen alanların özellikle amenajman planlarında aynı yaşlı ve kapalı kayın, sedir ve karaçam ağaç türleri seçilerek en az 20 şer hektarlık alanların bulunduğu saf meşcereler altında bu çalışmanın gerçekleştirilmesi öngörülmüştür. Çalışmanın esas amacına uygun olarak Akifiye Köyünde bulunan aynı yaşlı saf kayın, sedir ve karaçam (60-80 yaşları arasında) orman alanlarından örnek alanlar seçilmiştir (Şekil 3.6).

Harita üzerinde 50 şer metre arayla atılan grid noktalarından (bilhassa meşcere içine denk gelenlerden) her bir ağaç türünden 30 ar adet örnekleme noktaları belirlenmiştir. Toprak ve ölü örtü örnekleme noktalarının koordinatları ve eğimi ArcGIS programı yardımıyla büro ortamında; yükselti ve bakılarını el tipi GPS aleti ile arazide belirlenmiştir.

Örnek alanların yol, patika, insan etkisinden uzak olan; ekolojik özellikler olarak homojen ve birbirlerine yakın (iklim faktörünü sabitlemek için) jeomorfolojik özellikler taşıyan alanlardan seçilmesine özen gösterilmiştir.



Şekil 3.6. Araştırma sahalarındaki (a) kayın, (b) sedir ve (c) karaçam meşcerelerinin görünümü (Fotoğraf: Emre Babur 2017).

3.5.2. Arazi Çalışmaları

Farklı ağaç türleri (kayın, sedir ve karaçam) altında, biriken ölü örtü örnekleri (20x20 cm'lik alandan) ve topraklardan (0-10 cm, 10-20 cm ve 20-30 cm) alınan örnekler araştırmanın materyalini oluşturmaktadır (Şekil 3.7. a, b ve c; Şekil 3.8; Şekil 3.9.). İlkbahar ayında mevsimsel iklim parametrelerinin ortalamaya en yakın olduğu ve vejetasyon başlangıcında toprağın tavında olduğu sıcaklık ve nem değerlerinin değişmediği dönemde 90 adet bozulmamış toprak örnekleri alınmış, ayrıca toprakların ve ölü örtülerin bazı fiziko-kimyasal ve mikrobiyal özelliklerinin belirlenmesi için 2017 yılı içerisinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve 2018 de kış mevsiminde farklı ağaç türlerinden (kayın, sedir ve karaçam) 30'er adet ölü örtü, üst toprak örnekleri alınmıştır (Çizelge 3.3). Ölü örtü örneklerinin tabaka ayrımı mevsimlere göre zor olması ve doğal yapılarındaki bozulmaların olacağı düşünülerek ölü örtü örnekleri yaprak, çürüntü ve humus tabakası ayrı ayrı değil de karışık olarak alınmıştır (Şekil 3.7). Örnek alımı esnasında ölü örtünün mineral toprak ile karışmamasına dikkat edilmiş ve örneklerin nemlerini kaybetmemeleri için usulüne uygun olarak polietilen torbalara konulmuştur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Ölü örtü örneklerinin ((a) kayın, (b) sedir ve (c) karaçam) alınması.

Ölü örtü ve toprak numunesi almak için gerekli olan araç ve gereçler (Şekil 3.10);

- ✓ GPS (Örnekleme noktalarının tam koordinatlarını bulabilmek için)
- ✓ Arazi tanıtım karnesi (örnekleme noktalarına ait genel ve özel konum, dış toprak hali, sıcaklık ... gibi parametrelerin kalıcı olarak tespit edilmesi için)
- ✓ Etiketler (Örnekleme noktalarını tanımlamak için polietilen torbalarının içine koyulur)
- ✓ Kalem (Tanıtım karneleri ve örnek etiketlerini doldurabilmek için)
- ✓ 20x20 cm lik kare ahşap malzeme (ölü örtü örneklerini toplamak için)
- ✓ Toprak tipi termometre (toprak sıcaklığını belirlemek için)
- ✓ Polietilen torba (ölü örtü ve toprak numunelerini toplamak için)
- ✓ Kazma (toprak profili açmak için), El küreciği (ölü örtü ve toprak numunelerin poşetlere koyabilmek için), Kök makası (açılan toprak profilini temizlemek için)
- ✓ Hacmi belli silindir (bozulmamış toprak örneklerini alabilmek için)
- ✓ Sırt Çantası veya siyah poşet (örnekleri taşımak için)
- ✓ Tokmak, çekiç ve torna vida (silindiri toprağa çakma işleminde kullanmak için)
- ✓ 2 mm lik elek (mikrobiyal toprak numunesi almak için)
- ✓ Saf su ve piset (mikrobiyal toprak numunelerini nemlendirmek için)
- ✓ Termal taşıyıcı (mikrobiyal toprak numunelerini laboratuvara taşıma esnasında +4 C° ısısını muhafaza edebilmek için)



Şekil 3.8. Araştırma sahasından ölü örtü ve toprak numunelerinin araziden toplanması
(Fotoğraf: Emre Babur 2017).



Şekil 3.9. Kayın, sedir ve karaçam meşcereleri topraklarının farklı derinlik kademelerinden silindir örneği alınması (Fotoğraf: Emre Babur 2018).



Şekil 3.10. Ölü örtü ve toprak numunelerinin alınması ve kullanılan bazı gereçler (Fotoğraf: Emre Babur 2017).

Araştırma alanlarına ait topraklarda mikrobiyal biokütle C, N ve toprak solunumunu belirlemek için 0-10 cm derinliğinden alınan topraklar poşetlenmeden önce 2 mm'lik elekten elenmiş ve poşetlerin ağzı nem kaybını önlemek için sıkıca bağlanmıştır (Şekil 3.11.). Alınan örnekler +4 C de muhafaza edilebilmek için soğuk termos konteynirlara yerleştirilmiştir (Şekil 3.12). Örneklerin alındığı noktaların antropojen etkiye uğramamış, doğallığını koruyan yerlerden olmasına dikkat edilmiştir. Örnek noktaları ArcGIS programında her 50 metrede bir olacak şekilde belirlenen karelej oluşturularak, sınırları çevrilen deneme alanlarına 30 ar adet nokta düşecek şekilde sistematik örnekleme yöntemi seçilmiştir. Ölü örtü örnekleri alımında 20x20cm kare kutu kullanılarak kare içinde kalan ölü örtü mineral topraktan tamamen ayrılarak poşetlenmiştir. Ayrıca, toprakların bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için her örnek alandan 30'ar adet bozulmuş toprak örnekleri alınmıştır. Toplam karbon ve azot stokunun belirlenmesi için her bir örnek alanın 3 derinlik kademesinden (0-10cm, 10-20 cm ve 20-30 cm) hacim silindirleri (çapı 8 cm, boyu 10 cm) ile bozulmamış toprak örnekleri alınmıştır (Şekil 3.8.ve Çizelge 3.3.). Hacim silindirleriyle toprak hacim örnekleri alınırken, çakma esnasında silindir içindeki toprağın sıkıştırılmamasına ve toprakların strüktürünün bozulmamasına özen gösterilmiştir (Brown ve Lugo, 1990; Armolaitis ve ark., 2013). Silindirler istenilen derinliğe kadar çakıldıktan sonra kenarları ve tabanı keskin bir bıçakla

fazlalıklardan temizlenmiş ve polietilen torbalara yerleştirilerek ağızları sıkıca kapatılmıştır (Sevim, 1956).



Şekil 3.11. Araştırma sahalarından mikrobiyal toprak numunesi alınması (Fotoğraf: Emre Babur 2017).



Şekil 3.12. Mikrobiyal ölü örtü ve toprak örneklerinin naklinde kullanılan soğutucu termoslar (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).

Mevsimlere göre örnek alma sırasındaki Meşcere içi hava sıcaklığı, toprak sıcaklığı ve toprak nemi (laboratuvar ortamında gravimetrik yöntem ile) değerleri ölçülerek ortalama değerler aşağıdaki Çizelge 3.4. de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Araştırmanın materyali olan ölü örtü ve toprak örneklerinin; sayısı ve alım zamanları.

MEVSİMLER													
	İLKBAHAR			YAZ			SONBAHAR			KIŞ			
Ağaç Türleri	Karaçam	Sedir	Kayın	Karaçam	Sedir	Kayın	Karaçam	Sedir	Kayın	Karaçam	Sedir	Kayın	TOPLAM
Ölü örtü örneği (Adet)	30	30	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90
Mikrobiyal ölü örtü örneği (Adet)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
Bozulmamış toprak örneği (Adet)	90	90	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270
Fiziko kimyasal toprak örneği (Adet)	90	90	90	30	30	30	30	30	30	30	30	30	540
Mikrobiyal toprak örneği (Adet)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	360
TOPLAM	270	270	270	90	90	90	90	90	90	90	90	90	1620

Çizelge 3.4. Mevsimlere göre örnek alma sırasındaki hava sıcaklığı, toprak sıcaklığı ve bağıl nem değerleri

Özellikler	Meşcere Tipi	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Meşcere içi Sıcaklık (°C)	Kayın	13,13	22,68	13,8	2,2
	Sedir	15,05	24,15	14,5	2,09
	Karaçam	16,07	28,4	13,3	2,69
Toprak Sıcaklığı (°C)	Kayın	7,66	22,15	12,9	1,73
	Sedir	10,23	23,28	14,3	2,6
	Karaçam	11,03	23	14,5	3,16
Toprak Nemi (%)	Kayın	27,98	18,42	39,80	42,54
	Sedir	25,00	20,61	33,64	35,49
	Karaçam	21,71	17,53	36,46	33,13

3.6. Laboratuvarda Yapılan Çalışmaları

3.6.1. Ölü örtü ve Toprak Örneklerinin Analize Hazırlanması

Bozulmuş toprak örneklerini hava kurusu hale getirmek için laboratuvarda kurutma kâğıtları üzerine serilmiştir (Şekil 3.13). Kuruyan toprakların taş ve kökleri ayrılarak porselen havanda öğütülerek 2mm’lik elekten geçirilerek polietilen torbalara konularak analize kadar serin ortamda muhafaza edilmiştir (Mubyana-John ve Masamba, 2014).



Şekil 3.13. Hava kurusu hale getirmek için laboratuvara serilen toprak numuneleri (Fotoğraf: Emre Babur 2018).

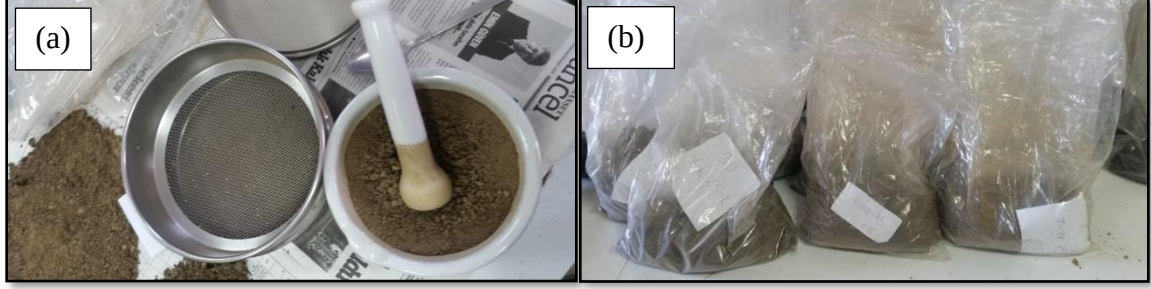
Mikrobiyal özellikler ve bazal solunum miktarlarını belirlemek için alınan ölü örtü ve toprak örnekleri analizleri yapılncaya kadar soğuk ortamda (+4°C de buzdolabında) muhafaza edilmiştir.

Ölü örtü örneklerinin pH, organik C ve toplam N miktarlarını belirlemek için örnekler hava kurusu hale geldikten sonra mikserde öğütülerek 1 mm’lik elekten geçirilmiştir (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Hava kurusu hale getirilen ölü örtü örneklerinin mikserde öğütülerek elenmesi (Fotoğraf: Emre Babur 2018).

Toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek için kök ve iskelet kısmı ayrılmış topraklar porselen havanda tokmak ile öğütülerek 2 mm gözenekli elekten geçirilmiştir (Şekil 3.15a.). Elenen topraklar analiz edilene kadar polietilen torbalarda muhafaza edilmiştir (Şekil 3.15b).



Şekil 3.15. Toprak örneklerinin analize hazır hale getirilmesi için yapılan işlemler (a) öğütme-eleme (b) saklama-muhafaza etme (Fotoğraf: Emre Babur 2017).

3.6.2. Ölü örtü ve Toprakların Fiziksel ve Kimyasal Analizleri

Ölü örtü ve toprak örneklerinin nem içeriği, reaksiyonu (pH), organik karbon ve toplam azot; toprak örneklerinin tane yoğunluğu, hacim ağırlığı, gözenek hacmi, tekstür ve elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinin belirlenmesinde kullanılan yöntem ve hesaplamalardan bu bölümde açıklanmıştır.

3.6.2.1. Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Nem içeriği

Nem içeriklerinin ölçümü ölü örtü ve toprak numuneleri için farklı sıcaklık derecelerinde yapılmaktadır. Bu yüzden ölü örtü örneklerinin nem içeriği 70 °C’de 24 saat ve toprak örneklerinin nem içeriği ise 105 °C’de 24 saat süreyle kurutularak gravimetrik olarak belirlenmiştir (Karaöz 1992). Ölü örtü ve toprak örneklerindeki % nem içeriğinin belirlenmesinde Formül 3.1 teki formül kullanılmıştır (Gülçur 1974).

$$\%Nem = \frac{(HKTA - FKTA)}{FKTA} \times 100 \quad (\text{Formül 3.1})$$

Burada;

HKTA = Hava kurusu toprak ağırlığı (g)

FKTA = Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

3.6.2.2. Ölü Örtü kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi

Örnek alanların her birinden 20x20 cm (0,04 m²) büyüklüğünde mineral toprak üzerindeki ölü örtü (L+F+H katmanları) toplanarak analizleri için laboratuvara getirilmiştir. Araziden alınan ölü örtü örnekleri yaprak, çürüntü ve humus ayırımı yapılmadan etüvlerde 70°C sıcaklıkta (yaklaşık 48 saat) sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutma işlemi yapılmıştır. Ölü örtü örneklerinin yaş ve kuru ağırlıkları arasındaki farktan ölü örtüde tutulan nem ve ölü örtünün kuru ağırlığı hesap edilmiştir. Elde edilen değerler hektara çevrilerek t/ha olarak ölü örtü kütlesi hesaplanmıştır (Makineci, 1999; Sevgi ve ark., 2011).

3.6.2.3. Toprakların kum, toz ve kil yüzdelерinin belirlenmesi

Deneme alanlarına ait toprak örneklerinin tane boyutları (kum, toz ve kil) yüzde değerleri Bouyoucos Hidrometre Metodu kullanılarak belirlenmiştir. Toprak türü Uluslararası Tane Boyutu Sınıflandırmasına göre kullanılan tekstür üçgenine göre yapılmıştır (Bouyoucos 1962; Eruz 1979) (Şekil 3.16).



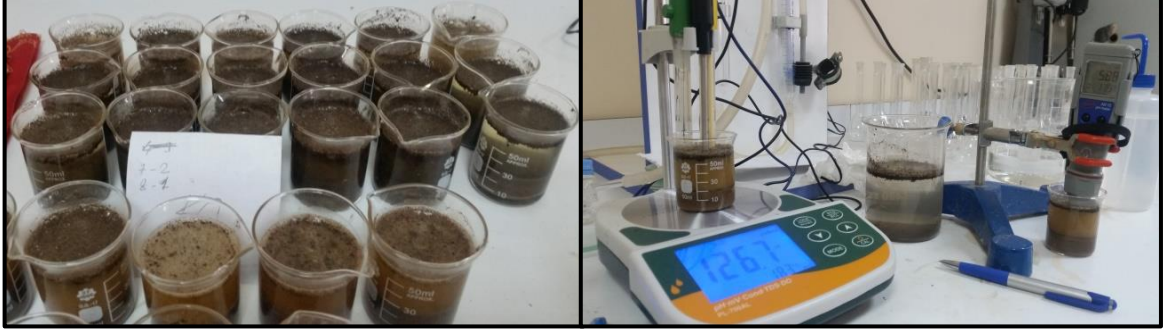
Şekil 3.16. Toprak örneklerinin tane boyutlarının belirlenmesi (Fotoğraf: Emre Babur 2017).

3.6.2.4. Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Reaksiyonu (pH)

Ölü örtü ve toprak örneklerinin reaksiyonu cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür. Ölü örtü örneklerinin reaksiyonları 1/20 oranında ölü örtü/saf su solüsyonu hazırlanır cam baget ile karıştırıldıktan sonra 24 saat beklenir, örnekler ölçülmeden 3-5 dk önce cam baget ile tekrar karıştırılarak ölçümler yapılmıştır (Karaöz, 1992). Toprakların reaksiyonlarının belirlenmesi ise 1/2.5 oranında toprak/su solüsyonu hazırlanır, cam baget ile karıştırıldıktan sonra 24 saat bekletilmiştir. Örnekler ölçülmeden 3-5 dk önce cam baget ile tekrar karıştırılarak ölçümleri yapılmıştır (Irmak, 1954; Gülçur, 1974) (Şekil 3.17).

3.6.2.5. Toprak Örneklerinde Elektriksel İletkenlik (EC)

Toprakların EC değerleri 1/5 toprak-saf su karışımından elde edilen saturasyon karıştırıldıktan sonra 24 saat bekletilmiş ve ölçümden 3-5 dk önce yine karıştırılarak dijital EC metre ile ölçülmüştür (Gülçur, 1974; Eruz, 1979).



Şekil 3.17. Ölü örtü ve toprakların reaksiyonlarının (pH) ve EC ölçümü (Fotoğraf: Emre Babur 2018).

3.6.2.6. Toprak Örneklerinin Hacim Ağırlığı

Hacmi belli silindirler ile alınan toprak örneklerinin nemlerini uzaklaştırmak için 105 °C sıcaklıkta 24 saat kurutulduktan sonra fırın kuru ağırlıkları tespit edilmiştir. Fırın kuru ağırlıkların silindirin hacmine oranı toprakların hacim ağırlıklarını “g cm⁻³” olarak vermektedir (Irmak, 1954).

3.6.2.7. Toprak Örneklerinin Tane Yoğunluğu

Piknometre yöntemi diye de bilinen toprak ile suyun yer değiştirme esasına göre belirlenmektedir. Önceden 105 °C de 2 saat bekletilerek fırın kuru haline getirilen balon joje 20 °C sıcaklıktaki saf su ile işaret çizgisine kadar doldurularak tartılır ve değer kaydedilir. Fırın kuru halindeki toprak numunesinden 20 gr alınarak balon jojeye konulup çalkalandıktan sonra vakum pompası ile havası alınır ve yine balon joje işaret çizgisine kadar saf su ile doldurularak tartılır ve bu değer kaydedilir (Şekil 3.18). Bu işlemler sonucunda aşağıdaki Formül 3.2 den yararlanılarak tane yoğunluğu belirlenmiştir (Blake, 1965).

$$D_p = \frac{dw \times W_s}{W_s - (W_{sw} - W_w)} \quad (\text{Formül 3.2})$$

Burada;

D_P = Dane yoğunluğu (g cm⁻³)

dw = Ölçüm yapılan sıcaklıkta suyun yoğunluğu (g ml⁻¹)

W_s = Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)

W_{sw} = Piknometre, toprak ve su ağırlığı toplamı (g)

W_w = Piknometre ve su ağırlığı toplamı (g)



Şekil 3.18. Toprak örneklerinin tane yoğunluklarının pikno metre yöntemi ile belirlenmesi işlemi (Fotoğraf: Emre Babur 2018)

3.6.2.8. Toprak Örneklerinin Gözenek Hacmi

Toprakların gözenek hacmi, tane yoğunlukları ve hacim ağırlıklarından yararlanılarak kullanılan Formül 3.6 ile belirlenir (Çepel 1995; Kantarcı 2000).

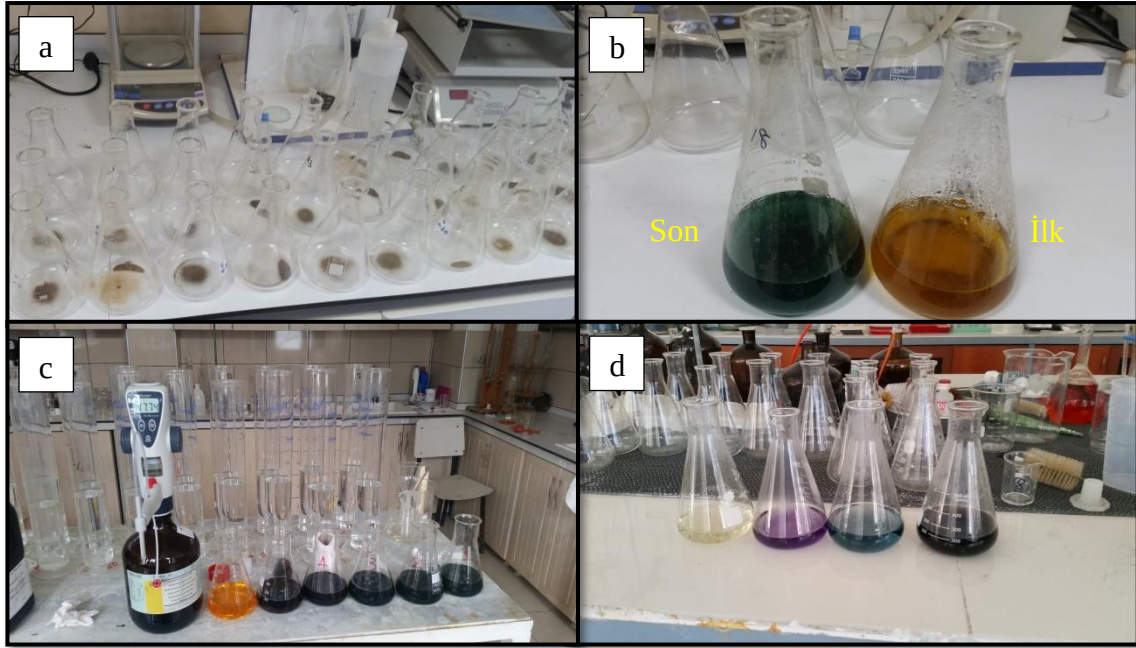
$$\% \text{ Gözenek Hacmi} = \left[1 - \frac{\text{Hacim Ağırlığı}}{\text{Tane Yoğunluğu}} \right] \times 100 \quad (\text{Formül 3.3})$$

3.6.2.9. Ölü Örtü ve Toprak Organik Karbonun Belirlenmesi

1 mm'lik elekten geçirilmiş 0,1 g ölü örtü ve 0,250 mm'lik elekten geçirilmiş 0,5 g toprak numuneleri kullanılarak Walkley-Black ıslak yakma yöntemi (Şekil 3.19) ile belirlenmiştir.

Tartılan ölü örtü ve toprak örnekleri ağız geniş erlenlere dökülür (Şekil 3.19 a), üzerine 10 ml potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) (Şekil 3.19 b), 20 ml sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edildikten sonra ısınan örneklerin soğuması beklenir. Soğuyan örneklerle 10 ml

ortofosforik asit (H_3PO_4) ile 200 ml saf su konulmuştur (Şekil 3.19 c). Saf su konulmasıyla tekrar ısınan örnekler soğuduktan sonra 8-10 damla difenilamin indikatörü damlatıldıktan sonra renk çivit mavisinden yeşile dönünceye kadar 0,5 N demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ile titre edilip harcanan sarfiyat kaydedilmiştir. Elde edilen sarfiyat ve gerçek normaliteleri belirlenen çözeltilerin normalite değerleri yardımıyla aşağıdaki Formül 3.4 kullanılmak suretiyle ölü örtü ve toprak örneklerinin organik C içerikleri belirlenmiştir (Walkley ve Black 1934; Gülçur 1974).



Şekil 3.19. Ölü örtü ve toprak örneklerinin organik C içeriklerinin belirlenmesi (a, b, c ve d) ve (b-d) titrasyon sonrası oluşan son renk (Fotoğraf: Emre Babur).

$$\% \text{ Organik C} = [(N_1 \times A) - (N_2 \times B)] \times 0,003 \times 200 \times f \quad (\text{Formül 3.4})$$

Burada;

N_1 = Potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) çözeltisinin gerçek normalitesi

A = Analizde kullanılan potasyum dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) çözeltisinin miktarı (ml)

N_2 = Demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) çözeltisinin gerçek normalitesi

B = Titrasyonda harcanan demir sülfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) çözeltisinin miktarı (ml)

0,003 = 3 karbonun (C) ekivalen ağırlığı

200 = 100 g ölü örtü veya toprağa yükseltme çarpanı

f = $100/77 = 1,30$ (bu yöntem ile toprak örneğinde bulunan organik C'un % 77'sinin yükseltgenebildiği varsayılır).

3.6.2.10.Ölü örtü ve Topraklarda Toplam Azot (N_{toplam}) Belirlenmesi

Örneklerin N_{toplam} değerleri modifiye Kjeldahl yöntemine göre belirlenmiştir. Modifiye Kjeldahl yöntemi; ölü örtü veya toprakta bulunan organik azot ve inorganik azotu sülfürik asit (H_2SO_4) ile yaş yakma ile amonyum (NH_4) formuna dönüştürülmüş ve bu amonyumu alkali ortamda amonyak (NH_3) olarak uçurarak hafif asit ortamda bağlanarak elde edilen ekstraktın titrasyon yolu ile hesaplaması esasına dayanır (Karaöz 1992; Kaçar 1996). Bu analiz için 1 mm'lik elekten geçirilmiş ölü örtüden 0,5 gr ve 0,250 mm'lik elekten geçirilmiş topraktan 0,5 g tartılarak yakma tüplerine konulur. Tüplere 1 adet kjeldahl tablet bırakıldıktan sonra numunelerin üzerlerine 15 ml konsantre sülfürik asit (H_2SO_4) ilave edilmiştir. Sonra bu karışım, Microtest model yakma cihazında kademeli olarak 380 °C'ye kadar arttırılan sıcaklıkta 3 saat yakma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.20 ve 3.21a). Şekil 3.22 de toplam azot tayini için kullanılan üniteler gösterilmiştir.



Şekil 3.20. Toplam N tayininde kullanılan yakma ünitesi (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).

Yakma işlemi bittikten sonra azot içeren gazların uçmasını engellemek için 15-20 dk bekletilerek soğutulan örneklere 20 ml saf su ilave edilmiştir. Destilasyon için Mikrotest marka alet kullanılmıştır. Aletin daha verimli çalışması için ilk örneklerden önce boş bir örnek sisteme sürülmüştür. Daha sonra içerisinde örnek bulunan tüpler sol bölmeye, % 2 lik 25 ml borik asit (H_3BO_3) sağ bölmeye yerleştirilmiştir. Tüplere ünite aracılığı ile 10 M 50 ml sodyum hidroksit ($NaOH$) ilavesinden sonra 180 sn boyunca destilasyon yapılarak amonyum (NH_4) alkali ortamda amonyak (NH_3) halinde uçurulmuş

ve hafif asit ortamda bağlanmıştır. Destilasyon sonunda elde edilen distillatın rengi mavimsi yeşil olur (Bremner ve Mulvaley, 1982) (Şekil 3.21). Distillatın son rengi ilk rengine geri dönünceye kadar 0,05 N sülfürik asit (H_2SO_4) ile titre (dijital büret) edilmiştir. Renk dönüşümü anında harcanan sarfiyat kaydedilmiştir.

Elde edilen değerler not edilerek N_{toplam} değeri aşağıdaki Formül 3.5 kullanılarak hesap edilmiştir.

$$\% N_{toplam} = \frac{14,01 \times N \times (S - B) \times 100}{W} \quad (\text{Formül 3.5})$$

Burada;

14,01 = Azotun atom ağırlığı

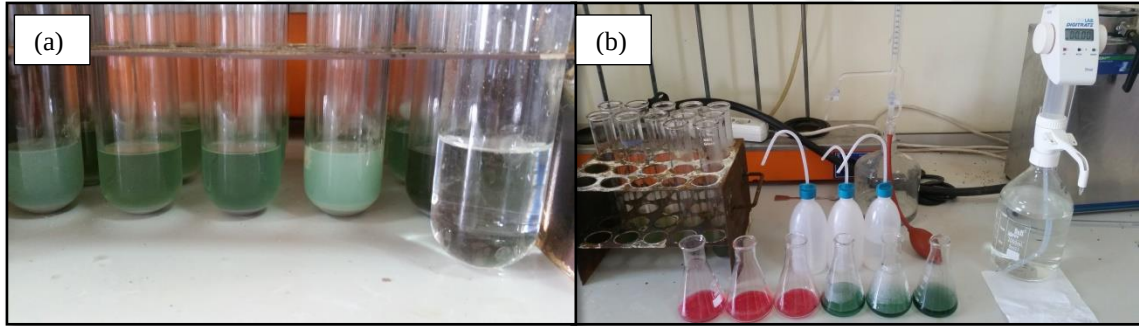
N = Sülfürik asitin (H_2SO_4) normalitesi

S = Örneklerin titrasyonunda harcanan sarfiyat miktarı (ml)

B = Kör titrasyonu için harcanan sülfürik asidin (H_2SO_4) miktarı (ml)

W = Tartılan ölü örtü veya toprak ağırlığı (500 mg)

100 = Yüzdeye (%) çevirme katsayısıdır.



Şekil 3.21. (a) yakma sanucu elde edilen solüsyon, (b) destilasyon sonu elde edilen solüsyon ve titrasyonu (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).



Şekil 3.22. Toprakların azot tayini için kullanılan Mikrotest marka yakma ve destilasyon üniteleri ile İsolab marka dijital büret (Fotoğraf; Emre Babur, 2018).

3.6.2.11. Ölü örtü ve Toprakların Toplam Karbon ve Azot Stoku

Organik karbon içeriği veya organik azot içeriği, toprak kütlesi, hacim ağırlığı (Mg m^{-3}), toprak derinliği (kalınlık, cm) verilerden yararlanılarak ton (t) ha^{-1} cinsinden hesaplanmıştır (Lee ve ark., 2009). Toprak C ve N stoklarını belirlemek için ilk önce toprak kütlesi ayrı ayrı her üç derinlik kademesi için, hacim ağırlığı ve dönüşüm katsayılarından yararlanılarak Formül 3.6'ye göre hesap edilmiştir.

$$\text{Toprak Kütlesi (Tki) (t ha}^{-1}\text{)} = (\text{HA} \times \text{Ti} \times 10^4) \quad (\text{Formül 3.6})$$

Burada;

HA: hacim ağırlığını,

Ti: i toprak derinliğini (m)

10^4 ise dönüşüm katsayısı (m^2 / ha) dır.

Toprak organik karbon (TOK) veya azot (N_{toplam}) stoku Formül 3.7'e göre hesap edilmiştir.

$$\text{C}_{\text{org}} \text{ veya } \text{N}_{\text{toplam}} \text{ stoku} = \% \text{ C}_{\text{org}} \text{ veya } \% \text{ N}_{\text{toplam}} \times \text{Tki (t ha}^{-1}\text{)} \quad (\text{Formül 3.7})$$

Tki, i toprak derinliğinde nemi alınmış toprak kütlesidir.

3.6.3. Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizleri

3.6.3.1. Ölü örtü ve Toprak Örneklerinin Fumigasyon-Ekstraksiyon İşlemi

Ölü örtü ve toprakların mikrobiyal özelliklerinin belirlenebilmesi için Kloroform hazırlanması, fumigasyon ve ekstraksiyon ön işlemler yapılması gerekmektedir. Bu kısımda bu işlemlerin nasıl yapıldığı anlatılmaktadır.

Alkolsüz Kloroform (CHCl_3) Hazırlanması: Musluğu kapalı olan ayırma hunisi içerisine 90–100 ml % 5'lik sülfürik asit (H_2SO_4) konulduktan sonra yine huniye 500 ml kadar kloroform da dökülür. Yoğunluğu fazla olan kloroform asitli suyun içinden yikanarak huninin dibine çöker. Musluk açılarak asitten geçmiş kloroform temiz bir kaba boşaltılır. Asit huniden başka bir kaba boşaltılarak huni saf su ile temizlenir. Temiz huninin içine 100 ml saf su konularak kloroform tekrar huniye boşaltılır. Bu işlem 8-12 defa tekrarlanır. Yapılan işlem sonucunda alkolsüz kloroform elde edilmiş olur (Brookes ve ark. 1985a ve b; Vance ve ark. 1987a) (Şekil 3.23).



Şekil 3.23. Alkolsüz kloroform hazırlanışı (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).

Ölü örtü ve topraklarda Fumigasyon İşlemi: Bütün örnekler için bir fumigasyon birde fumigasyonsuz örnekler hazırlanması gerekmektedir. Bunun için 3 gr ölü örtü ve 30 gr taze mikrobiyal toprak örneği tartılarak fumigasyona tabi tutulacaklar bir vezin kabına fumigasyona tabi tutulmayacaklar ise 250 ml lik erlenlere konulur (Şekil 3.24 a ve b).

Fumigasyon yapılacak örnekler musluklu boş bir desikatör içerisine yerleştirilir. Desikatörün alt ve boş bulunan kısımlarına kloroform konulmuş beherler yerleştirilir (Şekil 3.24 b ve c). Kloroformun daha hızlı buharlaşabilmesi için içerisine bir miktar ponza taşı konulabilir. Desikatörün kapağı ve muslukları kapatılır. Kapak hava almaması için vazelin sürülür ve parafilm ile sarılır. Musluk açılarak ağzına vakum pompasının hortumu yerleştirilir. Beherlerdeki kloroform desikatörün içerisinde hava kalmayınca kuvvetlice kaynamaya başlamıştır. Vakumlama işlemi yaklaşık 3-5 dk kadar yapıldıktan sonra musluk kapatılıp pompa hortumundan ayrılır. Bu işlemler çeker ocak altında yapılmalıdır. Hazırlanan desikatörler sarsılmadan 25 °C deki ve karanlık ortamdaki etüve yerleştirilerek 24 saat beklenir (Şekil 3.24 c). 24 saatlik bekleme süresinin ardından desikatörden alınan numuneler geniş ağızlı 250 ml erlenlerin içine yerleştirilir. Bu erlenlere 0,5 M potasyum sülfat (K_2SO_4) (ölü örtü örneklerine 100 ml, toprak örneklerine 120 ml) eklenerek dairesel hareketli çalkalayıcıya (30 dk boyunca 90 rpm hızında) yerleştirilir (Brookes ve ark. 1985a ve b; Vance ve ark. 1987a; Anderson ve Ingram 1996; Haubensak ve ark. 2002) (Şekil 3.24 d ve e). Çalkalama işlemi bitince solüsyon hunilerle Whatman No 42 filtre kâğıdından süzülür (Şekil 3.24 f ve g). Süzülen örneklerden ekstraktlar elde edilmiş olur. Ekstraktlar koyu renkli sızdırmaz cam şişelere konulur ve titrasyon yapılana kadar +4 °C de saklanır (Şekil 3.24 h).

Fumigasyon işlemine tabi tutulmayan ve 250 ml'lik beherlere konulan örneklerden ölü örtülere yine 100 ml ve toprak örneklerine 120 ml 0,5 lik K_2SO_4 ilave edilir. Çalkalama makinesinde 150 rpm hızında 30 dakika çalkalanır ve sonra örnekler hunilere yerleştirilen Whatman No 42 filtre kâğıdıyla süzdürülür. Süzülen örneklerden ekstraktlar elde edilmiş olur. Ekstraktlar koyu renkli sızdırmaz cam şişelere konulur ve titrasyon yapılana kadar +4 °C de soğutucuda muhafaza edilir (Brookes ve ark. 1985a ve b; Vance ve ark. 1987a ve 1987b; Anderson ve Ingram 1996).



Şekil 3.24. Ölü örtü ve toprak örneklerinin fumigasyon ve ekstraksiyon işlemi yapım aşamaları (Fotoğraf: Emre Babur, 2018)

3.6.3.2. Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik Analizleri

Mikrobiyal Biyokütle C (C_{mic}) analizi; Ölü örtü ve Toprak numunelerinden elde edilmiş ekstraktlardan (fumigasyonlu ve fumigasyonsuz) 8 ml + 2 ml 0,4 N potasyum dikromat ($K_2Cr_2O_7$) + 0,07 g cıva oksit (HgO) ve 2:1 oranında sülfürik asit-ortofosforik asit ($H_2SO_4:H_3PO_4$) karışımından 15 ml ilave edilir. Elde edilen bu karışım Microtest Marka 20'li yakma ünitesinde 30 dakika boyunca 150 °C'de yakılır. Yakma işlemi bitince

sıcak olan tüplerin soğumaları beklenir. Soğuyan tüplerin içerisine 20 ml saf su ilave edilir ve örnekler titrasyon için 250 ml'lik geniş ağızlı erlenlere dökülür. Sonra karışıma önceden hazırlanmış 1,10 phenanthroline monohydrat indikatöründen 8-10 damla ilave edilir. İndikatör ilavesi ile sarı olan örnek rengi yeşile döner. En son halini alan örneklerin 0,4 N demir amonyum sülfat çözeltisi ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) ile titrasyonu yapılarak sarfiyat kaydedilir. Titrasyonda yeşil rengin tam kırmızımsı kahve tonu rengine dönüşmesi anı titrasyonun sona erdiğine işarettir (Şekil 3.25). Bulunan sarfiyat ve kimyasalların gerçek normaliteleri belirlendikten sonra aşağıdaki formüller 3.8; 3.9 ve 3.10 kullanılarak mikrobiyal biyokütle $\text{C } \mu\text{g g}^{-1}$ cinsinden hesaplanmıştır (Vance vd. 1987a; Anderson ve Ingram 1996).



Şekil 3.25. Örneklerin mikrobiyal biyokütle C analizi (a) ve renk değişimleri (b) (Fotoğraf: Emre Babur, 2018)

$$\text{Biyokütle C } (\mu\text{g g}^{-1}) = (K-V) \times S \times 0,003 \times \frac{120+\theta}{W_t} \times \frac{1000}{V_1} \times 1000 \quad (\text{Formül 3.8})$$

$$F_c = \text{biyokütle } C_{\text{fumigasyonlu}} - \text{biyokütle } C_{\text{fumigasyonsuz}} \quad (\text{Formül 3.9})$$

$$C_{mic} = E_c \times 2,64 \quad (\text{Formül 3.10})$$

Burada;

K = Körde sarf edilen demir amonyum sülfatın ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) hacmi (ml)

V = Örneklerde sarf edilen demir amonyum sülfatın ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) hacmi (ml)

S = Harcanan demir amonyum sülfatın ($\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) normalitesi

0,003 = 3 karbonun (C) ekivalen ağırlığı

θ = Kullanılan 30 g toprağın higroskopik nemi (%)

W_t = Taze toprak ağırlığı (30 g)

V_1 = Yakma için kullanılan ekstrakt miktarı (8 ml)

F_c = fumigasyonu ve fumigasyonsuz örnekler arasındaki fark

2,64 = Karbonun dönüştürme katsayısı

Mikrobiyal Biyokütle N (N_{mic}) analizi; Ölü örtü ve Toprak numunelerinden elde edilmiş ekstraktlardan (fumigasyonlu ve fumigasyonsuz) 50 ml + 1 ml 0,4 M bakır sülfat ($CuSO_4$) ve 10 ml % 96-98 derişik sülfürik asit (H_2SO_4) yakma tüplerine eklenir. Elde edilen bu karışım Microtest Marka 20'li yakma ünitesinde sıcaklığı kademeli olarak arttırılacak şekilde 180 dakika boyunca 380 °C'de yakılır. Yakma işlemi bitince sıcak olan tüplerin soğumaları beklenir. Soğuyan tüplerin içerisine 50 ml saf su ilave edilir. Tekrar ısınan örneklerin soğuması beklendikten sonra 250 ml lik erlenlere boşaltılarak 250 ml çizgisine kadar saf su ilavesi yapılır. Hazırlanan bu karışımdan 50 ml örnek alınarak kjeldahl yakma tüplerine konularak destilasyon aşamasına geçilir. Mikrotest marka destilasyon ünitesinde yakma tüpü sol tarafa (kaynatma kısmı), % 2 lik 5 ml borik asit çözeltisi sağ tarafa (yoğunlaşma kısmı) konularak 10 M 15 ml sodyum hidroksit ile 2 dk destilasyon yapılarak örnekteki amonyum (NH_4) alkali ortamda amonyak (NH_3) olarak uçurulmuş ve hafif asit ile bağlanmış olur (Şekil 3.26).

Distillat 0,005 N sülfürik asit (H_2SO_4) ile titre edilmiştir. Titrasyonda mavimsi yeşil rengin tam pembemsi kırmızı rene dönüşmesi anı titrasyonun sona erdiğine işaretler. Bulunan sarfiyat ve kimyasalların gerçek normaliteleri belirlendikten soran aşağıdaki formüller 3.11; 3.12 ve 3.13 kullanılarak mikrobiyal biyokütle N $\mu g\ g^{-1}$ cinsinden hesaplanmıştır (Brookes ve ark. 1985a ve b; Anderson ve Ingram 1996) (Şekil 3.26).



Şekil 3.26. Ölü örtü ve toprak örneklerinde Mikrobiyal biyokütle N analizi (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).

$$\text{Biyokütle N } (\mu g\ g^{-1}) = (K-V) \times S \times 14,01 \times \frac{120+\theta}{W_t} \times \frac{1000}{V_1} \times \frac{1000}{V_2} \quad (\text{Formül 3.11})$$

$$F_N = \text{biyokütle } N_{\text{fumigasyonlu}} - \text{biyokütle } N_{\text{fumigasyonsuz}} \quad (\text{Formül 3.12})$$

$$N_{mic} = \frac{F_N}{kN} \quad (\text{Formül 3.13})$$

Burada;

K = Körde sarf edilen sülfürik asit (H_2SO_4) miktarı (ml)

V = Örneklerde sarf edilen sülfürik asit (H_2SO_4) miktarı (ml)

S = Harcanan sülfürik asit (H_2SO_4) normalitesi

14,01 = azotun (C) ekivalen ağırlığı

θ = Kullanılan 30 g toprağın higroskopik nemi (%)

W_t = Taze toprak ağırlığı (30 gr) veya ölü örtü ağırlığı (3 gr)

V_1 = Yakma aşamasında kullanılan ekstrakt miktarı (50 ml)

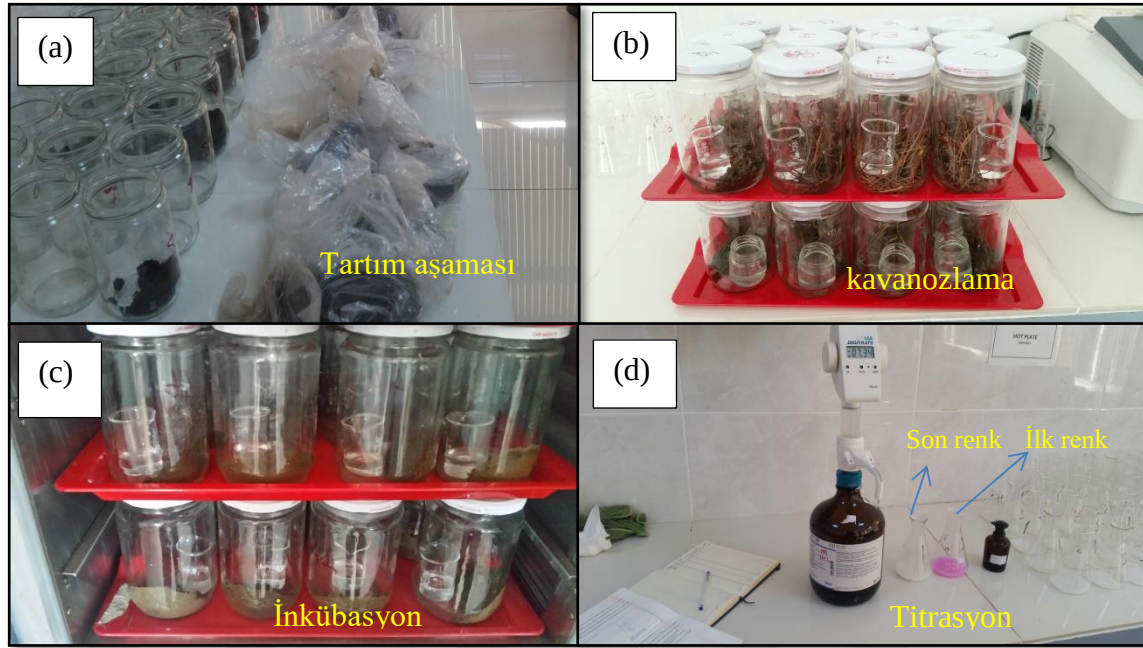
V_2 = Destilasyon aşamasında kullanılan ekstrakt miktarı (50 ml)

F_N = fumigasyolu ve fumigasyonsuz örnekler arasındaki fark

kN = Mineralize olabilen N_{mic} katsayısı (0,54)

Mikrobiyal Solunumun (Bazal Solunum) Belirlenmesi; ölü örtü ve üst toprakların mikrobiyal aktivitelerini ortaya koymak için mikrobiyal solunum analizleri yapılmıştır. Mikrobiyal solunumun belirlenebilmesi için ölü örtü ve toprak numunelerinin ağzı sıkıca kapalı kavanozlarda 168 saat süreyle inkübasyona bırakılır. İnkübasyon yönteminde ölü örtü örneklerinden 10 gr veya toprak örneklerinden 30 gr taze toprak (% 50-55 oranında nem içeren) 600 ml cam kavanozların içine tartılarak konulur. Kavanozların dibinde küçük bir kısma örnekler gelmeyecek şekilde yayılır. Kavanoz dibindeki boş kısma ise 20 ml lik küçük beherler yerleştirilir. Bu beherlerin içine 10 ml 1 M sodyum hidroksit konulur ve kavanozların ağzı sıkıca kapatılarak kapaklarının çevresi parafim ile kaplanır. Ayrıca en az 2 adet içine örnek konulmamış içinde yalnızca 10 ml 1 M sodyum hidroksit bulunan boş kavanoz kör olarak hazırlanır. Hazır hale gelen kavanozlar 25 °C de sabit sıcaklıktaki inkübatör içerisinde 168 saat bekletilir. Süre dolduğunda inkübatörden dikkatlice çıkartılan kavanozlar açılarak 20 ml'lik beherler içerisindeki NaOH 150 ml'lik erlene boşaltılır. Erlenin içerisine 5 ml 0,5 M baryum klorit ilave edilir. Çözeltiye son olarak 8-10 damla fenolftaleyin indikatörü damlatılır. Çözelti rengi açık pembe olduktan sonra 1N hidroklorik asit (HCl) ile titrasyon yapılarak renk döndüğü anda harcanan miktar kaydedilir (Şekil 3.27 (a-d)).

Yöntemde esas olarak sodyum hidroksit çözeltisinde hapsolan karbon dioksit (CO_2)'li çözelti hidroklorik asit ile titre edilerek açığa çıkan CO_2 miktarından yararlanılarak belirlenir (Rowell 1994; Alef 1995).



Şekil 3.27. Bazal solunumun belirlenmesi için inkübasyon yapılan örnekler ve titrasyon işlemi (Fotoğraf: Emre Babur, 2018).

Ölü örtü ve toprakların mikrobiyal solunumu Formül 3.14 kullanılarak ($\text{CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü veya toprak h^{-1}) hesaplanmıştır (Alef 1995).

$$\text{CO}_2 (\mu\text{g}) \text{ SW}^{-1} \text{ t}^{-1} = \frac{(V_0 - V) \times N \times 2,2 \times 1000}{d_{wt} \times h} \quad (\text{Formül 3.14})$$

Burada;

- SW : Fırın kurusu toprak ağırlığı (g)
t : İnkübasyon süresi (saat = h)
V₀ : Kör için harcanan hidroklorik asit (HCl) miktarı (ml)
V : Örnekler için harcanan hidroklorik asit (HCl) miktarı (ml)
2,2 : Çevirme katsayısı (1 ml 0,1 M NaOH = 2,2 mg CO₂)
N : Hidroklorik asidin (HCl) gerçek normalitesi
1000 : miligramı mikrograma çevirme katsayısı
d_{wt} : nemli toprağın kuru ağırlığı (g)
h : İnkübasyon süresi (saat)

Metabolik Katsayı (qCO₂): Bazal solunumun mikrobiyal biyokütle C'a oranlanması ile hesap edilmektedir. Spesifik solunum hızı olarak ta tanımlanan bu katsayı, ölü örtü ya

da toprak solunumu hızını bildiren bir orandır ve Formül 3.15 deki gibi hesaplanır (Anderson ve Domsch 1990; 1993; Coleman ve Crossley 1995; Sparling 1997).

$$qCO_2 = \frac{\text{Bazal Solunum (mg CO}_2\text{-C g}^{-1}\text{ ölü örtü/ toprak h}^{-1}\text{)}}{C_{mic} \text{ (g Cmic g}^{-1}\text{ ölü örtü/toprak)}} \times 1000 \quad (\text{Formül 3.15})$$

Burada;

Ölü örtü/toprak: ölü örtü veya toprak demektir.

3.7.Ofis çalışmaları

Coğrafi Bilgi Sistemli (CBS) ArcGIS paket programı kullanılarak; (1) Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA)’nden temin edilen jeoloji haritaları ve Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü (KHGM)’nden temin edilen toprak haritaları kullanılarak çalışma alanlarının anakaya grupları ve toprak özelliği belirlenmiştir. (2) Orman Genel Müdürlüğü (OGM)’nden temin edilen sayısal meşcere tipleri haritası ile çalışma alanlarının meşcere türü belirlenmiştir. (3) Kahramanmaraş Meteoroloji İl Müdürlüğü’nden ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün web sayfasından temin edilen iklim parametreleri ile çalışma alanlarının iklim verileri elde edilmiştir. İklim tipleri Erinç, Köppen-Geiger ve Thornthwaite yöntemlerine göre belirlenmiştir.

3.8.Verilerin İstatistiksel analizleri

Çalışma sonucunda elde edilen veriler SPSS 15.00 paket programı yardımıyla değerlendirilmiştir. Bu paket programı içerisinde farklı ağaç türlerine ait ölü örtü ve toprakların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri açısından fark olup olmadığını belirlemek için tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) yapılmıştır. Türler ve mevsimler arasındaki farkların belirlenerek gruplandırma yapılması Duncan testine göre yapılmıştır. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtü ve toprakların mikrobiyal biyokütle C (C_{mic}), N (N_{mic}) ve bazal solunum ortalama değerleri ile tane yoğunluğu, hacim ağırlığı, gözenek hacmi, C_{org} , N_{toplam} , pH gibi diğer bazı toprak özellikleri arasındaki ilişkilerin ortaya konulması için korelasyon analizi yapılmıştır (Altunışık ve ark. 2002). Çalışmada karaçam, sedir ve kayın saf meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarına ait özelliklerin ortalama değerleri kullanılacaktır. Ortalama değerlerinin yanında ilgili Çizelgelarda bazı parametrelerin minimum, maksimum ve standart sapma değerleri de verilecektir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1.Araştırma Sahalarına Ait Genel Bulgular

4.1.1. Farklı Ağaç Türlerine Ait Ölü Örtü Özellikleri ve Karbon-Azot Miktarları ile Depolama Kapasiteleri

Farklı türdeki ağaçların ölü kısımlarından oluşan ölü örtünün miktarı, bazı özelliklerinin yanında bilhassa karbon ve azot depolama kapasitelerinin birbirlerinden farklı oldukları yapılan analizler sonucunda belirlenmiştir. Ortalama pH değerlerine göre küçükten büyüğe doğru sırasıyla karaçam meşceresinde 6,15, kayın meşceresinde 7,37 ve sedir meşceresinde 7,43 bulunmuştur (Çizelge 4.1; Şekil 4.1). Çizelge 4.1 de pH değerlerine ait minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Bu analizlere göre en düşük pH değeri (6,15) karaçam meşcerelerinde iken en yüksek pH değeri 7,43 ise sedir meşcerelerinde tespit edilmiştir. Ortalama verilerden karaçam meşcerelerinin hafif asit, kayın meşceresinin çok hafif alkali ve sedir meşceresinin ise hafif alkali sınıflarında oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtüleri aktüel pH (H₂O) değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	pH Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	5,58	6,73	6,09
Maximum	6,27	7,92	8,21
Ortalama	6,15 a	7,43 b	7,37 b
Standart S.	0,31	0,32	0,50

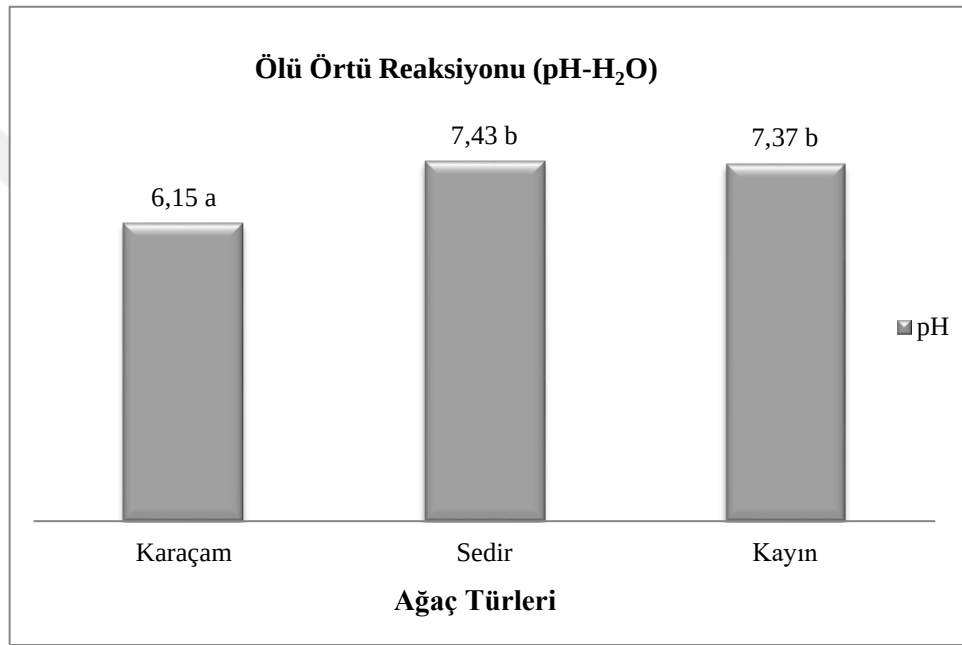
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harflendirmeler ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

Varyans analiz sonuçlarına göre (%5 önem düzeyinde) karaçam, sedir ve kayın meşcerelerindeki ölü örtülerin ortalama pH değerleri arasında önemli düzeyde farklılık ($P<0,005$) olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Ağaç türlerinin farklılıklarına bağlı olarak pH değerlerindeki gruplandırma Duncan testine göre yapılmıştır. Bu test sonucunda sedir ve kayın ile karaçam iki farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.2. Ölü örtü örneklerinin pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
pH	Gruplar Arası	31,2	2	15,59	103,797	0,000**
	Gruplar İçi	13,1	87	0,15		
	Total	44,3	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.1. Ölü örtü ortalama pH değerlerinin meşcere tiplerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin pH (reaksiyon) değerleri farklılıklar göstermektedir. Özellikle bazı ibre yaprakların kimyasal özellikleri gereği ayrışması ile ölü örtü asidik özellikler kazanmaktadır. Örneğin sedir ve göknar gibi bazı ibre yapraklı türlerde kalsiyum miktarının diğer türlere göre daha fazla olması nedeniyle yüksek asidik reaksiyon göstermemektedir. Geniş yapraklı ağaç türlerinden meşe ve kayın gibi birbirlerine yapışık istiflenen türlere ait ölü örtülerin reaksiyonları asidik özelliktedir (Çepel 1995; Kantarcı 2000). Araştırma sonucunda ölü örtü reaksiyonun da görülen farklılıkların ağaç türüne bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Vejetasyon periyodunun başı olan ilkbahar mevsiminde bitkisel aktiviteler sonucunda toprakta azalan katyonlar pH miktarındaki değişmelere neden olabilmektedir.

Karaöz (1991) tarafından yapılan bir çalışmada Atatürk ormanlarında farklı türdeki iğne yapraklı meşcereleri altındaki ölü örtü tabakalarının (L-F-H) aralarında önemli farklılıklar olduğu belirtilmiştir. Genellikle ölü örtü pH değerlerinin 4,23 (şiddetli asit) ile 5,83 (zayıf asit) aralığında değiştiği belirtilmiştir. Ağaç türlerine ait ölü örtülerin Ca^{++} içerikleri ve ayrışma sonucu açığa çıkan ürünlerin pH değerinin düşük olması nedeniyle pH miktarlarının düştüğü vurgulanmıştır.

Bolat (2011) Bartın'ın kayın, göknar ve göknar-kayın karışık meşcerelerinin ölü örtülerinin reaksiyonunu ölçmüştür. En yüksek pH değerine göknar meşceresinde kış ayında (7,29), en düşük pH değerine ise yine göknar meşceresinin yaz mevsiminde (6,23) bulunmuştur. Mevsimlere ve ağaç türüne göre pH değerlerinde önemli derecede farklılıklar olduğu belirtilmiştir ($P<0,005$).

Araştırma alanlarında farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin içerdikleri organik karbon (C_{org}) miktarı bakımından en yüksek karaçam (% 33,23), sonra sedir (% 32,67) ve en düşük kayın (% 27,95) bulunmuştur. Farklı türdeki orman ağaçlarının ait ölü örtü örneklerine ait organik C (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4. 3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin Organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	Organik C Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	26,40	24,51	20,14
Maximum	37,85	37,47	36,15
Ortalama	33,23 b	32,67 b	27,95 a
Standart S.	3,25	3,81	4,89

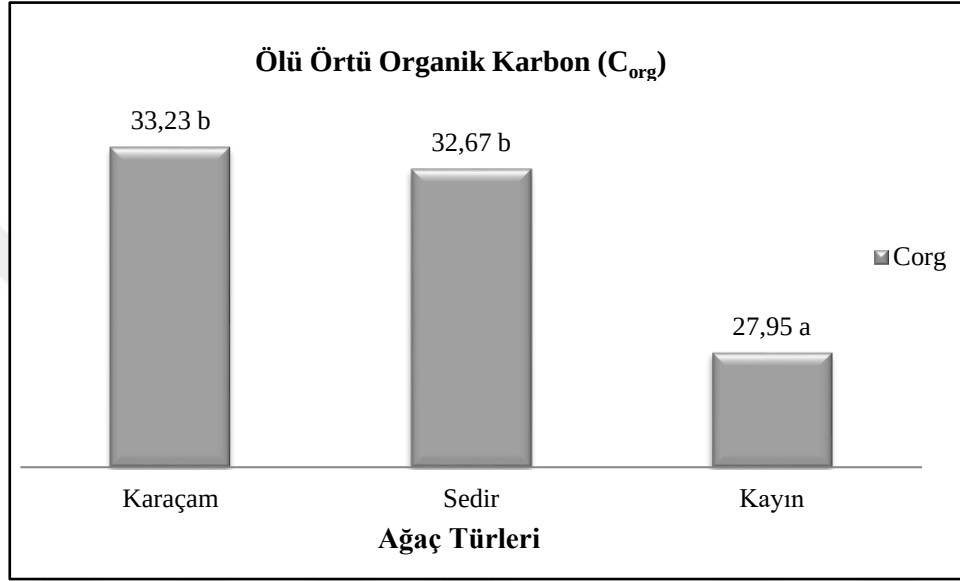
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin C_{org} değerlerinin varyans analizleri sonucunda karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında biriken ölü örtü organik karbon içerikleri birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4. 4). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; yüksek ortalama değerlere sahip karaçam ve sedir aynı grupta yer alırken daha düşük C_{org} değerine sahip olan kayın farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4. 3; Şekil 4. 2).

Çizelge 4.4. Ölü örtü örneklerinin C_{org} değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org}	Gruplar Arası	505,204	2	252,60	15,452	0,000**
	Gruplar İçi	1422,2	87	16,35		
	Total	1927,4	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.2. Ölü örtü ortalama C_{org} değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Orman altında toprak ve toprak üstü ölü örtü tabakasındaki organik karbon miktarı ağaç türüne, meşcere tipine, kapalılığına, sıcaklık ve nem miktarlarına göre değişim göstermektedir (Çepel, 1995). Organik materyalin heterojen bir yapı olduğu da göz önünde bulundurulduğunda, bu materyalin yaklaşık % 50'si organik karbondan oluşmaktadır (Özbek ve ark. 2001). Araştırma alanında elde edilen organik C verileri bu yaklaşık değerin altında kalmasının nedeni yetiştirme ortamı koşullarının (fizyografik, iklimik ve edafik) ayrışmayı olumsuz yönde etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sedir ağaçlarının daha çok karstik-yüksek kayalık ve stres oluşturan yetiştirme ortamı koşullarında yetiştiği bilinmektedir (Kantarcı, 2000). Benzer şekilde yapılan bir çalışmada Uludağ göknarı ormanlarında yükseltinin ölü örtüdeki karbon ile ilişkisi araştırılmıştır. Yükselti ile genellikle ölü örtüdeki karbon miktarının arttığı daha yüksek alanlarda ise azaldığı (900-1100 m=% 30,2; 1100-1300 m=% 31,8; 1300-1500 m=% 32,0 ve 1500-1634 m= % 29,4) belirtilmiştir (Kantarcı, 2000).

Bitkilerin içerdikleri mineral madde konsantrasyonları bitkinin türüne, bitki organına, bitki veya organ yaşına, yetiştirme ortamı koşullarına ve yükseltiye göre değişim gösterebildiği bilinmektedir (Çepel, 1995). Bitki türüne bağlı olarak yaprak/ibre döküm miktarı ve bitkilerin kök kütlesi, toprak yüzeyine ve toprağa kazandırılan organik C ve besin maddeleri hakkında da bilgi vermektedir (Tüfekçioğlu ve ark., 2005).

Anderson (1998) Avrupa ladini ormanında 6 farklı uygulama ile (kontrol, kireçleme, asit ile sulama, kireç ve asit ile sulama, normal sulama ve kireçleme-normal sulama) deneme alanı kurmuştur. Deneme sonucunda bu uygulamaların organik humus (OH) tabakasındaki organik C konsantrasyonları belirlenmiştir.

Maithani ve ark. (1998) yarı tropik orman ekosistemlerindeki farklı yaşlardaki meşcerelerin ölü örtülerinin C içeriklerini incelemiştir. İncelemeler sonucunda, 7 yaşındaki çam-meşe karışık ormanı ölü örtüsünde % 36,08 ile % 40,80 arasında değişen organik C içeriği; 13 yaşındaki karışık meşcerenin ölü örtüsündeki organik C yüzdesinin % 37,30 ile % 47,60 arasında değiştiği, meşceredeki tür sayısının ve yaşının artmasıyla bu değerin arttığı ve aralarında önemli farkların bulunduğu tespit edilmiştir.

Chen ve ark. (2003) karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve batı sarıçamı (*Pinus ponderosa* Dougl.) karışık ormanlarında ölü örtülerin farklı iki tabakasında (L=Litter ve F=Fermantasyon) organik C içerikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda L tabakasında organik C içeriği ortalaması %52,3 iken F tabakasında % 50,3 bulunmuştur.

Chen ve ark. (2005) *Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık meşcerelerin ova ve dağlık arazilerdeki ölü örtülerin organik C içeriklerini incelemiştir. Ovalık alanlardaki ölü örtünün organik C konsantrasyonu % 9,6 iken dağlık alanlarda % 16,2 olarak belirlenmiştir. Bu farkın iki alan arasındaki organik C konsantrasyonu farkının yükselti farkından kaynaklandığı, yükseltinin artmasıyla organik C konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir.

Bolat (2011) Bartın'da kayın, göknar ve göknar-kayın karışık meşcerelerinde gerçekleştirdiği çalışmada en düşük organik C miktarının (% 11,4) kayın meşcerelerine ait ölü örtülerde ve en yüksek ise göknar-kayın karışık meşcerelerinde (% 36,8) olduğunu belirtmiştir. Araştırma alanlarımızdaki kayın ölü örtüsünde de diğer türlerden daha düşük organik C içeriği belirlenmiştir.

Araştırma alanlarında farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin içerdikleri toplam azot (N_{toplam}) miktarı bakımından en yüksek sedir (% 1,57), sonra karaçam (% 1,37) ve en

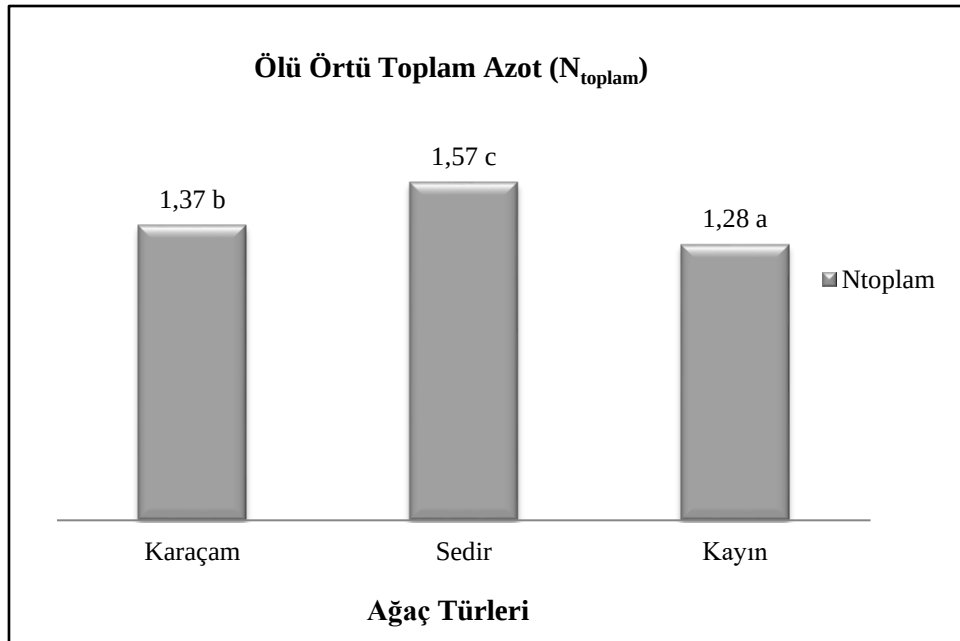
düşük kayında (% 1,28) bulunmuştur (Şekil 4. 3). Farklı türdeki orman ağaçlarına ait ölü örtü örneklerine ait toplam N (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4. 5 te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin toplam N minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

Değerler	Toplam N Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	1,08	1,2	0,91
Maximum	1,57	1,89	1,65
Ortalama	1,37 b	1,57 c	1,28 a
Standart S.	0,14	0,16	0,19

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin N_{toplam} değerlerinin varyans analizleri sonucunda karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında biriken ölü örtü toplam N konsantrasyonlarının hepsinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4. 6). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait ölü örtülerin N_{toplam} ortalama değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4. 5; Şekil 4. 3).



Şekil 4.3. Ölü örtü ortalama N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.6. Ölü örtü örneklerinin N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
N_{toplam}	Gruplar Arası	1,3	2	0,67	25,125	0,000**
	Gruplar İçi	2,3	87	0,03		
	Total	3,7	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprak yüzeyindeki ölmüş bitki ve hayvan artıklarından oluşan organik materyal toprak azotunun yaklaşık % 95'ini organik formda bünyesinde barındırarak topraklara azot kaynağı sağlamaktadır (Özbek ve ark. 2001). Organik C konsantrasyonunda olduğu gibi bitkilerin yapılarında bulundurdıkları N konsantrasyonları bitki türüne, yaşına, organ farklılıklarına, genotiplerine ve yetiştirme ortamı koşullarına göre değişebilmektedir (Çepel, 1995; Kaçar ve Katkat, 2010).

Maithani ve ark. (1998) Yarı-tropikal nemli ormanlarda farklı türlerin ve meşcere yaşının toplam N (%) içeriğini etkilediğini ve istatistiksel anlamda farkların olduğunu belirtmiştir. Aynı çalışmada 7 yaşlı *Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. karışık meşcerenin ölü örtüsündeki toplam N miktarı % 0,80-0,84 arasında, 13 yaşındaki *Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. karışık meşcerenin ölü örtüsündeki toplam N miktarı % 0,73-0,87 arasında ve 16 yaşındaki *Quercus griffithii* Hook.f. & Thomson ex Miq., *Quercus dealbata* L., *Pinus kesiya* Royle ex. Gordon, *Rhododendron arboreum* Sm.ve *Schima khasiana* Dyer karışık meşcerenin ölü örtüsündeki toplam N miktarı % 0,60-1,09 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Araştırma alanlarında karaçam, sedir ve kayın meşcerelerindeki ölü örtülerdeki toplam N konsantrasyonları % 0,91 ile % 1,89 arasında değişmektedir (Çizelge 4. 5). Karaöz (1991) Atatürk ormanında bazı iğne yapraklı ormanların altındaki ölü örtüdeki toplam N konsantrasyonunun % 0,40 ile % 1,79 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Anderson (1998) Avrupa ladini ormanında 6 farklı uygulama ile (kontrol, kireçleme, asit ile sulama, kireç ve asit ile sulama, normal sulama ve kireçleme-normal sulama) deneme alanı kurmuştur. Deneme sonucunda bu uygulamaların organik humus (OH) tabakasındaki toplam N konsantrasyonları belirlenmiştir.

Kantarıcı (2000) Uludağ göknarının ölü örtüsündeki toplam N yüzdesinin yükseltiye bağlı değişimlerini incelemiştir. Yükselti arttıkça ölü örtüdeki toplam N içeriğinin arttığını tespit eden çalışmada, 1500-1634 m yükseltide bu ağaç türünün optimum yetiştirme ortamı olduğunu düşük yükselti kuşaklarındaki ağaçlara nazaran bu yükselti kademesindeki ağaçların daha iyi beslendiğini ölü örtüdeki toplam azot miktarının (% 1,44) daha fazla olması ile açıklamıştır.

Sevgi (2003) karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ormanlarında yaptığı araştırmada ölü örtünün L tabakasında toplam N miktarı % 0,44-1,27; F tabakasında % 0,32-1,56 ve H tabakasında ise % 0,19-2,21 arsında değiştikleri tespit edilmiştir.

Chen ve ark. (2003) karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve batı sarıçamı (*Pinus ponderosa* Dougl.) karışık ormanlarında ölü örtülerin farklı iki tabakasında (L=Litter ve F=Fermantasyon) toplam N içerikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda L tabakasında toplam N içeriği ortalaması % 0,448 iken F tabakasında % 0,731 bulunmuştur.

Chen ve ark. (2005) *Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık meşcerelerin ova ve dağlık arazilerdeki ölü örtülerin toplam N içeriklerini incelemiştir. Ovalık alanlardaki ölü örtünün toplam N konsantrasyonu % 0,70 iken dağlık alanlarda % 1,20 olarak belirlenmiştir. İki alan arasındaki toplam N konsantrasyonu farkının yükselti farkından kaynaklandığı, yükseltinin artmasıyla toplam N konsantrasyonunun arttığı belirtilmiştir.

Araştırma alanlarında farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin kuru ağırlıkları (gr) bakımından en yüksek karaçam (335,26 gr), sonra sedir (239,13 gr) ve en düşük kayın (169,69 gr) bulunmuştur (Şekil 4.4). Farklı türdeki orman ağaçlarına ait ölü örtü örneklerine ait kuru ağırlık (g/br) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin Kuru ağırlıkları (g/br) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

Değerler	Kuru Ağırlık Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	50,76	25,56	32,4
Maximum	673,31	673,31	558,95
Ortalama	335,26 b	239,13 a	169,69 a
Standart S.	146,69	149,10	115,08

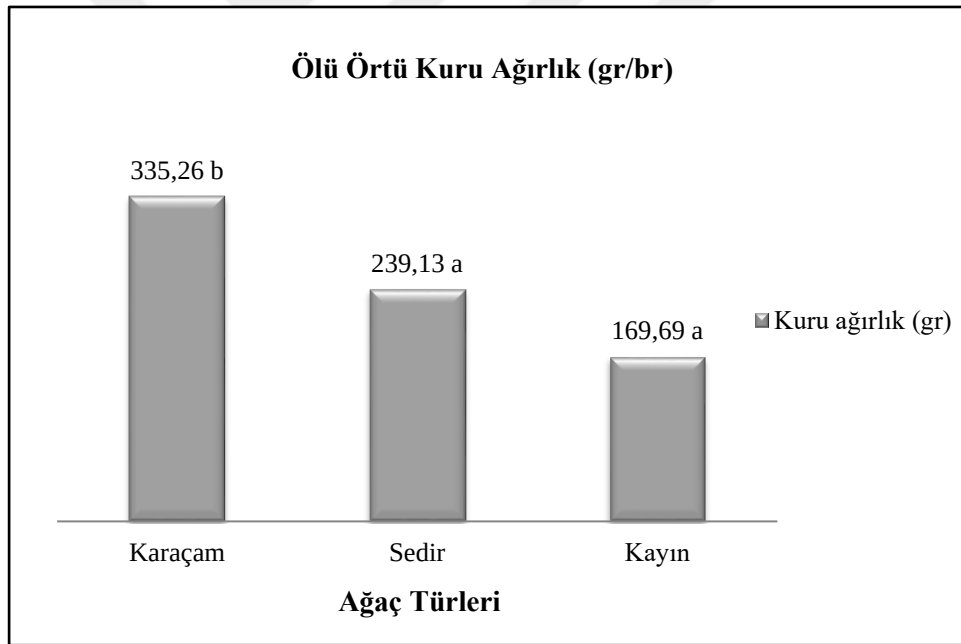
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin kuru ağırlıkları varyans analizi sonucunda karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında biriken ölü örtü ağırlıkları birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.8). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; sedir ve kayın ile karaçam meşcerelerine ait ölü örtülerin kuru ağırlık ortalama değerleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.7; Şekil 4.4).

Çizelge 4.8. Ölü örtü örneklerinin kuru ağırlıkları ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Kuru Ağırlık (gr)	Gruplar Arası	414784,6	2	207392,31	10,917	0,000**
	Gruplar İçi	1652830,4	87	18998,05		
	Total	2067615,0	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.4. Ölü örtü ortalama kuru ağırlıklarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Ölü örtülerin kuru ağırlıkları ağaç türlerine göre farklılıklar göstermektedir. Bunun nedeni farklı ağaç türlerinin yaprak ve diğer bileşenlerindeki lignin, selülos... gibi bileşenlerin farklı oranlarda ve özelliklerde olmasından kaynaklanmaktadır (Dornbush, 2007; Wang ve ark., 2009). Galicia ve Garcia-Oliva (2010) Meksika'nın batısındaki Jalisco kıyı bölgelerindeki farklı tür bitkilerin bulunduğu *Caesalpinia eriostachys* Benth.

(Caesalpinaceae) ve *Cordia elaeagnoides* DC (Boraginaceae) alanlarda ölü örtü kalitesinin karbon ve azot depolamaya etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda Cordanın ortalama kuru ağırlığı 0,49 g m⁻², Caesalpinia kuru ağırlığı 0,39 g m⁻² ve panicum maximum ortalama kuru ağırlığı 0,44 g m⁻² bulunmuştur.

Irmak ve Çepel (1974) Belgrad Ormanlarındaki meşe, kayın ve karaçam meşcerelerinin hektar başına kuru yaprak ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre karaçam meşcerelerinde 4526 kg h⁻¹, kayın meşcerelerinde 3712 kg h⁻¹ ve meşelerde ise 3546 kg h⁻¹ olarak bulunmuştur. Almanya’da yapılan bir çalışmada ise kayın meşcerelerinin beş yıllık ortalama yaprak döküm miktarı 4180 kg h⁻¹ bulunmuştur.

Kavvadias ve ark. (2000) Yunanistan’daki karaçam, sahil çamı, göknar ve kayın meşcerelerinde yıllık ortalama yaprak döküm miktarları belirlenmiştir. Karaçam meşcerelerinde en fazla yaprak dökümü gözlemlenmişken (4000 kg h⁻¹) en düşük yaprak dökümü sahil çamında (1420 kg h⁻¹) bulunmuştur.

Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin kuru ağırlıklarında istatistiksel olarak farklılıklar belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak karaçam meşcerelerinin ibre yapraklarında reçine kanalları bulunması onun güç ayrışmasına neden olduğuyla açıklanabilir.

Araştırma alanlarında farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{org}/N_{toplam} miktarı bakımından en yüksek karaçam (% 24,37) iken en düşük oran sedirde (% 20,85) bulunmuştur (Şekil 4.5). Kayın ölü örtüsünde ise ortalama C_{org}/N_{toplam} oranı 21,83 olarak bulunmuştur. Karaçam, sedir ve kayın türdeki orman ağaçlarına ait ölü örtü örneklerine ait C_{org}/N_{toplam} oranı verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{org}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	C _{org} /N _{toplam} Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	21,04	15,70	17,26
Maximum	26,81	23,89	26,35
Ortalama	24,37 c	20,85 a	21,83 b
Standart S.	1,51	2,02	2,06

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

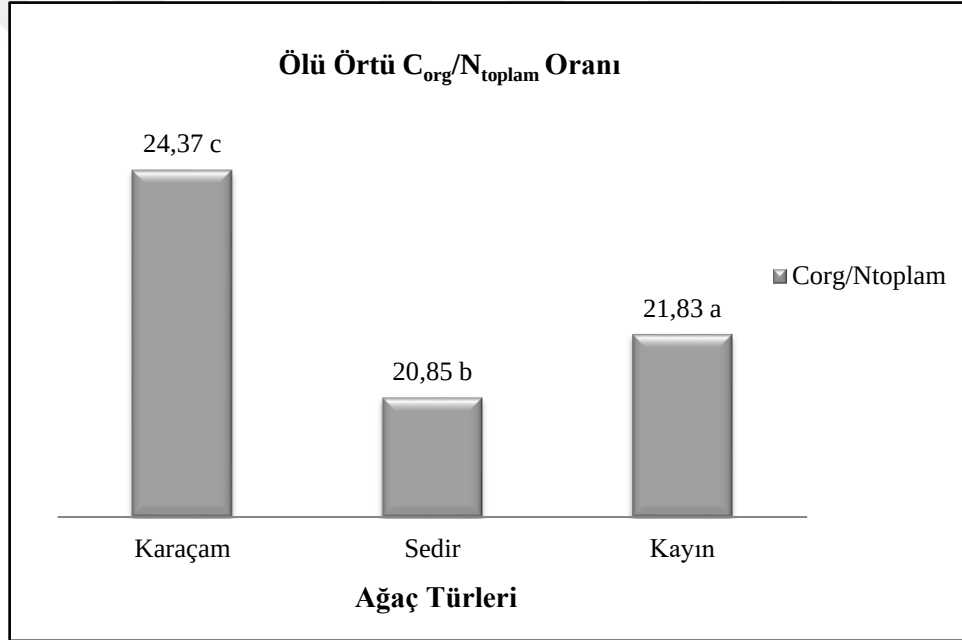
Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin C_{org}/N_{toplam} değerlerinin varyans analizleri sonucunda karaçam, sedir ve kayın ağaçları altında biriken ölü örtü C_{org}/N_{toplam} oranlarının

önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.10). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait ölü örtülerin C_{org}/N_{toplam} ortalama değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.9; Şekil 4.5).

Çizelge 4.10. Ölü örtü örneklerinin C_{org}/N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre varyans (ANOVA) analizi sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org}/N_{toplam}	Gruplar Arası	197,8	2	98,90	27,96	0,000**
	Gruplar İçi	307,8	87	3,54		
	Total	505,6	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.5. Ölü örtü ortalama C_{org}/N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Azot, organik materyallerin ayrışma hızını önemli derecede etkilemektedir. Azot miktarı bakımından zengin ağaç türlerine ait ölü organların kolayca ayrışabildiği bilinmektedir. Organik materyalin ayrışma hızı içerdiği karbon miktarının azot miktarına oranlanması (C_{org}/N_{toplam}) ile belirlenmektedir. C_{org}/N_{toplam} oranı 20 den küçük olması çok hızlı ayrışma olduğunu, 20-30 arasında olması ayrışmanın normal hızda gerçekleştiği ve 30 da büyük olması durumunda ise ayrışmanın çok yavaş olduğunu belirtmektedir (Çepel 1996; Kantarcı, 2000).

Araştırma alanındaki C_{org}/N_{toplam} verilerin ortalama değerleri yukarıda yapılan sınıflandırmaya göre 20 ile 30 arasında değerler olduğu için normal hızla devam eden bir ayrışma olduğu anlaşılmaktadır. En yüksek C_{org}/N_{toplam} oranına (24,37) karaçam meşceresi ölü örtüsü sahipken en düşük oran (20,85) sedir meşceresi ölü örtüsündedir. Bu sonuçlara göre sedir ibrelerinin kayın ve karaçam yapraklarından daha hızlı ayrıştığı tespit edilmiştir. Ayrışma hızında ölü örtülerin bileşim oranlarının etkili olduğu düşünülmektedir. Duboc ve ark. (2012) Avrupa kayını (*Fagus sylvatica*) ve karaçam (*Pinus nigra*) oramanlarında yaptıkları ayrışma deneyleri sonucunda, karaçam ibrelerindeki lignin miktarının kayından fazla olması nedeniyle daha zor ayrıştığını belirtmiştir. Özellikle karaçam ibrelerinin kimyasal bileşimi ve içerikleri nedeniyle dış etkilere korunmakta ve ayrışmaya karşı direnç oluşturmaktadır (Tufan ve ark. 2018). Çalışma sahasındaki karaçam türüne ait ibrelerin lignin oranlarının sedir ve kayına oranla daha fazla olmasının ayrışma hızında yavaşlatıcı etkisi olduğu düşünülmektedir. Lignin içeriğinin ayrışmaya önemli derecede etki ettiği diğer çalışmada; kayın yapraklarının göknara göre daha fazla lignin içermesi nedeniyle yapraklarının %95 inin ayrışması için 18,8 yıla ihtiyaç duyulduğu, göknar da ise bu sürenin 11,8 yıl olduğu vurgulanmıştır.

Priha ve Smolander (1997) Malahati de iki farklı lokasyonda yapılmış çalışmada; sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), avrupa ladini (*Picea abies* L.) ve huş (*Betula pendula* L.) türleri ile ağaçlandırılmış alanlardaki ölü örtülerin C_{org}/N_{toplam} oranları ladinde 30, çamda 69 ve huşda ise 54 bulmuştur.

Maithani ve ark. (1998) Yarı-trapikal nemli ormanlarda farklı türlerin ve meşcere yaşının C_{org}/N_{toplam} oranını etkilediğini ve istatistiksel anlamda farkların olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada 7 yaşlı *Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. karışık meşcerenin ölü örtüsündeki C_{org}/N_{toplam} oranı 42,9-51,0 arasında, 13 yaşındaki *Pinus kesiya* Royle ex. Gordon ve *Quercus dealbata* L. karışık meşcerenin ölü örtüsündeki C_{org}/N_{toplam} oranı 42,9-65,2 arasında ve 16 yaşındaki *Quercus griffithii* Hook.f. & Thomson ex Miq., *Quercus dealbata* L., *Pinus kesiya* Royle ex. Gordon, *Rhododendron arboreum* Sm.ve *Schima khasiana* Dyer karışık meşcerenin ölü örtüsündeki C_{org}/N_{toplam} oranı 29,5-70,5 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Kantarıcı (2000) Uludağ göknarının (*Abies bornmülleriana* Matff.) ölü örtüsündeki C_{org}/N_{toplam} oranının yükseltiye bağlı değişimlerini incelemiştir. Bu çalışmada yükselti arttıkça ölü örtüdeki C_{org}/N_{toplam} oranının da arttığı (900-1100 m’de 24, 1100-1300 m’de 24, 1300-1500 m’de 25 ve 1500-1634 m’de 30) belirtilmiştir.

Chen ve ark. (2003) karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) ve batı sarıçamı (*Pinus ponderosa* Dougl.) karışık ormanlarında ölü örtülerin farklı iki tabakasında (L=Litter ve F=Fermantasyon) $C_{org}/N_{toplaml}$ oranları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışma sonucunda L tabakasında $C_{org}/N_{toplaml}$ ortalaması 118 iken F tabakasında bu ortalama 70 olarak bulunmuştur.

Chen ve ark. (2005) *Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* türlerinden oluşan karışık meşcerelerin ova ve dağlık arazilerdeki ölü örtülerin $C_{org}/N_{toplaml}$ oranı incelemiştir. Ovalık alanlardaki ölü örtünün $C_{org}/N_{toplaml}$ oran 13,20 iken dağlık alanlarda 13,10 olarak belirlenmiştir. Bu farkın iki alan arasındaki $C_{org}/N_{toplaml}$ oran farkının olmadığı belirtilmiştir.

Sarıyıldız ve Küçük (2008) tarafından karaçam, sarıçam, kayın ve meşe ormanlarında yaptıkları çalışmada ölü örtü ayrışma hızları incelenmiştir. Lignin oranı düşük olan meşe ve sarıçam ölü örtülerinin ayrışma hızları lignin oranı yüksek olan kayın ve göknar ölü örtülerine nazaran daha yüksektir. Aynı çalışmada kuzey bakıdaki kayın yapraklarının %95'inin ayrışma sürelerini tepede 10,5 yıl, yamaçta 10 yıl, etekte ise 9,6 yıl bulmuştur. Güneyli bakılarda ise sırasıyla 11,9; 11,2 ve 10,2 yıl olarak bulunmuştur.

Duboc ve ark. (2012) Avrupa kayını (*Fagus sylvatica*) ve karaçam (*Pinus nigra*) ormanlarında yaptıkları ayrışma deneyleri sonucunda, karaçam ibrelerindeki lignin miktarının kayından fazla olması nedeniyle daha zor ayrıştığını belirtmiştir.

Çakıroğlu (2011) göknar ve kayın meşcerelerinin ibre ve yapraklarının % 95'inin ayrışması için gerekli süreyi kayında 18,8 yıl ve göknarda da 11,8 yıl olarak belirlemiştir.

Karaçam ibrelerinin kimyasal bileşimi ve içerikleri nedeniyle dış etkilere korunmakta ve ayrışmaya karşı direnç oluşturmaktadır (Tufan ve ark. 2018).

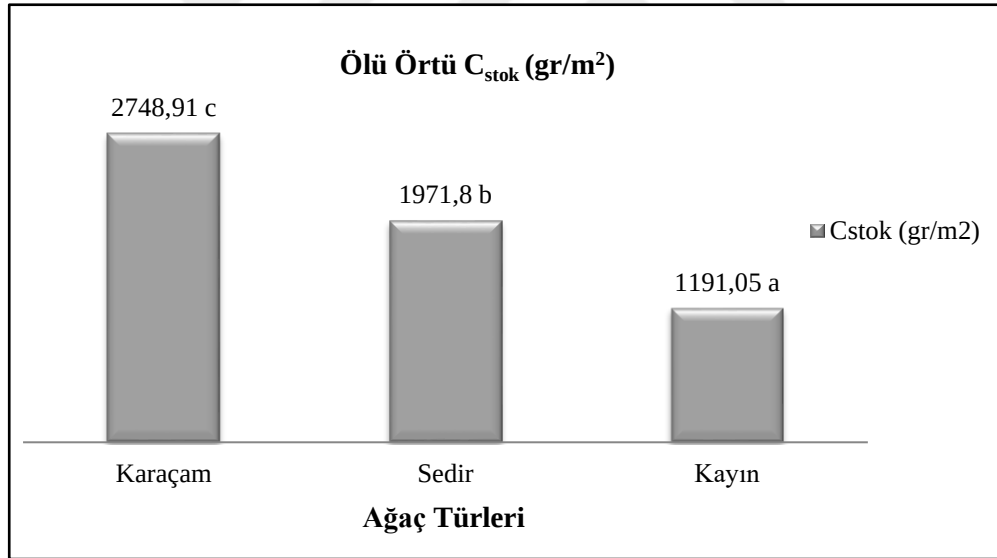
Araştırma alanında farklı ağaç türlerinden oluşan meşcerelerde metrekaeye düşen ölü örtünün karbon depolama kapasiteleri ortalamaları karşılaştırılmıştır. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{stok} miktarı bakımından en yüksek karaçam ($2748,91 \text{ gr/m}^2$) iken en düşük oran kayında ($1191,05 \text{ gr/m}^2$) bulunmuştur (Şekil 4.6). Sedir meşcerelerinin ölü örtüsünde ise ortalama C_{stok} miktarı $1971,80 \text{ gr/m}^2$ olarak bulunmuştur. Karaçam, sedir ve kayın türdeki orman ağaçlarına ait ölü örtü örneklerine ait C_{stok} miktarı verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{stok} (gr/m^2) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$.

Değerler	C_{stok} Değerleri (gr/m^2)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	462,69	175,72	292,79
Maximum	5108,30	5065,68	4685,36
Ortalama	2748,91 c	1971,80 b	1191,05 a
Standart S.	1194,41	1284,93	952,24

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin C_{stok} verilerinin varyans analizleri sonucunda karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında biriken ölü örtü C_{stok} ortalama değerlerinin önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.12). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait ölü örtülerin C_{stok} ortalama değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.11; Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Ölü örtü ortalama C_{stok} (gr/m^2) değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Çizelge 4.12. Ölü örtü örneklerinin C_{stok} (gr/m^2) değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{stok} (gr/m^2)	Gruplar Arası	36403936,7	2	18201968,35	13,71	0,000**
	Gruplar İçi	115548374,0	87	1328142,23		
	Total	151952310,7	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Araştırma alanlarında yapılan analizler sonucunda elde edilen verilerden organik materyalin organik karbon içeriğinin ve toprak üstünde biriken organik materyalin kuru ağırlığının ölü örtüde depolanan karbon miktarı açısından önemli parametreler olduğu belirlenmiştir. Karaçam meşcerelerindeki ölü örtülerin C_{org} miktarları ve kuru ağırlık miktarları en yüksek olduğu için ölü örtü C_{stok} miktarı en yüksek bulunmuştur. Bunun nedenin karaçam meşcerelerinde mikrobiyal ayrışma koşullarının yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tate ve ark. (1993) Yeni Zelanda’da yaşlı kayın ormanları altındaki ölü örtü ve toprakların karbon tutma kapasitelerini incelemesi sonucunda, ölü örtülerde toplam tutulan karbon miktarının $2,95 \text{ kg m}^{-2}$ olduğunu, bu oranın topraklarda daha da arttığını (ortalama $16,5 \text{ kg m}^{-2}$) belirtmiştir.

Galicia ve Garcia-Oliva (2010) Meksika’nın batısındaki Jalisco kıyı bölgelerindeki farklı tür bitkilerin bulunduğu *Caesalpinia eriostachys* Benth. (Caesalpinaceae) ve *Cordia elaeagnoides* DC (Boraginaceae) alanlarda ölü örtü kalitesinin karbon ve azot depolamaya etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda ölü örtülerde depolanan C miktarlarının Cordian meşceresinde 317 mg C g^{-1} , Caesalpinia meşceresinde 301 mg C g^{-1} ve panicum maximum bulunan alanlarda ortalama 300 mg C g^{-1} bulunmuştur.

Trum ve ark. (2011) Fransa’da dört farklı türde (meşe, kayın, ladin ve duglas göknarı) yaptıkları çalışmada farklı ağaç türleri altındaki ölü örtülerin karbon depolamadaki etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda ibre yapraklı türlerin ölü örtülerinde ($16\text{-}21 \text{ Mg ha}^{-1}$) geniş yapraklı türlere göre ($7\text{-}9 \text{ Mg ha}^{-1}$) daha fazla karbon depolandığı tespit edilmiştir.

Karataş ve ark. (2017) Eskişehir ve Afyon illerindeki farklı çağlardaki sedir ağaçlandırma sahalarının ölü örtülerinde $6,55 \text{ ton C/h}$ karbon tutulduğunu belirtmiştir.

Araştırma alanında farklı ağaç türlerinden oluşan meşcerelerde metrekaresine düşen ölü örtünün azot depolama kapasiteleri ortalamaları karşılaştırılmıştır. Ölü örtülerin N_{stok} miktarı bakımından en yüksek karaçam ($113,82 \text{ gr/m}^2$) iken en düşük oran kayında ($53,51 \text{ gr/m}^2$) bulunmuştur (Şekil 4.7). Sedir meşcerelerinin ölü örtüsünde ise ortalama N_{stok} miktarı $93,69 \text{ gr/m}^2$ olarak bulunmuştur. Karaçam, sedir ve kayın türdeki orman ağaçlarına ait ölü örtü örneklerine ait N_{stok} miktarı verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.13 te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin N_{stok} (gr/m^2) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$.

Değerler	N_{stok} Değerleri (gr/m^2)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	18,94	8,24	13,39
Maximum	217,53	232,72	193,58
Ortalama	113,82 c	93,69 b	53,51 a
Standart S.	50,94	58,85	39,13

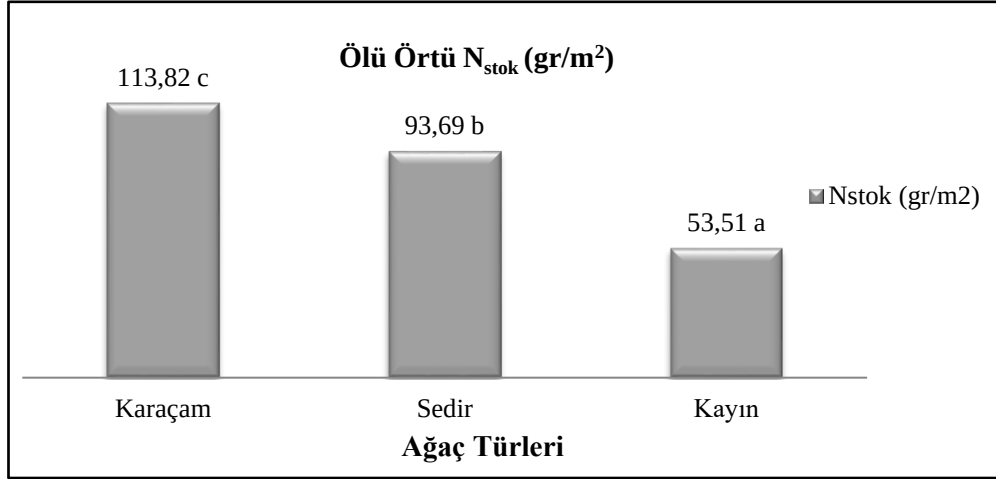
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin N_{stok} verilerinin varyans analizleri sonucunda karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında biriken ölü örtü N_{stok} ortalama değerlerinin önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.14). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait ölü örtülerin N_{stok} ortalama değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.13; Şekil 4.7).

Çizelge 4.14. Ölü örtü örneklerinin N_{stok} (gr/m^2) değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
N_{stok} (gr/m^2)	Gruplar Arası	56572,9	2	28286,47	11,18	0,000**
	Gruplar İçi	220089,4	87	2529,76		
	Total	276662,4	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.7. Ölü örtü ortalama N_{stok} (gr/m²) değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Organik materyalin toplam azot içeriğinin ve toprak üstünde biriken organik materyalin kuru ağırlığı, ölü örtüde karbon ve azot depolaması için önemli parametrelerdir. Karaçam meşcerelerindeki ölü örtülerin N_{toplam} miktarları ve kuru ağırlık miktarları en yüksek olduğu için ölü örtü N_{stok} miktarı en yüksektir. Ayırışması güç olan karaçam ölü örtüsünün kalınlıkları ve birim alandaki ağırlıkları kayın ve sedir ölü örtülerine nazaran daha fazla olması karaçam meşcerelerinde topraklardan daha fazla ölü örtüde organik karbon ve toplam azot tutulduğunun bir göstergesidir.

Galicia L ve Garcia-Oliva (2010) Meksika'nın batısındaki Jalisco kıyı bölgelerindeki farklı tür bitkilerin bulunduğu *Caesalpinia eriostachys* Benth. (Caesalpinaceae) ve *Cordia elaeagnoides* DC (Boraginaceae) alanlarda ölü örtü kalitesinin karbon ve azot depolamaya etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda ölü örtülerde depolanan N miktarlarının Cordian meşceresinde 16,4 mg N g⁻¹, Caesalpinia meşceresinde 13,4 mg N g⁻¹ ve panicum maximum bulunan alanlarda ortalama 10,8 mg N g⁻¹ bulunmuştur.

4.1.2. Farklı Ağaç Türleri Altında Oluşan Toprakların Bazı Özellikleri ve Karbon-Azot Depolama Kapasiteleri

4.1.2.1. Üst Toprak (0-10 cm) Katmanına Ait Bazı Özellikler

Çalışma alanı üst toprak kademesinin tane boyutları incelendiğinde; ortalama kum miktarları bakımından kayın meşcerelerine ait topraklarda % 67,45, sedir topraklarında % 73,43 ve karaçam topraklarında % 75,00; ortalama toz miktarları bakımından sedir

meşcerelerine ait topraklarda % 12,28, kayın topraklarında % 13,92 ve karaçam topraklarında ise % 15,91; ortalama kil miktarları bakımındansa karaçam % 9,09, sedir topraklarında %14,29 ve kayın meşceresi topraklarında ise %19,00 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.15). Aynı anakaya üzerinde yetişen farklı tür ağaçların bulunduğu çalışma alanlarına ait ortalama % kum, % toz ve % kil miktarlarına göre uluslararası tekstür sınıfı esas alındığında kayın meşcerelerinin toprak türü kumlu killi balçık iken sedir ve karaçam meşcerelerinin toprak türleri kumlu balçık oldukları; Amerikan tekstür sınıfı esas alındığında ise hepsinin kumlu balçık tekstürde oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı ağaç türlerine ait 0-10 cm derinlikteki toprakların % kum, % toz ve % kil minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

Meşcere Tipleri	Değerler	Tekstür (%)		
		Kum	Toz	Kil
Karaçam	Minimum	66,27	8,22	2,63
	Maximum	83,13	22,79	17,19
	Ortalama	75,00 b	15,91 b	9,09 a
	Standart S.	4,92	3,88	3,54
Sedir	Minimum	57,14	5,52	6,51
	Maximum	83,83	20,58	22,27
	Ortalama	73,43 b	12,28 a	14,29 b
	Standart S.	4,95	3,41	4,43
Kayın	Minimum	60,48	10,40	12,05
	Maximum	73,81	18,80	26,10
	Ortalama	67,45 a	13,92 a	19,00 c
	Standart S.	3,49	3,48	3,69

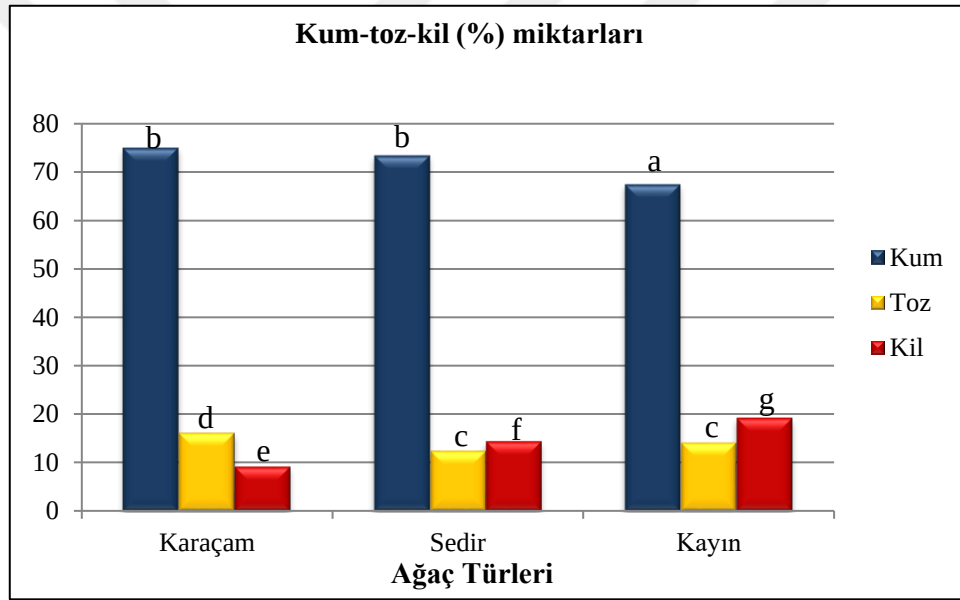
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının 0-10 cm derinlik kademesindeki toprak verilerinin varyans analizleri sonucunda; farklı tür ağaçların bulunduğu alanlardaki ortalama kum, toz ve kil yüzdelерinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.16). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait toprakların (0-10 cm) ortalama kum, toz ve kil yüzde değerleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.15; Şekil 4.8).

Çizelge 4.16. Farklı ağaç türlerine ait üst toprak kademesindeki % kum, % toz ve % kil miktarlarının varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Kum (%)	Gruplar Arası	951	2	475,68	23,4	0,000**
	Gruplar İçi	1767	87	20,31		
	Total	2718	89			
Toz (%)	Gruplar Arası	203	2	101,71	10,14	0,000**
	Gruplar İçi	873	87	10,03		
	Total	1076	89			
Kil (%)	Gruplar Arası	1472	2	736,11	48,26	0,000**
	Gruplar İçi	1327	87	15,25		
	Total	2799	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.8. Üst toprak kademesindeki % kum, % toz ve % kil miktarlarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çalışma alanları topraklarının çoğunlukla kumdan oluşması tekstür sınıfının hafif bünyeli (kumlu killi balçık, kumlu balçık) olmasını sağlamıştır. Çalışma genellikle yüksek dağlık alanların üst ve orta yamaç kısımlarında yapılması, jeolojik olarak alanda sert ve ayrışması güç olan kalker aflörmannından (oolitik kireçtaşları, mikritik kireçtaşları, dolomitik kireçtaşları ve dolomitlerden) oluşması onun kumlu bünyeye sahip olmasında büyük öneme sahiptir. Erol ve Hızal (2006) Gümüşhane'nin Köse İlçesinde bulunan Köse havzasında farklı yükselti kademelerinin toprakların fiziksel, hidro-fiziksel ve kimyasal

özelliklerini incelemişlerdir. Bu çalışma sonucunda toprakların kum yüzdesinde yükseltiye bağlı olarak önemli derecede artış olduğu belirtilmektedir.

Vourlits ve ark. (2007) gerçekleştirdikleri çalışmada tür farklılıklarının toprakların tane yapısını etkilediği belirtilmiştir. Başka bir çalışmada ise huş ve sarıçam meşcerelerinin kum yüzdesinin (% 87,0) Avrupa ladininden (% 83,0) daha fazla olduğu belirtilmiştir.

Bolat (2011) Bartın’da yaptığı çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) kum, toz ve kil yüzdeslerini araştırmıştır. Çalışma sonunda sırasıyla kum, toz ve kil oranlarını göknar meşcerelerinde % 23,2; % 21,3; % 55,5- kayın meşceresi üst topraklarında % 24,1; % 27,1; % 48,8 ve göknar-kayın karışık meşceresi üst topraklarında ise % 24,7; % 24,9; % 50,4 olarak bulunmuştur.

Farklı ağaç türlerinden oluşan meşcerelerdeki üst toprakların reaksiyonlarının (pH) ortalamaları karşılaştırılması sonucunda ağaç türünün toprakların pH değerini istatistiksel olarak etkiledikleri belirlenmiştir. Üst toprakların pH değerleri bakımından en yüksek sedir (7,14) iken en düşük kayında (4,99) bulunmuştur. Karaçam meşcerelerinin üst topraklarında bu değer 6,13 olarak bulunmuştur. Kayın meşcerelerin çok şiddetli asit karakteristiği göstermesine karşın, Karaçam meşcereleri hafif asit ve sedir meşcereleri üst toprakları ise çok hafif alkali karakterde reaksiyon göstermiştir. Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarına ait toprak reaksiyonu verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Araştırma sahalarındaki üst toprak pH değerlerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların pH ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.18). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait üst topraklarının ortalama pH değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.17; Şekil 4.9).

Çizelge 4.17. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

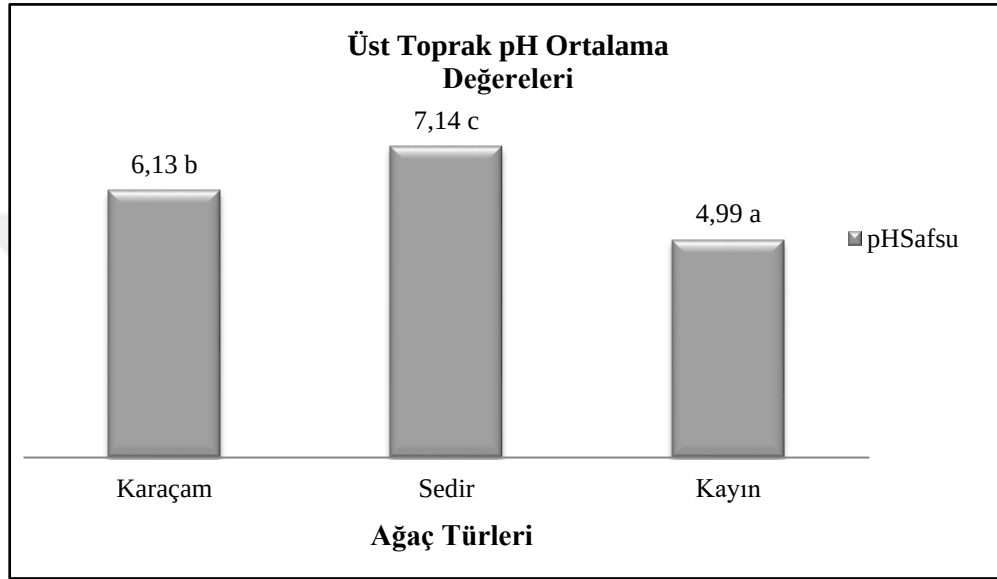
Değerler	Üst Toprak pH Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	4,34	5,30	4,03
Maximum	7,46	7,93	5,80
Ortalama	6,13 b	7,14 c	4,99 a
Standart S.	0,66	0,61	0,52

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.18. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
pH _{safsu}	Gruplar Arası	69.078	2	34.539	95.594	0,000**
	Gruplar İçi	31.434	87	0.361		
	Total	100.511	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.9. Üst toprak örneklerinin ortalama pH değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Toprak reaksyonu ile bitkilerin beslenmesi arasında kuvvetli ilişkiler söz konusudur. Örneğin; düşük pH derecelerinde Al ve Fe gibi bazı besin elementleri gereğinden fazla alınarak bitkilerde zehir etkisine neden olabilmektedir. P, Ca, Mg ...gibi bazı besin elementleri ise çok az veya hiç alınmazlar. Bu ise besin noksanlığına neden olmaktadır. Bu yüzden toprakların pH değerleri bitki besin elementleri alımı açısından önemlidir. Orman ağaçlarının optimum toprak reaksiyonu hakkında bir genelleme yapılacak olursa 5,5 ile 6,5 değerleri arası en ideal pH değeridir (Çepel 1995).

Sedir ormanlarında pH değeri en yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni sedir ormanlarının kireç taşı anakayası üzerindeki yarık ve çatlaklarda oluşan sığ topraklarda gelişim gösterdiği düşünülmektedir. Ayrıca sedir ibrelerinin Ca^{++} içeriği bakımından zengin olması ayrışan ölü örtüden üst toprağa serbest halde geçen Ca^{++} miktarından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışma sahasının kalker anakayası olmasına karşın bazı kısımlarda pH değerinin düşük olması; alanda anakayadan çok iklim ve bitki örtüsünün etken rol oynadığı anlamına gelmektedir. Yağışların topraklarda yıkanmaya neden oluşu ve ayrışan ölü örtüden meydana gelen organik asitlerin toprağa karışması ile toprakların pH değerlerinin düşmesinde etken rol oynadığı düşünülmektedir. Benzer yetiştirme ortamlarındaki farklı ağaç türlerinin toprakların reaksiyonlarını etkilediği birçok çalışma bulunmaktadır (Diaz-Ravina ve ark. 1995; Mahia ve ark. 2006; Devi ve Yadava 2006; Tian ve ark 2008). Benzer şekilde, Bartın'da yapılan bir çalışmada kayın meşcereleri topraklarının pH değeri (5,20) karaçam meşcereleri topraklarının pH değerinden daha düşük (7,71) bulunmuştur (Kara ve Bolat 2008a). Kara ve ark. (2008) başka bir çalışmada meşe ormanları topraklarının reaksiyonlarının kayın-göknar karışık ormanlarına göre daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Satti ve ark. (2003) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ibre yapraklı, herdem yeşil geniş yapraklı ve yaprak döken geniş yapraklı türlerin bulunduğu ekosistemlerin üst topraklarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında; ibre yapraklılarda 6,1-7,1 arasında, herdem yeşil türlerin toprak reaksiyonunu 6,2-6,9 arasında ve yaprak döken türlerin topraklarında ise 5,7-6,4 arasında pH değerleri olduğunu ve ortalama değerlerinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğunu belirtmişlerdir.

Yang ve ark. (2010) Çin'in kuzeydoğusundaki doğal sekonder ormanlar ve melez çamı (larch) plantasyon sahalarının toprak pH değerlerini sekonder ormanlar için 5,82 ve melez ağacı plantasyonları için 5,55 olarak bulmuştur.

Bolat (2011) Bartın'da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) pH değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük pH değeri Göknar-kayın karışık meşceresinde ilkbahar mevsiminde (4,79), en yüksek pH değeri ise göknar topraklarında ilkbahar mevsiminde (6,18) gözlemlenmiştir.

Üst toprakların elektriksel iletkenlikleri incelendiğinde en yüksek karaçam meşcerelerinde ($582,07 \mu\text{S m}^{-1}$) en düşük ise kayın meşcerelerinde ($171,17 \mu\text{S m}^{-1}$) bulunmuştur (Şekil 4.10). Sedir meşcerelerinin üst topraklarında bu değer $532,47 \mu\text{S m}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Karaçam ve sedir meşcereleri üst topraklarının pH değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamasına ($P>0,05$) karşın Kayın meşcereleri ile önemli farklar bulunmuştur ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst

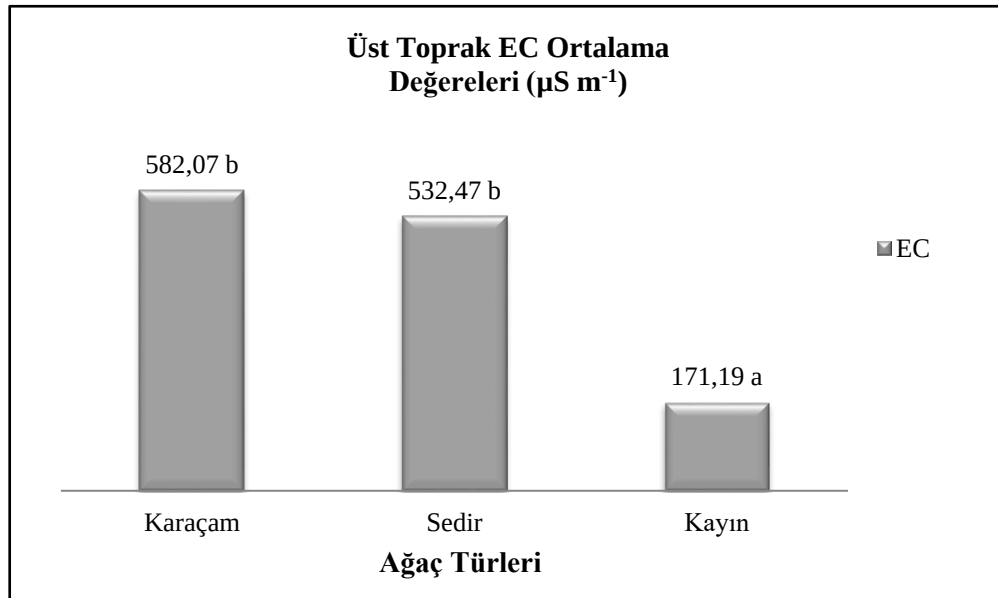
topraklarına ait elektriksel iletkenlik (EC) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların EC minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	Üst Toprak EC Değerleri ($\mu\text{S m}^{-1}$)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	310	239,00	78,25
Maximum	2100	803,00	326,0
Ortalama	582,07 b	532,47 b	171,17 a
Standart S.	311,16	148,3	63,28

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki üst toprak EC değerlerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların pH ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.20). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait üst topraklarının ortalama EC değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.19; Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Üst toprak örneklerinin ortalama EC değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.20. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) EC değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
EC	Gruplar Arası	2359341	2	1179670	26,800	0,000**
	Gruplar İçi	3829201	87	44013,8		
	Total	6188542	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

İbrelî ağaç türlerine ait toprakların EC değerlerinin kayın meşcerelerine göre daha yüksek olması bu türlerin ibrelerinde katyon içeriğinin daha fazla oluşu veya serbest hale geçen katyonların daha hızlı toprağa karışması ile açıklanabilir. Topraklarda tuzluluğun oluşmasına esas kaynak anakayaları oluşturan mineral bileşimleridir. Toprakların tuzluluk miktarında $4000 \mu\text{S m}^{-1}$ eşik değer olarak belirlenmiştir. Bu değerden fazla olan topraklar tuzlu toprakları olarak sınıflandırılır (Sumner 1995). Araştırma alanı verileri bu eşik değerinin çok altında olması tuzluluk probleminin olmadığını göstermektedir.

Kara ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada meşe ormanları altındaki toprakların ortalama EC değerlerinin $100 \mu\text{S m}^{-1}$ ve kayın-gökmar karışık meşcereleri topraklarının ortalama EC değerlerini $160 \mu\text{S m}^{-1}$ olarak belirlemiştir. Bu çalışmada istatistiksel olarak fark bulunamamasına karşın kayın ve karaçam meşcerelerinde yapılmış başka bir çalışmada farklı ağaç türleri arasında önemli farkların olduğu belirtilmiştir. Kayın meşcerelerine ait toprakların EC değerlerinin $80 \mu\text{S m}^{-1}$ iken karaçam meşcerelerinde bu değer $190 \mu\text{S m}^{-1}$ olarak bulunmuştur (Kara ve Bolat, 2008a).

Bolat (2011) Bartın'da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) EC değerleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük EC değeri Gökmar-kayın karışık meşceresinde ilkbahar mevsiminde (73,4), en yüksek EC değeri ise gökmar topraklarında ilkbahar mevsiminde (195,01) gözlemlenmiştir.

Araştırma alanlarına ait üst kademe topraklarının hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Ortalama hacim ağırlıkları; kayında $0,90 \text{ g cm}^{-3}$, sedirde $0,99 \text{ g cm}^{-3}$ ve karaçamda $1,12 \text{ g cm}^{-3}$ bulunmuştur. Bu ortalama değerlere göre kayın ve sedir toprakları aynı grupta yer almışken karaçam ise farklı grupta yer almıştır. Ağaç türü farklılıklarının toprakların hacim ağırlıklarını istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarına ait hacim ağırlığı (g cm^{-3})

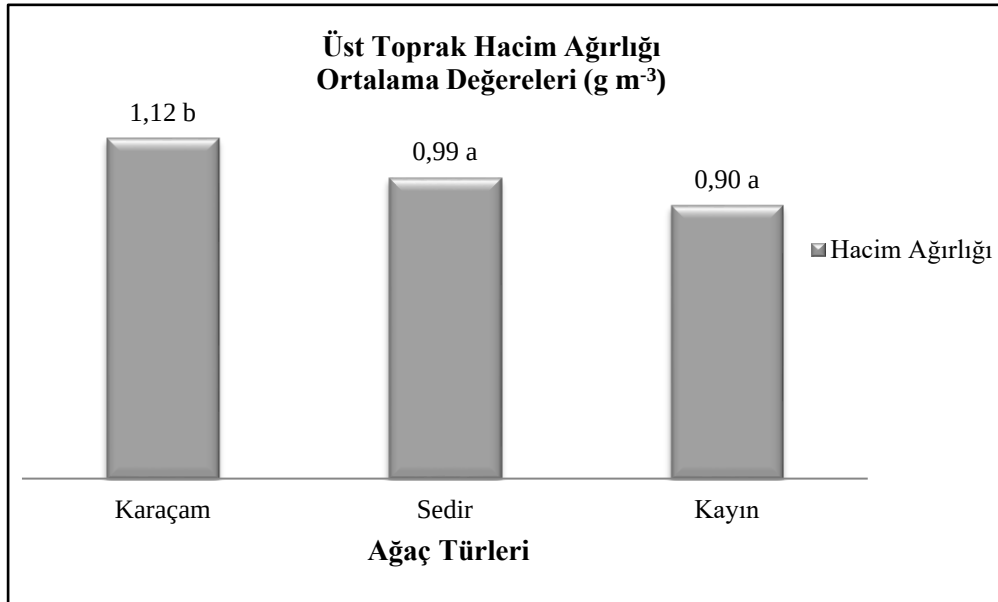
verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.21 te verilmiştir.

Çizelge 4.21. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların hacim ağırlığı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	Üst Toprak Hacim Ağırlığı Değerleri (g cm ⁻³)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	0,85	0,49	0,60
Maximum	1,49	1,51	1,21
Ortalama	1,12 b	0,99 a	0,90 a
Standart S.	0,16	0,19	0,17

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının üst toprak hacim ağırlıklarının varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların hacim ağırlığı ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.22). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; sedir ve kayın meşcereleri ile karaçam meşcereleri üst topraklarının ortalama hacim ağırlıkları farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.21; Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Üst toprak örneklerinin ortalama hacim ağırlığı değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.22. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) hacim ağırlıkları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
HA (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0,769	2	0,384	12,13	0,000**
	Gruplar İçi	2,756	87	0,032		
	Total	3,525	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Üst topraklarda bilhassa bitkilerin kök yoğunluğu, organik madde miktarı, taşlılık ve toprak tekstürü gibi bazı faktörler hacim ağırlığını önemli derecede etkilemektedir. Kum yüzdesi fazla olan toprakların hacim ağırlıkları 1,19 g cm⁻³ ile 1,67 g cm⁻³ arasında; kil içeriği fazla olan topraklarda ise 0,92 g cm⁻³ ile 1,32 g cm⁻³ arasında değiştiği belirtilmektedir (Kantarcı, 2000). Araştırma alanlarında kayın meşceresinin kil yüzdesi diğer meşcerelerden istatistiksel olarak daha fazla olması hacim ağırlığını etkilemiştir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa’da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçaağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki hacim ağırlıkları araştırmışlardır. 0-5 cm derinlik kademesinde hacim ağırlıklarını sırasıyla 0,80; 0,89; 0,80; 0,88; 0,77 ve 0,87 g cm⁻³ olarak bulmuştur.

Şentürk (2009) Bartın yöresi göknar, kayın ve kayın-göknar karışık meşcerelerinde yaptığı çalışmada, göknar meşcereleri topraklarının hacim ağırlıklarını 1,02 g cm⁻³, kayın meşcerelerinde 1,04 g cm⁻³ ve karışık meşcerelerde ise 1,09 g cm⁻³ bulmuştur. Bu çalışmada değerler arasında küçük farklar olsa da istatistiksel olarak önemli farklar bulunmamıştır. İki farklı meşe türünde (1,38 ve 1,46 g cm⁻³) yapılan başka bir çalışmada tür farkının toprakların hacim ağırlıklarını önemli derecede etkilediğini belirtmiştir (Devi ve Yadava, 2006). Araştırma alanı topraklarının hacim ağırlıkları tür farklılıklarına göre değiştiği, tür farkının hacim ağırlığını etkilediği tespit edilmiştir.

Bolat (2011) Bartın’da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük hacim ağırlığı göknar meşceresinde (1,03 g cm⁻³), en yüksek hacim ağırlığı ise kayın karışık meşcere topraklarında (1,19 g cm⁻³) gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda farklı meşcerelerde toprakların gözenek hacmi değerlerinin de farklı olduğu belirtilmiştir (P<0,005).

Araştırma alanlarının üst kademe topraklarının ortalama tane yoğunlukları; kayında 2,50 g cm⁻³, sedirde 2,59 g cm⁻³ ve karaçamda 2,65 g cm⁻³ bulunmuştur. Bu ortalama değerlere göre kayın, sedir ve karaçam meşceresi toprakları farklı gruplarda yer almıştır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların tane yoğunluklarını istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarına ait tane yoğunluğu (g cm⁻³) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.23 te verilmiştir.

Araştırma sahalarının üst toprak tane yoğunlukları varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların tane yoğunlukları ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.24). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait üst topraklarının ortalama tane yoğunluğu değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.23; Şekil 4.12).

Çizelge 4.23. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların tane yoğunluğu minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

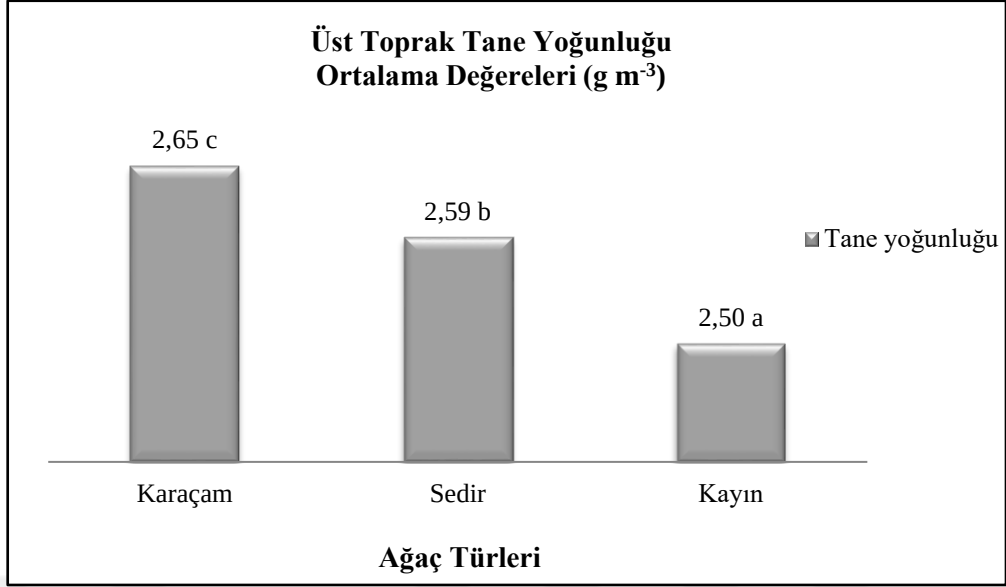
Değerler	Üst Toprak Tane Yoğunluğu Değerleri (g cm ⁻³)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	2,32	2,42	2,33
Maximum	2,68	2,79	2,68
Ortalama	2,65 c	2,59 b	2,50 a
Standart S.	0,11	0,12	0,09

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.24. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) tane yoğunlukları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
TY (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0,332	2	0,166	14,101	0,000**
	Gruplar İçi	1,025	87	0,012		
	Total	1,358	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.12. Üst toprak örneklerinin ortalama tane yoğunluğu değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Toprakların belirli bir hacminin ağırlığı olarak tanımlanan tane yoğunluğu, toprakların yapısına ve mineral bileşimine bağlı olarak değişmektedir (Brady, 1990). Araştırma alanlarında en yüksek kil miktarının kayın meşcereleri topraklarında bulunması toprakların tane yoğunluklarında da önemli etkisi olmuştur. Kil içeriği fazla olan topraklarda toprak havası daha fazladır ve birim hacimdeki madde miktarı azalmaktadır. Şentürk (2009) yaptığı araştırmanın sonucunda ortalama tane yoğunluğu değerlerini göknar meşcereleri topraklarında $2,29 \text{ g cm}^{-3}$, kayın topraklarında $2,39 \text{ g cm}^{-3}$ ve göknar-kayın meşcerelerinde ise $2,43 \text{ g cm}^{-3}$ bulmuştur. Bazı çalışmalarda ise toprakların tane yoğunluklarının arazi kullanım ve tür farklılıklarında etkilenmediği ve istatistiksel olarak farklılık bulunmadığı belirtilmiştir (Kokaç, 2003; Yılmaz, 2007).

Bolat (2011) Bartın'da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) tane yoğunlukları belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük tane yoğunluğu göknar meşceresinde ($2,51 \text{ g cm}^{-3}$), en yüksek tane yoğunluğu ortalama değeri ise göknar-kayın karışık meşcere topraklarında ($2,64 \text{ g cm}^{-3}$) bulunmuştur. Çalışma sonucunda farklı meşcerelerde toprakların gözenek hacmi değerlerinin de farklı olduğu belirtilmiştir ($P<0,005$).

Araştırma alanlarının üst kademe topraklarının ortalama gözenek hacmi yüzdeleri; kayında % 63,98, sedirde % 61,84 ve karaçamda % 57,50 bulunmuştur. Bu değerlere göre en yüksek ortalama gözenek hacmi kayın topraklarında en düşük gözenek hacmi

ortalaması ise karaçamda tespit edilmiştir. Kayın ve sedir meşcereleri toprakları ile karaçam meşceresi toprakları gözenek hacmi yüzdesi bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların gözenek hacmini istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarına gözenek hacmi (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.25 te verilmiştir.

Araştırma sahalarının üst toprak gözenek hacimlerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların gözenek hacmi ortalama yüzdeleri birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.26). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; sedir ve kayın meşcereleri ile karaçam meşcereleri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.25; Şekil 4.13).

Çizelge 4.25. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların gözenek hacmi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

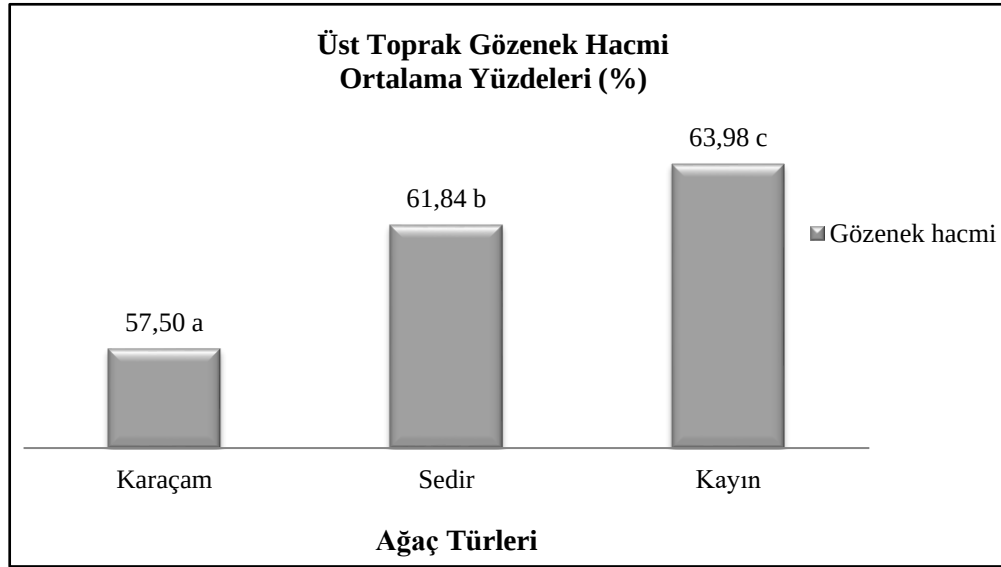
Değerler	Üst Toprak Gözenek Hacmi (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	39,92	44,82	51,84
Maximum	67,40	81,80	76,32
Ortalama	57,50 a	61,84 b	63,98 b
Standart S.	0,11	0,12	0,09

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.26. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) gözenek hacmi ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
GH (%)	Gruplar Arası	654,345	2	327,172	6,157	0,000**
	Gruplar İçi	4622,794	87	53,136		
	Total	5277,138	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.13. Üst toprak örneklerinin ortalama gözenek hacmi yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Toprakların gözenek hacmi bitki kök sistemine, toprak tekstürüne, strüküre, organik madde miktarına, toprak minerallerinin kristal yapılarına göre değişebilmektedir (Brady, 1990; Kantarcı, 2000). Kayın meşcereleri topraklarının gözenek hacim yüzdesi diğer meşcere topraklarından daha yüksektir. Bunun nedeni kayın ormanların içerdiği kil miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kil miktarının fazla olmasının gözenek hacmini arttırdığı bilinmektedir (Brady, 1990; Çepel, 1995; Özhan, 2004). Yapılan bir çalışmada toprakların kil miktarının gözenek hacmi ile önemli derecede pozitif ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Kara ve Bolat 2008b).

Gözenek hacmi orman topraklarında diğer topraklara göre daha yüksek çıkmaktadır. Bunun nedeni ormanlardaki vejetasyonun kök sistemlerinden kaynaklanmaktadır (Korkanç, 2003). Şentürk (2009) gerçekleştirdiği çalışmada en yüksek gözenek hacmi yüzdesini kayın meşcereleri topraklarında (% 56,41), sonra göknar (% 55,55) ve en düşük ise (% 55,03) kayın-göknar karışık meşcereleri topraklarında bulmuştur. Ancak istatistiksel olarak bu değerler arasında farklılık tespit edilememiştir.

Bolat (2011) Bartın'da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) gözenek hacimleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük gözenek hacmi yüzdesi kayın meşceresinde (% 54,73), en yüksek gözenek hacmi yüzdesi ise göknar topraklarında (% 58,79) gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda farklı meşcerelerde toprakların gözenek hacmi değerlerinin de farklı olduğu belirtilmiştir.

Araştırma alanlarındaki üst topraklarının ortalama organik C içeriği en yüksek sedir meşcerelerinde (% 5,44) en düşük ise karaçam meşcerelerinde (% 4,27) bulunmuştur. Kayın meşcerelerinin üst topraklarının organik C miktarı ise % 4,63'dir. Karaçam, kayın ve sedir üst toprakları C_{org} bakımından farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların organik C içeriklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarına organik karbon (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.27 te verilmiştir.

Araştırma sahalarının üst toprak organik C yüzdeleri varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.28). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve kayın meşcereleri ile sedir meşcereleri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.27; Şekil 4.14).

Çizelge 4.27. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

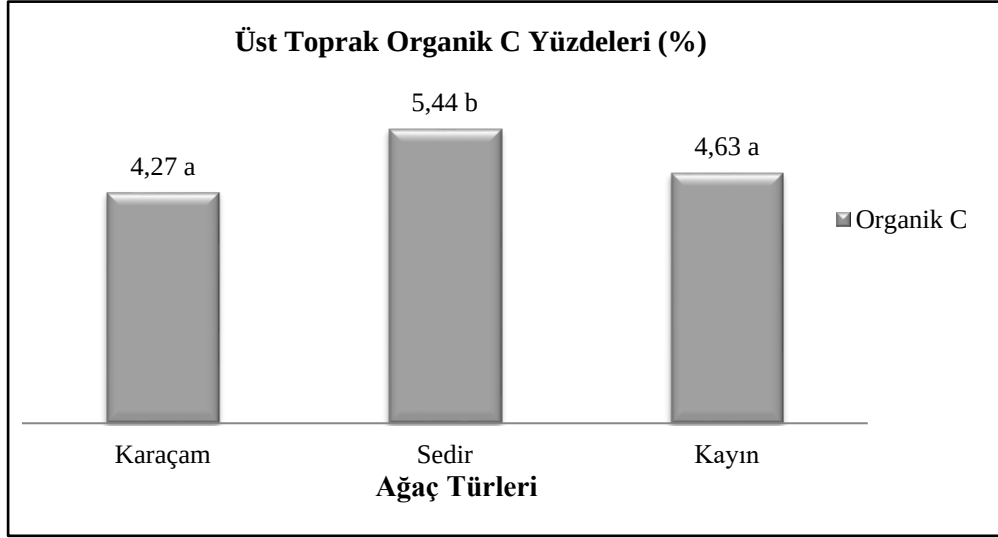
Değerler	Üst Toprak Organik C (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	1,60	1,59	3,65
Maximum	6,25	7,75	6,45
Ortalama	4,27 a	5,44 b	4,63 a
Standart S.	1,12	1,68	0,87

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.28. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) organik C ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org} (%)	Gruplar Arası	51,344	2	25,96	17,3	0,000**
	Gruplar İçi	147,974	87	1,5		
	Total	199,318	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.14. Üst toprak örneklerinin ortalama organik C yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Orman topraklarının üstü genellikle önceki yıllara ait dal, kabuk, kozalak, tohum, çiçek, yaprak, organizmalar ve hayvansal atıklar... gibi ölü bitkisel ve hayvansal artıklar ile kaplıdır. Bu bitkisel ve hayvansal atıklar toprakların organik C kaynağını oluşturmaktadır. Organik atıkların ayrıştırıcılar tarafından ayrıştırılması sayesinde toprak organik karbonu açığa çıkmaktadır. Araştırma sahalarından sedir meşceresi topraklarında organik C miktarı en yüksek bulunmuştur. Sedir ormanlarındaki ağaçlar üzerlerinde sürekli olarak yaprak ve kozalak bulundurduğu için toprak yüzeyine yıl boyunca taze organik materyal girişi olmaktadır. Karaçam meşcerelerinde yine aynı özelliktedir. Ancak karaçam ibrelerinin ağaçlar üzerinde durma süresi sedir ağaçlarına nazaran daha fazla olmasıdır. Karaçam meşcerelerinde ayrışmanın hızlı olmaması nedeniyle toprakların karbon miktarı sedir ve kayına nazaran daha azdır. Kayın meşcerelerinde yaprak döküm zamanlarında her sonbaharda ölü örtüye taze yaprak girişi sayesinde ve karaçam ibrelerine göre daha hızlı ayrışması, üst topraklarda organik karbon miktarının karaçamdan daha yüksek çıkmasını sağlamıştır.

Bunun yanında ölü örtünün kimyasal bileşimi ve içerikleri (lignin, selüloz...gibi) de ayrışma hızını etkilediği için organik C içeriği bundan etkilemektedir. Organik materyalin lignin miktarındaki artış ayrışma hızını yavaşlattığı bilinmektedir. Çakıroğlu (2011) Bartın yöresi ormanlarından kayın yapraklarındaki lignin miktarının göknar ibrelerine göre daha fazla olduğu için daha geç ayrıştığını belirtmiştir. Kolay ayrışan göknar ölü örtüsünden dolayı bu meşcerede toprak organik C miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Araştırma alanları üst topraklarımızdaki organik C verileri bu çalışmaya paralel olarak kayın meşcereleri topraklarında daha az organik C içeriği bulunmuştur. Kayın yapraklarının geç ayrışması ve ekstrem yetiştirme muhiti olması bu türün farklı kimyasal bileşime sahip olmuş olmasına neden olabilir. Buda toprakların organik C içeriğinin düşük olmasına neden olduğu tahmin edilmektedir.

Toprak organik C içeriği; toprak tekstürü, toprak işleme, iklim ve vejetasyon tipi olmak üzere 4 ana faktör tarafından etkilenmektedir (Plaster, 1992). Ayrıca, araştırmanın gerçekleştirildiği farklı tür orman ekosistemlerinde türden kaynaklı farklılıkları ortaya koymak için mümkün olduğunca benzer edafik, iklimik ve fizyografik faktörler altında gelişen meşcereler seçilmiştir. Bu şekilde farklı tür meşcerelerin topraklarında tutulan organik C içeriğinin önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar farklı yöre ve türlerde yapılan bazı araştırmalar ile paralellik göstermiştir.

Evrendilek ve ark. (2006) Adana’da beş farklı meşcere türünde (saf *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Cedrus libani*, *Juniperus excelsa*, ve karışık *Abies cilicica*, *P. nigra*, and *C. libani*) asli ağaç türlerimizin toprak organik karbon miktarlarını belirlemiştir. Bu çalışmada sedir meşcerelerine ait üst toprakların (0-30 cm) organik karbon miktarı % 7,87 bulunmuşken karaçamda ise bu miktar % 2,96’dır.

Kara ve ark. (2008) Bartın’ın göknar-kayın karışık meşcereleri ile saf meşe meşcerelerinin organik C miktarlarını incelemiş ve meşe meşcerelerinin organik C içeriklerinin (% 3,85) istatistiksel olarak önemli derecede göknar-kayın meşceresinden (% 5,96) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada organik C içerikleri kayın meşceresindeki % 4,29, göknar meşceresinde % 6,09 ve göknar-kayın meşceresinde ise % 4,51 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada tür farkının toprakların organik C miktarına istatistiksel olarak etki ettiği ifade edilmiştir ($P<0,005$). Kara (2002) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Şarapnel yöresi kayın meşcerelerinde üst toprakların organik C miktarının % 5,23 ile % 7,81 arasında, meşe meşcerelerinde % 4,42 ile % 7,70 arasında ve karaçam meşcerelerinde ise % 4,02 ile 6,19 arasında; Kadınkule yöresi kayın meşcerelerinde üst toprakların organik C miktarının % 8,03 ile % 12,07 arasında, meşe meşcerelerinde % 6,84 ile % 9,44 arasında ve karaçam meşcerelerinde ise % 7,24 ile 9,59 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Birçok çalışmada ibre yapraklı ormanlardaki toprak organik C içeriğinin yaprağını döken geniş yapraklı türlere nazaran daha yüksek bulunmuştur (Diaz-Ravina ve ark., 1995;

Upadhyaya ve ark., 2004). Fıstık çamı ve saplı meşe ormanlarının üst topraklarının organik C içeriklerini inceledikleri çalışmada, fıstık çamı meşcereleri topraklarının ortalama % 8,5 C_{org} ve saplı meşe meşcereleri topraklarının ise % 2,6 C_{org} içerdikleri tespit edilmiştir (Diaz-Ravina ve ark., 1995). Diğer bir çalışmada bambu sahalarının ve çam ormanlarının üst topraklarının içerdiği organik karbon miktarı araştırılmış ve çam ormanlarındaki toprak organik C miktarı (% 4,06) bambu plantasyon sahalarından (% 3,85) daha fazla bulunmuştur.

Satti ve ark. (2003) gerçekleştirdikleri çalışmada; iğne yapraklı üç farklı türe ait meşcerelerin toprak C_{org} içeriklerinin % 4 ile % 7,4 arasında, herdem yeşil üç farklı türe ait meşcerelerin toprak C_{org} içeriklerinin % 5,4 ile 10,8 arasında ve yaprağını döken dört farklı meşcerelerin toprak C_{org} içeriklerinin % 7,4 ile % 14,2 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Mahia ve ark. (2006) İspanya’da granit ve şist anakayaları üzerinde doğal olarak yetişmiş fıstık çamı ve sarıçam meşcerelerinin üst topraklarındaki organik C miktarlarını araştırmışlardır. Granit anakayasındaki fıstıkçamı meşcerelerinde toprak organik C miktarların % 3,9 ile % 13,8 arasında değişirken sarıçam meşcerelerinde ise % 4,3 ile % 16,2 arasında değiştiği; şist anakayasındaki fıstıkçamı meşcerelerinde % 2,2 ile % 4,3 arasında, sarıçam meşcerelerinde ise % 5,3 ile % 13,1 arasında değişen değerler bulunmuştur.

Tian ve ark. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada; *Quercus fabric*, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* türlerinden oluşan karışık meşcerelerin üst topraklarının (0-10) organik C içerikleri % 1,79 ile % 9 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa’da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akça ağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki karbon ve azot miktarlarını araştırmışlardır. Üst toprak kademesinde sırasıyla karbon stokları 14,1; 15,3; 14,9; 14,2; 15,5 ve 17,0 $Mg\ ha^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Bolat (2011) Bartın’da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) C_{org} içerikleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük C_{org} miktarı Göknar-kayın karışık meşceresinde yaz mevsiminde (2,28), en yüksek değerin ise göknar topraklarında ilkbahar mevsiminde (6,08) gözlemlenmiştir. Çalışma

sonucunda farklı meşcerelerde toprakların organik C miktarının da farklı olduğu belirtilmiştir.

Araştırma alanlarındaki üst topraklarının ortalama toplam N miktarı en yüksek sedir meşcerelerinde (% 0,77) en düşük ise karaçam meşcerelerinde (% 0,25) bulunmuştur. Kayın meşcerelerinin üst topraklarının N_{toplam} miktarı ise % 0,28'dir. Kayın ve karaçam toprakları N_{toplam} miktarı bakımından aynı grupta, sedir meşcereleri ile farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların N_{toplam} içeriklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarının N_{toplam} (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	Üst Toprak Toplam N (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	0,12	0,29	0,14
Maximum	0,41	1,68	0,46
Ortalama	0,25 a	0,77 b	0,28 a
Standart S.	0,08	0,45	0,07

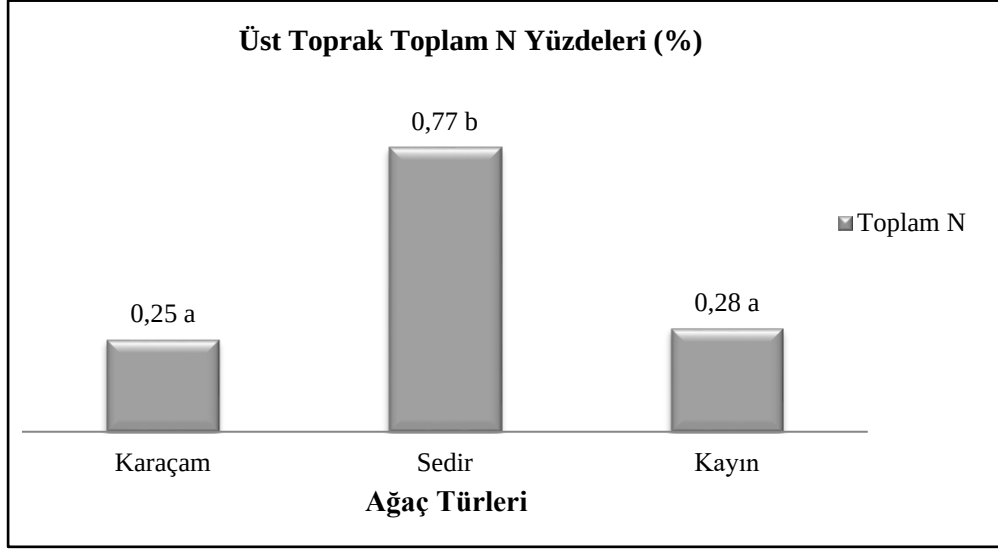
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının üst toprak N_{toplam} yüzdeleri varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.30). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.29; Şekil 4.15).

Çizelge 4.30. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
N_{toplam} (%)	Gruplar Arası	5	2	2,57	36,32	0,000**
	Gruplar İçi	6	87	0,07		
	Total	11	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.15. Üst toprak örneklerinin ortalama toplam N yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Azot, toprakların minerolojik bileşiminde olmadığı için özellikle orman toprakları bu besin elementi bakımından fakirdir. Toprakların azot kaynağı genellikle üzerinde yaşayan bitkiler ve hayvanların artık ve ölü kısımlarından oluşmaktadır. Bazen de serbest azotu bağlaya bilen bakteriler ve azda olsa yağış suları diğer azot kaynaklarıdır (Çepel, 1996). Bu yüzden azot eksikliği bitki gelişimini sınırlandıran en önemli faktörlerden birisidir. Topraklarda gerekli olan azotun alınabilmesi için organik materyalin ayrışma koşullarının iyi olması gerekmektedir. Ayrışmayı etkileyen faktörler ise atık madde bileşimi, meşcere kuruluşu, türü, kapalılığı, iklim, yükselti ve toprak pH değerleri... gibi sayılabilmektedir (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000).

Araştırma alanlarında en düşük toplam N değerine kayın meşcereleri sahiptir. Kayın meşcerelerinde ayrışma hızının yavaş olması ve yağış ile azotun yıkanarak uzaklaşması diğer türlere göre daha düşük azot miktarına sahip olmasına neden olmuştur. C_{org}/N_{toplam} oranının 15 den düşük olduğu durumlarda ortamda ya karbon azalması veya ta mineralize olan N miktarının artışının göstergesi olarak değerlendirilmektedir (Kantarcı, 2000). Azot toprakta serbest halde fazla bağlanamadığı için bitkiler tarafından alınmadığı takdirde yağış suları ile yıkanarak ortamdan uzaklaşmaktadır (Çepel, 1996).

Araştırma sahalarından sedir meşcerelerinde N_{toplam} miktarının diğer meşcerelere göre önemli derecede fazla olması meşcere için diğer türlere göre daha sıcak olması, C_{org}/N_{toplam} oranının düşük olması ve yılın her döneminde yaprak dökümü ile organik madde

girişinin sürekli olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kayın meşcerelerinde sonbaharda dökülen yaprakların ayrışma ürünlerinin kış mevsimlerindeki yağışlar ile yıkanarak alandan uzaklaşması ortamda karbon ve azot bakımından fakirleşmeye neden olabileceği tahmin edilmektedir.

Metson (1956) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre araştırma sahası üst topraklarının N_{toplam} miktarları bakımından kayın ve karaçam meşcereleri orta sınıfta, sedir meşcereleri ise yüksek sınıfta yer almıştır.

Orman topraklarının üst katmanında bilhassa Ah horizonunda N_{toplam} miktarı % 0,3 ile % 0,6 arasında değişir. Üst horizontan aşağılara gidildikçe bu miktar oldukça düşmektedir. Irmak (1972) sarıçam meşcerelerinin üst toprak kademesinde N_{toplam} miktarının % 0,09 ile % 0,576 arasında değiştiğini, alt toprak olan B horizonunda bu miktarın ciddi derecede azaldığını (% 0,03-0,227 arası) belirtmiştir.

Diaz-Ravina ve ark. (1995) fıstık çamı ve saplı meşe ormanları üst topraklarının N_{toplam} miktarlarını araştırmış ve fıstık çamında % 0,5 olan N_{toplam} miktarı saplı meşede oldukça düşük seviyelerde (% 0,19) bulunmuştur. Kantarcı (2000) Uludağ göknarı türünün yükseltiye bağlı olarak N_{toplam} içeriklerinin nasıl değiştiğini araştırmıştır. 900-1100 m yükseltideki üst toprakların N_{toplam} miktarları % 0,34; 110-1300 metrede % 0,43; 1300-1500 m de % 0,406 ve 1500-1634 m de ise % 0,610 olarak bulunmuştur. Optimum yetiştirme ortamı olarak 1500-1643 m yükseltide ağaçların daha iyi beslendiği ve yaprakların daha fazla N_{toplam} içerdiği bunda toprakların N_{toplam} miktarında artışa neden olduğu belirtilmiştir.

Devi ve Yadava (2006) iki farklı meşe türünde yaptıkları çalışmada, üst toprakların (0-10 cm) N_{toplam} değerleri bakımından çok yakın değerler bulunmuş ve istatistiksel olarak fark olmadığı belirtilmiştir.

Mahia ve ark. (2006) gerçekleştirdikleri çalışmalarında granit anakayası üzerindeki fıstık çamlarının üst topraklarındaki N_{toplam} miktarının % 0,17 ile % 1,15 arasında değiştiği; sarıçam üst topraklarında ise % 0,28 ile % 1,30 arasında değiştiği ve şist anakayası üzerinde yetişen fıstıkçamı ormanları üst topraklarının N_{toplam} miktarlarının % 0,48 ile % 0,87 arasında; sarıçam ormanları üst topraklarında ise % 0,33 ile % 0,69 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Kara ve ark. (2008) Bartın'da yaptıkları çalışmada saf meşe ve göknar-kayın karışık meşcerelerinin N_{toplam} miktarlarını karşılaştırmışlardır. Toplam N içerikleri meşe

meşcerelerinde % 0,22 iken, göknar kayın meşcerelerinde % 0,23 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan ağaç türünün N_{toplam} içeriğini etkilemediği belirtilmiştir.

Bolat (2011) Bartın’da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) N_{toplam} içerikleri belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük N_{toplam} değeri Göknar-kayın karışık meşceresinde yaz mevsiminde (0,16), en yüksek değerin ise göknar topraklarında sonbahar mevsiminde (0,36) gözlemlenmiştir. Bu tespit sonucunda tür farklılığının toplam azot miktarında etkili olduğu belirtilmiştir.

Araştırma alanlarındaki üst topraklarının $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranının en yüksek karaçam meşcerelerinde (% 18,00), en düşük ise sedir meşcerelerinde (% 8,77) bulunmuştur. Kayın meşcerelerinin üst topraklarının N_{toplam} miktarı ise % 17,31’dir. Karaçam, kayın ve Sedir üst toprakları $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranı bakımından farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranının istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarının $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.31 te verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

Değerler	Üst Toprak $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ Oranları (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	10,39	3,07	8,91
Maximum	24,84	18,98	27,83
Ortalama	18,00 c	8,77 a	17,31 b
Standart S.	3,65	4,47	4,46

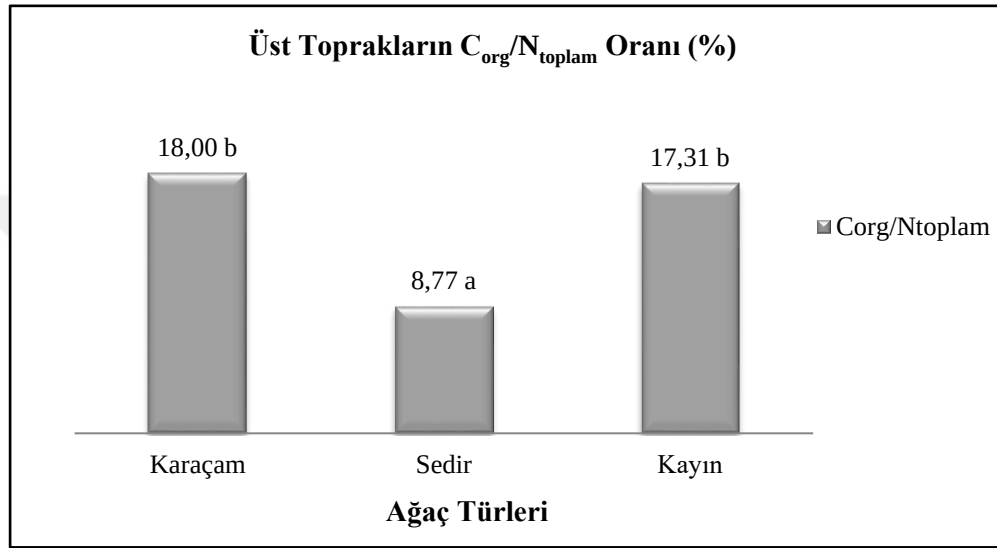
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının üst toprak $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ yüzdeleri varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.32). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.31; Şekil 4.16).

Çizelge 4.32. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) C_{org}/N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org}/N_{toplam} (%)	Gruplar Arası	1583,5	2	791,74	44,620	0,000**
	Gruplar İçi	1543,8	87	17,74		
	Total	3127,2	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.16. Üst toprak örneklerinin ortalama C_{org}/N_{toplam} yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çepel (1996) orman topraklarımızın C_{org}/N_{toplam} oranının 3 ile 36 arasında değiştiğini belirtmektedir. Araştırma alanı üst topraklarının bu değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. Kantarcı (2000) C_{org}/N_{toplam} oranının 15 ten küçük olması durumunda ayrışmanın hızlı, 15-25 arasında ise yavaş ayrışma olduğu, 25 ten büyük olduğu durumlarda ise ayrışmanın durma aşamasına kadar gelebileceğini ifade etmiştir. Araştırma sahalarında karaçam meşcerelerinde C_{org}/N_{toplam} oranı yavaş, kayın ve sedir meşcerelerinde ise hızlı olduğu tespit edilmiştir.

Diaz-Ravina ve ark. (1995) fıstıkçamı ormanı topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranı ortalama değerini 16,5 ve saplı meşe ormanı topraklarında ise 14 olarak bulunmuştur. Upadhyaya ve ark. (2004) yılında bambu plantasyonları üst topraklarının (0-10 cm) C_{org}/N_{toplam} oranını 5,5 ve çam meşcereleri üst topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranını ise 5,27 olarak bulmuştur.

Satti ve ark. (2003) üç farklı ibre yapraklı ormanların üst topraklarını C_{org}/N_{toplam} oranlarının 17,9 ile 21,3 arasında; üç farklı herdem yeşil geniş yapraklı türlerin bulunduğu ormanların üst toprak C_{org}/N_{toplam} oranlarının 15,5 ile 22,4 arasında ve dört farklı türe ait yaprak döken türlerin C_{org}/N_{toplam} oranları ise 17,2 ile 22,7 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Mahia ve ark. (2006) granit anakayasındaki fıstıkçamı üst topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranının 12 ile 22 arasında, sarıçam meşçeresi topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranı 13-22 arasında değiştiği ve şist anakayasında fıstıkçamı üst toprakları C_{org}/N_{toplam} oranının 13 ile 18 arasında, sarıçam ormanları üst topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranı ise 12 ile 22 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa'da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların 0-5 cm derinlik kademelerindeki C/N oranları araştırmışlardır. Sonuç olarak C/N oranı bakımında üst toprak kademesinde sırasıyla 13,0; 15,1; 14,5; 13,7; 15,0 ve 17,7 bulunmuştur.

Şentürk (2009) gerçekleştirdiği çalışmada farklı meşcerelerin üst topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranlarını araştırmış ve kayın meşçeresinde 17,32; göknarda 20,08 ve göknar-kayın meşçeresinde 17,37 olarak bulmuştur. Kantarcı (2000) yaptığı çalışmada ise yükseltiye bağlı olarak Uludağ göknarı üst topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranlarının değişimini incelemiştir. C_{org}/N_{toplam} oranlarını 900-1100 m'de 19; 1100-1300 m'de 22; 1300-1500 m'de 20 ve 1500-1634 m'de 17 olduğu belirtilmiştir. Yani meşcerelerin optimum yetiştirme ortamının 1500-1634 m yükseltiler olduğu, buna bağlı olarak ayrışmanın da hızlı olduğu belirtilmiştir.

Bolat (2011) Bartın'da gerçekleştirdiği çalışmada, farklı türlerden oluşan meşcerelerin üst topraklarının (0-5 cm) C_{org}/N_{toplam} oranları belirlenmiştir. Çalışma sonunda en düşük C_{org}/N_{toplam} oranın Gökmar-kayın karışık meşçeresinde yaz mevsiminde (13,76), en yüksek değerin ise gökmar topraklarında ilkbahar mevsiminde (18,05) gözlemlenmiştir.

Farklı türlerden oluşan araştırma alanlarındaki üst toprakların toplam organik karbon (C_{org}) ve azot (N_{toplam}) stokları incelendiğinde; en düşük değerlerin 40,77 ton C/ha- 2,46 ton N/ha ile kayın ormanlarında, en yüksek ise 53,34 ton C/ha- 7,10 ton N/ha ile sedir ormanlarında bulunmuştur. Karaçam meşçereleri üst topraklarında bu değerler 48,05 ton C/ha ve 2,77 ton N/ha olarak bulunmuştur. Sedir ve karaçam üst topraklarının C_{org} ve

N_{toplam} stoklarının kayın meşcereleri üst topraklarınınkinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların C ve N stoklarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirlenmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarının C_{org} ve N_{toplam} stok verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.33 te verilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların C_{org} ve N_{toplam} stokları minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$.

Değerler	Üst Toprak C_{org} ve N_{toplam} Stokları (ton/ha)					
	Meşcere Tipleri					
	Karaçam		Sedir		Kayın	
	C	N	C	N	C	N
Minimum	20,2	1,37	15,77	2,43	24,32	1,46
Maximum	93,18	6,05	89,35	14,31	58,8	3,63
Ortalama	48,05 b	2,77 a	53,34 b	7,10 b	40,77 a	2,46 a
Standart S.	16,05	1,11	19,63	3,41	7,85	0,56

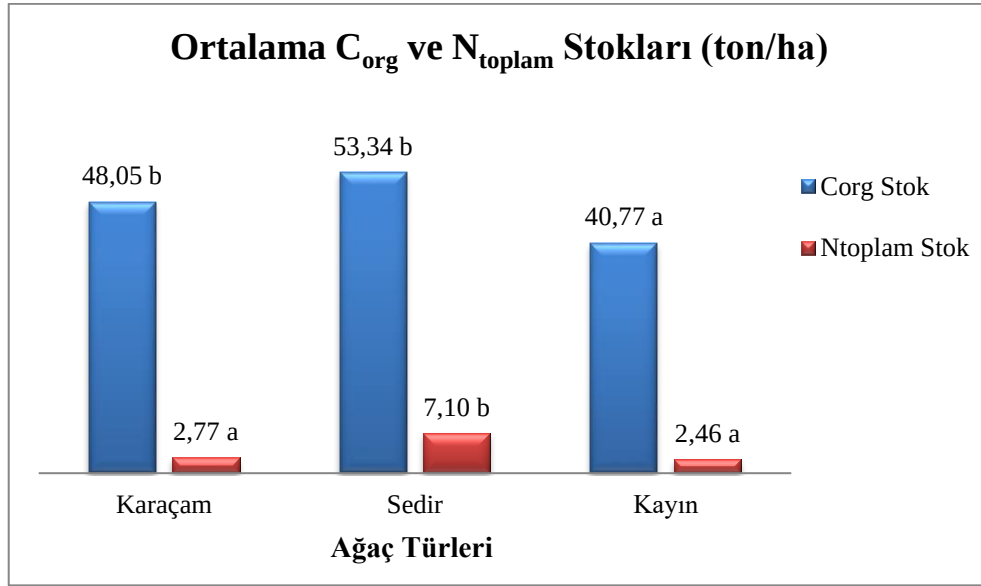
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının üst toprak C_{org} ve N_{toplam} stoklarının varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.34). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.33; Şekil 4.17).

Çizelge 4.34. Üst toprak örneklerinin (0-10 cm) C_{org} ve N_{toplam} stoklarının ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org} Stok	Gruplar Arası	7662	2	3830,84	16,87	0,000**
	Gruplar İçi	19755	87	227,07		
	Total	27417	89			
$N_{\text{top.}}$ Stok	Gruplar Arası	405	2	202,27	46,06	0,000**
	Gruplar İçi	382	87	4,39		
	Total	787	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.17. Üst toprak örneklerinin ortalama C_{org} ve $N_{toplamlar}$ stoklarının (ton/ha) ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Kantarcı (1979) Uludağ göknarı meşcerelerinde toprak organik C değerinin 65,5 ton C/ha ile 196,2 ton C/ha arasında değiştiğini, Tolunay (2004) ve Güner (2006) sarıçam meşcerelerinde tutulan C miktarının ise 18,3 ile 448 ton C/ha aralığında değiştiğini belirtmişlerdir.

Evrendilek ve ark. (2006) Adana'da beş farklı meşcere türünde (saf *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Cedrus libani*, *Juniperus excelsa*, ve karışık *Abies cilicica*, *P. nigra*, and *C. libani*) asli ağaç türlerimizin topraklarda depolanan C ve N miktarlarını belirlemişlerdir. Ormanların topraklarında depolanan organik karbon miktarı $172,0 \pm 25,7$ Mg C ha⁻¹ ve toplam azot miktarları ise $9,2 \pm 1,2$ Mg C ha⁻¹ olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada sedir üst topraklarında depolanan C miktarı 238,46 ton C ha⁻¹; toplam azot miktarı ise 14,85 ton N ha⁻¹ ve karaçam üst topraklarında tutulan organik karbon 120,77 ton C ha⁻¹; toplam azot miktarı 5,30 ton N ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa'da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçaağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların üst derinlik kademelerindeki karbon ve azot stoklarını araştırmışlardır.

Sevgi ve ark. (2011) aynı yaşlı (50 yaş) yaşındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) meşcerelerin 0-30 cm toprak derinliğinde tutulan karbon depolama kapasitesi sarıçamda 79 ton C/ha bulunmuşken

uludağ göknarında ise 95 ton C/ha bulunmuştur. Üst toprak kademesinde sırasıyla karbon stoku 14,1; 15,3; 14,9;14,2;15,5 ve 17,0 Mg ha⁻¹ olarak ve N stoku ise 1,10; 1,04; 1,04; 1,05; 1,04 ve1,01 Mg ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Sarıyıldız ve ark. (2013) Kastamonu ormanlarında doğal olarak yetişen karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) topraklarının üst ve alt derinlik kademelerinde (0-10 cm ve 10-20 cm) depolanan C miktarını tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonunda; iki derinlik kademesi toplamında ortalama toprakta C stok miktarı en yüksek karaçamda en düşük ise kayın topraklarında bulunmuştur. Çalışmada vejetasyon türünün toprakta depolanan C miktarında etken rol oynadığı bildirilmiştir.

Sarıyıldız ve ark. (2016) Kastamonu'daki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), Uludağ göknarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaç türlerinde meşcere yaşının ve arazi kullanımlarının toprak C ve N içeriklerine etkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Sonuçlara göre en yüksek karbon depolaması karaçamda ve en düşük ise kayında olduğu belirlenmiştir. En yüksek azot depolama miktarının kayında ve en düşük ise karaçamda olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlardan; ağaç türlerinin topraklarda C ve N stoklarına önemli derecede etki ettiği tespit edilmiştir. Sarıyıldız ve ark. (2016) 45 ve 82 yaşlarındaki göknar göknar meşcerelerinde 0-20 cm toprak derinliğindeki organik C depolama kapasitesi 45 yaşındaki meşcere için 61,3 ton C/ha ve 82 yaşındaki meşcere için 70,9 ton C/ha olarak bulunmuştur. Ayrıca, 75 yaşındaki sarıçam topraklarında ise depolanan organik C miktarı 72,9 ton C/ha olduğu belirtilmiştir.

Savacı (2017) Kastamonu'da farklı yetiştirme ortamlarındaki üst toprakların karbon ve azot depolama miktarlarını belirlemiştir. Bunun sonucunda, 0-5 cm topraklarda en düşük depolama kapasitesinin 30 yaşındaki sarıçam meşcerelerinde (8,4 ton C/ha), en yüksek ise 90 yaşındaki göknar meşcerelerinde (44,2 ton C/ha) tespit edilmiştir.

Karataş ve ark. (2017) Eskişehir ve Afyon illerindeki farklı çağlardaki sedir ağaçlandırma sahalarının toprakların ortalama 60,88 tonCh⁻¹ karbon tutulduğunu belirtmiştir.

4.1.2.2. 10-20 cm Derinlik Katmanına Ait Bazı Toprak Özellikleri

Araştırma sahalarının 10-20 cm alt toprak kademesinin tane boyutları incelendiğinde; ortalama kum miktarları bakımından kayın meşcerelerine ait topraklarda % 67,05, sedir topraklarında % 70,38 ve karaçam topraklarında % 75,01; ortalama toz miktarları bakımından sedir meşcerelerine ait topraklarda % 13,78, kayın topraklarında % 14,17 ve karaçam topraklarında ise % 15,78; ortalama kil miktarları bakımındansa karaçam % 9,21, sedir topraklarında % 15,84 ve kayın meşceresi topraklarında ise % 20,78 olarak bulunmuştur (Çizelge 4. 35). Aynı anakaya üzerinde yetişen farklı tür ağaçların bulunduğu çalışma alanlarının ortalama % kum, % toz ve % kil miktarlarına göre uluslararası tekstür sınıfı esas alındığında kayın meşcerelerinin toprak türü kumlu killi balçık iken sedir ve karaçam meşcerelerinin toprak türleri kumlu balçık oldukları; Amerikan tekstür sınıfı esas alındığında ise meşcerelerin tekstür sınıfları değişmemiştir.

Çizelge 4.35. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlikteki toprakların % kum, % toz ve % kil minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

Meşcere Tipleri	Değerler	Tekstür (%)		
		Kum	Toz	Kil
Karaçam	Minimum	62,13	6,13	2,61
	Maximum	87,17	26,80	15,18
	Ortalama	75,01 c	15,78 b	9,21 a
	Standart S.	6,16	6,66	3,05
Sedir	Minimum	61,75	5,54	5,46
	Maximum	86,27	20,28	27,22
	Ortalama	70,38 b	13,78 a	15,84 b
	Standart S.	5,63	3,24	5,54
Kayın	Minimum	57,46	11,41	13,70
	Maximum	73,17	17,15	26,11
	Ortalama	65,05 a	14,17 ab	20,78 c
	Standart S.	3,89	1,61	3,54

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

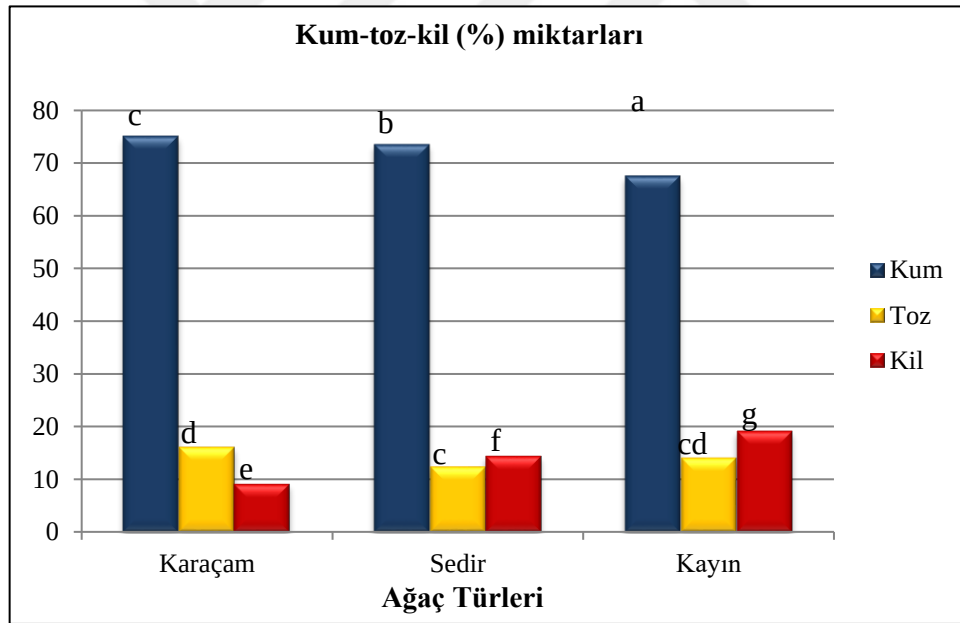
Araştırma sahalarındaki 10-20 cm derinlik kademesindeki toprak verilerinin varyans analizleri sonucunda; farklı tür ağaçların bulunduğu alanlardaki ortalama kum, toz ve kil yüzdelерinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.36). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına

göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait toprakların (10-20 cm) ortalama kum, toz ve kil yüzde değerleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.35; Şekil 4.18).

Çizelge 4.36. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Kum (%)	Gruplar Arası	1489,50	2	744,75	26,35	0,000**
	Gruplar İçi	2459,40	87	28,27		
	Total	3948,90	89			
Toz (%)	Gruplar Arası	67,40	2	33,71	2,75	0,070*
	Gruplar İçi	1066,50	87	12,26		
	Total	1134,00	89			
Kil (%)	Gruplar Arası	2022,50	2	1011,23	57,38	0,000**
	Gruplar İçi	1533,20	87	17,62		
	Total	3555,70	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı.



Şekil 4.18. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Araştırma sahalarının 10-20 cm derinlik kademelerindeki ortalama kum, toz ve kil yüzde değerlerinin üst toprak kademesindeki değerlere yakın değerlerde olduğu belirlenmiştir. Üst toprak kademesi ile önemli farklar bulunamamıştır.

Farklı ağaç türlerinden oluşan meşcerelerdeki 10-20 cm derinlik kademesindeki alt toprakların reaksiyonlarının (pH) ortalamaları karşılaştırılmıştır ve ağaç türünün toprakların pH değerini istatistiksel olarak etkiledikleri belirlenmiştir. Toprakların pH değerleri bakımından en yüksek sedir (7,21) iken en düşük kayın (5,04) bulunmuştur. Karaçam meşcereleri topraklarında bu değer 6,45 olarak bulunmuştur. Kayın meşcerelerin çok şiddetli asit karakteristiği göstermesine karşın, Karaçam meşcereleri hafif asit ve sedir meşcereleri ise çok hafif alkali karakterde reaksiyon göstermiştir. Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin alt topraklarına ait toprak reaksiyonu verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.37 te verilmiştir.

Çizelge 4.37. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	Üst Toprak pH Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	5,13	6,17	3,86
Maximum	7,37	7,79	6,00
Ortalama	6,45 b	7,21 c	5,04 a
Standart S.	0,58	0,42	0,57

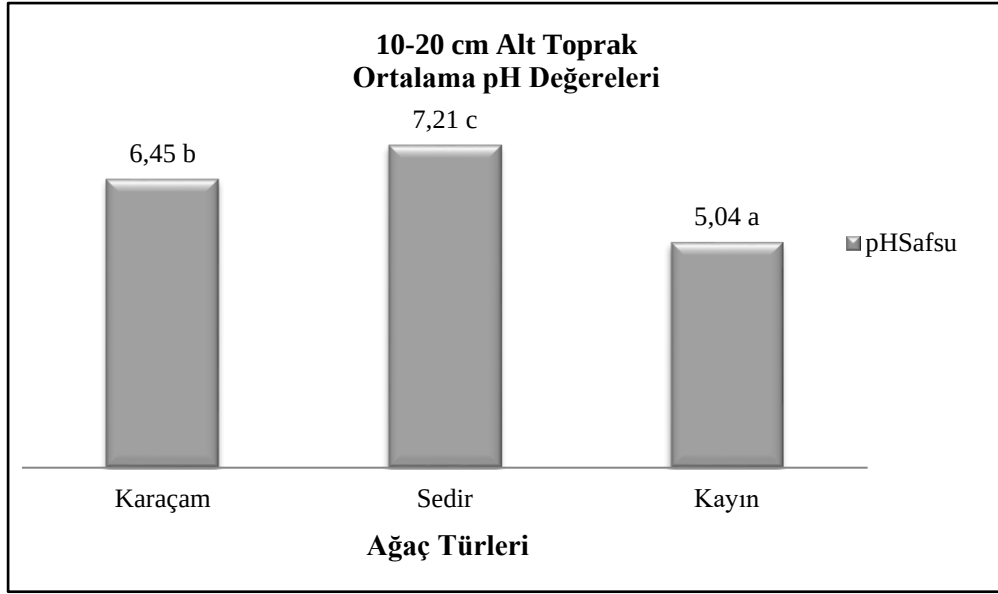
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki alt toprak pH değerlerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan toprakların ortalama pH değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.38). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait topraklarının ortalama pH değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.37; Şekil 4.19).

Çizelge 4.38. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
pH _{safsu}	Gruplar Arası	72,50	2	36,23	130,09	0,000**
	Gruplar İçi	24,20	87	0,28		
	Total	96,70	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.19. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama pH değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Araştırma sahalarındaki 10-20 cm derinlik kademelerine ait toprakların pH değerleri üst kademedeki değerlere yakın reaksiyonlar göstermiştir. Aralarından farklılıklar olsa da bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı değildir. Yang ve ark. (2010) Çin'in kuzeydoğusundaki doğal sekonder ormanlar ve melez çamı (larch) plantasyon sahalarının alt toprak kademesi (15-30 cm) ortalama pH değerlerini sekonder ormanlar için 5,91 ve melez ağacı plantasyonları için 5,55 olarak bulmuştur.

Deneme alanlarında 10-20 cm derinlik kademelerine ait alt toprakların elektriksel iletkenlikleri (EC) değerleri incelendiğinde en yüksek sedir meşcerelerinde ($425,97 \mu\text{S m}^{-1}$) en düşük ise kayın meşcerelerinde ($227,77 \mu\text{S m}^{-1}$) bulunmuştur (Şekil 4.40). Karaçam meşcerelerinin alt topraklarında bu değer $364,93 \mu\text{S m}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Karaçam ve sedir meşcereleri topraklarının pH değerleri kendi aralarında istatistiksel olarak fark bulunmamasına ($P>0,05$) karşın kayın meşcereleri ile önemli farklar bulunmuştur ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin alt topraklarına ait elektriksel iletkenlik (EC) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.39 te verilmiştir.

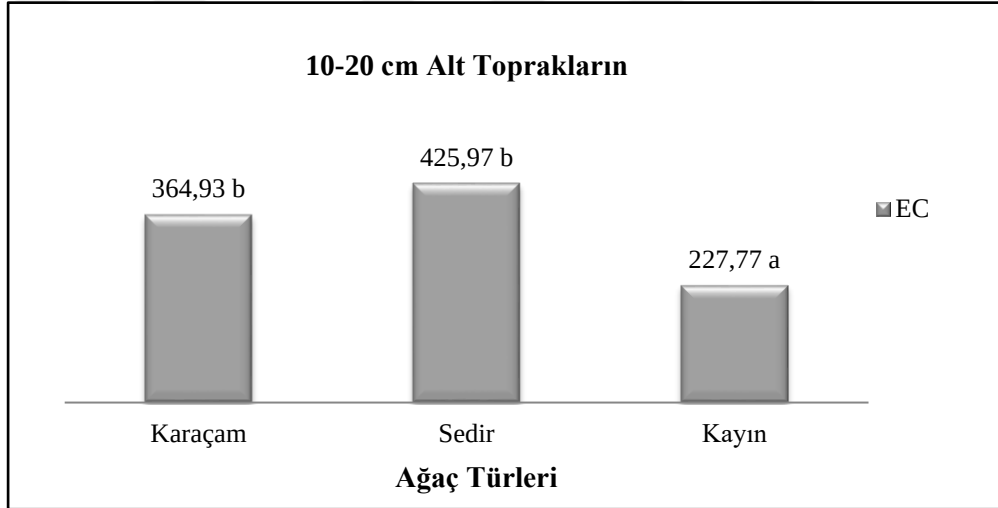
Araştırma sahalarındaki alt toprak EC değerlerinin basit varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan alt toprakların pH ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.40). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına

göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait üst topraklarının ortalama EC değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.39; Şekil 4.20).

Çizelge 4.39. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların EC minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	10-20 cm Alt Toprakların EC Değerleri ($\mu\text{S m}^{-1}$)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	203,00	77,00	98,00
Maximum	608,00	803,00	502,00
Ortalama	364,93 b	425,97 b	227,77 a
Standart S.	103,76	187,72	82,22

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.



Şekil 4.20. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların EC değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.40. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların EC değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
EC	Gruplar Arası	618230,00	2	309115	17,58	0,000**
	Gruplar İçi	1530184,20	87	17588,32		
	Total	2148414,20	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Araştırma sahalarında 10-20 cm derinlik kademesi topraklarının ortalama EC değerleri kısmen istatistiksel olarak üst topraklara göre değişim göstermiştir. Karaçam ve

sedir topraklarında EC değerlerinde önemli derecede azalma gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak ibreli ağaç türlerinin toprak yüzeyine yıl boyunca kazandırdıkları ölü örtünün ayrışması sonucu açığa çıkan katyonların çoğunlukla üst toprak kademesinde tutulduğu, alt topraklara kadar ulaşmadığı belirlenmiştir.

İbreli ağaç türlerine ait toprakların EC değerlerinin kayın meşcerelerine göre daha yüksek olması bu türlerin ibrelerinde katyon içeriğinin daha fazla oluşu veya daha hızlı toprağa karışması ile açıklanabilir. Topraklarda tuzluluğun oluşmasına esas kaynak anakayaları oluşturan mineral bileşimleridir. Toprakların tuzluluk miktarında $4000 \mu\text{S m}^{-1}$ eşik değer olarak belirlenmiştir. Bu değerden fazla olan topraklar tuzlu toprakları olarak sınıflandırılır (Sumner, 1995). Araştırma alanı verileri bu eşik değerinin çok altında olması tuzluluk probleminin olmadığını göstermektedir.

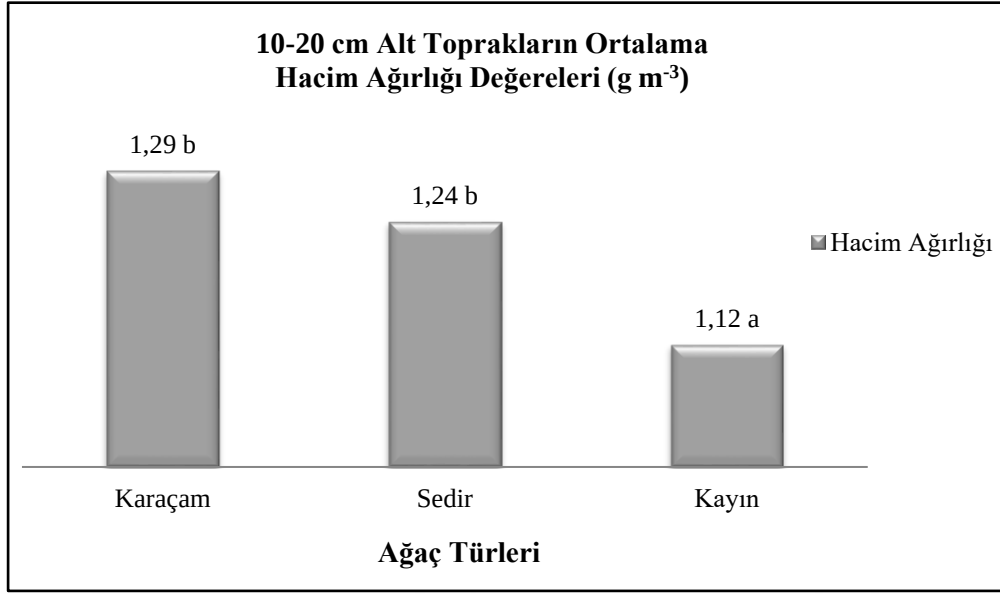
Araştırma alanlarına ait alt kademe topraklarının hacim ağırlıkları kayında $1,12 \text{ g cm}^{-3}$, sedirde $1,24 \text{ g cm}^{-3}$ ve karaçamda $1,29 \text{ g cm}^{-3}$ bulunmuştur. Ağaç türü farklılıklarının toprakların hacim ağırlıklarını istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin alt topraklarına ait hacim ağırlığı (g cm^{-3}) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.41 te verilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlığı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$.

Değerler	10-20 Alt Toprakların Hacim Ağırlığı Değerleri (g cm^{-3})		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	0,84	0,93	0,81
Maximum	1,65	1,64	1,38
Ortalama	1,29 b	1,24 b	1,12 a
Standart S.	0,20	0,16	0,15

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının 10-20 cm derinlik kademelerindeki alt toprak hacim ağırlıklarının varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın toprakların hacim ağırlığı ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P < 0,05$) (Çizelge 4.42). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; sedir ve karaçam meşcereleri ile kayın meşcereleri topraklarının ortalama hacim ağırlıkları farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.41; Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlığı değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.42. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlıkları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
HA (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0,20	2	0,08	7,06	0,001**
	Gruplar İçi	0,90	87	0,01		
	Total	1,10	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprakların hacim ağırlıkları bitkilerin kök yoğunluğu, organik madde miktarı, taşlılık ve toprak tekstürü gibi faktörler tarafından önemli derecede etkilemektedir. Kum yüzdesi fazla olan toprakların hacim ağırlıkları 1,19 g cm⁻³ ile 1,67 g cm⁻³ arasında; kil içeriği fazla olan topraklarda ise 0,92 g cm⁻³ ile 1,32 g cm⁻³ arasında değiştiği belirtilmektedir (Kantarıcı, 2000). Araştırma alanlarında kayın meşçeresinin kil yüzdesi diğer meşçerelerden daha fazla olması hacim ağırlığını düşürdüğü düşünülmektedir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa'da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçaağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki hacim ağırlıkları araştırmışlardır. 5-15

cm derinlik kademesinde hacim ağırlıklarını sırasıyla 1,11; 1,26; 1,14; 1,18; 1,16 ve 1,23 g cm⁻³ olarak bulunmuştur.

Araştırma alanlarının alt kademe topraklarının ortalama tane yoğunlukları sırasıyla kayında 2,60 g cm⁻³, karaçamda 2,66 g cm⁻³ ve sedirde 2,70 g cm⁻³ bulunmuştur. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların tane yoğunluklarını istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcereleri topraklarına ait tane yoğunluğu (g cm⁻³) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.43 te verilmiştir.

Araştırma sahalarındaki alt kademe topraklarının tane yoğunlukları varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın toprakların tane yoğunlukları ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.44). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait toprakların ortalama tane yoğunluğu değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.43; Şekil 4.22).

Çizelge 4.43. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunluğu minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

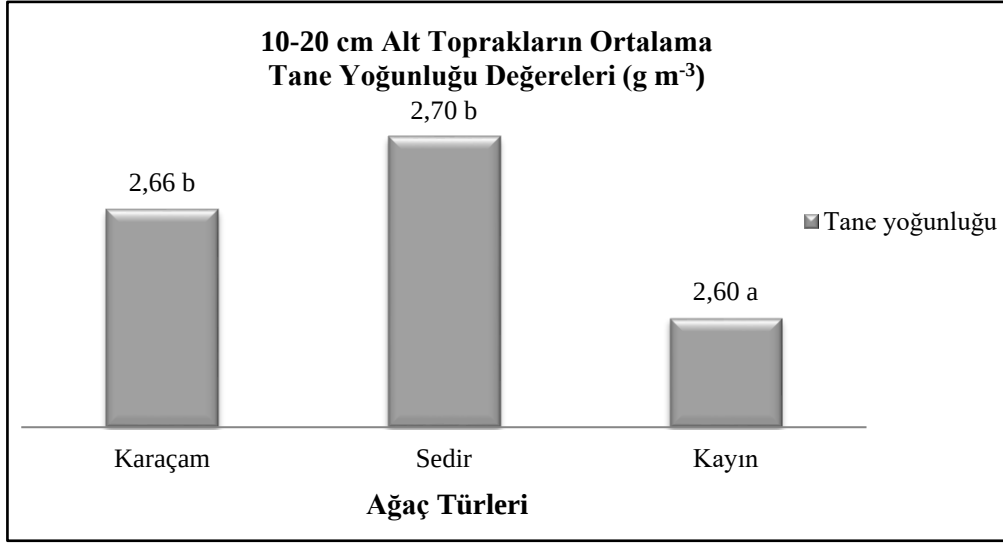
10-20 cm Alt Toprakların Tane Yoğunluğu Değerleri (g cm ⁻³)			
Değerler	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	2,25	2,45	2,42
Maximum	2,84	2,89	2,80
Ortalama	2,66 b	2,70 b	2,60 a
Standart S.	0,13	0,09	0,09

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.44. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunlukları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
TY (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0,20	2	0,08	7,06	0,001**
	Gruplar İçi	0,90	87	0,01		
	Total	1,10	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.22. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunluğu değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Toprakların belirli bir hacminin ağırlığı olarak tanımlanan tane yoğunluğu, toprakların yapısına ve mineral bileşimine bağlı olarak değişmektedir (Brady, 1990). Araştırma alanlarında en yüksek kil miktarının kayın meşcereleri topraklarında bulunması toprakların tane yoğunluklarında da önemli etkisi olmuştur. Kil içeriği fazla olan topraklarda toprak havası daha fazladır ve birim hacimdeki madde miktarı azalmaktadır. Tane yoğunluğu değerleri alt kademe (10-20 cm) topraklarında üst kademe toprakların göre daha fazla bulunmuştur. Bunun nedeni olarak üst kademe toprakların organik karbon içeriklerinin daha fazla olmasıdır. Organik madde miktarı fazla olan toprakların tane yoğunlukları az olana göre daha düşüktür (Kantarıcı, 2000).

Araştırma alanlarının 10-20 cm alt kademe topraklarının ortalama gözenek hacmi yüzdeleri sırasıyla; karaçamda % 51,51, sedirde % 53,94 ve kayında % 56,80 bulunmuştur. Bu değerlere göre en yüksek ortalama gözenek hacmi kayın topraklarında en düşük gözenek hacmi ortalaması ise karaçamda tespit edilmiştir. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların gözenek hacmini istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarına gözenek hacmi (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.45 te verilmiştir.

Çizelge 4.45. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

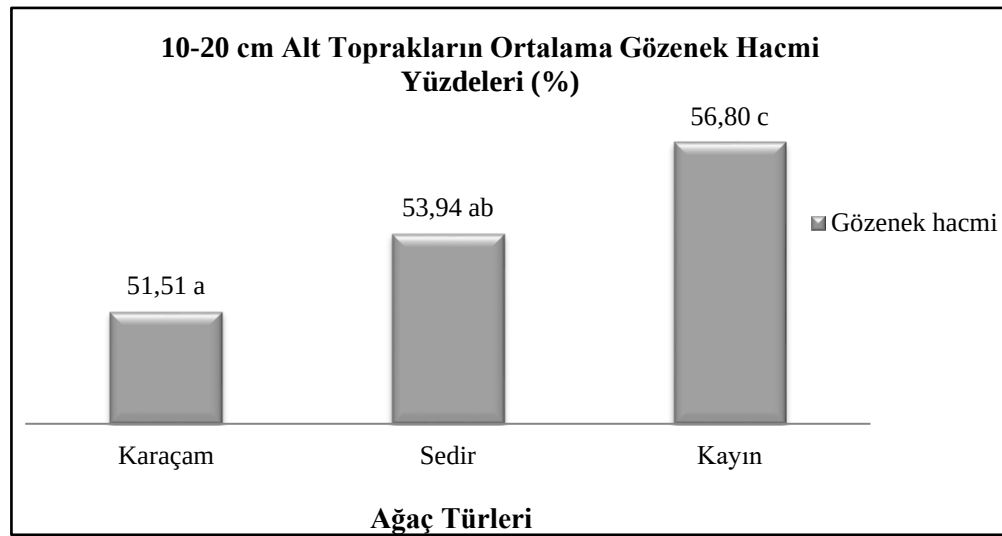
10-20 cm Alt Toprakların Gözenek Hacmi (%) Değerleri			
Değerler	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	38,66	40,08	46,30
Maximum	66,67	67,68	69,49
Ortalama	51,51 a	53,94 ab	56,80 b
Standart S.	7,73	6,18	6,07

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.46. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
GH (%)	Gruplar Arası	421,10	2	210,53	4,85	0,010**
	Gruplar İçi	3777,10	87	43,41		
	Total	4198,10	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.23. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Araştırma sahalarına ait toprakların gözenek hacimlerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın toprakların gözenek hacmi ortalama yüzdeleri birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.46). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; sedir ve kayın meşcereleri ile karaçam meşcereleri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.45; Şekil 4.23).

Alt kademe (10-20 cm) topraklarında kayın topraklarının gözenek hacim yüzdesi diğer meşcere topraklarından daha yüksektir. Bunun nedeni kayın ormanların içerdiği kil miktarından veya kök sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Kil miktarının fazla olması gözenek hacmini arttırmaktadır (Brady, 1990; Çepel, 1995; Özhan, 2004). Kara ve Bolat (2008b) bir çalışmalarında toprakların kil miktarının gözenek hacmi ile önemli ve pozitif ilişki gösterdiği belirtmiştir.

Araştırma alanlarındaki alt toprakları (10-20 cm) ortalama organik C içeriği en yüksek sedir meşcerelerinde (% 3,97) en düşük ise kayın meşcerelerinde (% 2,19) bulunmuştur. Karaçam meşcerelerinin üst topraklarının organik C miktarı ise % 2,31'dir. Karaçam, kayın ve sedir toprakları OC bakımından farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların organik C içeriklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın topraklarının organik karbon (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.47 te verilmiştir.

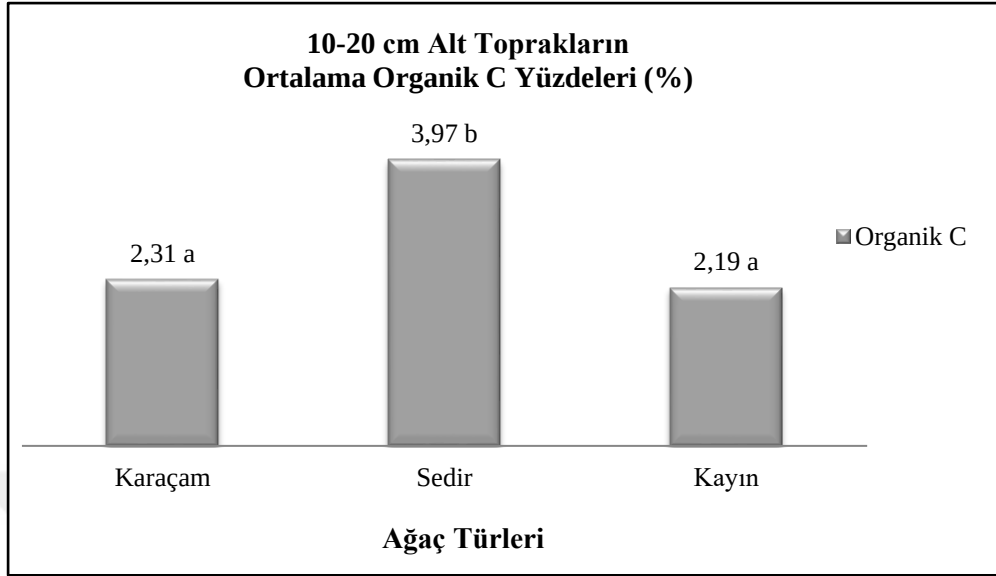
Çizelge 4.47. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	10-20 cm Alt Toprakların Organik C (%) Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	1,20	0,57	0,93
Maximum	4,01	6,15	3,34
Ortalama	2,31 a	3,97 b	2,19 a
Standart S.	0,82	1,64	0,71

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının alt toprak organik C yüzdelerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın toprakların istatistiksel olarak birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.48). Farklı grupları tespit

etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve kayın meşcereleri ile sedir meşcereleri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.47; Şekil 4.24).



Şekil 4.24. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.48. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C _{org} (%)	Gruplar Arası	59,30	2	29,67	22,95	0,000**
	Gruplar İçi	112,50	87	1,29		
	Total	171,90	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprakların yüzeyinde bulunan ölü bitki ve hayvan artıklarının ayrıştırılması ve yine hayvan ve iklim etkisi ile topraklara karışması ile toprak karbonu dediğimiz kavram oluşmuştur. Araştırma sahalarından sedir meşceresi topraklarında organik C miktarı en yüksek bulunmuştur. Sedir ormanlarındaki ağaçlar üzerlerinde sürekli olarak yaprak ve kozalak bulundurduğu için toprak yüzeyine yıl boyunca organik materyal girişi olmaktadır. Karaçam meşcereleri de yine aynı özelliktedir. Ancak karaçam ibrelerinin ağaçlar üzerinde durma süresi sedir ağaçlarına nazaran daha fazladır. Bununla birlikte sedir topraklarının taşlılık oranının diğer türlere nazaran daha fazla olduğu dolayısı ile topraklarda makro

gözeneklerin fazla olması toprak yüzeyindeki ölü örtüden ayrılan serbest haldeki karbonun yağış suları ile yıkanarak toprağın derinlerine doğru ilerlediği düşünülmektedir.

Bunun yanında genellikle toprakların üst kesimlerinden alt kısımlarına doğru gidildikçe organik madde miktarı azalacağı için farklı ağaçlar altındaki toprakların hepsinde organik karbon miktarı azalmıştır. Ancak bu azalma olayı karaçam ve kayın ormanlarında görülmüştür. Arazi çalışmaları sırasında sedir topraklarında bol miktarda toprak canlılarının (solucan, kene, kırkayak...vb) bulunduğu, diğer ağaçların bulunduğu topraklarda ise rastlanmamıştır. Toprak canlılarının ölü örtü ayrışmasında ve toprağa karıştırılmasındaki rolü toprak sağlığı ve verimliliği açısından oldukça önemlidir.

Toprak organik C içeriği; toprak tekstürü, toprak işleme, iklim ve vejetasyon tipi olmak üzere 4 ana faktör tarafından etkilenmektedir (Plaster, 1992). Ayrıca, araştırmanın gerçekleştirildiği farklı tür orman ekosistemlerinde türden kaynaklı farklılıkları ortaya koymak için mümkün olduğunca benzer edafik, iklimatik ve fizyografik faktörler altında gelişen meşcereler seçilmiştir. Bu şekilde farklı tür meşcerelerin topraklarında tutulan organik C içeriğinin önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar farklı yöre ve türlerde yapılan bazı araştırmalar ile paralellik göstermiştir.

Kara (2002) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Şarapnel yöresi kayın meşcerelerinde üst toprakların organik C miktarının % 5,23 ile % 7,81 arasında, meşe meşcerelerinde % 4,42 ile % 7,70 arasında ve karaçam meşcerelerinde ise % 4,02 ile 6,19 arasında; Kadıncık yöresi kayın meşcerelerinde üst toprakların organik C miktarının % 8,03 ile % 12,07 arasında, meşe meşcerelerinde % 6,84 ile % 9,44 arasında ve karaçam meşcerelerinde ise % 7,24 ile 9,59 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Satti ve ark. (2003) gerçekleştirdikleri çalışmada; iğne yapraklı üç farklı türe ait meşcerelerin toprak C_{org} içeriklerinin % 4 ile % 7,4 arasında, herdem yeşil üç farklı türe ait meşcerelerin toprak C_{org} içeriklerinin % 5,4 ile 10,8 arasında ve yaprağını döken dört farklı meşcerelerin toprak C_{org} içeriklerinin % 7,4 ile % 14,2 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Mahia ve ark. (2006) İspanya'da granit ve şist anakayaları üzerinde doğal olarak yetişmiş fıstık çamı ve sarıçam meşcerelerinin üst topraklarındaki organik C miktarlarını araştırmışlardır. Granit anakayasındaki fıstıkçamı meşcerelerinde toprak organik C miktarların % 3,9 ile % 13,8 arasında değişirken sarıçam meşcerelerinde ise % 4,3 ile % 16,2 arasında değiştiği; şist anakayası üzerindeki fıstıkçamı meşcerelerinde % 2,2 ile % 4,3

arasında, sarıçam meşcerelerinde ise % 5,3 ile % 13,1 arasında değişen değerler bulunmuştur.

Kara ve ark. (2008) Bartın'ın göknar-kayın karışık meşcereleri ile saf meşe meşcerelerinin organik C miktarlarını incelemiş ve meşe meşcerelerinin organik C içeriklerinin (% 3,85) istatistiksel olarak önemli derecede göknar-kayın meşceresinden (% 5,96) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Başka bir çalışmada organik C içerikleri kayın meşceresindeki % 4,29, göknar meşceresinde % 6,09 ve göknar-kayın meşceresinde ise % 4,51 olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada tür farkının toprakların organik C miktarına istatistiksel olarak etki ettiği ifade edilmiştir ($P<0,005$).

Birçok çalışmada ibre yapraklı ormanlardaki toprak organik C içeriğinin yaprağını döken geniş yapraklı türlere nazaran daha yüksek bulunmuştur (Diaz-Ravina ve ark., 1995; Upadhyaya ve ark., 2004). Fıstık çamı ve saplı meşe ormanlarının üst topraklarının organik C içeriklerini inceledikleri çalışmada, fıstık çamı meşcereleri topraklarının ortalama % 8,5 C_{org} ve saplı meşe meşcereleri topraklarının ise % 2,6 C_{org} içerdikleri tespit edilmiştir (Diaz-Ravina ve ark., 1995). Diğer bir çalışmada bambu sahalarının ve çam ormanlarının üst topraklarının içerdiği organik karbon miktarı araştırılmış ve çam ormanlarındaki toprak organik C miktarı (% 4,06) bambu plantasyon sahalarından (% 3,85) daha fazla bulunmuştur.

Araştırma alanlarındaki alt topraklarının ortalama toplam N miktarı en yüksek sedir meşcerelerinde (% 0,62) en düşük ise karaçam meşcerelerinde (% 0,12) bulunmuştur. Kayın meşcereleri topraklarının N_{toplam} miktarı ise % 0,18'dir. Kayın ve karaçam toprakları N_{toplam} miktarı bakımından aynı grupta, sedir meşcereleri ile farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların N_{toplam} içeriklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın topraklarının N_{toplam} (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Araştırma sahaları topraklarının N_{toplam} yüzdeleri varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan alt toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.50). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve kayın ile sedir toprakları farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.49; Şekil 4.25).

Çizelge 4.49. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması $n=90$.

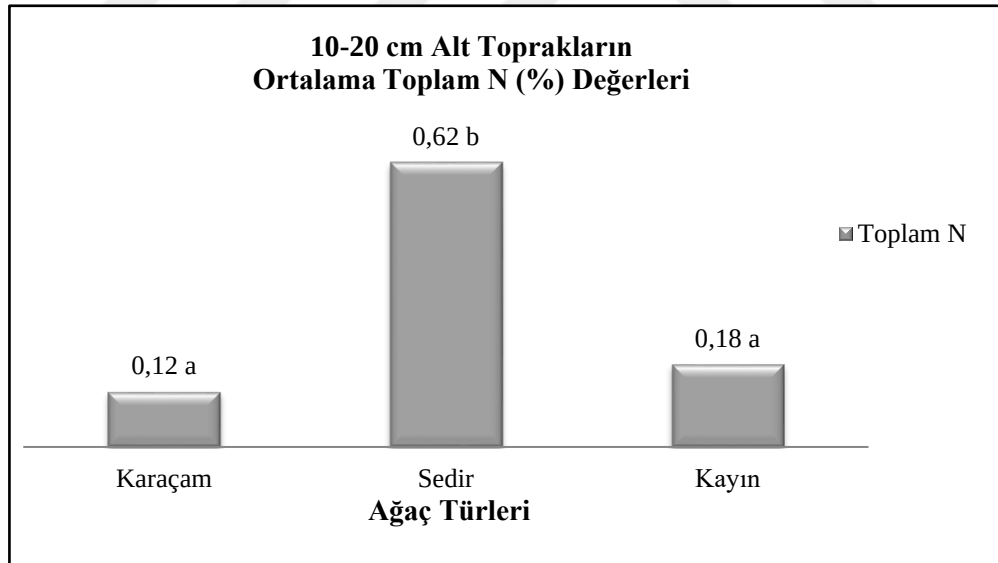
Değerler	10-20 cm Alt Toprakların Toplam N (%) Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	0,06	0,14	0,09
Maximum	0,21	1,47	0,32
Ortalama	0,12 a	0,62 b	0,18 a
Standart S.	0,04	0,37	0,06

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.50. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları ($n=90$).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
N_{toplam} (%)	Gruplar Arası	4,40	2	2,18	45,28	0,000**
	Gruplar İçi	4,20	87	0,05		
	Total	8,60	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.25. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların toplam N yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Alt toprak kademesindeki (10-20 cm) toplam azot miktarları karaçam ve kayın meşcerelerinde hemen hemen üst derinlik kademesinin yarısına kadar inmiştir. Sedir topraklarında da azalma olmuş, fakat bu azalma karaçam ve kayın topraklarındaki kadar

gözlemlenmemiştir. Bunun nedeninin ise karaçam ve kayın toprakları alt toprak kademesindeki organik madde miktarının azalmasına paralel olarak toplam azot miktarındaki düşüştür.

Topraklarda gerekli olan azotun alınabilmesi için organik materyalin ayrışma koşullarının iyi olması gerekmektedir. Ayrışmayı etkileyen faktörler de atık madde bileşimi, meşcere kuruluşu, türü, kapalılığı, iklim, yükselti ve toprak pH değerleri... gibi sayılabilmektedir (Çepel, 1996; Kantarcı, 2000).

Araştırma alanlarında en düşük toplam N değerine karaçam meşcereleri sahiptir. Karaçam meşcerelerinde ayrışma hızının yavaş olması ve yağış ile azotun yıkanarak uzaklaşması diğer türlere göre daha düşük azot miktarına sahip olmasına neden olmuştur.

Araştırma alanlarındaki alt topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranının en yüksek karaçam meşcerelerinde (% 19,16), en düşük ise sedir meşcerelerinde (% 7,51) bulunmuştur. Kayın meşcerelerinin alt topraklarının N_{toplam} miktarı ise % 12,21'dur. Karaçam, kayın ve sedir topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranı bakımından farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların C_{org}/N_{toplam} oranının istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarının C_{org}/N_{toplam} verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.51 te verilmiştir.

Araştırma sahalarının alt toprak C_{org}/N_{toplam} yüzdelerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın alt topraklarının birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.52). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.51; Şekil 4.26).

Çizelge 4.51. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

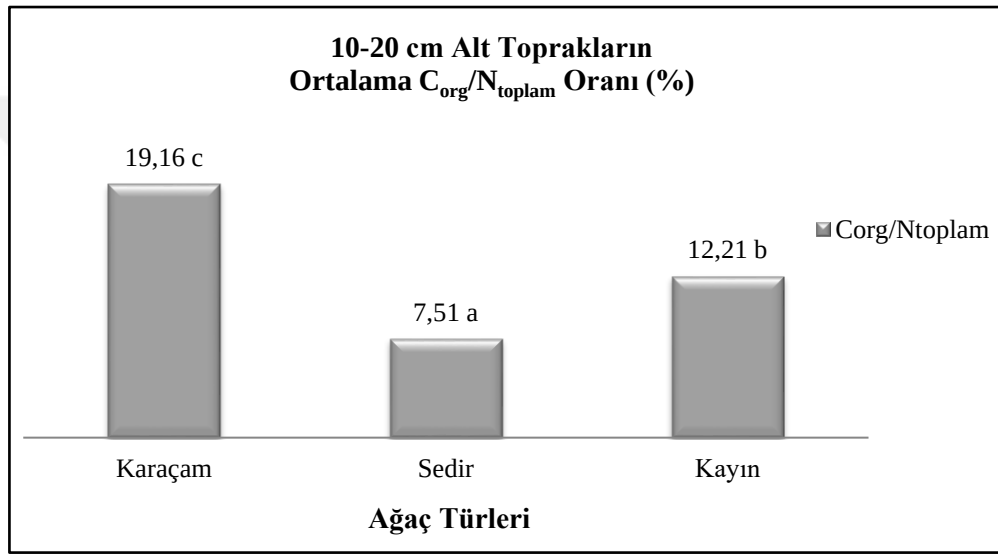
Değerler	10-20 cm Alt Toprakların C_{org}/N_{toplam} Oranları (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	10,39	3,07	8,91
Maximum	24,84	18,98	27,83
Ortalama	19,16 c	7,51 a	12,21 b
Standart S.	3,65	4,47	4,46

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.52. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org}/N_{toplam} (%)	Gruplar Arası	2057,7	2	1028,86	88,51	0,000**
	Gruplar İçi	1011,3	87	11,62		
	Total	3069	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.26. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Orman topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranının 3 ile 36 arasında değiştiği belirtmektedir (Çepel, 1996). Araştırma alanı topraklarının bu değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. Kantarcı (2000) C_{org}/N_{toplam} oranının 15 ten küçük olması durumunda ayrışmanın hızlı, 15-25 arasında ise yavaş ayrışma olduğu, 25 ten büyük olduğu durumlarda ise ayrışmanın durma aşamasına kadar gelebileceğini ifade etmiştir. Araştırma sahalarında karaçam meşcerelerinde C_{org}/N_{toplam} oranı yavaş, kayın ve sedir meşcerelerinde ise hızlı olduğu tespit edilmiştir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka'da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa'da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçaağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki C/N oranını belirlemişlerdir. 5-15 cm toprak derinliğinde ise sırasıyla 13,3; 14,2; 14,5; 13,6; 14,3 ve 13,6 olarak bulunmuştur.

Şentürk (2009) gerçekleştirdiği çalışmada farklı meşcerelerin üst topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranlarını araştırmış ve kayın meşceresinde 17,32; göknarda 20,08 ve göknar-kayın meşceresinde 17,37 olarak bulmuştur.

Farklı türlerden oluşan araştırma alanlarındaki 10-20 cm derinlik kademelerindeki alt toprakların toplam organik karbon (C_{org}) ve azot (N_{toplam}) stokları incelendiğinde; en düşük değerlerin 23,94 ton C/ha ile kayın ve 1,56 ton N/ha ile karaçam ormanlarında, en yüksek ise 48,23 ton C/ha- 7,66 ton N/ha ile sedir topraklarında bulunmuştur. Karaçam meşcereleri alt topraklarında ortalama C stok değeri 29,21 ton C/ha ve kayın N stok değeri ise 2,02 ton N/ha olarak bulunmuştur. Sedir topraklarının C_{org} ve N_{toplam} stoklarının karaçam ve kayın meşcerelerine ait topraklardan istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların C ve N stoklarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirlenmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın alt toprakların C_{org} ve N_{toplam} stok verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.53 te verilmiştir.

Çizelge 4.53. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stokları minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	10-20 cm Alt Toprakların C_{org} ve N_{toplam} Stokları (ton/ha)					
	Meşcere Tipleri					
	Karaçam		Sedir		Kayın	
	C	N	C	N	C	N
Minimum	14,07	0,64	9,34	2,21	12,18	1,11
Maximum	52,69	2,78	82,73	20,07	39,15	3,38
Ortalama	29,21 a	1,56 a	48,23 b	7,66 b	23,94 a	2,02 a
Standart S.	6,69	0,54	19,15	4,89	6,70	0,59

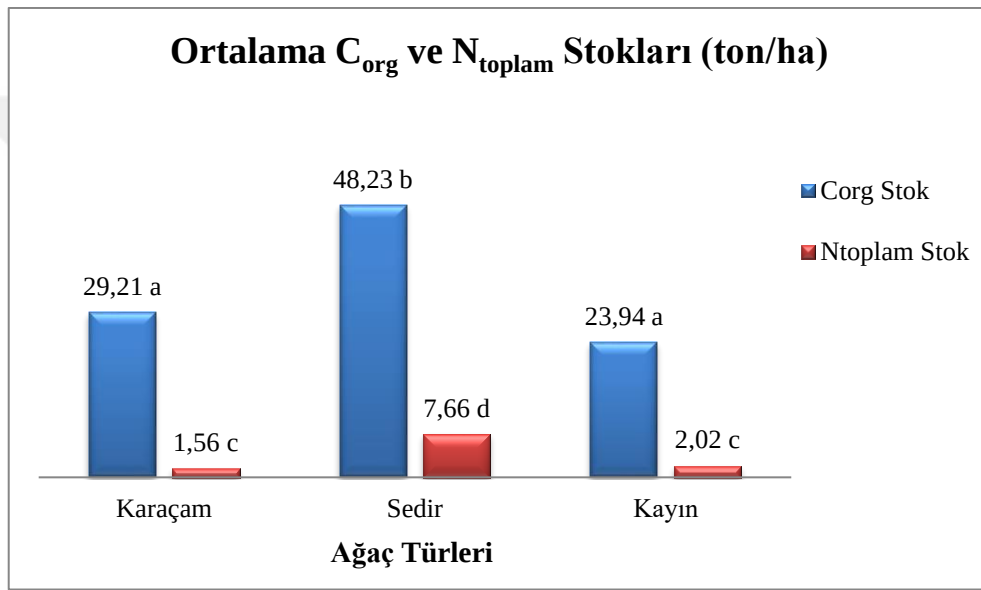
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının 10-20 cm alt toprak C_{org} ve N_{toplam} stoklarının varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan alt toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.54). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve kayın ile sedir meşcereleri iki farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.53; Şekil 4.27).

Çizelge 4.54. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stoklarının ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org} Stok	Gruplar Arası	9796,20	2	4898,1	29,06	0,000**
	Gruplar İçi	14662,60	87	168,54		
	Total	24458,80	89			
$N_{top.}$ Stok	Gruplar Arası	692,40	2	346,2	42,3	0,000**
	Gruplar İçi	712,00	87	8,18		
	Total	1404,50	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.27. Farklı ağaç türlerine ait 10-20 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stoklarının (ton/ha) ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Araştırma alanları 10-20 cm toprak derinliklerinde depolanan karbon ve azot miktarlarının incelendiğinde sedir alt topraklarında depolanan organik C ve toplam N miktarlarının karaçam ve kayın meşcerelerine göre önemli derecede yüksek çıkmıştır. Sedir alanlarında ayrışma hızının yüksek oluşu, toprak makro ve mikro canlı popülasyonunun fazla oluşu, toprak sıcaklık ve nem koşullarının diğer türlere göre daha uygun oluşu gibi faktörlerin etkilerinin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sedir ormanları genellikle sıg toprakların ve yarıklı çatlaklı yüzeye yakın anakayaların bulunduğu alanlarda yetişmektedir. Yani karbon ve azot depolayabilecek yüzeysel toprak alanının az olması dolayısı ile bu yarık çatlaklar arasındaki toprak kütlelerinde depolanmasından da kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa’da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akça ağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki karbon ve azot miktarlarını araştırmışlardır. 5-15 cm derinlikteki topraklarda depolanan C miktarı ise sırasıyla 27,3; 23,1; 22,0; 23,9; 26,4 ve 22,6 Mg ha⁻¹ olarak ve N stokları ise 2,13; 1,71; 1,55; 1,85; 1,88 ve 1,56 Mg ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Sarıyıldız ve ark. (2013) karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) topraklarının alt derinlik kademesinde (10-20 cm) depolanan C miktarını tespit etmeye çalışmışlardır. Çalışma sonunda; C stok miktarı en yüksek karaçamda en düşük ise kayın topraklarında bulunmuştur. Çalışmada vejetasyon türünün toprakta depolanan C miktarında etken rol oynadığı bildirilmiştir.

Sarıyıldız ve ark. (2016) Kastamonu’daki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), karaçam (*Pinus nigra* Arnold.), Uludağ göknarında (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaç türlerinde meşcere yaşının ve arazi kullanımlarının toprak C ve N içeriklerine etkilerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Sonuçlara göre en yüksek karbon depolaması karaçamda ve en düşük ise kayında olduğu belirlenmiştir.

Savacı (2017) Kastamonu’da farklı yetiştirme ortamlarındaki üst toprakların karbon ve azot depolama miktarlarını belirlemiştir. Bunun sonucunda, 5-10 cm topraklarda en düşük depolama kapasitesinin 66 yaşındaki göknar meşcerelerinde (4,9 ton C/ha ve 0,57 ton N/ha), en yüksek ise 306 yaşındaki göknar meşcerelerinde (46,8 ton C/ha ve 1,97 ton N/ha) tespit edilmiştir.

4.1.2.3. 20-30 cm Derinlik Kademesine Ait Toprakların Bazı Özellikler

Araştırma sahası 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların tane boyutları incelendiğinde; ortalama kum miktarları bakımından kayın meşcerelerine ait topraklarda % 64,02, sedir topraklarında % 68,92 ve karaçam topraklarında % 74,38; ortalama toz miktarları bakımından sedir meşcerelerine ait topraklarda % 14,80, kayın topraklarında % 13,68 ve karaçam topraklarında ise % 14,52; ortalama kil miktarları bakımından karaçam % 11,11, sedir topraklarında % 16,28 ve kayın meşceresi topraklarında ise % 22,13 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.55). Aynı anakaya üzerinde yetişen farklı tür ağaçların bulunduğu çalışma alanlarının ortalama % kum, % toz ve % kil miktarlarına göre uluslararası tekstür

sınıfı esas alındığında kayın meşcerelerinin toprak türü kumlu killi balçık iken sedir ve karaçam meşcerelerinin toprak türleri kumlu balçık oldukları; Amerikan tekstür sınıfı esas alındığında ise sınıflandırmanın yine değişmediği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.55. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

Meşcere Tipleri	Değerler	Tekstür (%)		
		Kum	Toz	Kil
Karaçam	Minimum	57,97	6,11	2,58
	Maximum	87,21	20,70	23,38
	Ortalama	74,38 b	14,52 b	11,11 a
	Standart S.	6,68	3,53	5,42
Sedir	Minimum	59,97	6,14	7,93
	Maximum	82,7	19,54	23,97
	Ortalama	68,92 b	14,80 a	16,28 b
	Standart S.	5,78	3,03	4,79
Kayın	Minimum	55,46	10,40	13,70
	Maximum	73,17	19,16	27,75
	Ortalama	64,02 a	13,68 a	22,13 c
	Standart S.	4,86	2,07	4,09

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

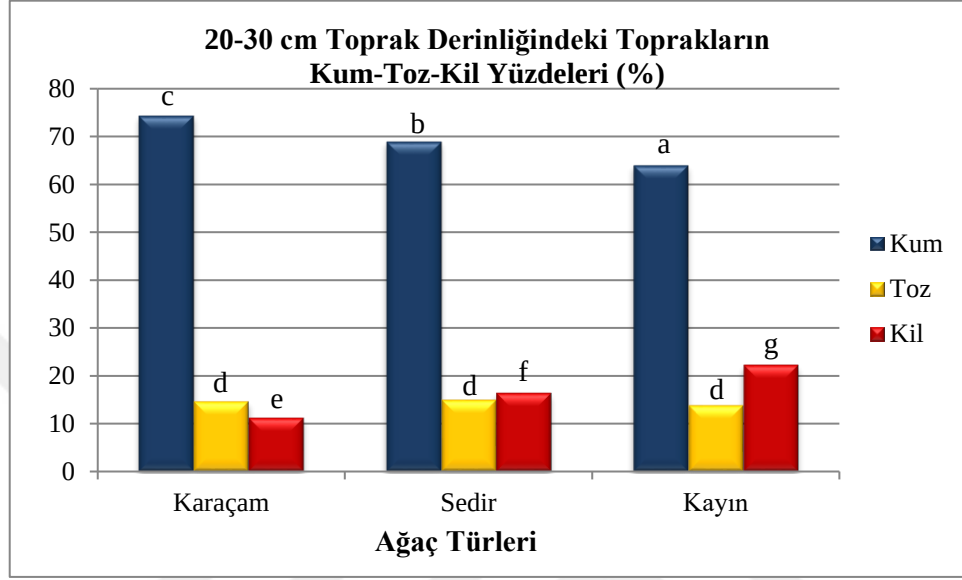
Çizelge 4.56. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Kum (%)	Gruplar Arası	1557,6	2	778,8	22,97	0,000**
	Gruplar İçi	2950,2	87	33,91		
	Total	4507,8	89			
Toz (%)	Gruplar Arası	20,5	2	10,27	1,19	0,309
	Gruplar İçi	751,6	87	8,64		
	Total	772,1	89			
Kil (%)	Gruplar Arası	1824,1	2	912,06	39,59	0,000**
	Gruplar İçi	2004,1	87	23,04		
	Total	3828,2	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Araştırma sahalarındaki 20-30 cm derinlik kademesindeki toprak verilerinin varyans analizleri sonucunda; farklı tür ağaçların bulunduğu alanlardaki ortalama kum ve kil yüzdelerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu ($P<0,05$), toz yüzdesi

bakımından fark olmadığı ($P>0,05$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.56). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait toprakların (20-30 cm) ortalama kum ve kil miktarları bakımından farklı gruplarda yer alırken, toz miktarı bakımından gruplandırma yapılamamıştır (Çizelge 4.55; Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların % kum, % toz ve % kil miktarlarının ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir ($n=90$).

Araştırma sahaları 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların kum yüzdelерinin fazla olması nedeniyle tekstür sınıfının hafif bünyeli (kumlu killi balçık, kumlu balçık) olmasını sağlamıştır. Bilindiği üzere toprak yüzeyinden derinliklere doğru inildikçe kum oranında azalma, kil oranında ise artış gözlemlenmektedir. Bunun nedeninin doğal ortamlar olan ormanlarda toprak karıştırma olayı olmadığı için zaman içerisinde yağışlarla toprak yüzeyinden yıkanan kolloid maddeler ve kil alt tabakalara doğru taşınmaktadır. Bu yüzden araştırma alanındaki topraklarda da derinliklere inildikçe kil miktarında artış gözlemlenmiştir.

Farklı ağaç türlerinden oluşan meşcerelerdeki 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların reaksiyonlarının (pH) ortalamaları karşılaştırılmıştır ve ağaç türünün toprakların pH değerini istatistiksel olarak etkiledikleri belirlenmiştir. Alt toprakların pH değerleri bakımından en yüksek sedir (7,25) iken en düşük kayında (5,14) bulunmuştur. Karaçam topraklarında bu değer 6,57 olarak bulunmuştur. Kayın topraklarının şiddetli asit karakteristiği göstermesine karşın, karaçam toprakları çok hafif asit ve sedir toprakları ise

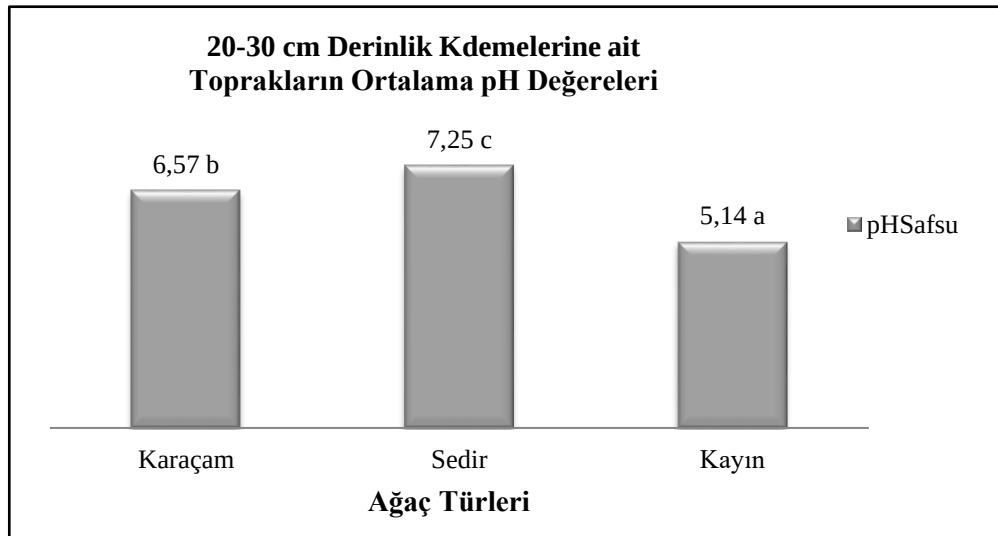
çok hafif alkali karakterde reaksiyon göstermiştir. Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerine ait toprakların reaksiyonu verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.57’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.57. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların pH Değerleri		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	5,53	6,35	4,03
Maximum	7,59	7,94	6,25
Ortalama	6,57 b	7,25 c	5,14 a
Standart S.	0,63	0,50	0,59

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarına ait alt toprak pH değerlerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların pH ortalama değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.58). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait topraklarının ortalama pH değerlerinin her biri farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.57; Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.58. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların pH değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
pH _{safsu}	Gruplar Arası	69,9	2	34,94	105,55	0,000**
	Gruplar İçi	28,8	87	0,33		
	Total	98,7	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Sedir ormanlarında pH değeri en yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni sedir ormanlarının kireç taşı anakayası üzerindeki yarık ve çatlaklarda oluşan sığ taşlıklılı topraklarda gelişim gösterdiğinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca sedir ibrelerinin Ca^{++} içeriği bakımından zengin olması ayrıışan ölü örtüden üst toprağa serbest halde geçen Ca^{++} miktarından da kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Alt kademe topraklarının (20-30 cm) elektriksel iletkenlikleri incelendiğinde en yüksek sedir meşcerelerinde ($389,73 \mu S m^{-1}$) en düşük ise kayın meşcerelerinde ($206,13 \mu S m^{-1}$) bulunmuştur (Şekil 4.30). Karaçam meşcerelerinin alt topraklarında bu değer $328,93 \mu S m^{-1}$ olarak bulunmuştur. Farklı meşcerelere ait alt toprakların EC değerleri istatistiksel olarak önemli farklar bulunmuştur ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın topraklarına ait elektriksel iletkenlik (EC) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.59’da verilmiştir.

Araştırma sahalarındaki toprakların EC değerlerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan toprakların ortalama EC değerlerinin birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.60). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve sedir ile kayın farklı iki grupta yer almıştır (Çizelge 4.59; Şekil 4.30).

Çizelge 4.59. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların EC minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

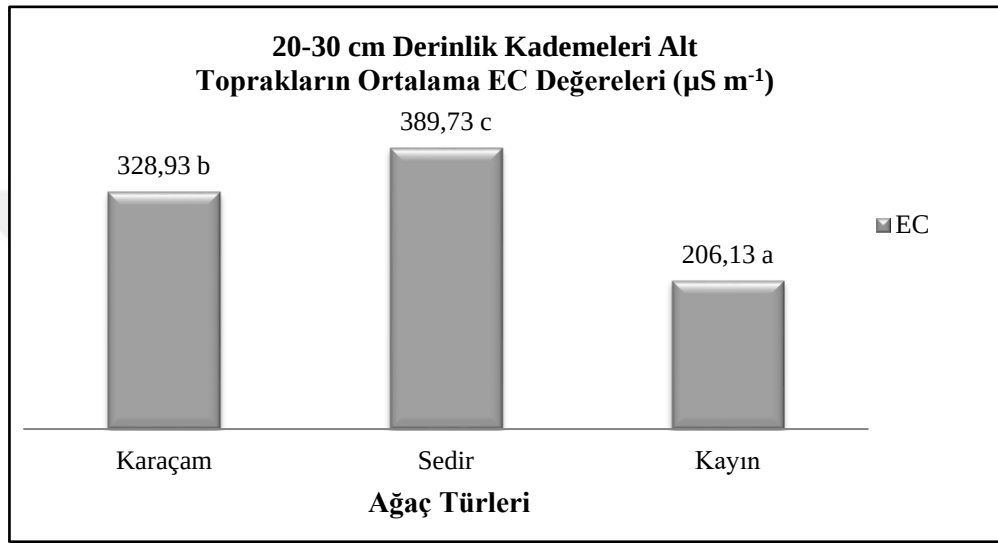
20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların EC Değerleri ($\mu S m^{-1}$)			
Değerler	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	33,00	79,00	97,00
Maximum	641,00	732,00	378,00
Ortalama	328,93 b	389,73 b	206,13 a
Standart S.	128,25	182,52	78,00

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.60. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların EC değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
EC	Gruplar Arası	524854,4	2	262427,2	14,1	0,000**
	Gruplar İçi	1619611,2	87	18616,22		
	Total	2144465,6	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.30. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama EC değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Araştırma alanı verileri Sumner (1995) tarafından belirlenen $4000 \mu\text{S m}^{-1}$ sınır değerinin çok altında olması tuzluluk probleminin olmadığını göstermektedir.

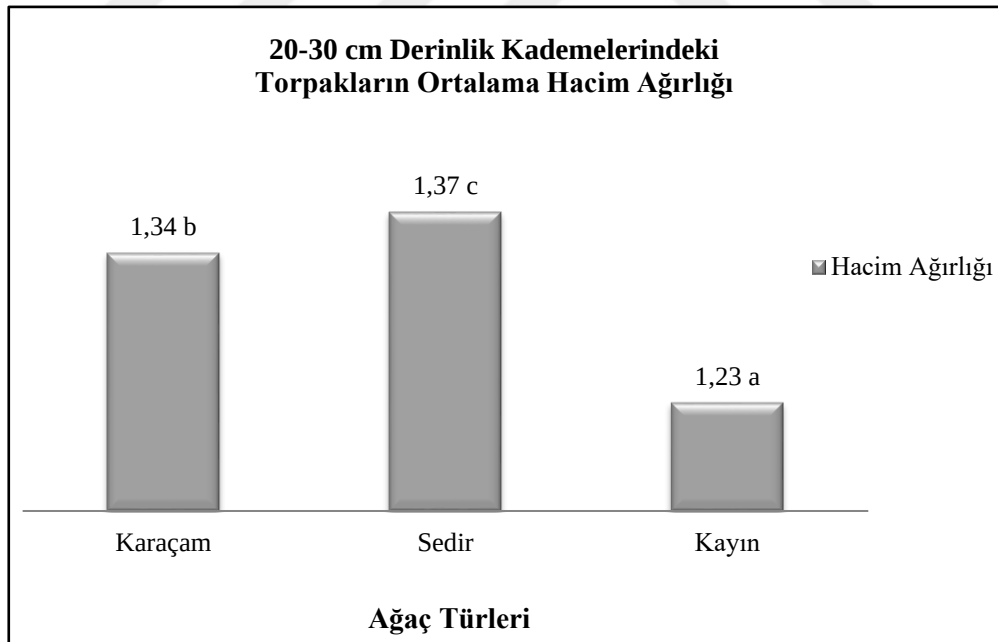
Araştırma alanlarına ait alt kademe (20-30 cm) topraklarının hacim ağırlıkları belirlenmiştir. Ortalama hacim ağırlıkları; kayında $1,23 \text{ g cm}^{-3}$, sedirde $1,37 \text{ g cm}^{-3}$ ve karaçamda $1,34 \text{ g cm}^{-3}$ bulunmuştur. Bu ortalama değerlere göre karaçam ve sedir toprakları aynı grupta yer almışken kayın ise farklı grupta yer almıştır. Ağaç türü farklılıklarının toprakların hacim ağırlıklarını istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P < 0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin alt topraklarına ait hacim ağırlığı (g cm^{-3}) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.61’ de verilmiştir.

Çizelge 4.61. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlığı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların Hacim Ağırlığı Değerleri (g cm ⁻³)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	1,03	1,04	0,77
Maximum	1,68	1,64	1,52
Ortalama	1,34 b	1,37 b	1,23 a
Standart S.	0,18	0,17	0,18

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki alt toprakların hacim ağırlıklarının varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın topraklarının ortalama HA değerleri bakımından önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.62). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; sedir ve karaçam meşcereleri ile kayın topraklarının ortalama hacim ağırlıkları farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.61; Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama hacim ağırlığı değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.62. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların hacim ağırlıkları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
HA (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0,4	2	0,18	6,03	0,004**
	Gruplar İçi	2,6	87	0,03		
	Total	2,9	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Araştırma sahalarındaki kum yüzdesinin fazlalığı hacim ağırlığı miktarının fazla olmasına neden olmuştur. Kum yüzdesi fazla olan toprakların hacim ağırlıkları 1,19 g cm⁻³ ile 1,67 g cm⁻³ arasında; kil içeriği fazla olan topraklarda ise 0,92 g cm⁻³ ile 1,32 g cm⁻³ arasında değiştiği belirtilmektedir (Kantarcı, 2000). Araştırma alanlarında alt kademe topraklarının hacim ağırlıkları değerlerinde yükselme gözlemlenmiştir. Bunun nedenin toprakların derinlikleri arttıkça organik madde miktarının ve kök miktarının azalmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa’da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki hacim ağırlıkları araştırmışlardır. 15-50 cm derinlik kademesinde hacim ağırlıklarını sırasıyla 1,43; 1,48; 1,41; 1,40; 1,40 ve 1,44 g cm⁻³ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan toprak derinliğinin artması ile hacim ağırlığında artış olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırma alanlarının alt kademe topraklarının ortalama tane yoğunlukları; kayında 2,66 g cm⁻³, sedirde 2,70 g cm⁻³ ve karaçamda 2,70 g cm⁻³ bulunmuştur. Bu ortalama değerlere göre kayın, sedir ve karaçam meşceresi toprakları aynı gruplarda yer almıştır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların tane yoğunluklarını istatistiki olarak etkilemediği tespit edilmiştir ($P>0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin üst topraklarına ait tane yoğunluğu (g cm⁻³) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.63’de verilmiştir. Araştırma sahalarının alt toprakların tane yoğunlukları varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların ortalama tane yoğunlukları değerlerinin istatistiksel olarak farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($P>0,05$) (Çizelge 4.64). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın türlerine ait alt

topraklarının ortalama tane yoğunluğu değerlerine göre aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 4.63; Şekil 4.32).

Çizelge 4.63. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunluğu minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

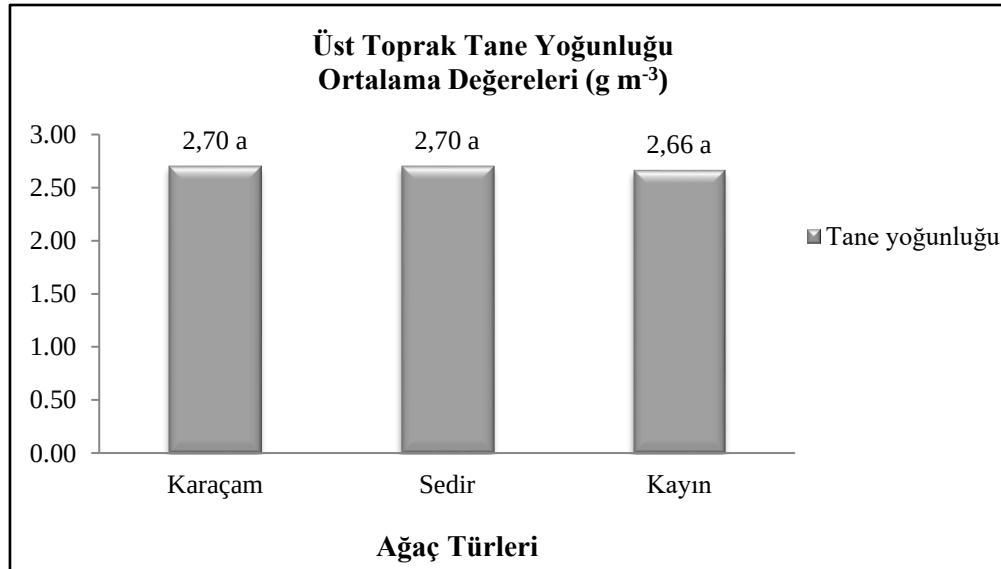
Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların Tane Yoğunluğu Değerleri (g cm ⁻³)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	2,29	2,53	2,48
Maximum	2,9	2,83	2,87
Ortalama	2,7 a	2,7 a	2,66 a
Standart S.	0,13	0,08	0,10

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.64. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların tane yoğunlukları ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
TY (g cm ⁻³)	Gruplar Arası	0	2	0,02	1,4	0,252
	Gruplar İçi	0,9	87	0,01		
	Total	0,9	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.32. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama tane yoğunluğu değerlerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Araştırma alanlarına ait toprakların tane yoğunlukları profil derinliklerine doğru gidildikçe artış göstermiştir. Bunun nedenin toprak derinliklerinde organik madde miktarının azalmasının önemli etkisi olduğu düşünülmektedir.

Araştırma alanlarının alt kademe topraklarının ortalama gözenek hacmi yüzdeleri; kayında % 53,81, sedirde % 49,15 ve karaçamda % 50,24 bulunmuştur. Bu değerlere göre en yüksek ortalama gözenek hacmi kayın topraklarında en düşük gözenek hacmi ortalaması ise sedirde tespit edilmiştir. Kayın ve sedir meşcereleri toprakları ile karaçam toprakları gözenek hacmi yüzdesi bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların gözenek hacmini istatistiki olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin topraklarına gözenek hacmi (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.65 te verilmiştir.

Çizelge 4.65. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların gözenek hacmi minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

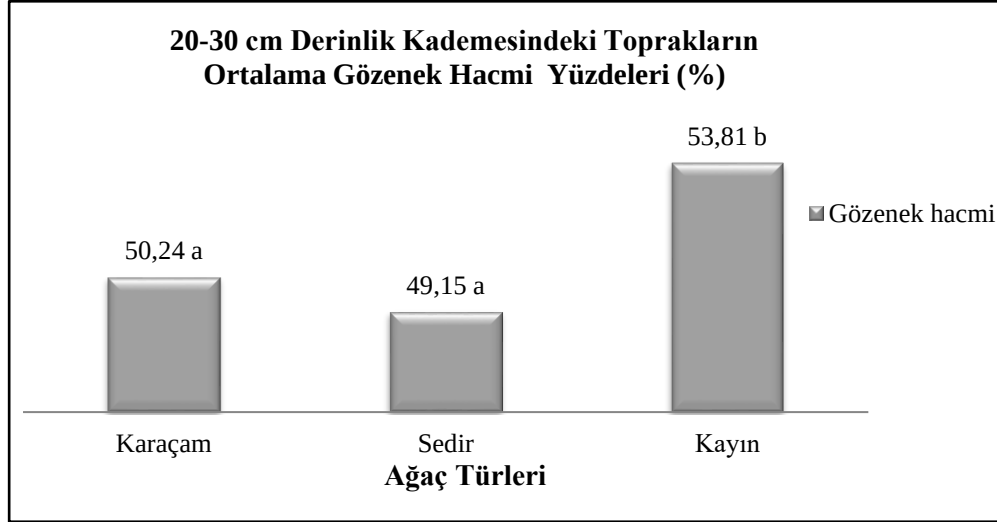
Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların Gözenek Hacmi (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	38,46	39,79	42,21
Maximum	62,95	60,14	72,30
Ortalama	50,24 a	49,15 a	53,81 b
Standart S.	6,15	5,80	6,30

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir

Çizelge 4.66. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama gözenek hacmi yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
GH (%)	Gruplar Arası	357,6	2	178,83	4,83	0,000**
	Gruplar İçi	3223	87	37,05		
	Total	3580,6	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.33. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama gözenek hacmi yüzdelерinin ağaç türlerine göre değışimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Alt topraklarının gözenek hacimleri ortalamalarının varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların gözenek hacmi ortalama yüzdeleri birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.66). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; sedir ve karaçam toprakları ile kayın toprakları farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.65; Şekil 4.33).

Toprakların gözenek hacmi bitki kök sistemine, toprak tekstürüne, strüküre, organik madde miktarına, toprak minerallerinin kristal yapılarına göre değışebilmektedir (Brady, 1990; Kantarcı, 2000). Kayın meşcereleri topraklarının gözenek hacim yüzdesi diğer meşcere topraklarından daha yüksektir. Bunun nedeni kayın ormanların içerdiği kil miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kil miktarının fazla olmasının gözenek hacmini arttırdığı bilinmektedir (Brady, 1990; Çepel, 1995; Özhan, 2004). Yapılan bir çalışmada toprakların kil miktarının gözenek hacmi ile önemli derecede pozitif ilişki gösterdiği bildirilmiştir (Kara ve Bolat 2008b). Bunun yanında kayın ormanlarında ilk 30 cm derinlikte kayın ormanlarında daha fazla kök yoğunluğuna rastlanması gözenek hacminin arttırdığı düşünülmektedir.

Araştırma alanlarındaki alt toprakların (20-30 cm) ortalama organik C içeriği en yüksek sedir meşcerelerinde (% 3,37), en düşük ise kayın meşcerelerinde (% 1,52) bulunmuştur. Karaçam meşcerelerinin alt topraklarının organik C miktarı ise % 1,71'dir.

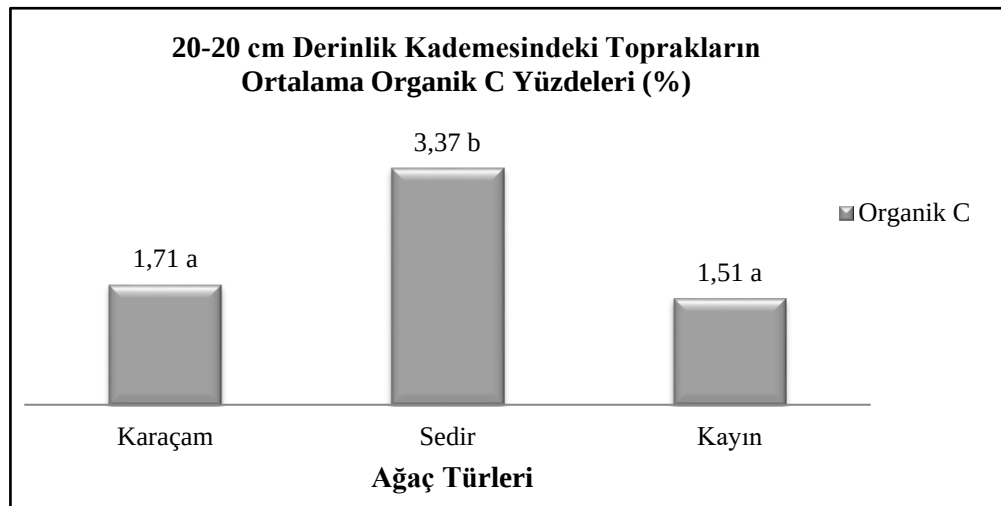
Karaçam, kayın ve sedir toprakları OC bakımından farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların organik C içeriklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın topraklarına organik karbon (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.67 te verilmiştir.

Çizelge 4.67. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların Organik C (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	0,48	0,41	0,69
Maximum	3,53	6,38	2,67
Ortalama	1,71 a	3,37 b	1,52 a
Standart S.	0,70	1,67	0,56

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahaları alt kademe toprakların organik C yüzdelerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.68). Farklı grupları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve kayın meşcereleri ile sedir meşcereleri iki farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.67; Şekil 4.34).



Şekil 4.34. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama organik C yüzdelerinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.68. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların organik C ortalama yüzde değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C _{org} (%)	Gruplar Arası	61,8	2	30,92	25,96	0,000**
	Gruplar İçi	103,6	87	1,19		
	Total	165,5	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Sedir ormanlarındaki alt toprakların organik C miktarları karaçam ve kayın topraklarında daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeninin sedir ormanlarında ayrışmanın hızlı olması sonucu mineralize olabilen karbonun toprak canlılar veya infiltrasyon ile toprakların derinliklerine doğru ilerlemesi olduğu düşünülmektedir. Bu durumda sedirde daha az miktarda organik C miktarında düşüş yaşanmasının nedeni olmuş olabilir. Genellikle toprak derinliklerine gidildikçe toprak karbon ve azot miktarları bakımından azalma eğilimindedir.

Araştırma alanlarındaki alt topraklarının ortalama toplam N miktarı en yüksek sedir meşcerelerinde (% 0,557) en düşük ise karaçam meşcerelerinde (% 0,085) bulunmuştur. Kayın topraklarının N_{toplam} miktarı ise % 0,139'dır. Kayın ve karaçam toprakları N_{toplam} miktarı bakımından aynı grupta, sedir meşcereleri ile farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların N_{toplam} içeriklerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir (P<0,05). Karaçam, sedir ve kayın topraklarının N_{toplam} (%) verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.69 te verilmiştir.

Çizelge 4.69. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma yüzdeleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların Toplam N (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	0,02	0,13	0,06
Maximum	0,15	1,51	0,28
Ortalama	0,085 a	0,557 b	0,139 a
Standart S.	0,08	0,37	0,06

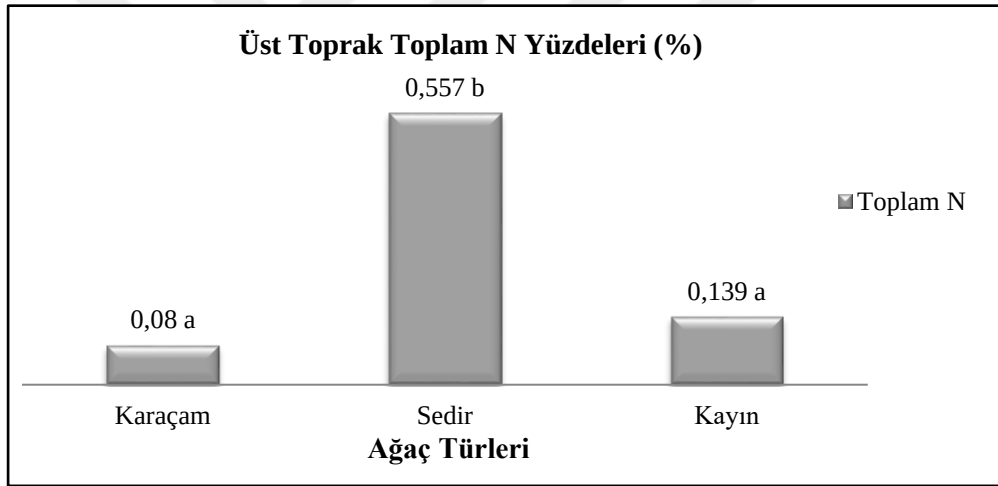
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının alt kademe topraklarının N_{toplam} yüzdeleri varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.70). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve kayın toprakları ile sedir toprakları iki farklı grupta yer almıştır (Çizelge 4.69; Şekil 4.35).

Çizelge 4.70. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
N_{toplam} (%)	Gruplar Arası	4,0	2	2	42,12	0,000**
	Gruplar İçi	4,1	87	0,05		
	Total	8,1	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.35. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama toplam N yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

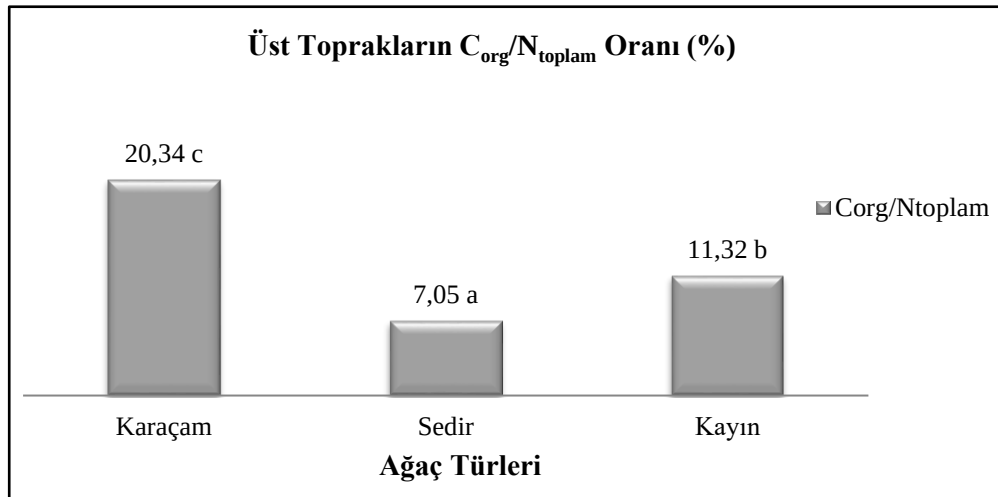
Araştırma sahaları 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların toplam N içerikleri üst derinlik kademelerine göre dereceli olarak azalmıştır. Bunun nedeni alt derinlik kademelerindeki organik madde miktarının daha az olmasıdır. Toprak azotu organik maddenin mikroorganizmalar tarafından parçalanarak mineralizasyonu neticesinde toprağa karışmaktadır. Sedir topraklarının toplam N miktarının diğer türlerden daha fazla olmasının nedeni olarak yine bu topraklarda organik madde miktarının fazla olması ve ayrışma hızının diğer türlere göre daha hızlı gerçekleşmesi olduğu düşünülmektedir

Araştırma alanlarındaki alt topraklarının C_{org}/N_{toplam} oranının en yüksek karaçam meşcerelerinde (% 20,34), en düşük ise sedir meşcerelerinde (% 7,05) bulunmuştur. Kayın topraklarının N_{toplam} miktarı ise % 11,32'dir. Karaçam, kayın ve Sedir alt kademe topraklarının her biri C_{org}/N_{toplam} oranı bakımından farklı gruplarda yer almaktadır. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların C_{org}/N_{toplam} oranının istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği tespit edilmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve kayın topraklarının C_{org}/N_{toplam} verilerinden elde edilen minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.71'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.71. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n=90.

Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} Oranları (%)		
	Meşcere Tipleri		
	Karaçam	Sedir	Kayın
Minimum	10,94	2,36	7,77
Maximum	25,64	15,77	18,18
Ortalama	20,34 c	7,05 a	11,32 b
Standart S.	3,14	3,44	2,29

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.



Şekil 4.36. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama C_{org}/N_{toplam} yüzdelерinin ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.72. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org}/N_{toplam} ortalama değerlerinin ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C_{org}/N_{toplam} (%)	Gruplar Arası	2761,8	2	1380,88	148,59	0,000**
	Gruplar İçi	808,5	87	9,29		
	Total	3570,3	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Araştırma sahalarının alt kademe (20-30 cm) topraklarının C_{org}/N_{toplam} yüzdelerinin varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan üst toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4. 72). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam, sedir ve kayın meşcereleri farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4. 71; Şekil 4. 36).

Çepel (1996) orman topraklarımızın C_{org}/N_{toplam} oranının 3 ile 36 arasında değiştiğini belirtmektedir. Araştırma alanı üst topraklarının bu değerler arasında olduğu tespit edilmiştir. Kantarcı (2000) C_{org}/N_{toplam} oranının 15 ten küçük olması durumunda ayrışmanın hızlı, 15-25 arasında ise yavaş ayrışma olduğu, 25 ten büyük olduğu durumlarda ise ayrışmanın durma aşamasına kadar gelebileceğini ifade etmiştir. Araştırma sahalarında karaçam meşcerelerinde C_{org}/N_{toplam} oranına göre ayrışma hızının yavaş, kayın ve sedir meşcerelerinde ise hızlı olduğu tespit edilmiştir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa’da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçaağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki C/N oranını belirlemişlerdir. 15-30 cm toprak derinliğinde ise 12,7; 14,2; 14,5; 13,6; 14,3; 13,6 olarak bulunmuştur.

Farklı türlerden oluşan araştırma alanlarındaki alt kademe toprakların toplam organik karbon (C_{org}) ve azot (N_{toplam}) stokları incelendiğinde; en düşük değerlerin 18,15 ton C/ha ile kayın; 1,14 ton N/ha ile karaçam ormanlarında, en yüksek ise 45,50 ton C/ha-7,55 ton N/ha ile sedir ormanlarında bulunmuştur. Karaçam toprakları C_{org} stokları 22,74 ton C/ha ve kayın toprakların N_{toplam} stokları ise 1,67 ton N/ha olarak bulunmuştur. Sedir alt topraklarının C_{org} ve N_{toplam} stoklarının karaçam ve kayın meşcereleri üst topraklarından farklı olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türü farklılıklarının, toprakların C ve N stoklarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirlenmiştir ($P<0,05$). Karaçam, sedir ve

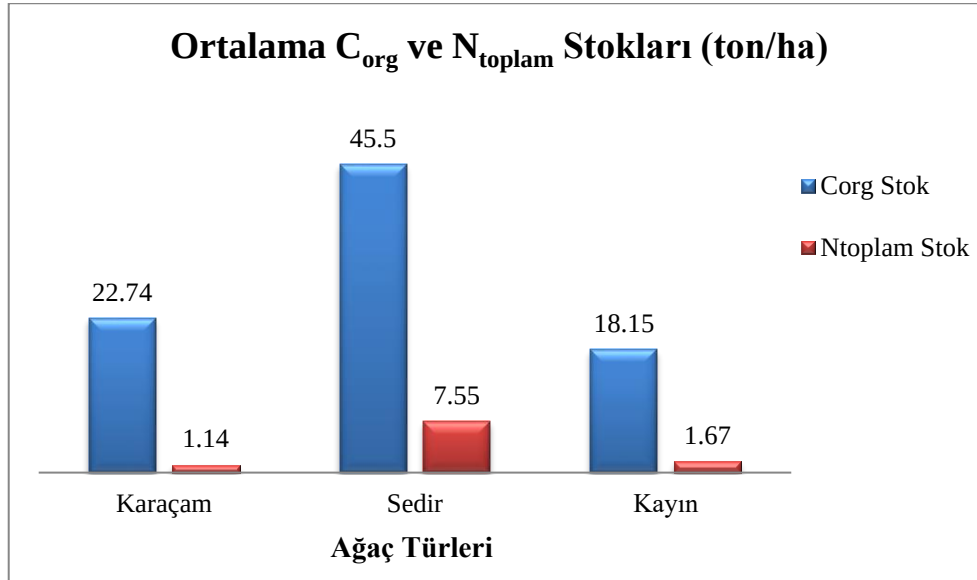
kayın topraklarının C_{org} ve N_{toplam} stok verilerinden elde edilmiş minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 4.73 te verilmiştir.

Çizelge 4.73. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stokları minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması n=90.

Değerler	20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} Stokları (ton/ha)					
	Meşcere Tipleri					
	Karaçam		Sedir		Kayın	
	C	N	C	N	C	N
Minimum	6,11	0,27	6,71	2,11	8,63	0,74
Maximum	43,9	2,28	86,17	20,13	34,71	3,50
Ortalama	22,74 a	1,14 a	45,50 b	7,55 b	18,15 a	1,67 a
Standart S.	9,12	0,46	22,42	5,05	5,7	0,63

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarının alt kademe toprak C_{org} ve N_{toplam} stoklarının varyans analizleri sonucunda; karaçam, sedir ve kayın ağaçlarının altında bulunan toprakların birbirlerinden önemli derecede farklı olduğu tespit edilmiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.74). Farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; karaçam ve kayın ile sedir toprakları farklı iki grupta yer almıştır (Çizelge 4.73; Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların ortalama C_{org} ve N_{toplam} stoklarının (ton/ha) ağaç türlerine göre değişimi. Farklı harfler ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir (n=90).

Çizelge 4.74. Farklı ağaç türlerine ait 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların C_{org} ve N_{toplam} stoklarının ağaç türlerine göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları (n=90).

Özellik	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
C _{org} Stok	Gruplar Arası	12873,1	2	6436,57	31,23	0,000**
	Gruplar İçi	17931	87	206,1		
	Total	30804,2	89			
N _{top.} Stok	Gruplar Arası	758,8	2	379,38	43,54	0,000**
	Gruplar İçi	758	87	8,71		
	Total	1516,8	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Kantarcı (1979) Uludağ göknarı meşcerelerinde toprak organik C değerinin 65,5 ton C/ha ile 196,2 ton C/ha arasında değiştiğini, Tolunay (2004) ve Güner (2006) sarıçam meşcerelerinde tutulan C miktarının ise 18,3 ile 448 ton C/ha aralığında değiştiğini belirtmişlerdir.

Vesterdal ve ark. (2008) Danimarka’da gerçekleştirdikleri çalışmalarında, Avrupa’da en yaygın 6 ağaç türü (dişbudak, kayın, limon, akçaağaç, meşe ve ladin) altındaki toprakların farklı derinlik kademelerindeki karbon ve azot miktarlarını araştırmışlardır. 15-30 cm derinlikteki topraklarda depolanan C miktarı ise sırasıyla 29,6; 22,7; 30,2; 26,1; 27,1 ve 21,7 Mg ha⁻¹ olarak bulunmuştur.

Sevgi ve ark. (2011) aynı yaşı (50 yaş) yaşındaki sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* ssp. *bornmuelleriana*) meşcerelerin 0-30 cm toprak derinliğinde tutulan karbon depolama kapasitesi sarıçamda 79 ton C/ha bulunmuşken uludağ göknarında ise 95 ton C/ha bulunmuştur.

Savacı (2017) Kastamonu’da farklı yetiştirme ortamlarındaki 20-30 cm derinlik kademesindeki toprakların karbon ve azot depolama miktarlarını belirlemiştir. Bunun sonucunda, 20-30 cm topraklarda en düşük karbon depolamanın 13,7 ton C/ha ile 66 ve 183 yaşlarındaki göknar topraklarında ve en yüksek karbon depolamanın 36,5 ton C/ha ile 57 yaşındaki göknar meşcerelerinde bulunmuştur. Ayrıca topraklarda depolanan N kapasitesinin en düşük 1,28 ton N/ha ile 306 yaşındaki göknar topraklarında ve en yüksek 3,03 ton N/ha ile mera topraklarında olduğu ifade edilmiştir.

4.1.3. Mevsimsel Olarak Ölçülen Bulgular

4.1.3.1. Ölü Örtü Numunelerinde Ölçülen Özellikler

Ölü Örtü Örnekleri Nem (%) Miktarları; Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki nem miktarlarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama nem miktarı (% 78,61) kayın meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama nem miktarı ise (% 19,55) yine kayın meşcerelerinin yaz mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin nem miktarlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.75 'de verilmiştir.

Çizelge 4.75. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre nem yüzdelerinin; minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması, n = 30.

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü (%) Nem Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	11,53	9,21	27,81	45,14
	Maximum	44,30	30,90	63,16	67,86
	Ortalama	31,11 b	23,37 a	46,80 c	55,48 c
	Standart S.	8,35	5,65	9,55	5,12
Sedir	Minimum	10,40	13,10	15,05	30,48
	Maximum	58,6	25,53	47,09	59,91
	Ortalama	31,98 b	21,10 a	34,68 b	45,00 c
	Standart S.	17,24	3,45	7,49	9,61
Kayın	Minimum	23,58	11,15	34,28	68,8
	Maximum	64,65	25,67	65,2	89,2
	Ortalama	46,09 b	19,55 a	49,07 b	78,61 c
	Standart S.	11,13	3,75	8,32	5,09

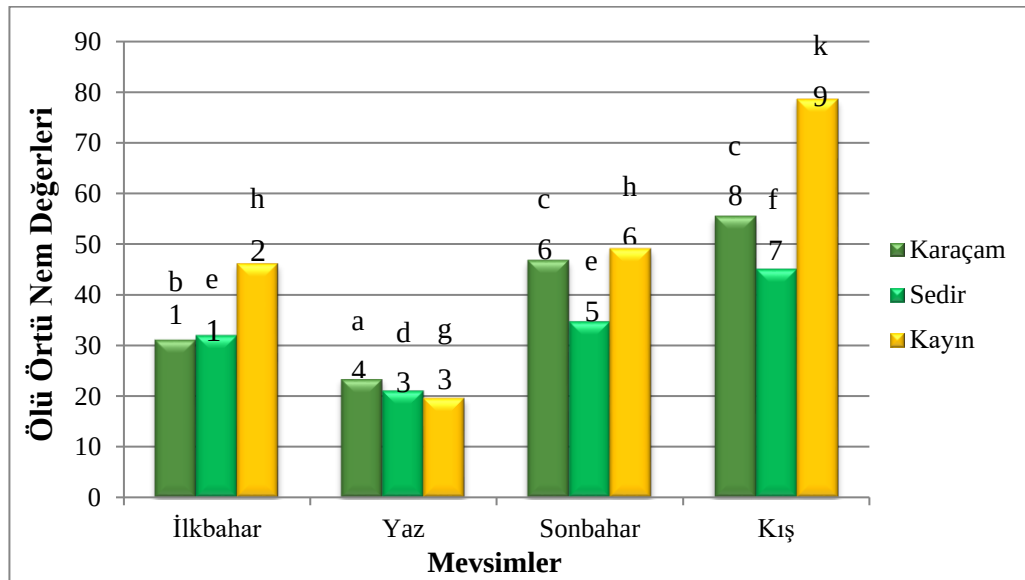
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

$P < 0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin içerdikleri nem miktarları arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre içerdikleri nem miktarları da istatistiksel olarak önemli derecede farklılık ($P < 0,05$) göstermiştir (Çizelge 4.76). Aynı mevsimde farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerde tutulan ortalama nem değerleri bakımından ağaç türleri farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerde tutukları nem içerikleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki nem miktarları farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.75; Şekil 4.38).

Çizelge 4.76. Ölü örtü numunelerinin nem (%) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	19165.3	3	6388.44	116.68	0,000**
	Gruplar İçi	6351.1	116	54.75		
	Total	25516.4	119			
Sedir	Gruplar Arası	52518.5	3	17506.16	300.36	0,000**
	Gruplar İçi	6761.0	116	58.29		
	Total	59279.5	119			
Kayın	Gruplar Arası	8677.7	3	2892.57	25.29	0,000**
	Gruplar İçi	13266.8	116	114.37		
	Total	21944.5	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	4240,2	2	2120,12	12,96	0,000**
	Gruplar İçi	14233,6	87	163,61		
	Total	18473,9	89			
Yaz	Gruplar Arası	221,2	2	110,60	5,74	0,005**
	Gruplar İçi	1678,1	87	19,30		
	Total	1899,3	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	3590,3	2	1795,10	24,88	0,000**
	Gruplar İçi	6277,3	87	72,20		
	Total	9867,6	89			
Kış	Gruplar Arası	17748,5	2	8874,30	184,30	0,000**
	Gruplar İçi	4189,9	87	48,20		
	Total	21938,4	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.38.Ölü örtülerin örnek alma anlarındaki nemlerinin (%) mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimlerdeki ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Araştırma alanındaki ölü örtülerin ortalama nem miktarları hem ağaç türünden hem de mevsim değişikliğinden etkilendiği belirlenmiştir. Aynı mevsimde farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin ortalama nem miktarlarının farklı olması meşcere içine ve toprak yüzeyine ulaşan yağış miktarının farklı olmasından kaynaklıdır. Farklı türlerin intersepsiyon miktarlarının farklı olması, yani yağış sularının ağaçların yaprak, dal, gövde... gibi organlarında tutularak atmosfere geri dönmesi olayıdır. Ayrıca ölü örtü türlerine (mull, çürüntülü mull, ham humus) göre de içerdikleri nem miktarları farklılık gösterebilmektedir. Ölü örtüler kendi ağırlıklarının 3 ile 5 katı kadar su tutabilmektedir (Özbek ve ark, 2001). Brady (1990) bitki organik atıklarının % 60-90 arasında değişen ve ortalama % 75 nem tutabildiklerini belirtmektedir.

Çalışma sahalarındaki toplam ortalama nem miktarları dikkate alındığında kayın>karaçam>sedir olarak sıralanmaktadır. Özellikle sonbahar ve kış mevsiminde kayın ormanlarındaki ölü örtüde tutulan nem miktarı önemli derecede diğer türlerden farklı bulunmuştur. Bunun nedeninin sonbahar mevsiminde dökülen kayın yaprakları üst üste gelerek yapışmakta ve zeminde sera etkisi yapması sonucu nem çıkışını önlemesi olduğu düşünülmektedir. Nitekim kayın yaprakları üst üste gelip birbirlerine yapışarak kalın bir tabaka oluşturup toprak ile atmosfer arasındaki ısı, hava ve sıvı alış verişini engellemektedir (Kantarcı, 2000; Bolat, 2011). Farklı mevsimlerde farklı nem miktarının bulunması ise mevsimlere göre değişen yağış ve sıcaklık miktarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Araştırma sahalarının bulunduğu yöreye en çok yağış miktarının sonbahar ve kış mevsimlerinde yağdığı, yaz ayları boyunca yağış almadığı veya çok az aldığı bilinmektedir.

Ölü Örtü Numunelerinin Sıcaklık (°C) Değerleri: Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki sıcaklık ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama sıcaklık 23,58 °C ile sedir meşceresinde yaz mevsiminde ve en düşük ortalama sıcaklık 2,4 °C ile yine sedir meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin sıcaklıklarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.77’de verilmiştir.

Çizelge 4.77. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre sıcaklıkların (°C) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü sıcaklık (°C) Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	11,01	18,40	12,00	2,30
	Maximum	14,80	24,40	17,00	4,00
	Ortalama	13,02 b	22,19 d	14,23 c	2,94 a
	Standart S.	0,97	1,45	1,66	0,52
Sedir	Minimum	10,50	21,50	9,90	2,00
	Maximum	13,70	26,90	12,80	2,90
	Ortalama	12,24 c	23,58 d	11,17 b	2,40 a
	Standart S.	0,80	1,40	0,82	0,25
Kayın	Minimum	8,5	20,8	10,10	-0,4
	Maximum	10,9	24,8	15,30	6,10
	Ortalama	9,70 b	22,51 d	13,00 c	2,79 a
	Standart S.	0,54	1,20	1,43	1,97

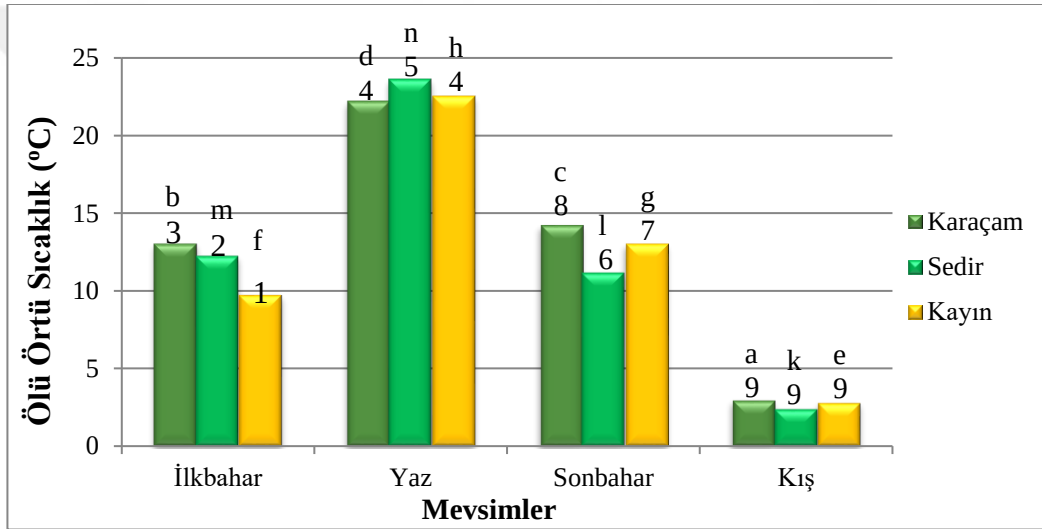
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.78. Ölü örtü numunelerinin sıcaklık (°C) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	5618,0	3	1872,65	1232,99	0,000**
	Gruplar İçi	176,2	116	1,52		
	Total	5794,1	119			
Sedir	Gruplar Arası	6797,4	3	2265,78	2716,08	0,000**
	Gruplar İçi	96,8	116	0,83		
	Total	6894,1	119			
Kayın	Gruplar Arası	6042,8	3	2014,27	1048,69	0,000**
	Gruplar İçi	222,8	116	1,92		
	Total	6265,6	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	180,4	2	90,22	144,84	0,000**
	Gruplar İçi	54,2	87	0,62		
	Total	234,6	89			
Yaz	Gruplar Arası	31,7	2	15,90	8,60	0,005**
	Gruplar İçi	160,2	87	1,80		
	Total	192,0	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	141,9	2	71,00	38,81	0,000**
	Gruplar İçi	159,0	87	1,80		
	Total	301,0	89			
Kış	Gruplar Arası	4,7	2	2,30	1,70	0,194
	Gruplar İçi	122,3	87	1,40		
	Total	127,0	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

$P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama sıcaklık değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre sıcaklıklarında (kış ayı sıcaklıkları hariç) istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.78). Aynı mevsimde farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerde tutulan ortalama nem değerleri bakımından ağaç türleri farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerde tutukları nem içerikleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki nem miktarları (kış mevsimi hariç olmak üzere) farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.77; Şekil 4.39).



Şekil 4.39. Ölü örtülerin örnek alma anlarındaki sıcaklıklarının (°C) mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimlerdeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Farklı ağaç türlerinin meşcere çatısı farklı formlara ve kapalılık derecelerine sahiptir. Araştırma sahalarında ölü örtü sıcaklıkları kış ayındaki ölçümler hariç diğer mevsimlerde istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bunun nedenin diğer türlere nazaran daha küçük yapraklara sahip sedir ağaçlarının kayındaki gibi geçirimsiz üst katman oluşturmaması ve diğer türlere göre daha hızlı ayrışarak farklı tipte humus formu göstermiş olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sedir meşcerelerinde genellikle 2-5 cm sıg ve mul tipi humus formu, karaçam ve kayın meşcerelerinde 10-15 cm çürüntülü mul tipi humus tabakası tespit edilmiştir.

Ölü Örtü Numunelerinin pH Değerleri: Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki pH ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama pH değeri 8,10 ile sedir meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama pH değeri ise 6,15 ile karaçam meşceresinde ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin pH'larının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.79'da verilmiştir.

Çizelge 4.79. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü pH Değerleri				
	Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	5,58	6,96	6,58	6,18
	Maximum	6,72	7,76	7,35	7,19
	Ortalama	6,15 a	7,23 d	6,98 c	6,78 b
	Standart S.	0,31	0,21	0,20	0,24
Sedir	Minimum	6,09	6,13	6,39	6,75
	Maximum	8,21	8,12	7,95	8,61
	Ortalama	7,37 ab	7,54 b	7,23 a	8,10 c
	Standart S.	0,50	0,51	0,42	0,44
Kayın	Minimum	6,73	6,86	6,46	5,77
	Maximum	7,92	8,10	7,57	6,97
	Ortalama	7,43 c	7,55 c	7,10 b	6,47 a
	Standart S.	0,32	0,34	0,32	0,30

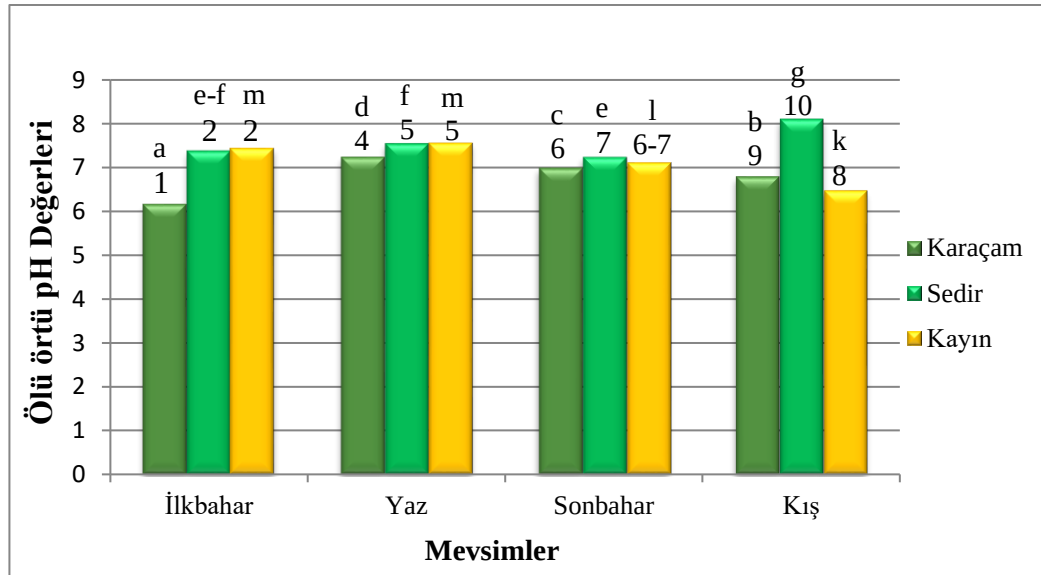
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

$P < 0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama pH değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre pH_{safsu} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.80). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama pH değerleri farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki pH değerleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki pH'ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.79; Şekil 4.40).

Çizelge 4.80. Ölü örtü numunelerinin pH değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	19,0	3	6,34	106,33	0,000**
	Gruplar İçi	6,9	116	0,06		
	Total	25,9	119			
Sedir	Gruplar Arası	13,2	3	4,39	20,31	0,000**
	Gruplar İçi	25,1	116	0,22		
	Total	38,3	119			
Kayın	Gruplar Arası	21,2	3	7,07	68,97	0,000**
	Gruplar İçi	11,9	116	0,10		
	Total	33,1	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	31,2	2	15,59	103,797	0,000**
	Gruplar İçi	13,1	87	0,15		
	Total	44,3	89			
Yaz	Gruplar Arası	1,98	2	1,00	7,3	0,001**
	Gruplar İçi	11,8	87	0,10		
	Total	13,8	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	0,9	2	0,50	4,345	0,000**
	Gruplar İçi	9,2	87	0,10		
	Total	10,1	89			
Kış	Gruplar Arası	45,1	2	22,60	200,4	0,000**
	Gruplar İçi	9,8	87	0,10		
	Total	54,9	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.40. Ölü örtülerin pH'larının mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Karaçam ağaçlarına ait ölü örtülerin ortalama pH değerleri dikkate alındığında farklı mevsimlerde hafif asitle çok hafif alkali sınıfına kadar farklı sınıflarda yer alan değerler bulunmuştur. Sedir türüne ait ölü örtülerin pH değerleri çok hafif alkali (ilkbahar ve sonbahar), hafif alkali (yaz) ve orta alkali (kış) şeklinde mevsimlere göre sınıflanmıştır. Kayın meşceresinde ise ilkbahar ve yaz ayında hafif alkali sınıfında olan ölü örtüler son baharda çok hafif alkali, kışın ise çok hafif asit sınıfında yer almıştır.

Her ne kadar ibre yapraklı türlerin ölü örtü ayrışması sırasında ortamın asitleştiği ifade edilmiş olsa da sedir ve göknar gibi bazı türlerin yapraklarında bulundurduğu Ca^{++} miktarının fazla olmasından dolayı ortama bazik özellikler kazandırmaktadır. Ayrıca, çalışma sahası anakayasının kireç taşı olması nedeniyle ortam bazik karakteristik kazanmaktadır. Bu anakaya üzerinde gelişen türlerin de yapraklarında diğer anakayalar üzerinde yetişen türlere göre daha fazla Ca^{++} içerdiği düşünülmektedir. Ancak kayın meşcerelerinde kış aylarında çok hafif asidik özellik göstermesinin nedeni olarak kışın dökülen yaprakların istiflenmesi sonucu asidik reaksiyon göstermesi ile açıklanabilir (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000; Bolat, 2011). Şekil 4.40'da sedir meşceresinde kış mevsiminde pH mikratında artış olduğu gözlemlenmiştir. Sonbahar mevsiminde en yüksek ayrışma hızı görülen sedir meşcerelerinde ayrışma sonucu ölü örtüdeki katyonların açığa çıkarak pH artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte sıcaklıkların düşmesinin pH değerinde yükselmelere neden olduğunu (Brady, 1990) ve mevsimsel değişimlerin pH'ı etkilediği bilinmektedir. İlkbahar mevsiminde artan yağışlar ile ölü örtüdeki katyonların yıkanarak topraklara geçmesi pH değerinin azalmasına neden olmaktadır.

Chen ve ark. (2005) *Casuarina* spp., *Hibiscus tiliaceus* ve *Broussonetia papyrifera* karışık ormanlardaki humus tabakasının ortalama pH değerini 4,20 olarak bulmuştur. Karaöz (1991) de yaptığı çalışmada iğne yapraklı ormanların ölü örtülerinin pH değerlerini 5,83 ile 4,23 arasında değiştiğini, araştırma sahasındaki ağaç türlerinin düşük Ca^{++} içerdiğini ve ayrışma sonucunda asidik ortamın oluştuğunu belirtmiştir.

Bolat (2011) Bartın'da kayın, göknar ve göknar-kayın karışık meşcereleri ölü örtülerinin pH değerlerinin ağaç türüne göre değişimini ve mevsim içindeki dinamiklerini incelemiştir. Çalışma sonucunda, ağaç türlerinin mevsim içerisinde toprakların pH değerleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu, ancak kayın ve göknar meşcerelerine ait toprakların pH değerlerinin mevsimsel olarak aralarında pek fark olmadığı yalnızca göknar-kayın meşceresinde farklı mevsimlerdeki pH değerinin istatistiksel olarak farklı bulunduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada saf göknar meşcereleri topraklarının pH

değerlerinin diğer türlere nazaran daha yüksek olduğu ve nedenin göknar ibrelerinin Ca^{++} bakımından zengin olmasından kaynaklandığı savunulmuştur.

Ölü Örtü Numunelerinin Organik Karbon (C_{org}) İçeriği: Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki organik karbon (C_{org}) ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama C_{org} değeri % 35,66 ile sedir meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama C_{org} değeri ise % 27,95 ile karaçam meşceresinde ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{org} 'larının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.81'de verilmiştir.

Ölü örtülerin ortalama C_{org} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama C_{org} değerleri arasında (yaz mevsimi hariç) önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre C_{org} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.82). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama C_{org} değerleri bakımından farklı gruplarda (yaz mevsimi hariç) yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{org} değerleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki C_{org} 'ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.81; Şekil 4.41).

Çizelge 4.81. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre organik karbon (C_{org}) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

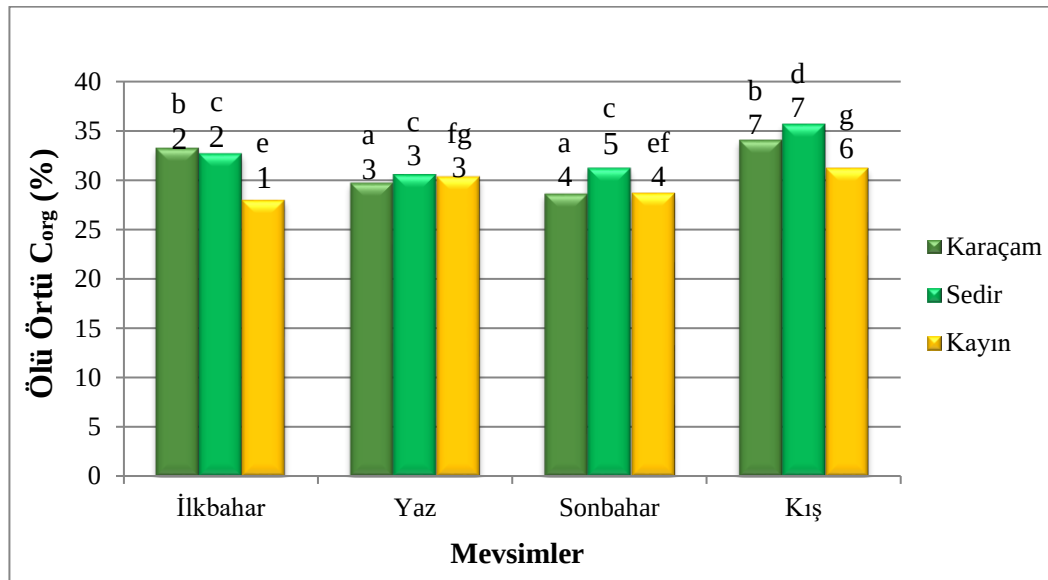
Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü C_{org} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	26,40	23,55	22,65	28,72
	Maximum	37,85	34,80	32,83	38,03
	Ortalama	33,23 b	29,69 a	28,58 a	34,04 b
	Standart S.	3,25	3,28	2,82	2,92
Sedir	Minimum	24,51	22,79	22,87	27,66
	Maximum	37,47	35,46	36,06	41,30
	Ortalama	32,67 a	30,59 a	31,24 a	35,66 b
	Standart S.	3,82	3,20	3,87	4,61
Kayın	Minimum	20,14	22,50	21,41	27,20
	Maximum	36,15	36,19	34,99	36,23
	Ortalama	27,95 a	30,32 bc	28,67 ab	31,20 c
	Standart S.	4,89	3,46	3,10	1,79

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.82. Ölü örtü numunelerinin C_{org} değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	636,2	3	212,06	22,42	0,000**
	Gruplar İçi	1097,4	116	9,46		
	Total	1733,6	119			
Sedir	Gruplar Arası	456,4	3	152,14	9,97	0,000**
	Gruplar İçi	1771,0	116	15,27		
	Total	2227,4	119			
Kayın	Gruplar Arası	199,2	3	66,40	5,45	0,002**
	Gruplar İçi	1412,2	116	12,17		
	Total	1611,4	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	505,2	2	252,58	15,45	0,000**
	Gruplar İçi	1422,2	87	16,35		
	Total	1927,3	89			
Yaz	Gruplar Arası	12,9	2	6,40	0,6	0,559
	Gruplar İçi	957,0	87	11,00		
	Total	969,9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	136,8	2	68,40	6,30	0,003**
	Gruplar İçi	944,4	87	10,90		
	Total	1081,2	89			
Kış	Gruplar Arası	305,9	2	152,90	13,9	0,000**
	Gruplar İçi	957,0	87	11,00		
	Total	1262,9	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.41. Ölü örtülerin C_{org} 'larının mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Araştırma sahaları ölü örtülerinden elde edilen C_{org} verilerine göre bütün meşcerelerde kış aylarında organik karbon miktarında artış olduğu görülmektedir. Kış mevsimlerinden düşük sıcaklıklara bağlı olarak ölü örtülerin mikrobiyal faaliyetlerinin iyice yavaşlayarak karbon mineralizasyonun yavaşlaması hatta duracak seviyelere gelmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte organik madde ayrışma hızının arttığı sıcaklık ve nem koşullarının optimum olduğu mevsimlerde ayrışma ürünü olan C_{org} 'un bir kısmı bitki ve mikrobiyal canlılar tarafından kullanılmakta bir kısmı da yağmur suları ile yıkanabilmektedir. Yaz ve sonbahar mevsimlerinde ölü örtülerdeki C_{org} miktarının düşük olmasına bu olayların sebep olduğu düşünülmektedir.

Kayın ağaçları altındaki ölü örtülerin ilkbahar mevsiminde ortalama C_{org} değerinin diğer türlere göre daha düşük olması bu türün kış mevsiminde yaprağını dökmesi sonucu ölü örtüye katılan yaprakların toprak canlıları ve mikroorganizmalar tarafından ayrıştırılması sonucu açığa çıkan organik karbonun yağış suları ile yıkanarak alandan uzaklaşması veya vejetasyon periyoduna giren kayın ağaçlarının toprak organik karbonunu yoğun bir şekilde kullanması ile ifade edilebilmektedir. Kış mevsiminde ölü örtüdeki organik C miktarındaki artış bunu destekler niteliktedir. Sedir ve karaçam meşcereleri ibre yapraklı olduğu için yıl boyunca ibre dökümü gözlemlenen ormaldaki C_{org} içeriğinde çok fazla değişim göstermemiş olsa da özellikle kış aylarında şiddetli yağmur ve fırtınalar nedeniyle ölü örtüye yaprak girişi diğer mevsimlere oranla daha fazla olmaktadır. Sedir meşcerelerinin C_{org} içerikleri karaçam meşceresinden daha fazla olmasının nedeni ise karaçam ibreleri ağaç üzerinde daha uzun süreli kalmakta ve dökülen ibrelerin de daha zor ayrışması ile açıklanabilmektedir.

Bolat (2011) Bartın ili Arıt İlçesindeki saf kayın, karaçam ve göknar-kayın karışık meşceresinde ölü örtülerin içerdikleri organik C miktarını belirlemiş ve çalışma sonucunda yıl boyunca meşcereye yaprak dökümü gerçekleşen göknar meşcerelerinin organik C miktarının diğer meşcerelerden daha fazla olduğunu belirtmiştir. Yapılan çalışma sonucunda her bir ağaç türünün farklı mevsimlerdeki C_{org} içeriklerinin istatistiksel olarak farklı olduğu ancak yaz ve sonbahar mevsiminde tür farklılığının organik C miktarında istatistiksel anlamda farklılık oluşturmadığını belirtilmiştir.

Ölü Örtü Numunelerinin Toplam Azot (N_{toplam}) İçeriği: Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki toplam azot (N_{toplam}) ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama N_{toplam} değeri % 1,65 ile sedir

meşceresinde yaz mevsiminde ve en düşük ortalama N_{toplam} değeri ise % 1,04 ile kayın meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin toplam azotlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.83 'de verilmiştir.

Ölü örtülerin ortalama N_{toplam} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama N_{toplam} değerleri arasında (kış mevsimi hariç) önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre N_{toplam} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.84). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama N_{toplam} değerleri bakımından farklı gruplarda (kış mevsimi hariç) yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki N_{toplam} değerleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki N_{toplam} 'ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.83; Şekil 4.42).

Çizelge 4.83. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre toplam azot minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

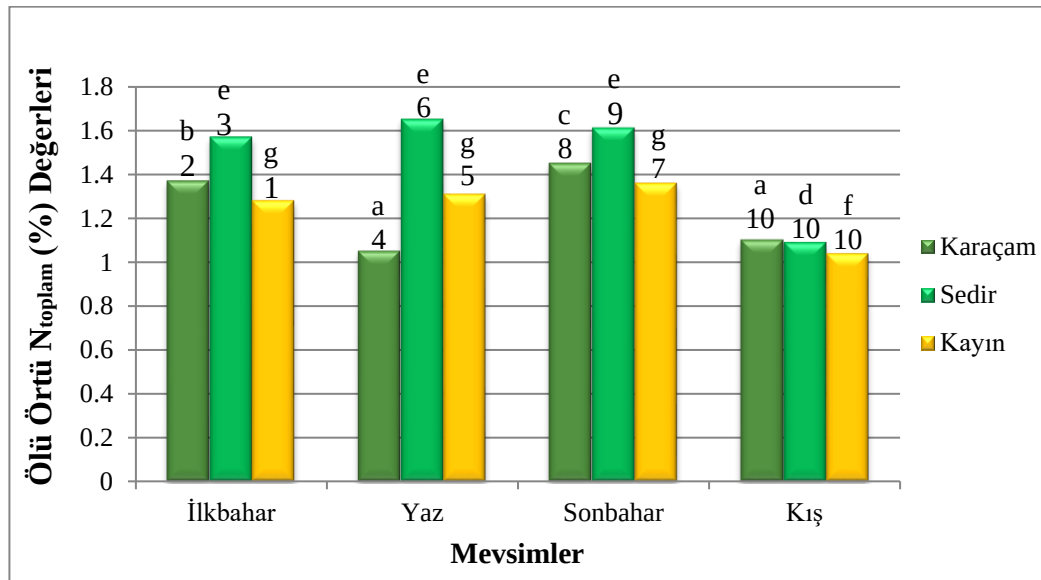
Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü N_{toplam} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	1,08	0,81	1,19	0,86
	Maximum	1,57	1,29	1,68	1,29
	Ortalama	1,37 b	1,05 a	1,45 c	1,10 a
	Standart S.	0,14	0,14	1,13	0,14
Sedir	Minimum	1,20	1,37	1,31	0,7
	Maximum	1,89	1,91	1,89	1,70
	Ortalama	1,57 b	1,65 b	1,61 b	1,09 a
	Standart S.	0,16	0,17	0,15	0,22
Kayın	Minimum	0,91	0,98	1,09	0,87
	Maximum	1,65	1,68	1,75	1,18
	Ortalama	1,28 b	1,31 b	1,36 b	1,04 a
	Standart S.	0,19	0,19	0,16	0,08

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.84. Ölü örtü numunelerinin N_{toplam} değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	3,6	3	1,19	60,03	0,000**
	Gruplar İçi	2,3	116	0,02		
	Total	5,8	119			
Sedir	Gruplar Arası	6,12	3	2,04	66,59	0,000**
	Gruplar İçi	3,56	116	0,03		
	Total	9,68	119			
Kayın	Gruplar Arası	1,8	3	0,61	23,50	0,000**
	Gruplar İçi	3,0	116	0,03		
	Total	4,8	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	1,34	2	0,67	25,177	0,000**
	Gruplar İçi	2,32	87	0,03		
	Total	3,66	89			
Yaz	Gruplar Arası	5,46	2	2,70	96,9	0,000**
	Gruplar İçi	2,45	87	0,00		
	Total	7,91	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	0,92	2	0,50	21,171	0,000**
	Gruplar İçi	1,88	87	0,00		
	Total	2,80	89			
Kış	Gruplar Arası	0,10	2	0,00	1,1	0,338
	Gruplar İçi	2,20	87	0,00		
	Total	2,20	89			

** 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.42. Ölü örtülerin N_{toplam} 'larının mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Ormanlık alanlardaki toprakların azot kaynaklarının %95 ine yakını bitki atıklarından karşılanmaktadır (Özbek ve ark., 2001). Ölü örtülerdeki ortalama N_{toplam} değerlerinin gösterildiği Şekil 3.42 incelendiğinde ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde azot miktarında artış gözlemlenmiştir. Yaz ve kış mevsimlerinde ise (özellikle kış mevsiminde) ölü örtülerdeki N_{toplam} içeriğinin azaldığı tespit edilmiştir. Bu durum kış mevsiminde mikrobiyal aktivitenin hemen hemen bitme seviyelerinde olduğu için azot mineralizasyonun gerçekleşmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte sonbahar aylarında mineralizasyon sonucu artan N_{toplam} miktarı yağışlar ile yıkanarak alandan ölü örtüden uzaklaşmış olabileceği düşünülmektedir. İlkbahar ve sonbahar mevsimlerinde N_{toplam} miktarının artmasının nedeni olarak ise iklim şartlarının bu mevsimlerde mineralizasyon için optimum seviyelerde oluşundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Sedir ormanlarında da ilkbahar, yaz ve sonbahar mevsiminde bu yüzden azotun fazla bulunmuş olması muhtemeldir.

Ölü örtülerin toplam N mikratinın vejetasyon türüne göre değişiklik gösterdiğini ifade eden birçok çalışma mevcuttur (Diaz-Ravina ve ark., 1995; Kantarcı, 2000; Mahia ve ark., 2006; Bolat, 2011). Ancak değişmediğini savunan çalışmalarda bulunmaktadır (Devi ve Yadava 2006; Kara ve ark., 2008).

Ölü Örtü Numunelerinin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ Oranı; Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ değeri % 33,43 ile sedir meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ değeri ise % 18,64 ile yine sedir meşceresinde yaz mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.85’de verilmiştir.

Çizelge 4.85. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{org}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü C_{org}/N_{toplam} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	21,04	22,68	17,51	28,46
	Maximum	26,81	36,20	22,26	34,56
	Ortalama	24,37 b	28,69 c	19,71 a	31,22 d
	Standart S.	1,51	3,38	0,99	1,89
Sedir	Minimum	15,70	14,27	15,30	23,16
	Maximum	23,80	21,23	21,81	43,61
	Ortalama	20,86 b	18,64 a	19,46 ab	33,43 c
	Standart S.	2,02	1,71	1,72	5,15
Kayın	Minimum	17,26	20,24	17,98	27,5
	Maximum	26,36	19,14	23,85	34,49
	Ortalama	21,83 a	23,30 b	21,12 a	30,04 c
	Standart S.	2,06	2,33	1,52	1,81

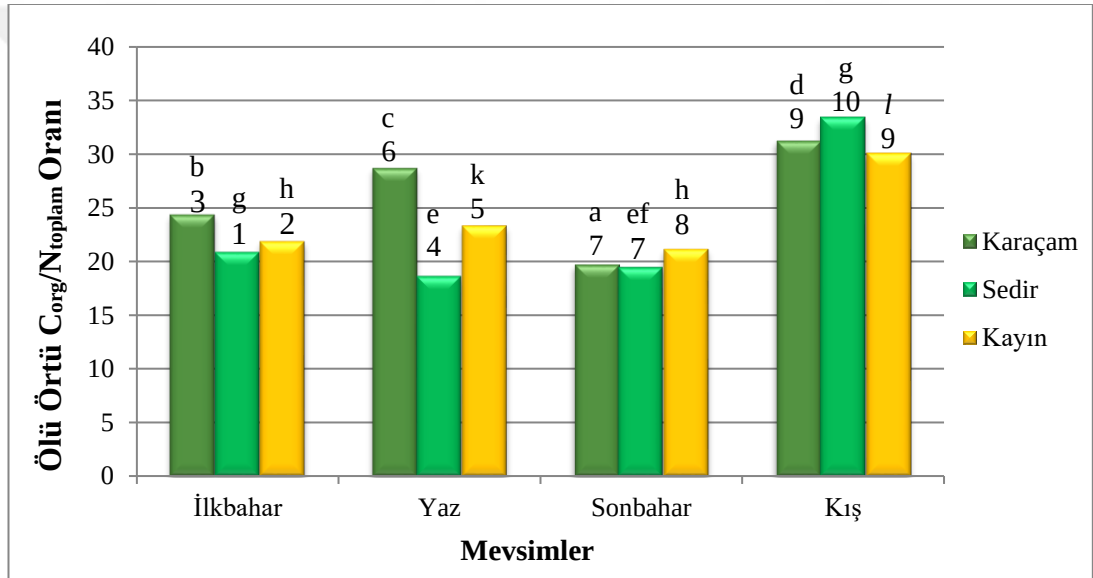
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.86. Ölü örtü numunelerinin C_{org}/N_{toplam} oranının ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	2300,2	3	766,73	167,72	0,000**
	Gruplar İçi	530,3	116	4,57		
	Total	2830,5	119			
Sedir	Gruplar Arası	4350,2	3	1450,06	159,13	0,000**
	Gruplar İçi	1057,1	116	9,11		
	Total	5407,2	119			
Kayın	Gruplar Arası	1496,9	3	498,97	130,66	0,000**
	Gruplar İçi	443,0	116	3,82		
	Total	1939,9	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	197,66	2	98,83	27,93	0,000**
	Gruplar İçi	307,80	87	3,54		
	Total	505,46	89			
Yaz	Gruplar Arası	1518,79	2	759,40	115,20	0,000**
	Gruplar İçi	573,55	87	6,60		
	Total	2092,34	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	48,09	2	24,00	11,51	0,000**
	Gruplar İçi	181,83	87	2,1		
	Total	229,92	89			
Kış	Gruplar Arası	178,50	2	89,20	8,00	0,001**
	Gruplar İçi	967,20	87	11,10		
	Total	1145,70	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Ölü örtülerin ortalama C_{org}/N_{toplam} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama C_{org}/N_{toplam} değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre C_{org}/N_{toplam} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.86). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama C_{org}/N_{toplam} değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{org}/N_{toplam} değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{org}/N_{toplam} ’ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.85; Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Ölü örtülerin C_{org}/N_{toplam} oranlarının mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Sedir ölü örtüsündeki C_{org}/N_{toplam} oranının diğer türlere göre daha düşük çıkması sedir meşcerelerindeki mikroorganizmaların organik maddenin azotunu daha hızlı mineralize etmesi sonucunda ortamda N miktarında artış olması ile izah edilebilmektedir. Kış ayında bu oranın yükselmesi iklim şartlarının kötüye gitmesi sonucunda mikrobiyal aktivite için gerekli olan sıcaklık ve nem koşullarının optimum seviyelerden ekstrem durumlara dönüşmesidir.

Çepel (1996) tarafından belirtilen sınıflandırmaya göre araştırma sahalarındaki ölü örtülerden sedir ölü örtülerinin kış ayı hariç diğer aylarda 20 sınır değerinin altındaki hızlı ayrışma olan sınıfta, diğer türler ise 20-30 arasındaki normal ayrışma gerçekleşen sınır değerler arasında olukları belirlenmiştir. Her üç meşcere tipinde kış ayında C_{org}/N_{toplam} oranının 30 sınır değerinden yüksek çıkması alanda kış şartlarının zor geçtiği ölü örtünün kısmen donduğu ve mikrobiyal canlılar için uygun iklim koşullarının olmadığını göstermektedir. Yani düşük sıcaklıklarda mikrobiyal canlıların popülasyonlarında ve aktivitelerinde önemli seviyede azalma meydana gelmektedir. Bununla birlikte yaz aylarındaki ortalama C_{org}/N_{toplam} oranının ilkbahar ve sonbahar mevsimlerine göre daha yüksek çıkmasının nedeni olarak, yaz aylarında yağış miktarının az ve hava sıcaklığının fazla olması sonucu ölü örtülerin ayrışabilmesi için gerekli olan sıcaklık faktörü uygun olsa da nem olmayan ortamlarda mikroorganizmalar faaliyetlerini hızlı bir şekilde sürdürememesidir (Çepel, 1996).

Maithani ve ark. (1998) yarı-tropik ormanlarda gerçekleştirdiği çalışmasında C_{org}/N_{toplam} oranının ağaç türüne göre istatistiksel olarak anlamlı ve önemli değişiklikler gösterdiğini belirtmiştir. Buna karşın Chen ve ark. (2005) karışık ormanlarda yaptıkları çalışmada tür farklılığının C_{org}/N_{toplam} oranını istatistiksel olarak etkilemediğini bildirmiştir.

Bolat (2011) Bartın İli Arıt İlçesindeki kayın, göknar ve göknar-kayın karışık meşcerelerine ait ölü örtülerin C_{org}/N_{toplam} oranlarının tür bazında ve mevsimsel değişimlerini incelemesi sonucunda; mevsimlerin C_{org}/N_{toplam} oranını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği ancak ilkbahar ve sonbahar mevsiminde tür farkının C_{org}/N_{toplam} oranını etkilemediği belirtilmiştir. Çalışmada sınır değer olan 20 den küçük C_{org}/N_{toplam} oranlarının bulunması sonucunda ayrışmanın hızlı bir şekilde gerçekleştiğini ifade etmiştir.

Ölü Örtü Numunelerinin Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) İçeriği: Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama mikrobiyal biyokütle C değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama C_{mic} değeri 8921,19 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama C_{mic} değeri ise 2487,24 $\mu\text{g g}^{-1}$ ile sedir meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.87’de verilmiştir.

Çizelge 4.87. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{mic} ($\mu g\ g^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması ($n = 30$).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü C_{mic} ($\mu g\ g^{-1}$) Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	1002,11	1428,69	1795,95	1080,97
	Maximum	6877,99	14139,66	16695,30	3965,38
	Ortalama	2890,96 a	6969,98 b	7433,04 b	2541,02 a
	Standart S.	1231,51	3515,85	3675,00	901,21
Sedir	Minimum	2056,26	2433,01	3088,93	979,82
	Maximum	8857,12	11994,75	12516,62	3589,44
	Ortalama	4876,52 b	7732,98 c	8615,24 c	2487,24 a
	Standart S.	1773,91	2842,89	2723,97	5,15
Kayın	Minimum	1269,19	1257,75	2333,99	838,36
	Maximum	14259,56	13386,99	15320,55	6530,24
	Ortalama	8175,41 c	5797,24 b	8921,19 c	3485,71 a
	Standart S.	3295,46	3583,13	3367,16	1791,38

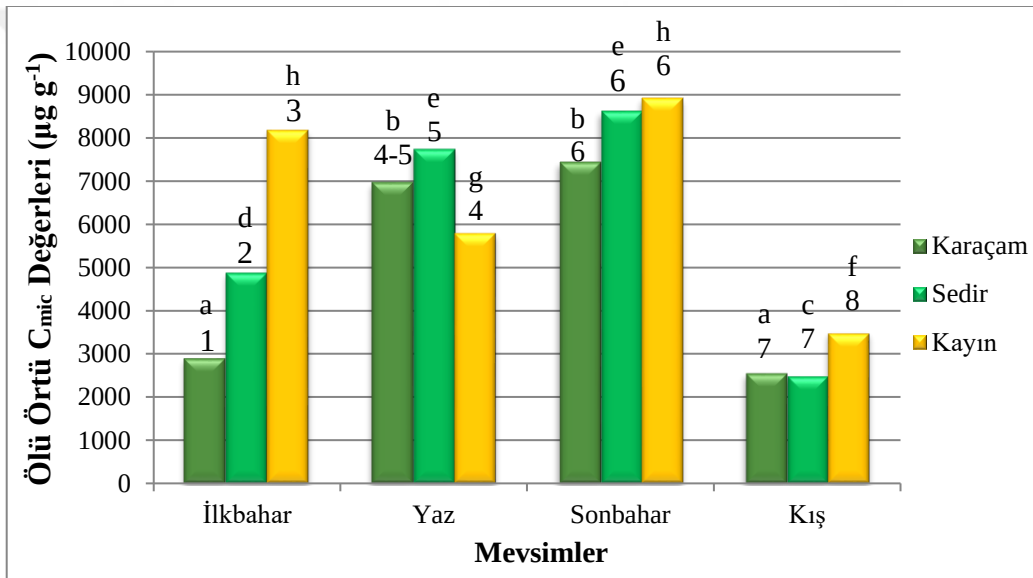
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.88. Ölü örtü numunelerinin C_{mic} oranının ağaç türlerine ($n=120$) ve mevsimlere ($n=90$) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	608533531,6	3	202844510,5	28,78	0,000**
	Gruplar İçi	817673721,7	116	7048911,4		
	Total	1426207253,3	119			
Sedir	Gruplar Arası	702709817,1	3	234236605,7	48,80	0,000**
	Gruplar İçi	556846045,8	116	4800396,9		
	Total	1259555862,9	119			
Kayın	Gruplar Arası	546388810,6	3	182129603,5	19,05	0,000**
	Gruplar İçi	1109125255,1	116	9561424,6		
	Total	1655514065,7	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	427504153,2	2	213752077,0	41,31	0,000**
	Gruplar İçi	450179132,6	87	5174472,8		
	Total	877683285,8	89			
Yaz	Gruplar Arası	57045808,9	2	28522904,5	2,6	0,082*
	Gruplar İçi	965177975,0	87	11093999,7		
	Total	1022223784,0	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	37057921,1	2	18528960,5	1,72	0,185
	Gruplar İçi	935640358,2	87	10754486,9		
	Total	972698279,3	89			
Kış	Gruplar Arası	18908550,5	2	9454275,2	6,2	0,003**
	Gruplar İçi	132647556,4	87	1524684,6		
	Total	151556106,9	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Ölü örtülerin ortalama C_{mic} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama C_{mic} değerleri arasında (sonbahar hariç) önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre C_{mic} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.88). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama C_{mic} değerleri bakımından (sonbahar mevsimi hariç) farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{mic} değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{mic} değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.87; Şekil 4.44).



Şekil 4.44. Ölü örtülerin C_{mic} ($\mu\text{g g}^{-1}$) oranlarının mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin C_{mic} içeriklerinin ağaç türlerine ve mevsimlere göre genellikle değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Farklı türlere ait ölü örtülerin C_{mic} içerikleri genellikle kış ve ilkbahar mevsimlerinde yaz ve sonbahar mevsimlerine nispeten daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.44). Mikrobiyal biyokütle C miktarlarındaki değişim ölü örtünün bileşimi, miktarı, nem içeriği, kalitesi ve ortam sıcaklığı gibi faktörlere bağlıdır. Gerçekleştirilen çalışmaların bazılarında organik materyalin miktarı ve kalitesinin C_{mic} ile birlikte net mineralizasyonu etkilediği belirtilmiştir (Singh ve Singh 1995; Zou ve ark. 1995). Sparling (1997) ise yaptığı çalışmada organik maddenin lignin, selüloz, hemiselüloz

gibi bileşimlerinin C_{mic} miktarı ve aktivitelerinde farklılıklar olabileceğini ifade etmiştir. Bunun yanında ortam sıcaklığının ve neminin, C_{mic} ve aktivitesinde oldukça önemli rol oynadığı da bilinmektedir (Bauhus ve Khanna, 1999).

Bauhus ve ark. (1998) gerçekleştirdikleri çalışmada meşcere yaşı, tipi ve toprak türüne göre ölü örtülerin farklılık gösterdiğini tespit etmiştir. Killi topraklar üzerinde yetişen 50 yaşındaki kavak, huş ve göknar-ladin karışık meşcerelerindeki ölü örtülerin C_{mic} miktarını $10588 \mu\text{g g}^{-1}$ ile $12344 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında, 124 yaşındaki meşcerelerde ise $8366 \mu\text{g g}^{-1}$ ile $10544 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmiştir. Tozlu topraklarda yetişen 50 yaşındaki kavak, huş ve göknar-ladin karışık meşcerelerindeki ölü örtülerin C_{mic} miktarını $8873 \mu\text{g g}^{-1}$ ile $10756 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında, 124 yaşındaki meşcerelerde ise $7254 \mu\text{g g}^{-1}$ ile $10646 \mu\text{g g}^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmiştir. Araştırma alanlarımızdan kayın sahalarının topraklarında kil miktarı diğer türlere göre daha fazla olması C_{mic} miktarına etki etmiş olabileceği düşünülmektedir.

Chen ve ark. (2003) karışık çam meşcerelerinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada ölü örtülerin C_{mic} miktarlarını belirlemeye çalışmıştır. Yaprak tabakasında ortalama $3292 \mu\text{g g}^{-1}$ ve çürüntü tabakasında $7331 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğunu belirtmiştir.

Bolat (2011) Bartın İli Arıt İlçesindeki kayın, göknar ve göknar-kayın karışık meşcerelerine ait ölü örtülerin ortalama C_{mic} değerlerinin tür bazında ve mevsimsel değişimlerini incelemesi sonucunda; ağaç türlerinin ve mevsimlerin ölü örtülerdeki C_{mic} içeriğine istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirtilmiştir. En yüksek ortalama C_{mic} miktarının ($6063,90 \mu\text{g g}^{-1}$) kayın meşcerelerinde yaz mevsiminde olduğu, en düşük ortalama değer ($2567,80 \mu\text{g g}^{-1}$) ise yine kayın meşceresinin ilkbahar mevsiminde olduğunu belirtmiştir.

Ölü Örtü Numunelerinin Mikrobiyal Biyokütle Azot (N_{mic}) İçeriği; Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama mikrobiyal biyokütle N değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama N_{mic} değeri $1323,20 \mu\text{g g}^{-1}$ ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama N_{mic} değeri ise $231,59 \mu\text{g g}^{-1}$ ile kayın meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.89’da verilmiştir.

Çizelge 4.89. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre N_{mic} ($\mu\text{g g}^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması ($n = 30$).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü N_{mic} ($\mu\text{g g}^{-1}$) Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	107,21	292,69	358,98	130,59
	Maximum	856,78	1307,51	1344,19	398,06
	Ortalama	395,33 b	793,53 c	840,98 c	275,68 a
	Standart S.	235,04	237,05	233,16	67,45
Sedir	Minimum	206,06	187,87	268,09	70,35
	Maximum	1047,84	2967,34	3236,48	491,06
	Ortalama	683,31 b	1110,59 c	1323,20 c	239,12 a
	Standart S.	215,96	708,12	794,57	130,01
Kayın	Minimum	382,81	237,02	448,18	142,45
	Maximum	1747,13	1757,16	1792,08	283,81
	Ortalama	1052,41 bc	889,72 b	1112,96 c	231,59 a
	Standart S.	378,33	458,50	385,63	34,29

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

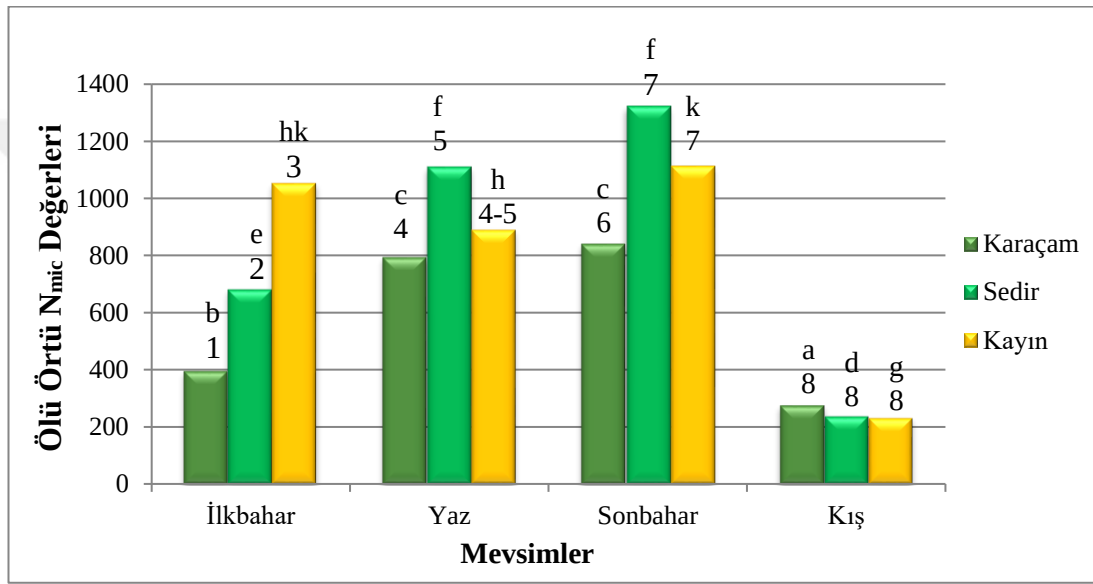
Çizelge 4.90. Ölü örtü numunelerinin N_{mic} değerlerinin ağaç türlerine ($n=120$) ve mevsimlere ($n=90$) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	7211017,7	3	2403672,6	56,44	0,000**
	Gruplar İçi	4940097,5	116	42587,1		
	Total	12151115,1	119			
Sedir	Gruplar Arası	20769229,7	3	6923076,6	23,15	0,000**
	Gruplar İçi	34693058,7	116	299078,1		
	Total	55462288,4	119			
Kayın	Gruplar Arası	14727580,7	3	4909193,6	39,02	0,000**
	Gruplar İçi	14594152,4	116	125811,7		
	Total	29321733,1	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	6509241,70	2	3254620,85	39,85	0,000**
	Gruplar İçi	7105509,13	87	81672,519		
	Total	13614750,83	89			
Yaz	Gruplar Arası	1585557,34	2	792778,7	3,1	0,050**
	Gruplar İçi	22267649,70	87	255950,0		
	Total	23853207,00	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	3507118,88	2	1753559,4	6,305	0,003**
	Gruplar İçi	24197916,09	87	278137,0		
	Total	27705034,97	89			
Kış	Gruplar Arası	33383,80	2	16691,9	2,2	0,116
	Gruplar İçi	656233,60	87	7542,9		
	Total	689617,40	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Ölü örtülerin ortalama N_{mic} değerlerinin $P < 0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama

N_{mic} değerleri arasında kış mevsimi hariç diğer bütün mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre N_{mic} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.90). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama N_{mic} değerleri bakımından (kış mevsimi hariç) farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki N_{mic} değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki N_{mic} değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.89; Şekil 4.45).



Şekil 4.45. Ölü örtülerin N_{mic} değerlerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Mikrobiyal canlılar orman ölü örtüsünün ayrışmasında ve ekosistemdeki besin döngüsüne katılmasında etken rol oynamaktadır. Organik madde başta karbon ve azot olmak üzere fosfor, kükürt... gibi elementlerin esas kaynağını oluşturmaktadır. Bu maddelerin bitkiler tarafından alınabilir forma gelmesi ortamda mikrobiyal biyokütle varlığına bağlıdır. Bu yüzden toprak ve ölü örtülerin biyolojik aktivitelerini anlamak için mikrobiyal biyokütlernin belirlenmesi gerekmektedir (Jenkinson ve Ladd 1981; Tunlid ve White 1992).

Araştırma sahasındaki ölü örtü numunelerinin N_{mic} içeriklerinin tür bazında (kış mevsimi hariç) ve ayrı ayrı türlerin mevsimsel olarak önemli farklılıklar olduğu

belirlenmiştir. Sonbahar ve yaz mevsimlerindeki N_{mic} ortalama değerleri ilkbahar ve kış mevsiminden daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedenin organik maddelerin farklı özelliklerde ve miktarlarda olmasının yanında mikrobiyal aktivite için uygun sıcaklık ve nem içeriği olduğu düşünülmektedir. Mevsim içindeki ölü örtü örneklerinin birbirlerinden farklı olmasının nedeninin ise farklı bitki türlerine ait organik materyallerin olmasıdır. Jenkinson'a (1988) göre mikrobiyal biyokütle içeriği ve aktivitesi üzerinde organik madde içeriği ve miktarı oldukça etken rol oynamaktadır. Kış aylarında N_{mic} miktarının oldukça düşük seviyelere kadar gerilemesi ağır kış şartlarında N mineralizasyonu yapan mikroorganizmaların sıcaklık faktöründen olumsuz etkilenmesi ile ifade edilmektedir.

Bauhus ve ark. (1998) gerçekleştirdikleri bir çalışmada farklı toprak tiplerinin ve meşcere yaşlarının ölü örtülerin N_{mic} içeriklerine olan etkilerini araştırmıştır. Killi topraklarda yetişen 50 yaşındaki kavak, huş ve göknar-ladin karışık ormanların ölü örtüleri N_{mic} içeriklerinin $1349-1589 \mu g g^{-1}$ arasında; 124 yaşındaki ormanlarda ise $1061-1411 \mu g g^{-1}$ arasında değiştiği ve tozlu topraklarda yetişen 50 yaşlı farklı meşcerelerdeki ölü örtülerin N_{mic} miktarının $1056-1427 \mu g g^{-1}$ arasında; 124 yaşındaki ise $663-1136 \mu g g^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmiştir. Çalışmada killi toprakların daha fazla organik madde içerdiği için daha fazla mikrobiyal N miktarı bulunduğu, genç meşcerelerin de yaşlı meşcerelere göre ayrışma ve mineralizasyonun daha iyi olduğunu ifade etmiştir. Yine, Bauhus ve Khanna (1999) tarafından yapılan bir çalışmada ılıman ormanların ölü örtülerinin mikrobiyal biyokütle N miktarlarının $49 \mu g g^{-1}$ ile $1831 \mu g g^{-1}$ arasında değiştiği belirtilmiştir.

Chen ve ark. (2005) farklı türlerden oluşan karışık ormanların farklı arazilerde kurdukları meşcerelerin ölü örtülerindeki N_{mic} içerikleri mevsimlere göre incelenmiştir. Çalışma sonucunda, ovalık arazilerdeki ormanların ölü örtü N_{mic} içeriklerinin kış mevsiminde $329 \mu g g^{-1}$, ilkbaharda $273 \mu g g^{-1}$, yazın $251 \mu g g^{-1}$ ve sonbaharda $254 \mu g g^{-1}$ oldukları tespit edilmiştir. Dağlık arazilerde ise kış mevsiminde $243 \mu g g^{-1}$, ilkbaharda $253 \mu g g^{-1}$, yazın $209 \mu g g^{-1}$ ve sonbahar mevsiminde $278 \mu g g^{-1}$ olarak bulunmuştur.

Bolat (2011) Kuzeybatı Karadeniz'deki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşcereleri ölü örtülerinin N_{mic} içeriklerinin ağaç türüne ve mevsimsel farklılıklara göre değişimini incelemesi sonucunda; tür ve mevsimsel farkların ölü örtülerin N_{mic} içeriklerini önemli derecede etkilediğini vurgulamıştır. En yüksek ortalama N_{mic} değerini ($903,78 \mu g g^{-1}$) sonbaharda kayın meşcerelerinde bulan Bolat çalışmasında ilkbahar ve kış mevsimindeki ortalama N_{mic} değerinin yaz ve sonbahar aylarından daha düşük olduğunu belirtmiştir.

Araştırma alanı ölü örtülerinin mikrobiyal biyokütle N değerleri daha önceki çalışmalarda bulunan değerlere yakın bulunmuştur. Bununla birlikte araştırma sahasının N_{mic} içerikleri belirtilen değerlerden farklıdır. Bu farkların bitki türlerinin farklı olmasının yanında çalışılan alanların fizyografik, iklimik ve edafik özelliklerinin farklı olmasından kaynakladığı düşünülmektedir.

Ölü Örtü Numunelerinin Bazal Solunumu (Mikrobiyal Solunum); Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama bazal solunum (BS) değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama BS değeri $11,72 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1} ile kayın meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama BS değeri ise $5,26 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1} ile sedir meşceresinde yaz mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin BS minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.91’de verilmiştir.

Çizelge 4.91. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre bazal solunumun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü Bazal Solunum Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	3,51	2,68	4,17	3,70
	Maximum	9,96	8,64	10,04	9,66
	Ortalama	7,15 bc	5,88 a	8,02 c	6,74 ab
	Standart S.	2,26	2,08	2,09	1,73
Sedir	Minimum	4,05	2,09	3,82	5,28
	Maximum	15,33	9,43	9,66	12,34
	Ortalama	9,70 d	5,26 a	6,56 b	8,41 c
	Standart S.	3,55	1,91	1,57	1,90
Kayın	Minimum	5,75	5,19	5,72	5,79
	Maximum	15,43	12,89	15,83	17,04
	Ortalama	9,96 b	8,34 a	10,49 bc	11,72 c
	Standart S.	2,87	2,11	2,97	2,90

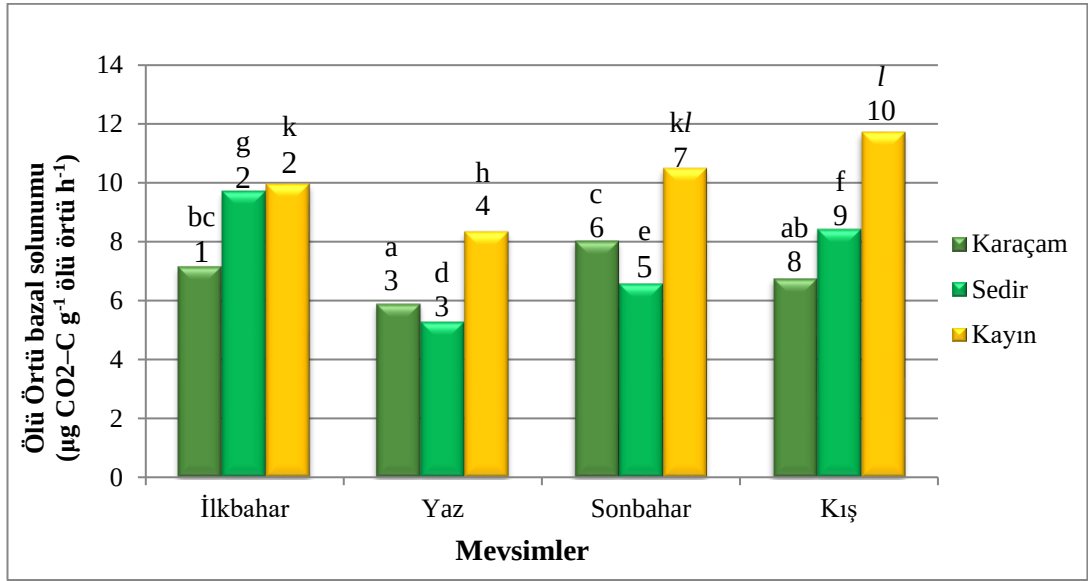
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.92. Ölü örtü numunelerinin bazal solunumunun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	71,20	3	23,72	5,66	0,001**
	Gruplar İçi	486,30	116	4,19		
	Total	557,40	119			
Sedir	Gruplar Arası	348,53	3	116,18	20,83	0,000**
	Gruplar İçi	647,02	116	5,58		
	Total	995,54	119			
Kayın	Gruplar Arası	177,10	3	59,04	7,89	0,000**
	Gruplar İçi	868,00	116	7,48		
	Total	1045,10	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	145,28	2	72,64	8,40	0,000**
	Gruplar İçi	752,36	87	8,648		
	Total	897,64	89			
Yaz	Gruplar Arası	159,20	2	79,6	19,20	0,000**
	Gruplar İçi	360,84	87	4,1		
	Total	520,04	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	237,14	2	118,6	22,82	0,000**
	Gruplar İçi	452,08	87	5,2		
	Total	689,22	89			
Kış	Gruplar Arası	385,30	2	192,6	38,40	0,000**
	Gruplar İçi	436,00	87	5,0		
	Total	821,30	89			

** 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Ölü örtülerin ortalama BS değerlerinin $P < 0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama BS değerleri arasında bütün mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre BS değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.92). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama BS değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki BS değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki BS değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.91; Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Ölü örtülerin bazal solunumun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Alef (1995) bazal solunumu mikroorganizmalar tarafından organik maddenin mineralizasyonu için harcama enerji ile açığa çıkan karbondioksit miktarı olarak tanımlamıştır. Winding ve ark. (2005) mikroorganizmaların, mikro ve makro faunanın doğadaki C döngüsünde önemini vurgulamıştır. Toprak canlıları, toprak yüzeyine gelen organik materyali parçaladıktan sonra mikrobiyal canlılar tarafından bileşiklerine ayrılırlar. Bu işlemin ölçülmesi toprak solunumunun belirlenmesiyle bilinmektedir (Jenkinson ve Ladd, 1981).

Araştırma sahalarında BS ortalama değerleri dikkate alındığında kayın ve kısmen de karaçam meşcereleri daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.46). Her iki meşcerede de organik maddenin mikroorganizmalarca ayrıştırılmasının güç olduğunu göstermektedir. Mikroorganizmaların bu meşcerlerdeki ölü örtüleri ayrıştırmak için çok fazla enerji harcaması sonucunda ortamın CO_2 miktarında artışa neden olması mikrobiyal solunumun yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Ölü örtünün miktarı ve cinsi ayrışma hızını etkileyen başlıca faktörlerdendir. Sparling ve ark. (1994) organik madde bileşiminin (lignin, selüloz, hemiselüloz gibi) mikrobiyal biyokütleyi ve aktivitesini etkilediğini ifade etmektedir. Çakıroğlu (2011) gerçekleştirdiği çalışmada göknar, kayın ve göknar-kayın meşcerelerindeki ibre ve yaprakların ayrışma hızlarını incelemiştir. İnceleme sonucunda kayın yapraklarının 18,8 yılda, göknar ibrelerinin 11,8 yılda ve göknar-kayın karışık

yapraklarının ise 16,3 yılda ayrıştığı belirlenmiştir. Bu çalışmada kayın yapraklarının lignin içeriğinin fazla olmasından dolayı daha geç ayrıştığı vurgulanmıştır.

Chen ve ark. (2003) karaçam ve sarıçam karışık meşcerelerdeki ölü örtülerin yaprak ve çürüntü katmanlarında bazal solunum değerlerini araştırmıştır. Yaprak tabakasında BS 1,21 ile 40,94 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1} değerleri (ortalama 10,18 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) arasında değiştiği; çürüntü tabakasında bazal solunumu 1,71 ile 14,24 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1} arasında (ortalaması 8,83 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) değiştiği belirlenmiştir.

Bolat (2011) Kuzeybatı Karadeniz'deki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşcereleri ölü örtülerinin BS miktarlarının ağaç türüne ve mevsimsel farklılıklara göre değişimini incelemesi sonucunda; tür ve mevsimsel farkların ölü örtülerin BS miktarını önemli derecede etkilediğini belirtmiştir. En yüksek ortalama BS miktarı 11,85 $\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1} ile kış mevsiminde kayın meşcerelerinde bulunmuştur. Kayın meşcerelerinin ölü örtülerinin diğer meşcere tiplerine göre daha zor ayrıştığını ve ayrışma için mikrobiyal canlıların daha fazla enerji harcadığını bildirmiştir.

Ölü Örtü Numunelerinin C_{mic}/N_{mic} Oranı; Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama C_{mic}/N_{mic} oranları karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama C_{mic}/N_{mic} oranı 16,19 ile sedir meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama C_{mic}/N_{mic} oranı ise 7,32 ile yine sedir meşceresinde ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{mic}/N_{mic} oranı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.93 'de verilmiştir.

Çizelge 4.93. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü C_{mic}/N_{mic} Değerleri				
	Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	1,85	1,29	1,58	2,73
	Maximum	41,41	28,68	33,20	20,69
	Ortalama	10,64 a	9,62 a	9,67 a	10,04 a
	Standart S.	9,28	5,91	6,24	4,95
Sedir	Minimum	5,57	1,67	1,63	2,49
	Maximum	12,77	60,26	44,78	50,8
	Ortalama	7,32 a	12,89 ab	11,24 ab	16,19 b
	Standart S.	1,88	12,83	10,13	13,09
Kayın	Minimum	1,66	0,82	2,9	3,17
	Maximum	19,81	34,68	20,73	38,83
	Ortalama	8,63 a	8,97 a	8,85 a	15,62 b
	Standart S.	4,60	8,50	4,58	8,83

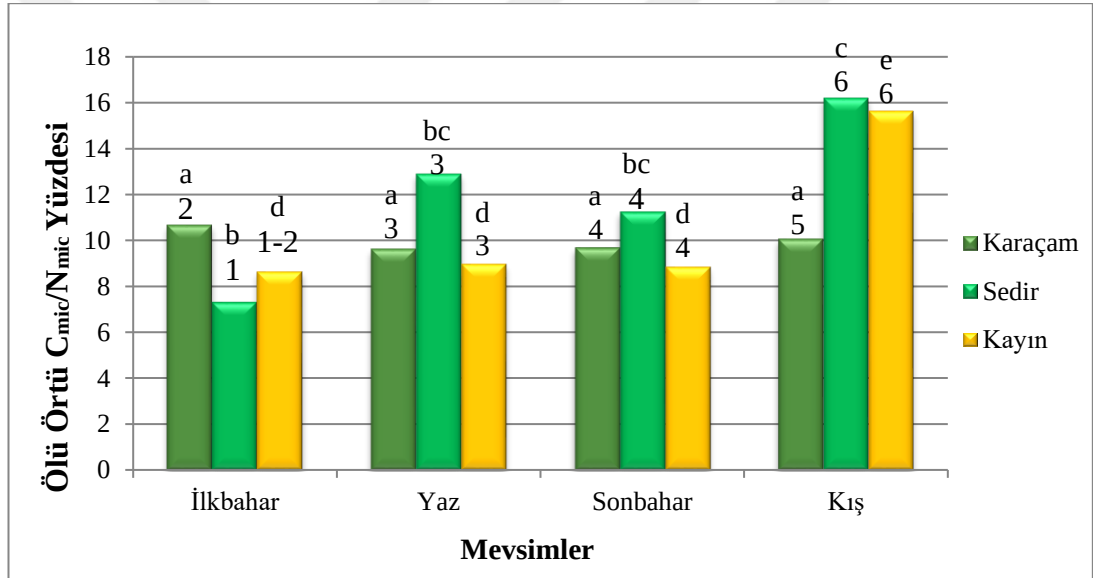
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.94. Ölü örtü numunelerinin C_{mic}/N_{mic} yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	20,0	3	6,66	0,14	0,933
	Gruplar İçi	5352,8	116	46,15		
	Total	5372,8	119			
Sedir	Gruplar Arası	1223,7	3	407,90	3,69	0,014**
	Gruplar İçi	12818,9	116	110,51		
	Total	14042,6	119			
Kayın	Gruplar Arası	1042,4	3	347,48	7,23	0,000**
	Gruplar İçi	5578,4	116	48,09		
	Total	6620,8	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	167,8	2	83,912	2,27	0,109
	Gruplar İçi	3214,7	87	36,95		
	Total	3382,5	89			
Yaz	Gruplar Arası	265,1	2	132,5	1,50	0,237
	Gruplar İçi	7882,2	87	90,6		
	Total	8147,3	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	88,4	2	44,2	0,82	0,446
	Gruplar İçi	4716,5	87	54,2		
	Total	4804,9	89			
Kış	Gruplar Arası	693,1	2	346,5	3,80	0,026**
	Gruplar İçi	7936,7	87	91,2		
	Total	8629,8	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Ölü örtülerin ortalama C_{mic}/N_{mic} oranlarının $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama C_{mic}/N_{mic} oranları arasında sonbahar mevsimi hariç diğer mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre C_{mic}/N_{mic} oranlarının istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu (karaçam hariç) ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.94). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama C_{mic}/N_{mic} oranları bakımından (sonbahar mevsimi hariç) farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{mic}/N_{mic} oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{mic}/N_{mic} oranlarının (karaçam hariç) farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.93; Şekil 4.47).



Şekil 4.47. Ölü örtülerin C_{mic}/N_{mic} yüzdelерinin mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Araştırma sahalarında mikrobiyal biyokütleyi oluşturan mikroorganizmaların hâkim türünü, yapısını ve durumunu belirlemek amacıyla C_{mic}/N_{mic} oranı kullanılmaktadır (Joergensen ve ark. 1995a; Garcia-Oliva ve ark. 2006; Yuan ve ark. 2007). Jenkinson ve Ladd'ın (1981) tespitlerine göre 10-12 civarında bulunan C_{mic}/N_{mic} oranının ifade ettiği mikrobiyal biyokütle popülasyonun daha çok mantarlardan oluştuğu, 3-5 arasında bulunması ise ortamda bakterilerin hâkim olduğu ifade edilmektedir.

Yukarıdaki sınır değeri dikkate alındığında ölü örtülerden elde ettiğimiz C_{mic}/N_{mic} değerlerinden araştırma sahasındaki mikrobiyal komünitenin daha çok mantar türlerinden oluştuğunu göstermektedir. Özellikle sedir meşcerelerinde sıcaklık ve yağışın optimum seviyelerde olduğu dönemlerde ortamdaki mantar yoğunluğunun arttığı gözlemlenmiştir. Bauhus ve Khanna (1999) yaptıkları çalışmada ölü örtülerin ilk ayrıştırılmasında mantarların bakterilerden daha fazla işlevine ihtiyaç duyulduğunu bu yüzden C_{mic}/N_{mic} oranının yüksek olması gerektiğini vurgulamıştır.

Chen ve ark. (2005) karışık türlerden oluşan meşcerelerin farklı arazi oluşum şekillerinin C_{mic}/N_{mic} oranına etkilerini incelemiştir. Ova arazisindeki meşcerelerin ölü örtüleri ortalama C_{mic}/N_{mic} oranı 4,8 bulunmuşken dağlık arazide bu oran 4,5 bulunmuştur. C_{mic}/N_{mic} oranındaki mevsimsel değişimlerin ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu mevsimin değişmesiyle C_{mic}/N_{mic} oranının değiştiği belirtilmiştir. Bauhus ve Khanna (1999) farklı meşcere tiplerinin ortalama C_{mic}/N_{mic} oranlarının 3,0 ile 17,3 arasında değişkenlik gösterdiğini, ağaç türünün C_{mic}/N_{mic} oranını etkilediğini vurgulamıştır.

Bolat (2011) Kuzeybatı Karadenizdeki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşcereleri ölü örtülerinin C_{mic}/N_{mic} oranının ağaç türüne ve mevsimsel farklılıklara göre değişimini incelemesi sonucunda; tür farklarının ve mevsimsel farkların ölü örtülerin C_{mic}/N_{mic} oranını önemli derecede etkilediğini vurgulamıştır. En yüksek ortalama C_{mic}/N_{mic} oranını (15,15) kış mevsiminde kayın meşcerelerinde bulmuştur. Bolat çalışmasında ölü örtülerde mantar popülasyonunun yoğunlukta olduğunu vurgulamıştır. Araştırma sahasından elde edilen veriler de bu çalışma ile paralellik göstermesine karşı komünite yoğunlukları farklıdır.

Ölü Örtü Numunelerinin C_{mic}/C_{org} Yüzdesi; Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama C_{mic}/C_{org} oranları karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama C_{mic}/C_{org} oranı % 3,18 ile kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama C_{mic}/C_{org} oranı ise % 0,73 ile karaçam meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin C_{mic}/C_{org} oranı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.95’de verilmiştir.

Çizelge 4.95. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/C_{org} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması ($n = 30$).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü C_{mic}/C_{org} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,28	0,43	0,57	0,36
	Maximum	1,93	4,56	5,41	1,05
	Ortalama	0,88 a	2,39 b	2,62 b	0,73 a
	Standart S.	0,38	1,23	1,28	0,21
Sedir	Minimum	0,55	0,77	0,93	0,24
	Maximum	3,45	4,45	4,66	1,11
	Ortalama	1,54 b	2,55 c	2,80 c	0,71 a
	Standart S.	0,68	0,96	0,94	0,23
Kayın	Minimum	0,40	0,46	0,75	0,26
	Maximum	6,62	4,53	5,88	2,15
	Ortalama	3,02 c	1,92 b	3,18 c	1,12 a
	Standart S.	1,33	1,17	1,32	0,59

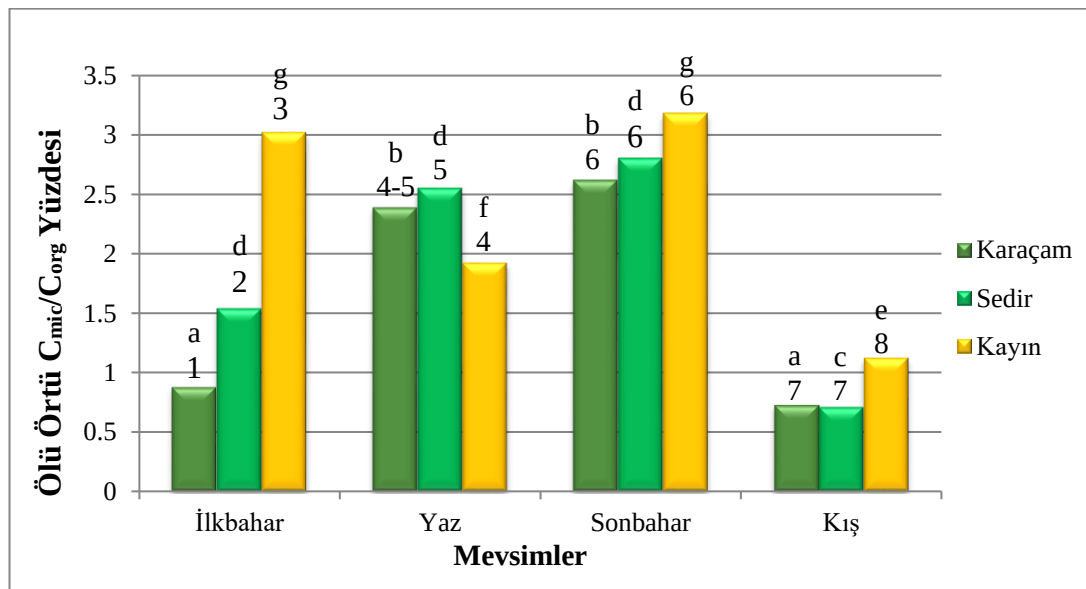
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Ölü örtülerin ortalama C_{mic}/C_{org} oranlarının $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama C_{mic}/C_{org} oranları arasında sonbahar mevsimi hariç diğer mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre C_{mic}/C_{org} oranlarının istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.96). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama C_{mic}/C_{org} oranları bakımından (sonbahar mevsimi hariç) farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{mic}/C_{org} oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{mic}/C_{org} oranlarının farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.95; Şekil 4.48).

Çizelge 4.96. Ölü örtü numunelerinin C_{mic}/C_{org} yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	87.7	3	29.24	35.06	0.000
	Gruplar İçi	96.8	116	0.83		
	Total	184.5	119			
Sedir	Gruplar Arası	83.1	3	27.71	47.98	0,014**
	Gruplar İçi	67.0	116	0.58		
	Total	150.1	119			
Kayın	Gruplar Arası	84.5	3	28.16	21.65	0,000**
	Gruplar İçi	150.9	116	1.30		
	Total	235.3	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	72.1	2	36.04	45.783	0,000**
	Gruplar İçi	68.5	87	0.787		
	Total	140.6	89			
Yaz	Gruplar Arası	6.4	2	3.2	2.5	0,085*
	Gruplar İçi	110.0	87	1.3		
	Total	116.4	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	4.9	2	2.5	1.732	0,183
	Gruplar İçi	123.3	87	1.4		
	Total	128.2	89			
Kış	Gruplar Arası	3.3	2	1.6	11.0	0,026**
	Gruplar İçi	12.9	87	0.1		
	Total	16.1	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.48. Ölü örtülerin C_{mic}/C_{org} yüzdelерinin mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Anderson ve Domsch (1993) C_{mic}/C_{org} ile pH arasında pozitif önemli ilişki olduğunu nötr pH derecesinde C_{mic}/C_{org} oranının 2-3 arasında değiştiğini belirtmiştir. C_{mic}/C_{org} oranı ile mikrobiyal canlılar tarafından alınabilir C miktarı belirlenmektedir. Bu değer organik maddenin kalitesinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Ayrıca ortamın karbon dinamiklerinin belirlenmesi için kullanılan bu oran net karbon kaybının veya stokunun izlenmesinde indikatör olarak kullanılmaktadır (Anderson ve Domsch 1989; Bauhus ve Khanna 1999).

Araştırma sahalarındaki ölü örtülerin C_{mic}/C_{org} oranı kış ve ilkbahar mevsimlerinde daha düşük bulunmuştur. Bunun nedenin yaz ve ilkbahar mevsimlerinde mikrobiyal biyokütledeki artış ve sonbaharda taze ölü örtü girdisi ile mikrobiyal canlılar için alınabilir C miktarındaki artış olduğu düşünülmektedir.

C_{mic}/C_{org} oranının yüksek olmasının ise organik karbon kaynaklarının mikrobiyal toplumlar tarafından iyi kullanıldığını ve ayrıştırılan organik materyalin düzenli olarak toprağa ve ekosisteme geri kazandırıldığını ve bununla birlikte daha düşük organik madde içeriğini göstermektedir (Bolat, 2011). Kayın meşcerelerinde ilkbaharda C_{mic}/C_{org} oranının diğer meşcerelerden daha yüksek çıkması ortamda taze yaprak bulunması sonucu uygun sıcaklık ve nem koşulların sağlanması ile mikrobiyal popülasyonun hızlıca artmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte taze yaprakların azaldığı yaz mevsiminde C_{mic}/C_{org} oranının düşmesi bu tezi doğrulamaktadır.

Chen ve ark. (2003) karaçam ve monteri çamlarından oluşan karışık ormanların ölü örtülerinin yaprak ve çürüntü tabakalarındaki C_{mic}/C_{org} oranlarını araştırmışlardır. Araştırma sonucunda yaprak tabakasında % 0,36 ile % 1,16 arasında (ortalama % 0,63); çürüntü tabakasında ise % 0,67 ile %1,95 arasında (ortalama % 1,46) değişen değerler bulunmuştur. C_{mic}/C_{org} oranlarının mevsimsel olarak değişiminin incelenmesi sonucunda istatistiksel olarak önemli farkların bulunduğu ifade edilmiştir. Yine Chen ve ark. (2005) karışık türlerden oluşan meşcelerin farklı arazi oluşum şekillerinin C_{mic}/C_{org} oranına etkilerini incelemiştir. Ova arazisindeki meşcerelerin ölü örtüleri ortalama C_{mic}/C_{org} oranı % 1,4 bulunmuşken dağlık arazide bu oran % 0,8 bulunmuştur. C_{mic}/C_{org} oranındaki mevsimsel değişimlerin ise istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu mevsimin değişmesiyle C_{mic}/C_{org} oranının değiştiği belirtilmiştir.

Bolat (2011) Kuzeybatı Karadeniz'deki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşcereleri ölü örtülerinin C_{mic}/C_{org} oranının ağaç türüne ve mevsimsel farklılıklara göre

değişimini incelemesi sonucunda; tür farklarının ve mevsimsel farkların ölü örtülerin C_{mic}/C_{org} oranını önemli derecede etkilediğini vurgulamıştır. En yüksek ortalama C_{mic}/C_{org} oranını (2,03) yaz mevsiminde göknar meşcerelerinde bulmuştur. Bolat çalışmasında göknar türüne ait ölü örtülerin kayın meşcerelerine nazaran daha hızlı ayrışarak topraklara karıştığı ve karbon döngüsüne olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir.

Ölü Örtü Numunelerinin N_{mic}/N_{toplam} Yüzdesi; Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranları karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranı % 8,41 ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranı ise % 2,23 ile kayın meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin N_{mic}/N_{toplam} oranı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.97’de verilmiştir.

Çizelge 4.97. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre N_{mic}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü N_{mic}/N_{toplam} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,72	2,32	2,14	1,05
	Maximum	7,84	15,05	9,83	4,57
	Ortalama	2,95 a	7,78 c	5,88 b	2,57 a
	Standart S.	1,85	2,68	1,78	0,78
Sedir	Minimum	1,28	1,2	1,7	0,74
	Maximum	6,66	18,58	20,54	4,65
	Ortalama	4,39 b	6,89 c	8,41 c	2,26 a
	Standart S.	1,44	4,54	5,28	1,34
Kayın	Minimum	3,07	1,88	3,03	1,64
	Maximum	15,17	12,54	13,73	2,85
	Ortalama	8,37 c	6,66 b	8,26 c	2,23 a
	Standart S.	3,24	2,97	3,01	0,32

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

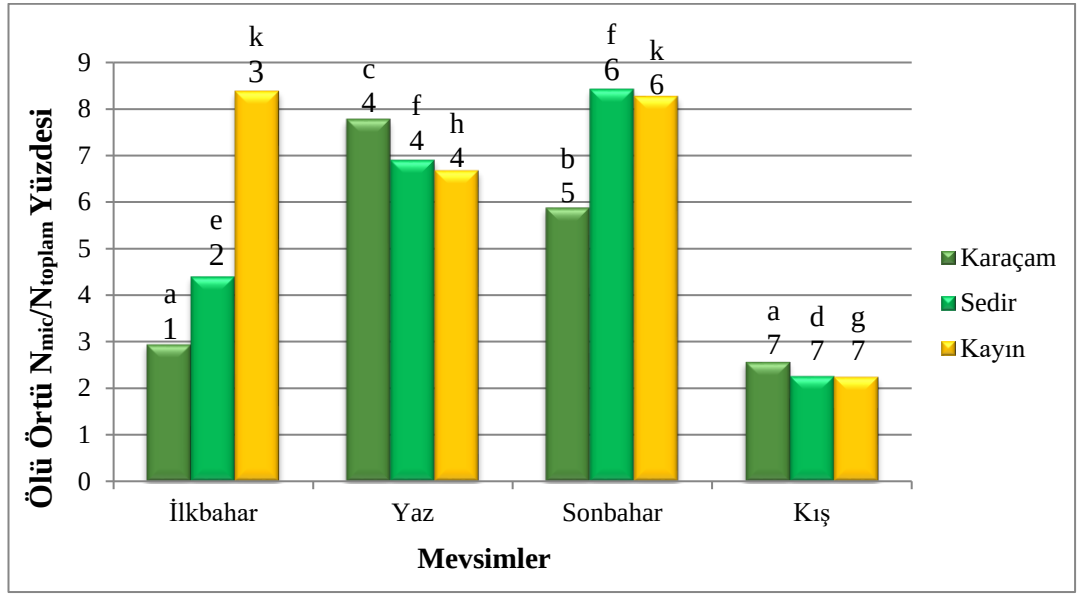
Ölü örtülerin ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranlarının $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranları arasında yaz ve kış mevsimleri hariç diğer mevsimlerde önemli farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre N_{mic}/N_{toplam} oranlarının istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.98). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama N_{mic}/N_{toplam}

oranları bakımından yaz ve kış mevsimleri hariç diğer mevsimlerde farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki N_{mic}/N_{toplam} oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki N_{mic}/N_{toplam} oranlarının hepsi farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.97; Şekil 4.49).

Çizelge 4.98. Ölü örtü numunelerinin N_{mic}/N_{toplam} yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	552.7	3	184.24	51.15	0,000**
	Gruplar İçi	417.8	116	3.60		
	Total	970.5	119			
Sedir	Gruplar Arası	664.8	3	221.58	47.98	0,000**
	Gruplar İçi	1516.9	116	13.08		
	Total	2181.7	119			
Kayın	Gruplar Arası	745.8	3	248.60	21.65	0,000**
	Gruplar İçi	826.4	116	7.12		
	Total	1572.2	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	472.9	2	236.46	44.36	0,000**
	Gruplar İçi	463.8	87	5.33		
	Total	936.7	89			
Yaz	Gruplar Arası	21.0	2	10.50	0.90	0,426
	Gruplar İçi	1061.9	87	12.20		
	Total	1082.9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	120.8	2	60.40	4.52	0,014**
	Gruplar İçi	1163.3	87	13.40		
	Total	1284.1	89			
Kış	Gruplar Arası	2.2	2	1.10	1.30	0,269
	Gruplar İçi	72.2	87	0.80		
	Total	74.4	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.49. Ölü örtülerin N_{mic}/N_{toplam} yüzdelerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

N_{mic}/N_{toplam} oranı aynen C_{mic}/C_{org} oranında olduğu gibi ortamda substrat noksanlığının göstergesi olarak kullanılır (Bauhus ve ark. 1998). Ayrıca, N_{mic}/N_{toplam} çok yüksek olmasının azot noksanlığına neden olabileceği bilinmektedir. Yüksek N_{mic}/N_{toplam} oranı görülen ortamlarda alınabilir azotun mikrobiyal canlılar tarafından fiks edilmiş olduğu muhtemeldir. Araştırma sahası ölü örtülerinin ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranlarının yaz ve sonbahar mevsiminde arttığı, diğer mevsimlerde azaldığı belirlenmiştir. İlkbahar mevsiminde kayın meşçeresi ölü örtüsündeki yüksek N_{mic}/N_{toplam} oranının vejetasyon periyodu başlangıcında artan sıcaklık ve uygun nem koşullarında bir önceki periyottan kalan taze yaprakların ayrıştırılması için ortamda mikrobiyal canlı artışının fazla olması ile açıklanabilir. Kış mevsiminde bütün meşcere türlerinde bu oranının düşük olmasının organik madde kalitesinin azalmasıyla veya aşırı nemin ve soğğun topraktan N un yıkanmasıyla, kısaca iklim şartlarının kötüleşmesiyle açıklanabilmektedir.

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin konu ile ilgili diğer çalışmalar ile paralellik gösterdiği tespit edilmiştir. Bauhus ve Khanna (1999) ılıman, boreal ve tropikal iklimlerdeki karışık ormanların ölü örtülerinin N_{mic}/N_{toplam} oranının % 0,70 ile % 19,8 arasında değiştiğini ortalamasının ise % 6,6 olduğunu bulmuştur. Chen ve ark. (2005) karışık ormanlarda gerçekleştirdikleri çalışma sonucunda mevsimsel farkların N_{mic}/N_{toplam} oranını değiştirdiğini ifade etmiştir. Bolat (2011) ise gerçekleştirdiği çalışmada bitki

türünün ve mevsimlerin ölü örtülerin N_{mic}/N_{toplam} oranında istatistiksel olarak önemli değişkenliklere neden olduğunu vurgulamıştır.

Ölü Örtü Numunelerinin Metabolik Katsayısı (qCO_2): Araştırma alanlarındaki ölü örtülerin mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama metabolik katsayıları (qCO_2) karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama qCO_2 $4,45 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$ ile kayın meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama qCO_2 ise $0,82 \text{ mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$ ile sedir meşceresinde yaz mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait ölü örtülerin qCO_2 minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.99’da verilmiştir.

Çizelge 4.99. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) ölü örtü numunelerinin mevsimlere göre qCO_2 ($\text{mg CO}_2\text{-C g}^{-1} C_{mic} \text{ h}^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması ($n = 30$).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Ölü Örtü qCO_2 Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,99	0,27	0,43	1,16
	Maximum	8,46	4,92	5,05	7,76
	Ortalama	3,00 b	1,23 a	1,48 a	3,11 b
	Standart S.	1,79	1,10	1,11	1,64
Sedir	Minimum	0,66	0,26	0,35	1,7
	Maximum	6,35	2,49	2,34	12,46
	Ortalama	2,32 b	0,82 a	0,90 a	4,04 c
	Standart S.	1,40	0,56	0,52	2,65
Kayın	Minimum	0,69	0,49	0,56	1,05
	Maximum	8,90	8,68	4,96	14,95
	Ortalama	1,58 a	2,39 a	1,41 a	4,45 b
	Standart S.	1,50	2,03	0,91	2,89

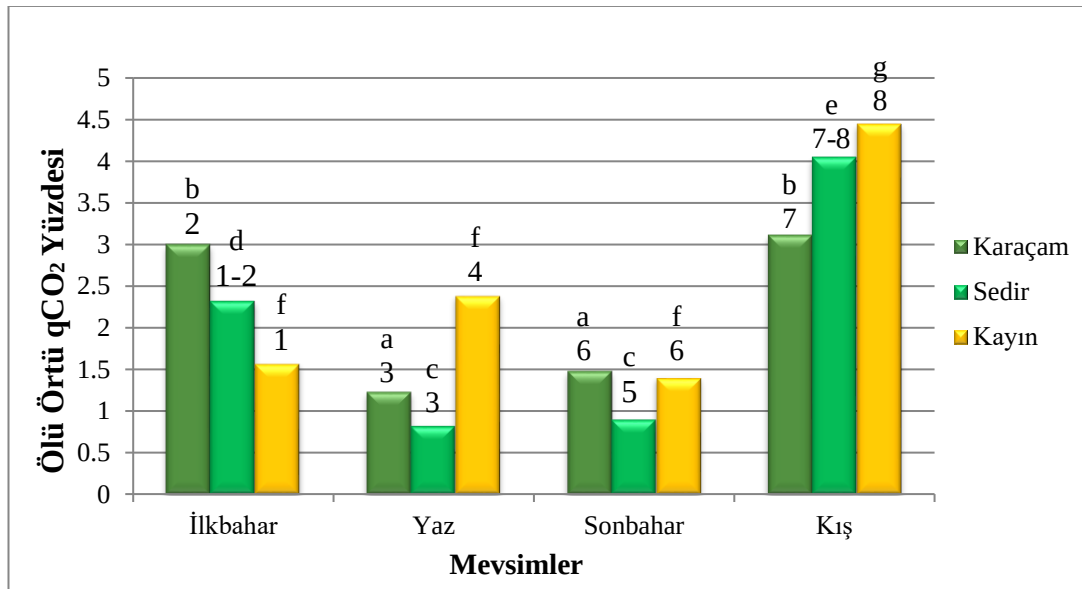
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Ölü örtülerin ortalama qCO_2 değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait ölü örtülerin ortalama qCO_2 arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait ölü örtülerin mevsimlere göre qCO_2 istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.100). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; ölü örtülerin ortalama qCO_2 bakımından hepsi farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki qCO_2 oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki qCO_2 oranlarının hepsi farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.99; Şekil 4.50).

Çizelge 4.100. Ölü örtü numunelerinin qCO₂ (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹) yüzdelерinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	88.0	3	29.32	14.13	0,000**
	Gruplar İçi	240.7	116	2.08		
	Total	328.7	119			
Sedir	Gruplar Arası	206.0	3	68.66	28.72	0,000**
	Gruplar İçi	277.4	116	2.39		
	Total	483.4	119			
Kayın	Gruplar Arası	175.0	3	58.33	15.04	0,000**
	Gruplar İçi	449.8	116	3.88		
	Total	624.8	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	30.2	2	15.09	6.11	0,003**
	Gruplar İçi	214.9	87	2.47		
	Total	245.1	89			
Yaz	Gruplar Arası	39.4	2	19.7	10.50	0,000**
	Gruplar İçi	163.2	87	1.9		
	Total	202.6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	6.0	2	3.0	3.88	0,024**
	Gruplar İçi	67.3	87	0.8		
	Total	73.3	89			
Kış	Gruplar Arası	28.0	2	14.0	2.30	0,013**
	Gruplar İçi	522.5	87	6.0		
	Total	550.4	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.50. Ölü örtülerin qCO₂ değerlerinin mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Metabolik katsayı (qCO_2) herhangi bir ekosistemin işleyişini ve stres durumunu belirlemede kullanılmaktadır. qCO_2 değerinin yüksek olması stres ortamının oluştuğunu göstermektedir. Ancak, gelişmemiş ve gelişmekte olan ekosistemlerde enerji için rekabetin az olması ve enerji kullanımındaki isteksizlik ortamda fazla miktarda substratın birikmesine neden olacağından bu alanların değerlendirilmesinde dikkatli olunmalıdır. Bununla birlikte gelişmiş ekosistemlerde enerji için kıyasıya bir yarış ve mücadele ile enerjiye eğilim görülmektedir (Sparling 1997; Winding 2005). qCO_2 değerinin düşük olması ise ekosistemin gelişmiş olduğunu ve stres söz konusu olmadığını göstergesidir. Araştırma alanı ölü örtülerinin ilkbahar ve bilhassa kış mevsimlerindeki ortalama qCO_2 değerlerinin yaz ve sonbahar mevsimine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Kış ve ilkbahar mevsimlerinde ortam sıcaklığının az olması ve yağış miktarının artması sonucu ayrışmanın yavaşlaması ve mikroorganizmaların strese girmesi olabilir. Bununla birlikte sıcaklığın düşmesiyle azalan mikrobiyal biyokütle C içeriğinin metabolik katsayıdaki artışa neden olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Anderson ve Domsch'a (1986) göre ortamda mikroorganizmalar tarafından alınabilir C miktarının az olması durumunda qCO_2 katsayısı yüksek bulunacaktır. Sparling (1997) ise solunum için kullanılan organik C içeriğinin ve kalitesinin qCO_2 katsayısını etkilediğini bildirmiştir.

Bolat (2011) Batı Karadeniz Bölgesindeki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşceresindeki ormanların ölü örtülerinin qCO_2 katsayısını tür ve mevsimsel olarak karşılaştırmıştır. Göknar ormanlarında ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerindeki qCO_2 katsayısını sırasıyla 1,60, 1,67, 1,95 ve 3,47 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ olarak; kayın ormanlarında 4,89, 1,92, 3,64 ve 3,94 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$; göknar-kayın ormanlarında ise 2,93, 2,26, 2,23 ve 4,70 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan meşcere tipinin ve mevsimlerin üst toprakların qCO_2 katsayısını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirtilmiştir.

Gerçekleştirilen çalışmada ölü örtülerin qCO_2 katsayısı ağaç türü ve mevsimlere göre farklılıklar göstermiştir. Araştırma sahasındaki ölü örtülerin içerikleri, miktarı, nem ve sıcaklık değerleri bu farklılıklara neden olmuş olabilir. Hu ve ark., (2006) saf ve karışık ormanların ölü örtülerinde yaptıkları araştırmada qCO_2 katsayı farkının ölü örtü kalitesinden kaynaklandığını vurgulamıştır.

4.1.3.2. Toprak Numunelerinde Ölçülen Özellikler

Toprak Örnekleri Nem (%) Miktarları: Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki nem miktarlarının ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama nem miktarı % 42.51 ile kayın meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama nem miktarı ise 17,54 ile karaçam meşcerelerinin yaz mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türleri altında oluşan toprakların nem miktarlarının (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.101’de verilmiştir.

Çizelge 4.101. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre nem yüzdelerinin; minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların (%) Nem Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	16,60	12,40	31,40	29,50
	Maximum	27,40	28,30	40,00	37,00
	Ortalama	21,71 b	17,54 a	35,50 d	33,13 c
	Standart S.	3,22	3,32	2,14	2,12
Sedir	Minimum	9,90	6,50	15,00	24,30
	Maximum	36,50	30,10	41,30	45,60
	Ortalama	25,00 b	20,61 a	33,64 c	35,49 c
	Standart S.	6,40	5,54	6,38	5,82
Kayın	Minimum	18,00	10,90	22,30	38,8
	Maximum	48,10	27,70	49,90	48,2
	Ortalama	27,98 b	18,42 a	39,80 c	42,51 d
	Standart S.	6,52	3,75	6,99	2,53

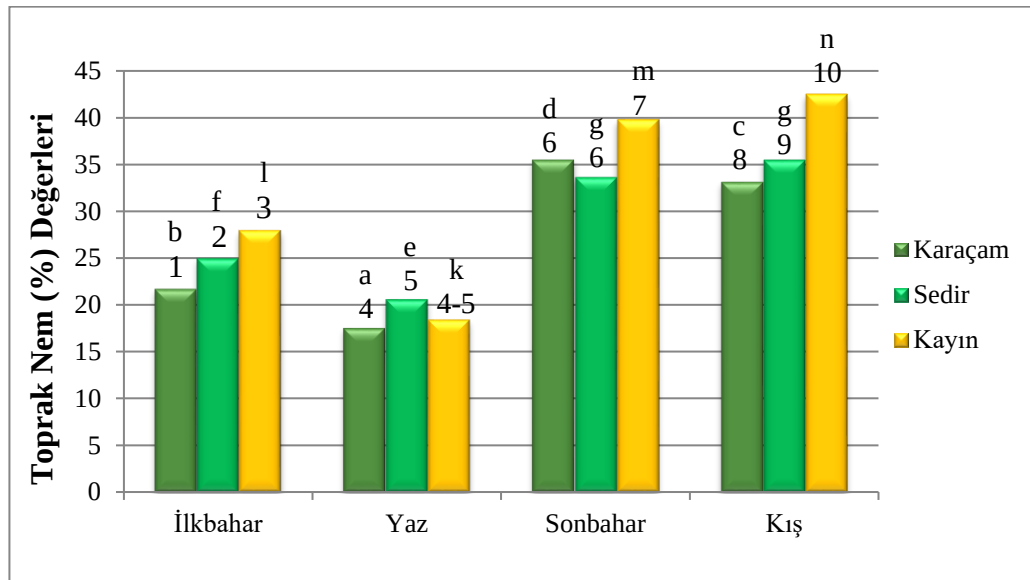
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

$P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait üst toprakların içerdikleri nem miktarları arasında ve aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre içerdikleri nem miktarları da istatistiksel olarak önemli derecede farklılık göstermiştir ($P<0,05$) (Çizelge 4.102). Aynı mevsimde farklı grupları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; topraklarda tutulan ortalama nem değerleri bakımından ağaç türleri farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerde tutukları nem içerikleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki nem miktarları farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.101; Şekil 4.51).

Çizelge 4.102. Toprak numunelerinin nem (%) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	6821,04	3	2273,68	298,59	0,000**
	Gruplar İçi	883,31	116	7,62		
	Total	7704,35	119			
Sedir	Gruplar Arası	4493,18	3	1497,70	40,91	0,000**
	Gruplar İçi	4246,87	116	36,60		
	Total	8740,05	119			
Kayın	Gruplar Arası	11159,70	3	3719,90	133,14	0,000**
	Gruplar İçi	3241,00	116	27,94		
	Total	14400,70	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	588,90	2	294,46	9,42	0,000**
	Gruplar İçi	2719,70	87	31,26		
	Total	3308,60	89			
Yaz	Gruplar Arası	150,00	2	75,00	4,00	0,021**
	Gruplar İçi	1617,60	87	18,60		
	Total	1767,60	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	599,10	2	299,60	9,53	0,000**
	Gruplar İçi	2733,90	87	31,40		
	Total	3333,00	89			
Kış	Gruplar Arası	1428,40	2	714,20	47,80	0,000**
	Gruplar İçi	1300,00	87	14,90		
	Total	2728,30	89			

*** 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.51. Toprakların örnek alma anlarındaki nemlerinin (%) mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Araştırma sahaları topraklarının nem içerikleri meşcere tiplerine ve mevsimlere göre farklılıklar göstermiştir. Şekil 3.51’de görüldüğü üzere toprakların nem içerikleri ağaç türüne göre büyükten küçüğe doğru kayın>sedir>karaçam olarak ve mevsimlere göre ise kış>sonbahar>ilkbahar>yaz mevsimleri olarak sıralanmaktadır.

Toprakların nem içerikleri; ölü örtü tabakasının özelliklerine (bileşimi, kalınlığı, vb.), toprakların tane yapısına, organik madde miktarı, transpirasyon, evaporasyon...gibi faktörler tarafından etkileşim altındadır. Transpirasyon miktarı ağaç türlerine göre oldukça önemli farklar göstermektedir. Bununla birlikte yaprak yüzey alanı, net prodüktivite, yaprak dokusu gibi farklı özelliklerdeki ağaçların özelliklerine göre değişmektedir. Yaprak yüzeyinin artması transpirasyon miktarını arttırmakta, yaprak yüzeyinin azalması ile bu miktar düşmektedir (Çepel, 1995).

Toprakların içerdikleri organik madde miktarları da toprakların su tutma kapasiteleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Organik madde kendi ağırlığının 3-5 katı kadar su tutabilme kabiliyeti sayesinde organik madde miktarının fazla olduğu toprakların daha fazla su tuttuğu bilinmektedir (Brady, 1990; Çepel, 1996; Kantarcı, 2000). Sonbaharda kayın ağaçlarının dökülen yaprakları duvar örgüsü gibi birbirlerine yapışmakta ve orman zeminin sera gibi örterek nem çıkışını önlemektedir. Bu olay sonucunda atmosfere dönemeyen su buharı toprakta tutulması ile açıklanabilmektedir. Ayrıca kayın toprakların kil miktarının fazla olması tutulan nem miktarındaki artışa da neden olduğu düşünülmektedir.

Kara ve ark. (2008) meşe ve göknar-kayın karışık ormanları üst topraklarının nem miktarları (sırasıyla %14,4 ve % 26,2) bakımından istatistiksel olarak farklı olduklarını belirtmiştir. Kara ve Bolat (2008a) Bartın’daki kayın ve karaçam meşcereleri üst topraklarının nem miktarları bakımından birbirlerinde farklı olduğunu belirtmiştir. Şentürk (2009) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise farklı ağaç türleri altında oluşan üst toprakların nem miktarlarını kayın meşceresinde % 25,39; göknar meşceresinde % 35,48 ve göknar-kayın karışık meşceresinde ise % 28,6 bulmuştur. Bu sonuçlara göre farklı türlerin altında gelişen toprakların içerdikleri nem miktarlarının da istatistiksel olarak farklı olduğunu belirtmiştir. Bolat (2011) Bartın’da kayın, göknar ve göknar-kayın karışık meşcerelerine ait üst toprakların nem yüzdelerini incelediği çalışmada, saf göknar meşcereleri üst topraklarında tutulan nemin kayın ve göknar kayın karışık meşcerelerinden daha fazla olduğunu istatistiksel açıdan türlere ve mevsimlere göre önemli farklılıklar olduğunu belirtmiştir.

Toprak Numunelerinin Sıcaklık (°C) Değerleri; Araştırma alanlarındaki topraklarının mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki sıcaklık ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama sıcaklık 23,28 °C ile sedir meşçeresinde yaz mevsiminde ve en düşük ortalama sıcaklık 1,73 °C ile kayın meşçeresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprak sıcaklıklarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.103’de verilmiştir.

Çizelge 4.103. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre sıcaklıkların minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların Sıcaklık (°C) Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	9,70	19,80	12,30	2,50
	Maximum	13,30	28,00	17,30	4,30
	Ortalama	11,03 b	23,00 d	14,47 c	3,16 a
	Standart S.	0,88	1,87	1,67	0,53
Sedir	Minimum	7,60	21,20	13,40	1,80
	Maximum	14,00	26,60	16,30	3,00
	Ortalama	10,23 b	23,28 d	14,29 c	2,57 a
	Standart S.	1,60	1,38	0,71	0,28
Kayın	Minimum	7,50	20,50	10,50	-0,10
	Maximum	9,90	24,30	14,80	5,10
	Ortalama	8,37 b	22,15 d	12,92 c	1,73 a
	Standart S.	0,64	1,12	1,21	1,40

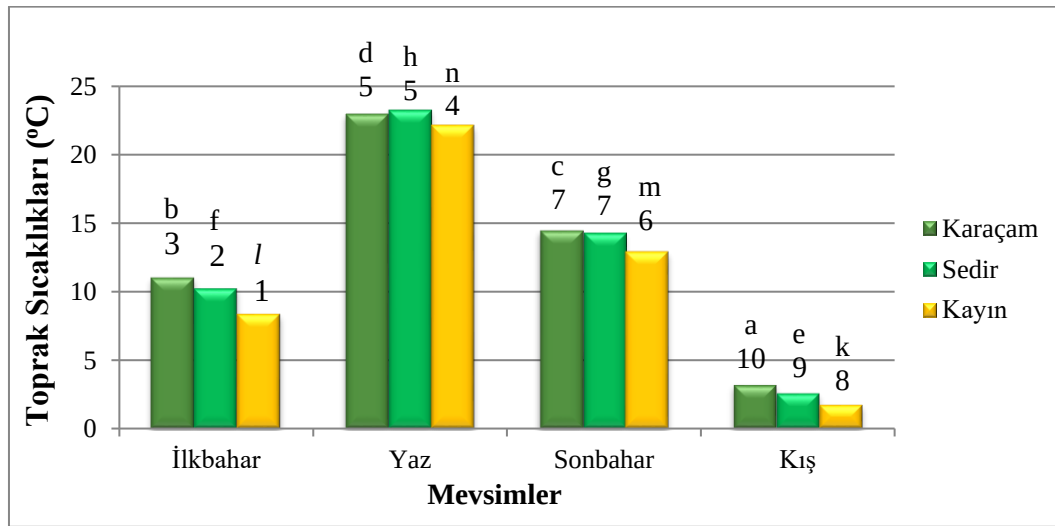
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

$P < 0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama sıcaklık değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre sıcaklıklarında da istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.104). Aynı mevsimde farklı grupları tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama sıcaklık değerleri bakımından ağaç türleri farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki sıcaklıkları dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki sıcaklıklar farklı gruplarda yer almıştır (Çizelge 4.103; Şekil 4.52).

Çizelge 4.104. Toprak numunelerinin Sıcaklık (°C) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	6085,16	3	2028,39	1107,17	0,000**
	Gruplar İçi	212,52	116	1,83		
	Total	6297,67	119			
Sedir	Gruplar Arası	6694,42	3	2231,5	1762,50	0,000**
	Gruplar İçi	146,87	116	1,3		
	Total	6841,29	119			
Kayın	Gruplar Arası	6611,10	3	2203,70	1734,89	0,000**
	Gruplar İçi	147,30	116	1,27		
	Total	6758,40	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	111,7	2	55,84	44,540	0,000**
	Gruplar İçi	109,1	87	1,25		
	Total	220,8	89			
Yaz	Gruplar Arası	20,8	2	10,4	4,7	0,012**
	Gruplar İçi	193	87	2,2		
	Total	213,8	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	43,3	2	21,7	13,68	0,000**
	Gruplar İçi	137,8	87	1,6		
	Total	181,1	89			
Kış	Gruplar Arası	30,8	2	15,4	20,1	0,000**
	Gruplar İçi	66,8	87	0,8		
	Total	97,7	89			

** 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.52. Toprakların örnek alma anlarındaki sıcaklıklarının (°C) mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Toprak sıcaklığı genellikle meşcere türüne, kapalılığına, ölü örtünün bileşimine, ölü örtü kalınlığına, nem içeriğine, organik madde miktarına... gibi faktörler tarafından etkilenmektedir. Çalışma alanı topraklarından en yüksek ortalama sıcaklık değeri sedir ormanlarında bulunmuştur. Bunun nedeni olarak sedir ormanlarındaki ölü örtü kalınlığının diğer meşcerelere göre daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca kış aylarında kayın meşceresi topraklarının diğer meşcerelere göre daha soğuk olmasının nedeni kayın ağacının kışın yapraklarını döktüğü için meşcere içi sıcaklığının diğer türlere göre daha az olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bolat (2011) Bartın’da kayın ormanları topraklarının (6,6 °C), göknar (8,6 °C) ve göknar-kayın (6,8 °C) meşcerelerine göre daha düşük sıcaklıkta olduğunu belirtmiştir.

Toprak Numunelerinin pH (safsu) Değerleri; Araştırma alanlarındaki toprakların (0-10 cm) mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama pH değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama pH değeri 7,84 ile karaçam meşceresinde yaz mevsiminde ve en düşük ortalama pH değeri ise 4,99 ile kayın meşceresinde ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların pH’larının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.105’de verilmiştir.

Çizelge 4.105. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre pH minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n= 30).

Ağaç Türleri	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların pH Değerleri				
	Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	4,34	7,56	4,98	5,31
	Maximum	7,46	8,93	6,89	7,65
	Ortalama	6,13 ab	7,84 c	5,96 a	6,14 b
	Standart S.	0,66	0,25	0,50	0,59
Sedir	Minimum	5,30	5,73	5,66	5,79
	Maximum	7,93	7,96	7,78	7,59
	Ortalama	7,14 bc	7,32 c	7,02 ab	6,83 a
	Standart S.	0,61	0,56	0,52	0,48
Kayın	Minimum	4,03	5,06	4,00	4,17
	Maximum	5,80	6,91	5,53	5,82
	Ortalama	4,99 ab	6,06 c	4,79 a	5,11 b
	Standart S.	0,52	0,48	0,45	0,49

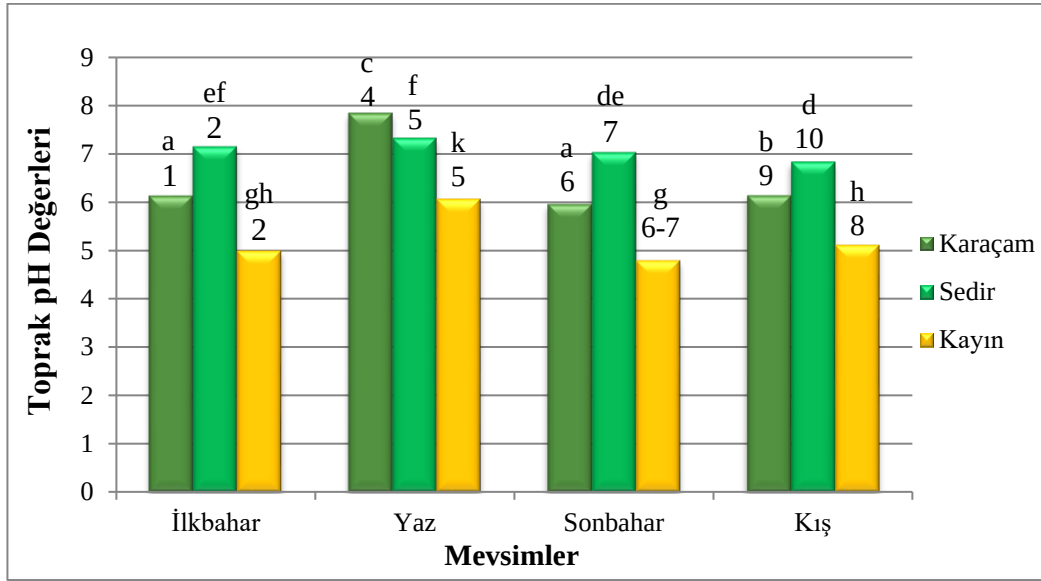
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

$P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama pH değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre pH_{safsu} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.106). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen türleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama pH değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki pH değerleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki pH'ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.105; Şekil 4.53).

Çizelge 4.106. Toprak numunelerinin pH değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	66,25	3	22,08	80,13	0,000**
	Gruplar İçi	31,97	116	0,28		
	Total	98,22	119			
Sedir	Gruplar Arası	3,88	3	1,30	4,34	0,006**
	Gruplar İçi	34,56	116	0,30		
	Total	38,44	119			
Kayın	Gruplar Arası	28,50	3	9,50	40,16	0,000**
	Gruplar İçi	27,40	116	0,24		
	Total	55,90	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	69,20	2	34,62	95,72	0,000**
	Gruplar İçi	31,50	87	0,36		
	Total	100,70	89			
Yaz	Gruplar Arası	50,60	2	25,30	123,60	0,001**
	Gruplar İçi	17,80	87	0,20		
	Total	68,40	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	74,60	2	37,30	156,21	0,000**
	Gruplar İçi	20,80	87	0,20		
	Total	95,40	89			
Kış	Gruplar Arası	48,20	2	24,10	87,70	0,000**
	Gruplar İçi	23,90	87	0,30		
	Total	72,10	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.53. Toprakların örnek alma anlarındaki pH'ların mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Karaçam meşcereleri topraklarının ortalama pH değerleri dikkate alındığında ilkbahar ve sonbahar mevsiminde hafif-orta şiddette asit, yaz ve kış mevsimlerinde ise hafif-orta alkali asit sınıflarında yer almıştır. Sedir toprakları ilkbahar, yaz ve sonbaharda çok hafif alkali sınıfında, kış mevsiminde ise çok hafif asit sınıfında görülmüştür. Kayın üst toprakları ise yılın bütün mevsimlerinde asidik karakter gösterdiği tespit edilmiştir.

Toprakların ortalama pH değeri hemen hemen bütün mevsimlerde sedir meşcerelerinde kayın ve karaçam meşcerelerine göre daha yüksek bulunmuştur. Bunun iki nedeni olabileceği düşünülmektedir. Bunlardan birincisi sedir ibrelerinin diğer türlere nazaran bünyelerinde daha fazla Ca^{++} bulundurduğu ve bu meşcerelerin toprağının sığ olması nedeniyle anakayaların özelliklerini daha fazla yansıtabileceği olarak düşünülmektedir. Dökülen sedir ibrelerinin ayrışması sonucu ortamda serbest hale gelen Ca^{++} yıkanarak topraklar tarafından bağlanmakta ve ortamın pH değeri artmaktadır. Böylece, üst toprak tabakası daha yüksek pH değerine sahip olmaktadır (Kantarıcı, 2000).

Yaz mevsimleri haricinde bütün meşcerelerde toprak pH düşük değerlerde seyretmektedir. Yaz mevsiminde araştırma sahası ve çevresindeki aşırı sıcaklardan dolayı vejetatif faaliyetlerin yavaşlaması ile topraklarda katyonların alımının azalması sonucunda pH miktarında artış olabileceği düşünülmektedir. Çünkü kök faaliyetleri ve diğer mikrobiyal canlıların faaliyetleri sonucunda topraklarda zayıf asit olan H_2CO_3 oluşumuna neden olması ile pH değerinin düşerek asitlik artmaktadır (Çepel 1995; Kantarıcı, 2000).

Toprakların pH değerlerinin anakaya ve ölü örtüye nazaran daha düşük olmasının iklimin, toprak canlılarının ve kök faaliyetlerin daha aktif olduğunun göstergesi olduğu düşünülmektedir. Yağışlar ile yıkanmanın şiddeti ve ölü örtü ayrışmasıyla organik asitlerin topraklarda tutulması sonucu pH değerinin düşmesine neden olabilmektedir.

Satti ve ark. (2003) farklı tür ağaçların ve karışık meşceelerinin üst topraklarının ortalama pH değerlerinin istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduklarını tespit etmiştir. Maiha ve ark. (2006) İspanya’da granit ve şist anakayasası üzerinde yetişen fıstık çamı ve sarıçamların toprak pH sına etkileri araştırmışlardır. Granit anakayasası üzerindeki fıstıkçamı topraklarının pH değerleri 3,8 ile 4,8 arasında; sarıçam toprakları ise 3,7 ile 4,4 arasında bulunmuştur. Şist anakayasasındaki fıstıkçamı topraklarının pH değerleri 3,4 ile 4,7 arasında; sarıçam toprakları pH değerleri ise 3,8 ile 4,1 arasında değiştiği belirtilmiştir. Tian ve ark. (2008) dokuz farklı ağaç türünün karışık olarak yetiştiği orman üst topraklarının pH değerlerinin 4,12 ile 7,85 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Kara ve Bolat (2008a) Bartın’daki kayın ve karaçam meşcereleri altındaki üst toprakların pH değerlerini sırasıyla 5,20 ve 7,71 olarak belirlemiş ve istatistiksel olarak ağaç türünün pH üzerinde önemli etkisi olduğunu vurgulamıştır. Kara ve ark. (2008) Bartın yöresindeki bir araştırmalarında meşe meşcereleri topraklarının ortalama pH değerini 5,13 ve göknar-kayın karışık meşceresini ise 5,74 olduğunu belirtmiştir.

Alvarez ve ark. (2009) gerçekleştirdikleri çalışmada üst toprak kademelerinin (0-10 cm) ortalama pH değerlerinin farklı mevsimlerde 4,7 ile 7,0 arasında değiştiğini belirtmiştir. Diaz-Ravina ve ark. (1995) fıstık çamı ve saplı meşe ormanlarının üst topraklarının (0-15 cm) pH değerlerini karşılaştırmış ve fıstıkçamında ortalama pH 5,2, saplı meşede ise 5,0 bulunmuştur.

Bolat (2011) kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşcereleri üst topraklarında ortalama pH değerlerinin karşılaştırılması sonucunda ağaç türünün pH değerini önemli derecede etkilediğini, mevsimsel değişimin ise etkilemediğini belirtmiştir.

Toprak Numunelerinin Elektriksel İletkenlik (EC) Değerleri; Araştırma alanlarındaki üst toprakların (0-10 cm) mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki elektriksel iletkenlik (EC) ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama EC değeri 605,03 $\mu\text{S m}^{-1}$ ile karaçam meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama EC değeri ise 97,00 $\mu\text{S m}^{-1}$ ile yine karaçam meşceresinde yaz mevsiminde

bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların EC'lerinin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.107'de verilmiştir.

Çizelge 4.107. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre EC ($\mu\text{S m}^{-1}$) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n= 30).

Ağaç Türleri	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların EC Değerleri				
	Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	310	46	334	201
	Maximum	2100	218	2340	1722
	Ortalama	582,1 c	97,0 a	605,03 c	392,73 b
	Standart S.	311,16	39,63	349,86	266,73
Sedir	Minimum	239,00	288,00	230,00	282,00
	Maximum	803,00	858,00	843,00	933,00
	Ortalama	532,47 a	585,26 a	522,30 a	594,53 a
	Standart S.	148,3	171,71	148,30	158,56
Kayın	Minimum	78,25	101,0	73,00	81,00
	Maximum	326,0	642,0	300,00	336,00
	Ortalama	171,17 a	216,50 b	158,47 a	178,77 ab
	Standart S.	63,28	114,33	56,87	64,30

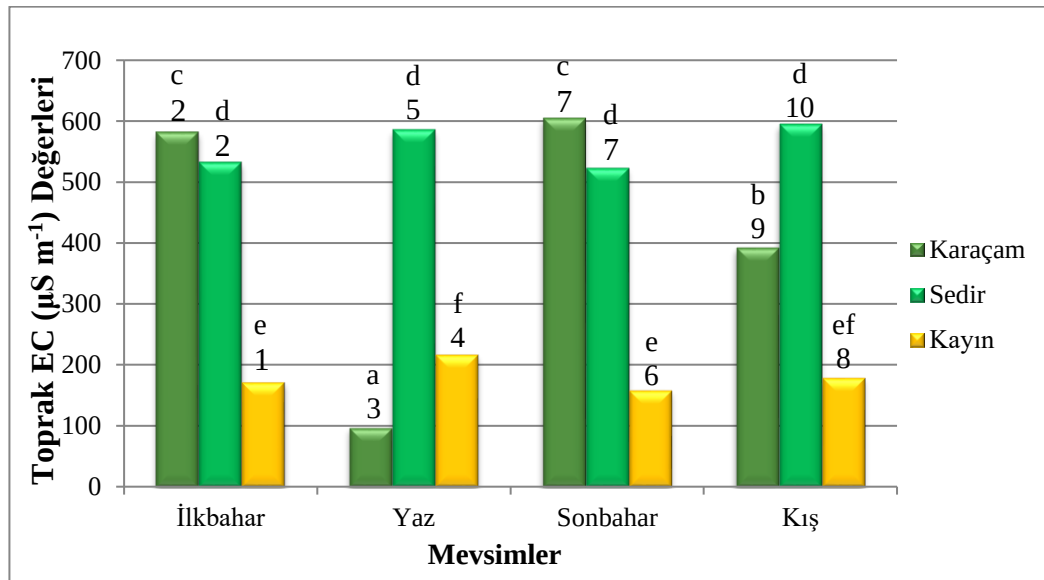
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Araştırma alanları topraklarının ortalama EC değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama EC değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre EC değerlerinde (sedir toprakları hariç) istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.108). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen türleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama EC değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki EC değerleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki EC'lerin farklı gruplarda yer aldığı (sedir meşcerelerine ait topraklar hariç) tespit edilmiştir (Çizelge 4.107; Şekil 4.54).

Çizelge 4.108. Toprak numunelerinin EC değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	5110891,42	3	1703630,47	39,83	0,000**
	Gruplar İçi	4962295,00	116	42778,41		
	Total	10073186,41	119			
Sedir	Gruplar Arası	120077,84	3	40025,9	1,62	0,189
	Gruplar İçi	2871827,13	116	24757,1		
	Total	2991904,97	119			
Kayın	Gruplar Arası	74965,80	3	24988,59	2,98	0,034*
	Gruplar İçi	971769,90	116	8377,33		
	Total	1046735,60	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	2359341	2	1179670	26,800	0,000**
	Gruplar İçi	3829201	87	44013,8		
	Total	6188542	89			
Yaz	Gruplar Arası	3886620,2	2	1943310,1	132,1	0,000**
	Gruplar İçi	1279613,4	87	14708,2		
	Total	5166233,6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	3171010,9	2	1585505,5	177,48	0,000**
	Gruplar İçi	777191,0	87	8933,2		
	Total	3948202,0	89			
Kış	Gruplar Arası	2593669,0	2	1296834,5	38,6	0,000**
	Gruplar İçi	2919886,7	87	33561,9		
	Total	5513555,7	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.54. Toprakların örnek alma anlarındaki EC'ların mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

EC de $4000 \mu\text{S m}^{-1}$ sınır değeri olarak sayılmaktadır. Bu değeri daha yüksek olan toprakların tuzluluk problemi olduğu belirtilmektedir (Sumner, 1995). Araştırma sahaları topraklarının EC değeri dikkate alındığında ölçülen EC değeri tamami 4000 $\mu\text{S m}^{-1}$ sınır değeriinden daha düşük olduğu ve tuzluluk problemi olmadığı belirlenmiştir.

Karaçam meşcerelerine ait üst toprakların EC değeriindeki yüksek miktarlarda değışkenlik olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni Karaçam meşcerelerinin diğeri meşcerelere nazaran az eğimli olması nedeniyle tuzluluğa neden olan katyonların yıkanarak alandan uzaklaşmaması bilhassa yağışlı dönemlerde suyla dolan toprakta bu tuzların toprağın derinliklerinden yüze doğru yükselmesiinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bununla birlikte sedir topraklarının EC değeri de karaçam meşcerelerindeki tuzluluk oranlarına oldukça yakındır. Bunun nedeni ise sedir ağaçlarının Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} vb. katyonları bünyelerinde bolca bulundurması olduğu düşünülmektedir. Ayrışma sonucunda suda eriyebilen tuzlar serbest hale geçer ve bu tuzlar toprakta tutularak tuzluluğa neden olmaktadır (Eruz, 1979).

Kara ve ark. (2008) Bartın’da meşe ve göknar-kayın meşcerelerinin üst topraklarının EC değeri tamami sırasıyla $100 \mu\text{S m}^{-1}$ ve $160 \mu\text{S m}^{-1}$ olduğunu belirtmişlerdir. Kara ve Bolat (2008a) yine Bartın’da kayın ve karaçam meşcerelerine ait üst topraklarının EC değeri tamami sırasıyla $80 \mu\text{S m}^{-1}$ ve $190 \mu\text{S m}^{-1}$ bulmuş ve ağaç türünün toprakların EC değeri tamami istatistiksel olarak etkilediğini belirtmişlerdir ($P<0,005$). Bolat (2011) deki çalışmasında göknar meşceresine ait üst toprakların kayın ve göknar-kayın karışık meşcerelerinden daha fazla EC değeri tamami sahip olduğu meşcere tipinin EC değeri tamami istatistiksel olarak önemli derecede farklılıkların olduğunu bildirmiştir. Bununla birlikte mevsimlerin toprakların EC değeri tamami etkisi olmadığı da aynı çalışmada belirtilmiştir ($P>0,005$).

Toprak Numunelerinin Organik Karbon (C_{org}) İçeriği: Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki organik karbon (C_{org}) ortalama değeri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama C_{org} değeri % 5,61 ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama C_{org} değeri ise % 4,24 ile kayın meşceresinde yaz mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait üst toprakların C_{org} ’larının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değeri tamami aşağıdaki Çizelge 4.109’da verilmiştir.

Çizelge 4.109. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin (0-10 cm) mevsimlere göre organik karbon (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların C _{org} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	1,60	2,57	2,53	2,61
	Maximum	6,25	5,93	6,39	6,55
	Ortalama	4,27 a	4,45 a	4,55 a	4,62 a
	Standart S.	1,12	0,87	0,92	0,93
Sedir	Minimum	1,59	1,43	1,97	1,37
	Maximum	7,75	7,28	7,82	7,03
	Ortalama	5,44 a	5,15 a	5,61 a	5,09 a
	Standart S.	1,68	1,65	1,66	1,59
Kayın	Minimum	3,65	3,05	3,82	3,22
	Maximum	6,45	6,09	6,47	6,17
	Ortalama	4,63 ab	4,24 a	4,83 b	4,35 a
	Standart S.	0,87	0,92	0,85	0,86

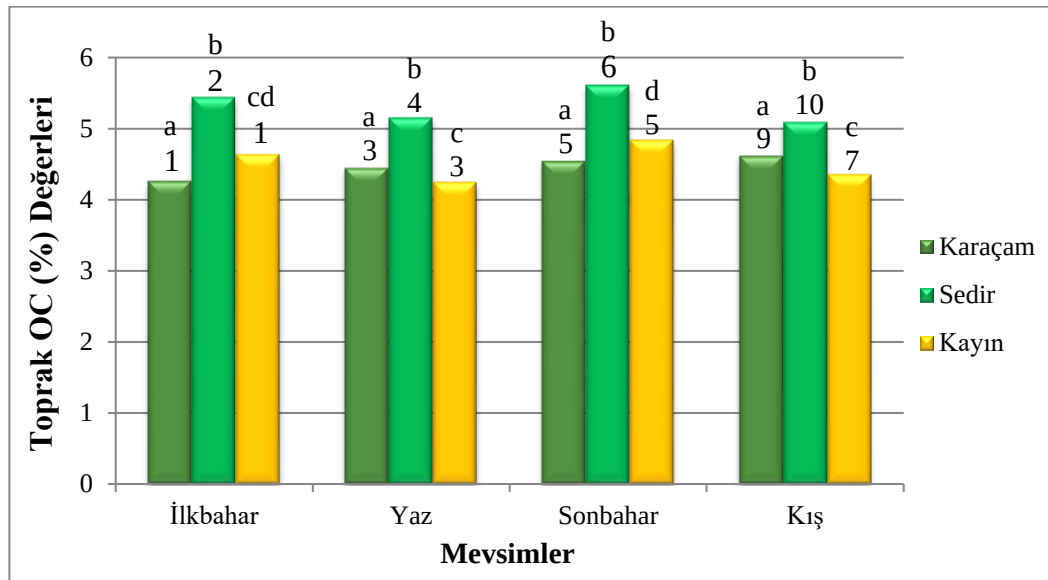
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Üst toprakların ortalama C_{org} değerlerinin $P < 0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama C_{org} değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre C_{org} değerlerinde karaçam ve sedir topraklarında fark bulunmazken ($P > 0,05$) kayın topraklarında istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P < 0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.110). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama C_{org} değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{org} değerleri dikkate alınarak yapılan testte karaçam ve sedir topraklarının grup ayırımı gözlenmemişken kayın topraklarında farklı mevsimlerdeki C_{org}'ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.109; Şekil 4.55).

Çizelge 4.110. Toprak numunelerinin C_{org} değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	2,11	3	0,70	0,75	0,524
	Gruplar İçi	108,84	116	0,94		
	Total	110,95	119			
Sedir	Gruplar Arası	5,45	3	1,8	0,67	0,571
	Gruplar İçi	313,49	116	2,7		
	Total	318,94	119			
Kayın	Gruplar Arası	6,40	3	2,14	2,79	0,044**
	Gruplar İçi	89,00	116	0,77		
	Total	95,40	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	21,7	2	10,83	6,700	0,002**
	Gruplar İçi	140,6	87	1,62		
	Total	162,3	89			
Yaz	Gruplar Arası	13,4	2	6,7	4,7	0,012**
	Gruplar İçi	125,2	87	1,4		
	Total	138,6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	18,3	2	9,2	6,35	0,003**
	Gruplar İçi	125,7	87	1,4		
	Total	144,0	89			
Kış	Gruplar Arası	8,5	2	4,3	3,1	0,050**
	Gruplar İçi	119,8	87	1,4		
	Total	128,3	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.55. Toprakların örnek alma anlarındaki C_{org} 'larının mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P < 0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Toprak organik karbonu, toprak üzerinde onu bir manto gibi saran ölü örtünün mikrobiyal canlılar tarafından ayrıştırılması, makro canlılar ve iklim elemanları tarafında toprağa karıştırılmasıyla oluşmaktadır. Topraklardaki organik karbon içeriğinin dinamikleri mikrobiyal aktivite ve iklim ile doğrudan alakalıdır (Kantarıcı, 2000). Ayrıca ölü örtünün yapısal bileşimi ve türü de bu ayrışma sürecinde etken rol oynamaktadır. Çakıroğlu (2011) yılında yapmış olduğu çalışmada göknar meşcerlerinin kayın meşceresine göre daha hızlı ayrıştığını, kayın yapraklarında lignin miktarının daha fazla olduğunu belirtmiştir. Sedir meşcelerindeki organik C miktarının fazla olması sedir ibrelerinin daha hızlı ayrışmasına bağlı bir durum olabileceği düşünülmektedir. Ağaç türü farklılıklarının toprakların C_{org} içeriklerine önemli derecede etki ettiğini belirten çalışmalar oldukça fazladır (Kara, 2002; Mahia ve ark., 2006; Kara ve ark., 2008; Tian ve ark., 2008;). Bununla birlikte ibre yapraklı türlerin geniş yapraklı türlerden daha fazla organik karbon içerildiğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Diaz-Ravina ve ark., 1995; Upadhyaya ve ark., 2004).

Bolat (2011) saf göknar meşcerelerindeki üst toprakların C_{org} içeriklerinin saf kayın ve göknar kayın karışık meşcerelerinden daha fazla olduğunu, aralarında istatistiksel olarak farkların bulunduğunu ve meşcere türlerindeki C_{org} içeriklerinin mevsimlere göre istatistiksel olarak farklı olduğunu belirtmiştir.

Toprak Numunelerinin Toplam Azot (N_{toplam}) İçeriği: Farklı meşcerelerden oluşan araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki toplam azot (N_{toplam}) değerlerinin ortalamaları karşılaştırıldığında en yüksek N_{toplam} değeri % 0,84 ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük N_{toplam} ortalama değeri ise % 0,18 ile karaçam meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların toplam azotlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.111’de verilmiştir.

Çizelge 4.111. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre toplam azot (%) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların N _{toplam} (%) Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,12	0,12	0,13	0,11
	Maximum	0,41	0,35	0,37	0,26
	Ortalama	0,25 b	0,23 b	0,26 b	0,18 a
	Standart S.	0,08	0,06	0,07	0,04
Sedir	Minimum	0,29	0,12	0,38	0,08
	Maximum	1,68	0,53	1,75	0,41
	Ortalama	0,77 b	0,36 a	0,84 b	0,28 a
	Standart S.	0,45	0,11	0,43	0,09
Kayın	Minimum	0,14	0,13	0,21	0,11
	Maximum	0,46	0,36	0,56	0,29
	Ortalama	0,28 c	0,23 b	0,34 d	0,19 a
	Standart S.	0,07	0,06	0,08	0,09

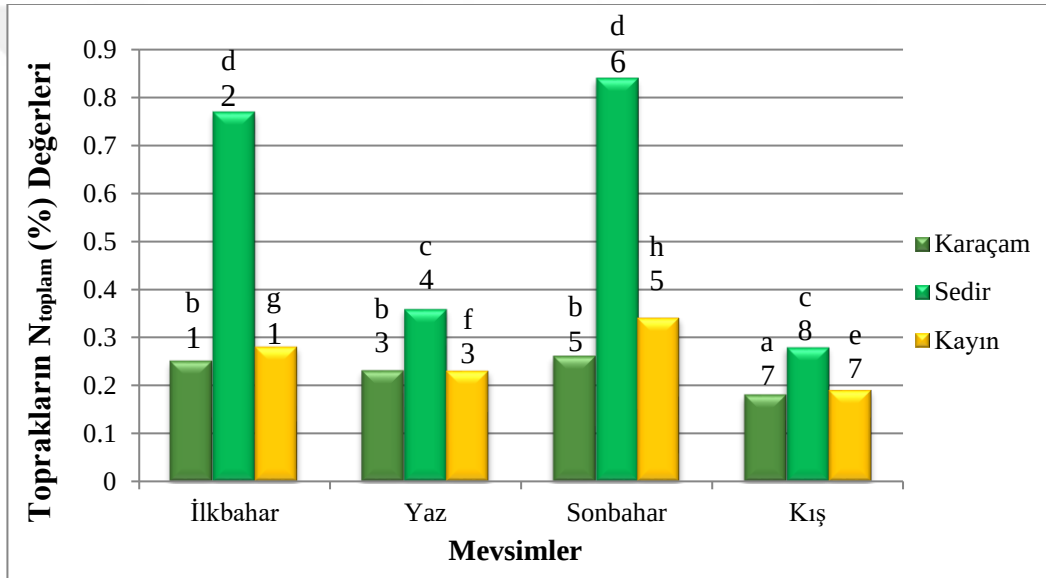
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.112. Toprak numunelerinin N_{toplam} (%) değerlerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	0,11	3	0,04	8,48	0,000**
	Gruplar İçi	0,48	116	0,00		
	Total	0,59	119			
Sedir	Gruplar Arası	7,08	3	2,4	23,15	0,000**
	Gruplar İçi	11,82	116	0,1		
	Total	18,90	119			
Kayın	Gruplar Arası	0,40	3	0,12	27,93	0,000**
	Gruplar İçi	0,50	116	0,00		
	Total	0,90	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	5,1	2	2,57	36,320	0,000**
	Gruplar İçi	6,1	87	0,07		
	Total	11,3	89			
Yaz	Gruplar Arası	0,4	2	0,2	30,4	0,000**
	Gruplar İçi	0,5	87	0,0		
	Total	0,9	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	5,9	2	2,9	44,04	0,000**
	Gruplar İçi	5,8	87	0,1		
	Total	11,7	89			
Kış	Gruplar Arası	0,2	2	0,1	25,1	0,000**
	Gruplar İçi	0,3	87	0,0		
	Total	0,5	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprakların ortalama N_{toplam} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama N_{toplam} değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre N_{toplam} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.112). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; topraklar ortalama N_{toplam} değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki N_{toplam} değerleri dikkate alınarak yapılan testte farklı mevsimlerdeki N_{toplam} 'ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.111; Şekil 4.56).



Şekil 4.56. Toprakların örnek alma anlarındaki N_{toplam} 'ların mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Toprakta azot elementi su ile birlikte en az bulunan besin maddelerinden birisidir. Bilhassa orman topraklarının azot kaynakları, üzerlerinde yaşayan bitki ve hayvan artıklarının mineralizasyonu sonucu oluşmaktadır. Araştırma sahalarında en düşük ortalama toplam N miktarı 4 mevsim boyunca karaçam meşceresinde bulunmuştur. Bunun nedeni olarak karaçam meşcerelerinde ayrışma hızının ($C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$) diğer meşcerelere göre daha yavaş olmasıdır. Bütün mevsimlerde ayrışma hızı değeri 15 sınır değerinden yüksek ve hatta kış ayında 25 sınır değerini de aştığı için mikrobiyal aktivitenin durma noktasına geldiği görülmektedir. Kantarcı (2000) $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranının 15 sınır değerinden küçük

olması durumunda ayrışmanın hızlı olduğunu, ortamda karbon miktarında azalma gözlemlenirken azotta artış olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, sedir ağaçlarından yılın her döneminde gerçekleşen yaprak dökümü sayesinde sedir ekosistemlerine sürekli olarak taze organik madde girişi sağlanmakta bu da toprak mikroorganizmaları tarafından ayrıştırılarak toprak toplam N miktarının yükselmesine neden olmaktadır. Metson'un (1956) yapmış olduğu sınıflandırmaya göre karaçam ve kayın meşcereleri toprakları N_{toplam} değerlerinin % 0,2-0,5 arasındaki orta sınıfta, sedir ormanı toprakları ise % 0,5-1 arasındaki yüksek sınıfta yer almaktadır.

Kara (2002) kayın ve karaçam meşcerelerinin üst topraklarındaki toplam N miktarını belirlemiştir. Çalışmasında, kayın topraklarını N_{toplam} değerlerinin % 0,134 ile % 0,36 arasında değiştiğini, karaçam meşcerelerinde ise % 0,302 ile % 0,438 arasında değiştiğini ifade etmiştir. Diğer bir çalışmada ise kayın ormanları üst topraklarının ortalama N_{toplam} değeri % 0,24, göknar topraklarında % 0,31 ve göknar-kayın karışık meşcere üst topraklarında ise % 0,27 olarak bulunduğu belirtilmiştir (Şentürk, 2009). Kara ve Bolat (2008a) karaçam ve kayın meşcerelerinin üst topraklarında gerçekleştirdikleri çalışmalarında tür farklılığının toprakların toplam azot miktarına istatistiksel olarak etki etmediğini belirtmiştir.

Diaz-Ravina ve ark. (1995) fıstıkçamı ve saplı meşe ormanlarında yaptıkları çalışmada fıstıkçamı meşcereleri üst topraklarının ortalama N_{toplam} değerini % 0,50 ve saplı meşenin ise % 0,19 olduğunu ve istatistiksel olarak türün toprak azotunu etkilediğini belirtmişlerdir. Daha bunun gibi bir çok çalışmada bitki türünün toprakların N_{toplam} miktarına etki ettiğini belirten çalışmalar bulunmaktadır (Devi ve Yadava 2006; Mahia ve ark., 2006; Bolat, 2011).

Toprak Numunelerinin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ Oranı; Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ortalama değerleri karşılaştırıldığında en yüksek ortalama $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ değeri % 26,26 ile karaçam meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ değeri ise % 7,93 ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranlarının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.113'de verilmiştir.

Çizelge 4.113. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre C_{org}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların C_{org}/N_{toplam} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	10,39	11,54	9,95	20,06
	Maximum	24,84	38,99	32,05	41,57
	Ortalama	18,00 a	20,94 b	18,65 ab	26,26 c
	Standart S.	3,65	6,33	5,26	5,00
Sedir	Minimum	3,07	9,44	3,03	12,19
	Maximum	18,99	21,06	15,29	26,91
	Ortalama	8,77 a	14,14 b	7,93 a	18,22 c
	Standart S.	4,47	3,09	3,7	5,15
Kayın	Minimum	8,91	11,44	7,99	12,45
	Maximum	27,83	28,02	23,33	32,01
	Ortalama	17,31 b	19,06 b	14,70 a	23,12 c
	Standart S.	4,46	2,33	3,20	4,39

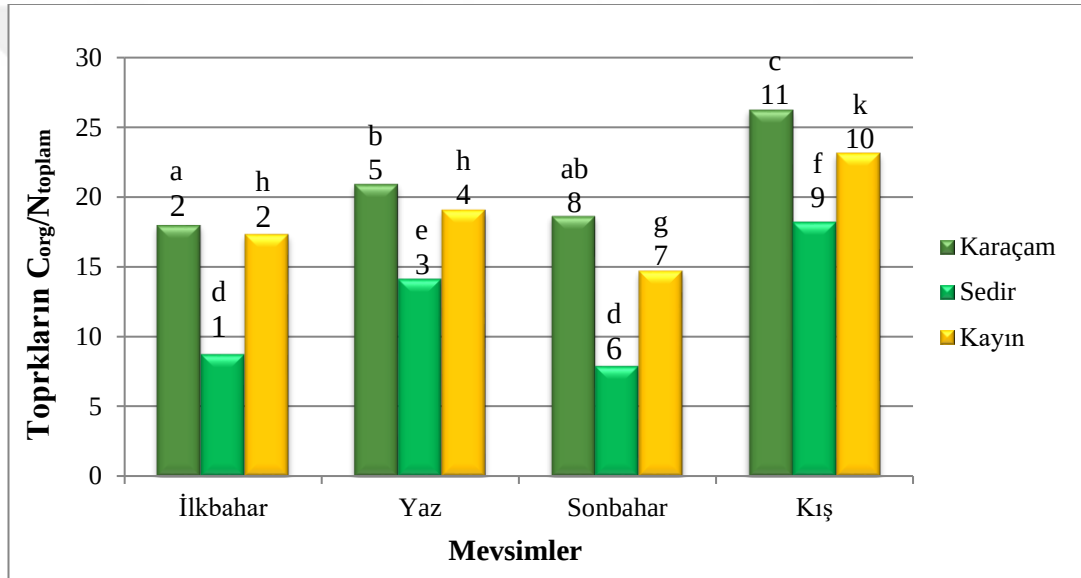
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.114. Toprak numunelerinin C_{org}/N_{toplam} oranının ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	1266,09	3	422,03	15,92	0,000**
	Gruplar İçi	3074,96	116	26,51		
	Total	4341,05	119			
Sedir	Gruplar Arası	2096,50	3	698,8	52,57	0,000**
	Gruplar İçi	1541,91	116	13,3		
	Total	3638,40	119			
Kayın	Gruplar Arası	1127,20	3	375,73	22,55	0,000**
	Gruplar İçi	1933,10	116	16,67		
	Total	3060,30	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	1583,5	2	791,74	44,620	0,000**
	Gruplar İçi	1543,8	87	17,74		
	Total	3127,2	89			
Yaz	Gruplar Arası	739,6	2	369,8	16,6	0,000**
	Gruplar İçi	1937,7	87	22,3		
	Total	2677,3	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	1762,0	2	881,0	51,12	0,000**
	Gruplar İçi	1499,2	87	17,2		
	Total	3261,2	89			
Kış	Gruplar Arası	985,9	2	493,0	27,3	0,001**
	Gruplar İçi	1569,3	87	18,0		
	Total	2555,2	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Farklı meşcereler altındaki üst toprakların ortalama C_{org}/N_{toplam} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama C_{org}/N_{toplam} değerleri arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre C_{org}/N_{toplam} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.114). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama C_{org}/N_{toplam} değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{org}/N_{toplam} değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{org}/N_{toplam} 'ların farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.113; Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Toprak örnekleri alma anlarındaki C_{org}/N_{toplam} oranlarının mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Kantarıcı (2000) C_{org}/N_{toplam} oranının 15 ten küçük olması durumunda ayrışmanın hızlı, 15-25 arasında ise yavaş ayrışma olduğu, 25 den büyük olduğu durumlarda ise ayrışmanın durma aşamasına kadar gelebileceğini ifade etmiştir. Araştırma sahalarındaki toprakların ortalama C_{org}/N_{toplam} oranına göre karaçam meşcerelerinde ayrışmanın yavaş, kayın ve sedir meşcerelerinde ise hızlı olduğu tespit edilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre araştırma sahası topraklarının ortalama C_{org}/N_{toplam} oranının sedir ilkbahar (8,77), yaz (14,14) ve sonbahar (7,93) mevsimlerinde; kayının sonbahar mevsiminde (14,70) 15 sınır

değerinden küçük hızlı ayrışma sınıfına girdiği; diğer değerlerin ise 15-25 arasında yavaşlayarak devam eden ayrışma sınırında oldukları belirlenmiştir.

C_{org}/N_{toplam} oranının ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde yaz ve kış mevsimlerine nazaran daha düşük olmasının nedeni yaz sıcaklığının ve kış soğukluğunun mikrobiyal aktiviteyi yavaşlatması sonucu olabileceği düşünülmektedir. Kantarcı (2000) hızlı ayrışma koşullarının oluşmasında sıcaklık ve nem faktörlerinin optimum seviyelerde olması gerektiğini ifade etmektedir.

Şentürk (2009) gerçekleştirdiği çalışmada, üst toprakların C_{org}/N_{toplam} değerini kayın meşceresinde 17,32, göknar meşceresinde 20,08 ve göknar-kayın karışık meşceresinde 17,37 bulmuş ve ağaç türünün C_{org}/N_{toplam} oranını önemli bir şekilde etkilediğini belirtmiştir. Bunun gibi ağaç türünün topraklarıdaki C_{org}/N_{toplam} oranını etkilediğini belirten çalışmalar bulunmaktadır (Diaz-Ravina ve ark., 1995; Satti ve ark., 2003; Mahia ve ark., 2006; Bolat, 2011).

Toprak Numunelerinin Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}) İçeriği; Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama mikrobiyal biyokütle C değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama C_{mic} değeri 789,47 $\mu g\ g^{-1}$ ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama C_{mic} değeri ise 251,50 $\mu g\ g^{-1}$ ile karaçam meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların C_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.115’de verilmiştir.

Araştırma alanlarındaki üst toprakların ortalama C_{mic} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama C_{mic} değerleri arasında (yaz ve sonbahar mevsimi hariç) önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre C_{mic} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.116). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama C_{mic} değerleri bakımından (yaz ve sonbahar mevsimi hariç) farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{mic} değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{mic} değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.115; Şekil 4.58).

Çizelge 4.115. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre C_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

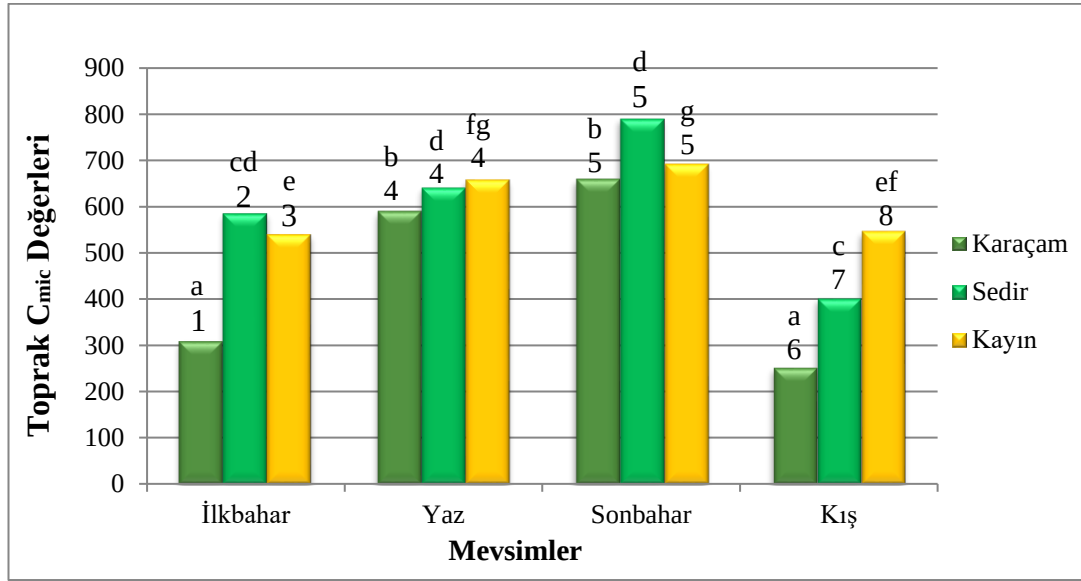
Ağaç Türleri	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların C_{mic} Değerleri				
	Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	59,82	203,31	295,72	73,9
	Maximum	932,54	1028,07	1066,15	475,96
	Ortalama	308,78 a	590,19 b	659,40 b	251,50 a
	Standart S.	204,14	231,94	224,710	901,21
Sedir	Minimum	79,32	110,13	263,9	118,13
	Maximum	1586,10	1811,38	1792,39	926,98
	Ortalama	585,53 ab	640,84 b	789,47 b	400,78 a
	Standart S.	445,13	461,38	438,55	232,15
Kayın	Minimum	318,67	274,77	350,61	216,94
	Maximum	963,82	1290,64	1267,96	878,66
	Ortalama	540,00 a	658,07 bc	691,78 c	547,36 ab
	Standart S.	187,18	244,86	246,06	180,75

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.116. Toprak numunelerinin C_{mic} içeriğinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	3684801,45	3	1228267,2	31,01	0,000**
	Gruplar İçi	4594322,67	116	39606,2		
	Total	8279124,12	119			
Sedir	Gruplar Arası	2321891,88	3	773964,0	4,71	0,004**
	Gruplar İçi	19059720,62	116	164307,9		
	Total	21381612,51	119			
Kayın	Gruplar Arası	534618,80	3	178206,3	3,79	0,012**
	Gruplar İçi	5458176,80	116	47053,3		
	Total	5992795,60	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	1321320,0	2	660660,0	7,21	0,001**
	Gruplar İçi	7970801,0	87	91618,4		
	Total	9292121,0	89			
Yaz	Gruplar Arası	74698,7	2	37349,4	0,30	0,711
	Gruplar İçi	9472073,4	87	108874,4		
	Total	9546772,1	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	275107,5	2	137553,8	1,36	0,262
	Gruplar İçi	8797619,7	87	101122,1		
	Total	9072727,2	89			
Kış	Gruplar Arası	1313109,8	2	656554,9	19,90	0,000**
	Gruplar İçi	2871726,0	87	33008,3		
	Total	4184835,9	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.58. Toprakların örnek alma anlarındaki C_{mic} içeriklerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Toprak mikroorganizmaları çevresel koşullardan, farklı ormancılık yönetim uygulamalarından, toprak yüzeyindeki ve içindeki ani değişimlerden en hızlı ve en çok etkilenen kısımdır. Bu yüzden ormanlarda yapılacak müdahaleler sonucu ölçülecek mikrobiyal faaliyetler ve özellikleri toprakların verimliliğindeki değişimleri izlenmesinde yardımcı olmaktadır. Yani mikrobiyal özelliklerdeki değişimler, ekosistemde oluşacak bozulmaların sonuçları hakkında ön tahminler yürütülmesinde kullanılabilir (Arunachalam ve ark. 1999; Brookes 2001). Ayrıca toprakların mikrobiyal biyokütlesinin tespit edilmesi çoğu toprak izleme çalışmaları ve programlarında esas faktörlerden biri olarak yer almaktadır (Winding, 2005). Ancak toprak kalitesini belirlemede ekolojik gösterge olarak tek başına bir anlam taşımamakla birlikte yeterince hassas değildir.

Araştırma sahaları topraklarının C_{mic} içerikleri ağaç türüne ve mevsimlere göre önemli farklılıklar gösterdiği belirlenmiştir. Ancak yaz ve sonbaharda türlere göre ortalama verilerde istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır. Örneklerin alım zamanındaki ekolojik koşullar altında genel olarak ilkbahar ve kış aylarında mikrobiyal biyokütlenin azaldığı buna karşın yaz ve sonbaharda ise nispeten arttığı tespit edilmiştir.

Toprak yüzeyindeki ölü örtü topraklar için yalnızca besin kaynağı oluşturmakla kalmaz mikrobiyal canlılar için uygun sıcaklık ve nem koşullarının oluşmasında da

yardımcı olmaktadır. Araştırma alanlarındaki toprakların C_{mic} değerlerinin yaz ve sonbaharda artmış olması bu tezi doğrulamaktadır.

Araştırma sahalarından sedir meşçeresi topraklarında C_{mic} ortalama değerinin diğer türlere göre daha yüksek çıkması bu meşcere türünde organik karbon içeriğinin daha fazla olmasının bir sonucudur. Chen ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada organik madde miktarının ve cinsinin toprakların C_{mic} içeriğinde önemli farklılıklara neden olduğunu belirtmiştir. Bauhus ve Khanna, (1999) toprak sıcaklığı ve neminin; C mineralizasyonunu, mikrobiyal aktiviteyi, mikrobiyal çeşitliliği ve miktarını etkilemesinin yanında besin alışverişini de etkilediği bildirilmiştir.

Diaz-Ravina ve ark. (1995) fıstıkçanı ve saplı meşe ormanlarındaki üst toprakların (0-15 cm) C_{mic} içeriğinin mevsimsel değişimini incelemiş ve ağaç türüne, mevsime ve toprak tipine göre önemli farklar olduğunu belirtmiştir.

Maithani ve ark. (1996) meşcere yaşının, toprak derinliğinin ve mevsimlerin üst topraklardaki (0-10 cm) mikrobiyal biyokütle C içeriğine olan etkileri araştırılmıştır. Çalışmada kış mevsiminde C_{mic} içeriğinin en yüksek olduğunu ve yaz mevsiminde de en düşük olduğunu vurgulamıştır. Yaz mevsiminde C_{mic} içeriğinin düşük olmasının topraklarda hızlı mineralizasyonun gerçekleşmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Chen ve ark. (2005) karışık orman ekosisteminin farklı arazi oluşum şekillerindeki (dağ ve ova) üst toprakların (0-10 cm) ortalama C_{mic} içerikleri ova arazisinde $134 \mu\text{g g}^{-1}$ ve dağlık arazide $114 \mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuştur. Aynı çalışmada yapılan mevsimsel izleme sonucu ova ve dağlık arazilerde kış ve sonbahar mevsimlerinde mikrobiyal biyokütle C miktarının yaz ve ilkbahara kıyasla daha yüksek olduğu ifade edilmektedir.

Maiha ve ark. (2006) İspanya’da granit ve şist anakayalı üzerinde yetişen fıstıkçanı ve sarıçam meşcerlerinin üst topraklarındaki C_{mic} içeriğinin belirlemeye çalışmıştır. Çalışma sonucunda granit anakayasındaki fıstıkçanı meşceleri topraklarının C_{mic} içeriğinin $451 \mu\text{g g}^{-1}$ ve sarıçam meşcereleri topraklarının $514 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu belirtilmiştir. Şist anakayası üzerindeki fıstıkçanı meşçeresi topraklarının C_{mic} içeriği $432 \mu\text{g g}^{-1}$ iken sarıçam topraklarında bu ortalama $686 \mu\text{g g}^{-1}$ olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda farklı türlerin toprakların C_{mic} içeriğini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği vurgulanmıştır.

Devi ve Yadava (2006) yaptıkları çalışmada *Quercus serrata*- *Schima wallichii* karışık meşcerelerine ait üst toprakların (0-10 cm) ortalama C_{mic} içeriğinin yaz mevsiminde $738,32 \mu\text{g g}^{-1}$ olduğu, yaz mevsiminde $1182,60 \mu\text{g g}^{-1}$ ve kış mevsiminde $465,14 \mu\text{g g}^{-1}$

bulunmuşken *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşcerelerinde yaz mevsimlerinde 392,92 $\mu\text{g g}^{-1}$, yağmurlu mevsimde 740,73 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve kış mevsiminde ise 382,58 $\mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarından meşcere türünün ve mevsimlerin üst toprakların C_{mic} içeriğine istatistiksel olarak önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir.

Alvarez ve ark. (2009) farklı orman ağaçları altında oluşan üst topraklarının (0-10 cm) kış ve ilkbahar mevsimlerindeki ortalama C_{mic} değerleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda saplı meşe üst topraklarının kış ve ilkbahar ortalama C_{mic} değerleri sırasıyla 832-945 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 473-599 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında değiştiği; Monteri çamında 507-693 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 399-533 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında; ölkalıptüs meşcerelerinde ise 412-427 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve 395-485 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında değişen değerler aldığını belirtmiştir. Aynı çalışmada ortalama değerlerin karşılaştırılması sonucunda üst toprakların C_{mic} içeriklerinin ağaç türüne ve mevsimlere göre önemli derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir.

Patel ve ark., (2010) farklı ekosistemler altında gelişen üst toprakların (0-10 cm) C_{mic} içeriğinde önemli farklılıkların olduğunu bulmuştur. Yağmurun bol yağdığı mevsimde ise karışık orman ekosistemlerinde 1330,00 $\mu\text{g g}^{-1}$, merada 1222,98 $\mu\text{g g}^{-1}$, ağaçlandırma sahalarında 380,33 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve meralarda 284,30 $\mu\text{g g}^{-1}$; yaz mevsiminde karışık orman ekosistemlerinde ortalama C_{mic} içeriği 971,43 $\mu\text{g g}^{-1}$, merada 851,35 $\mu\text{g g}^{-1}$, ağaçlandırma sahalarında 280,53 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve tarım alanlarında 218,15 $\mu\text{g g}^{-1}$; kış mevsiminde karışık orman ekosistemlerinde 643,91 $\mu\text{g g}^{-1}$, merada 560,58 $\mu\text{g g}^{-1}$, ağaçlandırma sahalarında 236,30 $\mu\text{g g}^{-1}$ ve tarım arazilerinde 194,30 $\mu\text{g g}^{-1}$ bulunmuştur. Bu sonuçlardan C_{mic} içeriklerinin kış mevsiminde en düşük yağmurlu mevsimlerde ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Bolat (2011) Bartın İli Arıt İlçesindeki kayın, göknar ve göknar-kayın karışık meşcerelerine ait toprakların ortalama C_{mic} değerlerinin tür bazında ve mevsimsel değişimlerini incelemesi sonucunda; ağaç türlerinin ve mevsimlerin (kayın hariç) ölü örtülerdeki C_{mic} içeriğine istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirtilmiştir. En yüksek ortalama C_{mic} miktarının (1345,20 $\mu\text{g g}^{-1}$) göknar meşcerelerinde sonbahar mevsiminde olduğu, en düşük ortalama değer (476,63 $\mu\text{g g}^{-1}$) ise göknar-kayın karışık meşceresinde kış mevsiminde olduğunu belirtmiştir.

Araştırma sahası üst topraklarından elde edilen ortalama C_{mic} değerleri dikkate alındığında elde edilen değerler daha önce yapılan çalışmalarda belirtilen değerler ile paralellik göstermektedir. Ancak farklı mevsimlerde C_{mic} içeriğinin istatistiksel olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmiştir. Bu değişkenliklerin farklı bitki türü, edafik,

jeomorfolojik ve iklim özelliklerine sahip farklı yetiştirme ortamlarında gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Tüm bu sonuçlarda mevsimlere göre kesin bir kaniya varılmaması gerektiğini aynı tür vejetasyon tipi altında oluşan topraklar olsa dahi diğer konumsal ve iklimsel özelliklerin etkisi altında değişiklikler göstereceği belirtmektedir. Bu yüzden çalışılan alanlarının yetiştirme ortamı faktörlerinin iyi belirlenmesi gerekmektedir.

Toprak Numunelerinin Mikrobiyal Biyokütle Azot (N_{mic}) İçeriği; Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama mikrobiyal biyokütle N değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama N_{mic} değeri $305,26 \mu g g^{-1}$ ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde ve en düşük ortalama N_{mic} değeri ise $39,89 \mu g g^{-1}$ ile karaçam meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.117’de verilmiştir.

Çizelge 4.117. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması ($n = 30$).

Ağaç Türleri	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların N_{mic} Değerleri				
	Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	8,54	69,77	72,43	19,72
	Maximum	181,31	164,81	176,07	54,72
	Ortalama	48,83 a	124,75 b	130,14 b	39,89 a
	Standart S.	25,82	20,53	22,23	8,07
Sedir	Minimum	71,38	53,06	146,92	44,36
	Maximum	388,87	332,62	468,89	224,41
	Ortalama	237,84 c	186,27 b	305,26 d	137,77 a
	Standart S.	83,11	69,67	93,36	46,28
Kayın	Minimum	59,48	80,50	82,12	69,92
	Maximum	182,04	234,85	248,83	140,83
	Ortalama	109,41 a	136,65 b	148,18 b	108,37 a
	Standart S.	42,44	41,27	42,92	21,03

Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

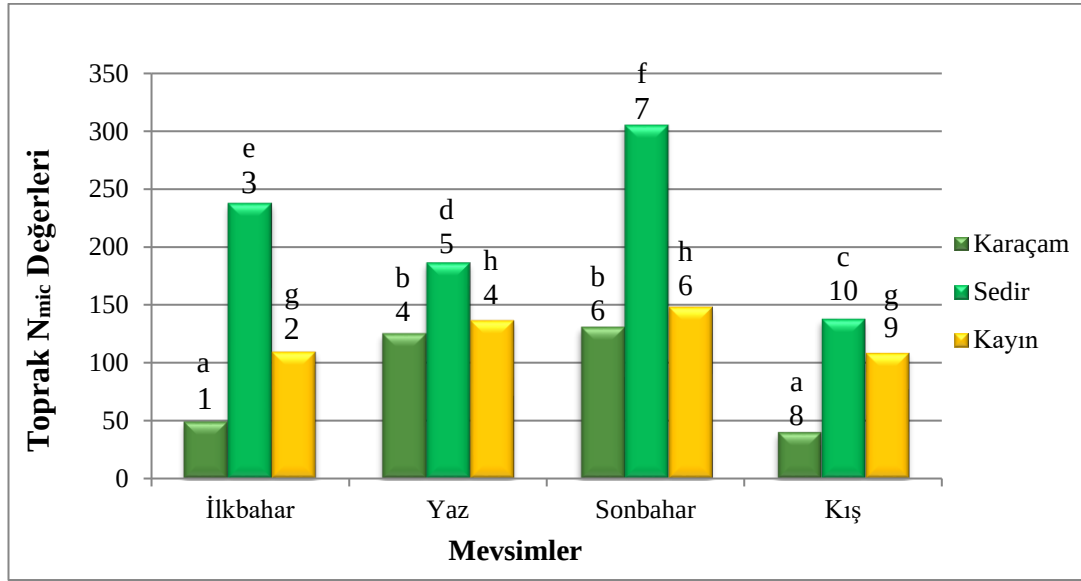
Araştırma alanlarındaki toprakların ortalama N_{mic} değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama N_{mic} değerlerinde bütün mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre N_{mic} değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.118). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla

yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama N_{mic} değerleri bakımından farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki N_{mic} değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki N_{mic} değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.117; Şekil 4.59).

Çizelge 4.118. Toprak numunelerinin N_{mic} içeriklerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	208720,6	3	69573,5	90,36	0,000**
	Gruplar İçi	89318,7	116	770,0		
	Total	298039,3	119			
Sedir	Gruplar Arası	463386,0	3	154462,0	27,32	0,000**
	Gruplar İçi	655944,5	116	5654,7		
	Total	1119330,5	119			
Kayın	Gruplar Arası	35725,6	3	11908,5	8,23	0,000**
	Gruplar İçi	167879,2	116	1447,2		
	Total	203604,8	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	558852,1	2	279426,1	77,56	0,000**
	Gruplar İçi	313443,9	87	3602,8		
	Total	872296	89			
Yaz	Gruplar Arası	63883,5	2	31941,8	13,70	0,000**
	Gruplar İçi	202374,9	87	2326,2		
	Total	266258,4	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	556687,6	2	278343,8	75,56	0,000**
	Gruplar İçi	320498,7	87	3683,9		
	Total	877186,3	89			
Kış	Gruplar Arası	151354,8	2	75677,4	85,70	0,000**
	Gruplar İçi	76824,9	87	883,0		
	Total	228179,8	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı



Şekil 4.59. Toprakların örnek alma anlarındaki N_{mic} içeriklerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Araştırma sonuçlarına göre üst toprak numunelerinin ortalama mikrobiyal biyokütle N miktarları ağaç türüne ve mevsimlere göre değişkenlik göstermiştir. Sedir ormanlarına ait üst toprakların N_{mic} içerikleri bakımından diğer türlere göre daha fazla ortalama değere sahiptir. Bunun nedenin sedir ibrelerinin diğer türlerin yapraklarında daha hızlı ayrışarak toprağa kazandırdığı organik C ve toplam azot miktarının yüksek olmasıyla izah edilebilir. Araştırma alanları üst topraklarında kış ve ilkbahardaki ortalama N_{mic} miktarı yaz ve sonbahar mevsiminkinden daha düşüktür. Bunun nedeni vejetasyonun başlangıcı olan ilkbahar mevsiminde bitkiler ile mikroorganizmaların ihtiyacı olan besinler için rekabete girmiş olmaları olabilir. Bunun yanında ilkbaharda hava sıcaklıkları mikroorganizma faaliyetlerinin optimum sıcaklıkları olan $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ye ulaşmadığı için mikrobiyal aktivite istenilen seviyede değildir.

Kış mevsimlerinde ise sıcaklıkların düşmesi ve toprak neminin fazla olması mikroorganizma sayılarını ve faaliyetlerini olumsuz etkilemekte, hatta daha soğuk periyotlarda ise hücre parçalanmalarına neden olmaktadır. Kış mevsiminde N_{mic} miktarının en düşük bulunduğu çalışmalar mevcuttur (Devi ve Yadava, 2006; Bolat, 2011). Buna karşılık kış mevsiminde yüksek N_{mic} içeriği tespit edilen çalışmalar da mevcuttur (Chen ve ark., 2005; Alvarez ve ark. 2009; Patel ve ark., 2010).

Arunachalam ve Arunachalam (2000) toprak sıcaklığı ile N_{mic} miktarı arasında pozitif anlamlı ilişkisi olduğunu ifade etmektedir. Sonbahar mevsiminde mikrobiyal biyokütle N miktarının daha yüksek çıkmasının nedeninin ise organik maddenin taze yapraklardan oluşması ile mikroorganizma sayısının artmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonbahar mevsiminde ayrışmanın diğer mevsimlere göre daha hızlı ve fazla olması N mineralizasyonunu arttırmış ve N açığa çıkmış olabilir.

Diaz-Ravina ve ark. (1995) farklı türlerin altında oluşan üst toprakların N_{mic} içeriklerini ağaç türüne, mevsimlere ve toprak tiplerine göre incelemiş N_{mic} miktarının $42 \mu g g^{-1}$ ile $191 \mu g g^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmiştir. Bu farklılığın farklı toprak karakteristiklerinden ve mevsimlerden kaynaklandığını ifade etmiştir.

Arunachalam ve Arunachalam (2000) Kuzeydoğu Hindistandaki nemli ormanlardaki çalışmalarında toprakların N_{mic} içeriğinin $172 \mu g g^{-1}$ ile $331 \mu g g^{-1}$ arasında olduğu mevsimlere göre istatistiksel olarak önemli farklılıklar olduğunu belirtmiştir. Bitki türlerinin farklı olmasının toprakların mikrobiyal N miktarını önemli derecede etkilediğini ifade eden çalışmalar oldukça fazladır (Satti ve ark., 2003; Tian ve ark., 2003; Devi ve Yadava, 2006 Patel ve ark., 2010; Kara ve ark., 2016).

Devi ve Yadava (2006) yaptıkları çalışmada *Quercus serrata*- *Schima wallichii* karışık meşcerelerine ait üst toprakların (0-10 cm) ortalama N_{mic} içeriğinin yaz mevsiminde $70,51 \mu g g^{-1}$ olduğu, yağmurlu mevsiminde $99,98 \mu g g^{-1}$ ve kış mevsiminde $69,02 \mu g g^{-1}$ bulunmuşken *Quercus serrata*-*Lithocarpus dealbatus* karışık meşcerelerinde yaz mevsimlerinde $38,04 \mu g g^{-1}$, yağmurlu mevsimde $54,50 \mu g g^{-1}$ ve kış mevsiminde ise $44,95 \mu g g^{-1}$ bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçlarından meşcere türünün ve mevsimlerin üst toprakların N_{mic} içeriğine istatistiksel olarak önemli derecede etki ettiği belirlenmiştir.

Alvarez ve ark. (2009) farklı orman ağaçları altında oluşan üst topraklarının (0-10 cm) kış ve ilkbahar mevsimlerindeki ortalama N_{mic} değerleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda saplı meşe üst topraklarının kış ve ilkbahar ortalama N_{mic} değerleri sırasıyla $132-142 \mu g g^{-1}$ ve $71-90 \mu g g^{-1}$ arasında değiştiği; Monteri çamında $76-104 \mu g g^{-1}$ ve $60-80 \mu g g^{-1}$ arasında; ölkalıptüs meşcerelerinde ise $62-64 \mu g g^{-1}$ ve $59-73 \mu g g^{-1}$ arasında değişen değerler aldığını belirtmiştir. Aynı çalışmada ortalama değerlerin karşılaştırılması sonucunda üst toprakların N_{mic} içeriklerinin ağaç türüne ve mevsimlere göre önemli derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise ortalama N_{mic} içeriğinin kış mevsiminde ilkbahardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Patel ve ark., (2010) farklı ekosistemler altında gelişen üst toprakların (0-10 cm) N_{mic} içeriğinde önemli farklılıkların olduğunu bulmuştur. Yağmurun bol yağdığı mevsimde ise karışık orman ekosistemlerinde $123,30 \mu g g^{-1}$, merada $107,85 \mu g g^{-1}$, ağaçlandırma sahalarında $47,85 \mu g g^{-1}$ ve meralarda $42,83 \mu g g^{-1}$; yaz mevsiminde karışık orman ekosistemlerinde ortalama N_{mic} içeriği $106,00 \mu g g^{-1}$, merada $83,78 \mu g g^{-1}$, ağaçlandırma sahalarında $40,78 \mu g g^{-1}$ ve tarım alanlarında $34,55 \mu g g^{-1}$; kış mevsiminde karışık orman ekosistemlerinde $107,33 \mu g g^{-1}$, merada $87,98 \mu g g^{-1}$, ağaçlandırma sahalarında $32,10 \mu g g^{-1}$ ve tarım arazilerinde $27,63 \mu g g^{-1}$ bulunmuştur. Bu sonuçlardan N_{mic} içeriklerinin tarım ve mera alanlarında kış mevsiminde en düşük yağmurlu mevsimlerde ise en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çıkan sonuçların istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğu belirtilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre farklı tür meşcerelere ait üst toprakların N_{mic} içeriklerinin daha önce yapılan çalışmalar ile benzerlikler göstersede değerler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Elde edilen mikrobiyal biyokütle N değerlerinin birbirlerinden farklılık göstermesi iklim tipleri, toprak özellikleri, örnekleme zamanı, vejetasyon ve ölü örtülerin yapısal bileşenlerinden kaynaklı olduğu söylenebilir.

Toprak Numunelerinin Bazal Solunumu (Mikrobiyal Solunum); Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama bazal solunum (BS) değerleri karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama BS değeri $1,92 \mu g CO_2-C g^{-1}$ toprak h^{-1} ile sedir meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama BS değeri ise $0,67 \mu g CO_2-C g^{-1}$ toprak h^{-1} ile karaçam meşceresinde ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprak BS minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.119'da verilmiştir.

Çizelge 4.119. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre bazal solunumun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1}) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprak Bazal Solunum Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,09	0,31	0,31	0,27
	Maximum	1,75	2,95	2,05	1,64
	Ortalama	0,67 a	1,37 c	1,43 c	1,05 b
	Standart S.	0,42	0,49	0,52	0,30
Sedir	Minimum	0,24	0,23	0,46	0,54
	Maximum	3,44	4,02	2,76	4,24
	Ortalama	1,28 a	1,19 a	1,37 a	1,92 b
	Standart S.	0,86	0,89	0,75	0,98
Kayın	Minimum	0,42	0,47	0,43	0,84
	Maximum	1,30	1,98	1,54	2,19
	Ortalama	0,82 a	1,22 b	0,97 a	1,65 c
	Standart S.	0,25	0,39	0,34	0,47

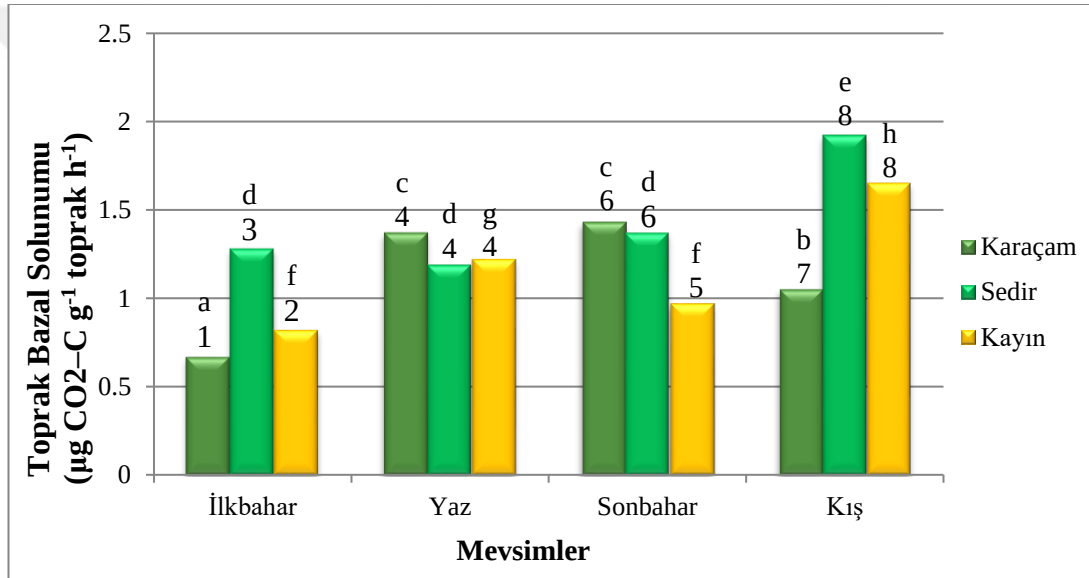
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.120. Toprak numunelerinin bazal solunumunun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1}) ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	10,93	3	3,64	18,71	0,001**
	Gruplar İçi	22,59	116	0,20		
	Total	33,52	119			
Sedir	Gruplar Arası	9,535	3	3,178	4,15	0,008**
	Gruplar İçi	88,82	116	0,766		
	Total	98,36	119			
Kayın	Gruplar Arası	11,97	3	3,99	32,93	0,000**
	Gruplar İçi	14,06	116	0,12		
	Total	26,03	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	6,16	2	3,079	9,43	0,000**
	Gruplar İçi	28,39	87	0,326		
	Total	34,55	89			
Yaz	Gruplar Arası	0,58	2	0,3	0,70	0,482
	Gruplar İçi	34,42	87	0,4		
	Total	35,00	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	3,70	2	1,9	5,84	0,004**
	Gruplar İçi	27,80	87	0,3		
	Total	31,50	89			
Kış	Gruplar Arası	11,90	2	5,9	14,80	0,000**
	Gruplar İçi	34,90	87	0,4		
	Total	46,80	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprakların ortalama BS değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama BS değerleri arasında yaz mevsimi hariç diğer mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre BS değerlerinde istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.120). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama BS değerleri bakımından yaz mevsimi hariç diğer mevsimlerde farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki BS değerleri dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki BS değerlerinin farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.119; Şekil 4.60).



Şekil 4.60. Toprakların örnek alma anlarındaki bazal solunumun ($\mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1}) mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Bazal solunum (BS) değeri, toprakların bütün mikrobiyal aktivitelerini yansıtan bir özelliktir. BS miktarının bilinmesi ile mikrobiyal havuzlarda harcanan enerji de belirlenebilmektedir. Bundan dolayıdır ki bazal solunum, toplam toprak mikrobiyal aktivitesinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Anderson ve Domsch 1993; Anderson 2003 ve Tian ve ark. 2008).

Gerçekleştirilen çalışmada sedir meşcereleri altında oluşan toprakların ortalama BS miktarının diğer meşcerelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.60). Sedir meşcerelerinde diğer meşcerelere göre daha fazla mikrobiyal aktivite görülmesi ve örnek alma zamanındaki toprak sıcaklık-nem değerlerinin buna neden olduğu düşünülmektedir. Bazı çalışmalarda organik maddenin artması veya iklim koşullarının optimum olması durumunda mikrobiyal aktivitenin de arttığı bilinmektedir (Jenkinson, 1988). Tang ve ark. (2006) çalışmalarında toprak solunumunun organik madde, ince kök miktarı, yaprak alan indeksi ve mikrobiyal biyokütle ile pozitif ilişkili olduğunu belirtmiştir. Chen ve ark. (2003) ise toprak sıcaklığının artmasıyla bazal solunum arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmiştir. Kış mevsiminde ise soğuk ortam şartlarında mikrobiyal aktivitelerin devam edebilmesi için mikrobiyal canlıların daha fazla enerji harcayarak ihtiyaçları olan besin elementlerini almaktadır. Bu da ortama daha fazla CO₂ salınmasını gerçekleştirmektedir. İlkbahar mevsiminde BS ortalama değerlerinin diğer mevsimlerden daha az çıkmasının nedeni ise bir önceki sezondan kalan taze yaprakların ayrışma ürünlerinde kalan serbest haldeki elementlerin kolayca fikse edilmesidir. Bu durumda daha az enerji harcanarak besin elementine ulaşım gerçekleşir.

Alvarez ve ark. (2009) tarafından farklı orman ağaçları altında oluşan üst topraklarının (0-10 cm) kış ve ilkbahar mevsimlerindeki ortalama BS değerleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda saplı meşe üst topraklarının kış mevsiminde ortalama BS değerleri sırasıyla 1,08-1,20 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ arasında değiştiği; ilkbaharda 0,44 ile 0,61 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ arasında değişmekte; Monteri çamında kış mevsiminde 0,82-0,84 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ arasında ve ilkbaharda 0,30-0,65 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ arasında; ölkalıptüs meşcerelerinde ise kış mevsiminde 0,51-0,56 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ ve ilkbaharda 0,36-0,41 µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ arasında değişen değerler aldığını belirtmiştir. Aynı çalışmada ortalama değerlerin karşılaştırılması sonucunda üst toprakların BS içeriklerinin ağaç türüne ve mevsimlere göre önemli derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ise ortalama BS kış mevsiminde ilkbahardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Chen ve ark. (2003) karışık çam ormanı (*Pinus nigra* Arnold. Ve *Pinus ponderosa* Dougl.) ve meraların üst topraklarının (0-5 cm) mikrobiyal solunum miktarlarını tespit etmişlerdir. Karışık çam meşcerelerindeki toprak BS 0,17- 0,65 (ortalama 0,43) µg CO₂-C g⁻¹ toprak h⁻¹ arasında, mera topraklarında ise 0,11-0,84 µg (ortalama 0,44) CO₂-C g⁻¹

toprak h-1 arasında değiştiği belirtilmiştir. Bu alışmada BS miktarı en yüksek ilkbaharda en düşük ise kış mevsiminde grlmştir.

Bolat (2011) Kuzeybatı Karadeniz'deki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşcereleri topraklarının BS miktarlarının ağaç türüne ve mevsimsel farklılıklara göre değişimini incelemesi sonucunda; tür farklarının ve mevsimsel farkların toprakların BS miktarını önemli derecede etkilediğini belirtmiştir. En yüksek ortalama BS miktarı $1,79 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ toprak h^{-1} ile yaz mevsiminde göknar meşcerelerinde bulunmuştur. Göknar meşcerelerinin topraklarında diğer meşcere tiplerine göre daha fazla BS miktarının bulunmasının meşcere topraklarında daha fazla mikrobiyal faaliyet gerçekleştirilmesi sonucu harcanan enerji ile açıklanmıştır.

Araştırma sonucunda farklı ağaç türlerine ait st toprakların BS değerleri önceki çalışmalar ile paralellik göstermesine karşın değerler arasında farklılıklar bulunmaktadır. Araştırma sahalarının toprak özellikleri, örnek alma zamanı, iklimatik özellikler, laboratuvarıda uygulanan yöntemler ve inkübasyon srelerinden kaynaklanabilir. şu iyi bilinmelidir ki ayrışma olaylarını izlemede kullanılabilecek en iyi parametrelerden birisi de bazal solunumdur. Ancak BS iklimsel farklılıklar ve organik maddenin türü ve miktarına göre çok geniş aralıklarda değişiklik göstermektedir (Sparling 1997).

Toprak Numunelerinin $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ Yüzdesi; Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ oranları karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ oranı 16,37 ile karaçam meşceresinde ilkbahar mevsiminde ve en düşük ortalama $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ oranı ise 3,02 ile sedir meşceresinde sonbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ oranı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki izelge 4.121'de verilmiştir.

Çizelge 4.121. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/N_{mic} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Örnek Alma Zamanlarındaki toprak C_{mic}/N_{mic} Değerleri				
	Değerler	Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,91	2,01	2,26	1,85
	Maximum	71,95	7,55	7,89	16,88
	Ortalama	16,37 b	4,73 a	5,09 a	6,58 a
	Standart S.	20,35	1,67	1,64	3,43
Sedir	Minimum	0,24	0,60	0,60	0,59
	Maximum	10,37	10,04	8,68	10,72
	Ortalama	3,05 a	3,65 a	3,02 a	3,55 a
	Standart S.	2,74	3,09	2,30	2,70
Kayın	Minimum	2,10	3,41	3,05	2,92
	Maximum	14,12	7,16	7,65	7,46
	Ortalama	5,77 b	4,81 ab	4,68 a	5,00 ab
	Standart S.	3,21	1,17	1,15	1,26

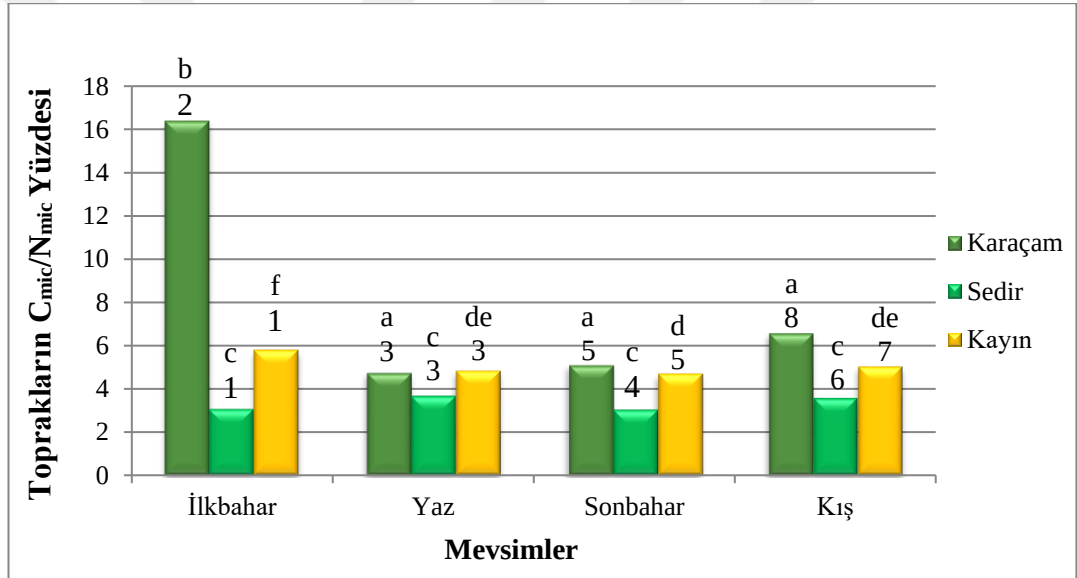
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.122. Toprak numunelerinin C_{mic}/N_{mic} yüzdelerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	2734.90	3	911.64	8.29	0.000**
	Gruplar İçi	12751.30	116	109.93		
	Total	15486.20	119			
Sedir	Gruplar Arası	14,9	3	4,90	0,72	0,540
	Gruplar İçi	792,8	116	6,80		
	Total	807,6	119			
Kayın	Gruplar Arası	21,5	3	7,18	1,97	0,122
	Gruplar İçi	421,9	116	3,64		
	Total	443,4	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	2972,6	2	1486,32	10,130	0,000**
	Gruplar İçi	12759,6	87	146,66		
	Total	15732,3	89			
Yaz	Gruplar Arası	16,7	2	8,40	2,2	0,122
	Gruplar İçi	337,9	87	3,90		
	Total	354,6	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	72,4	2	36,20	11,66	0,000**
	Gruplar İçi	270,2	87	3,10		
	Total	342,6	89			
Kış	Gruplar Arası	138,3	2	69,20	10,1	0,000**
	Gruplar İçi	598,2	87	6,90		
	Total	736,6	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprakların ortalama C_{mic}/N_{mic} oranlarının $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama C_{mic}/N_{mic} oranları arasında yaz mevsimi hariç diğer mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre C_{mic}/N_{mic} oranlarının istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu (sedir hariç) ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.122). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama C_{mic}/N_{mic} oranları bakımından (sonbahar mevsimi hariç) farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{mic}/N_{mic} oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{mic}/N_{mic} oranlarının (sedir hariç) farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.121; Şekil 4.61).



Şekil 4.61. Toprakların C_{mic}/N_{mic} yüzdelerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

C_{mic}/N_{mic} oranı mikrobiyal toplumların sınıflandırılmasında kullanıldığı daha önceki kısımlarda yer alan ölü örtü incelemesinde bahsedilmiştir. Araştırma alanı farklı ağaç türleri ve mevsimsel ölçümlerdeki ortalama C_{mic}/N_{mic} oranına göre toprakların daha çok bakteri toplumlarından oluştuğu tespit edilmiştir. Daha önceki bölümlerde belirtilen sınır değerler dışında kalan ortalama C_{mic}/N_{mic} değerlerinde ise mikrobiyal toplumların her ikisinin de alanda etkili olduğuna işaret etmektedir. Çalışma sonuçlarından ağaç türlerinin

ve mevsimlerin C_{mic}/N_{mic} oranı bakımından farklılıklar göstererek mikrobiyal canlıların str  kt  rlerinin bir birlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir.

Bir çalışmada gençlik çağındaki subtropikal ormanların üst topraklarında (0-10 cm) C_{mic}/N_{mic} oranının 5,7 ile 9,0 arasında değiştiği ifade edilmektedir (Maithani ve ark. 1996).

Bauhus ve Khanna (1999) yaptıkları çalışma ile boreal, ılıman ve tropikal ormanlardain üst topraklarındaki C_{mic}/N_{mic} oranları incelemesi sonucunda, 2,5 ile 27,5 arasındadeğişen ve 8,2 ortalama değerde olan C_{mic}/N_{mic} oranları belirlemiştir.

Upadhyaya ve ark. (2004) bambu plantasyonlarında ve  am ormanlarında üst toprakların C_{mic}/N_{mic} oranlarını araştırmıştır. Bu oranının bambu topraklarında 3,99 ve  am topraklarında 1,67 olduğu belirlenmiştir.

Bolat (2011) Kuzeybatı Karadenizdeki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşcereleri topraklarının C_{mic}/N_{mic} oranının ağaç türüne ve mevsimsel farklılıklara göre değişimini incelemesi sonucunda; tür farklarının ve mevsimsel farkların  l  örtülerin C_{mic}/N_{mic} oranını önemli derecede etkilediğini ifade etmiştir. En yüksek ortalama C_{mic}/N_{mic} oranını 7,42 ile ilkbahar mevsiminde göknar-kayın karışık meşcerelerinde bulmuştur. Bolat çalışmasında toprakların belirlenen sınır değerlerin dışında kaldığını ve mikroorganizma popülasyonlarının bakteri-mantar karışık kom nitelerden oluştuğunu belirtmiştir.

Araştırma alanları topraklarından elde edilen verilerin ortalamalarının literatürde geçen değerler ile uyum sağlamaktadır. Fakat ortalamalar birbirlerinden farklı değerler taşımaktadır. Bu farklılıkların konumsal, iklimsel, bitki örtüsü, toprak özellikleri ve  l  örtü kalitesi farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Toprak Numunelerinin C_{mic}/C_{org} Yüzdesi; Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama C_{mic}/C_{org} oranları karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama C_{mic}/C_{org} oranı % 1,59 ile kayın meşceresinde yaz mevsiminde ve en düşük ortalama C_{mic}/C_{org} oranı ise % 0,55 ile karaçam meşceresinde kış mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların C_{mic}/C_{org} oranının minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki  izelge 4.123’de verilmiştir.

Çizelge 4.123. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre C_{mic}/C_{org} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprak C_{mic}/C_{org} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,14	0,47	0,68	0,17
	Maximum	2,37	2,52	2,63	1,05
	Ortalama	0,84 b	1,35 c	1,48 c	0,55 a
	Standart S.	0,69	0,53	0,50	0,23
Sedir	Minimum	0,17	0,16	0,50	0,25
	Maximum	2,89	6,95	3,22	2,12
	Ortalama	1,17 ab	1,45 b	1,54 b	0,89 a
	Standart S.	0,84	1,36	0,88	0,57
Kayın	Minimum	0,65	0,66	0,60	0,57
	Maximum	2,54	3,84	3,19	2,68
	Ortalama	1,20 a	1,59 b	1,44 ab	1,30 a
	Standart S.	0,48	0,64	0,50	0,50

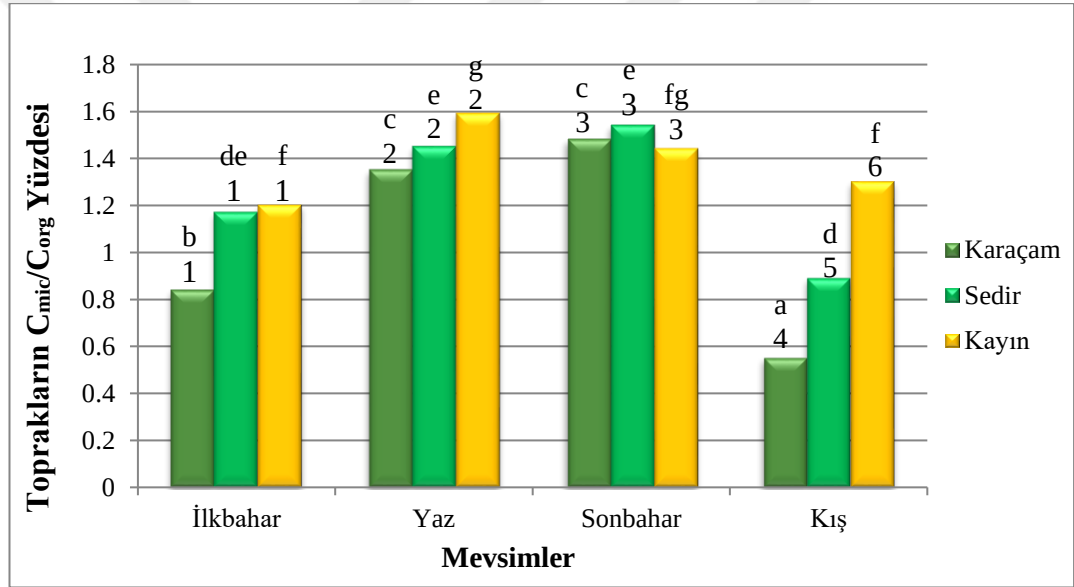
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.124. Toprak numunelerinin C_{mic}/C_{org} yüzdelerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	17.0	3	5.66	21.35	0,000**
	Gruplar İçi	30.8	116	0.27		
	Total	47.7	119			
Sedir	Gruplar Arası	7.7	3	2.60	2.80	0,043**
	Gruplar İçi	106.7	116	0.90		
	Total	114.4	119			
Kayın	Gruplar Arası	2.5	3	0.84	2.95	0,036**
	Gruplar İçi	33.1	116	0.29		
	Total	35.6	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	2.4	2	1.18	2.490	0,089
	Gruplar İçi	41.1	87	0.47		
	Total	43.5	89			
Yaz	Gruplar Arası	0.8	2	0.40	0.50	0,615
	Gruplar İçi	73.9	87	0.90		
	Total	74.8	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	0.1	2	0.10	0.16	0,849
	Gruplar İçi	37.4	87	0.40		
	Total	37.5	89			
Kış	Gruplar Arası	8.4	2	4.20	20.20	0,000**
	Gruplar İçi	18.1	87	0.20		
	Total	26.5	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Toprakların ortalama C_{mic}/C_{org} oranlarının $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama C_{mic}/C_{org} oranları arasında kış mevsimi hariç diğer mevsimlerde önemli derecede farklılıklar bulunmamıştır ($P>0,005$). Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre C_{mic}/C_{org} oranlarının istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.124). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama C_{mic}/C_{org} oranları bakımından ilkbahar, yaz ve sonbahar ile kış mevsimleri farklı iki grupta yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki C_{mic}/C_{org} oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki C_{mic}/C_{org} oranlarının farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.123; Şekil 4.62).



Şekil 4.62. Toprakların C_{mic}/C_{org} yüzdelerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Anderson (2003) 'un tanımına göre C_{mic}/C_{org} oranının düşük çıkması solunum için çok fazla C kullanılması ve neredeyse mikrobiyal biyokütle üretiminin durması ortamın stres koşulları ile alakalı olmasından kaynaklanmaktadır. C_{mic}/C_{org} yüzdelerinin düşük olması organik karbonun çok az kısmının toprak mikroorganizmaları tarafından alınabilir olduğunun göstergesidir. C_{mic}/C_{org} oranının az olması toprak substratların niteliğinin zayıf olmasının (Bauhus ve ark., 1998), yüksek olması da immobilizasyonun indikatörüdür (Patel ve ark., 2010).

C_{mic}/C_{org} oranı toprakların zamansal değişimlerini izlemede oldukça iyi ve kullanılan bir mikrobiyal karakteristiktir. Yani topraklar yoğun ve usulüne uygun kullanılmadığında mikrobiyal biyokütle miktarı organik C miktarına oranla hızla azalacaktır. Araştırma sahası topraklarının C_{mic}/C_{org} oranlarının mevsimler içinde farklı türler bakımından karşılaştırılmasında kış mevsimi hariç anlamlı farklılıklar bulunamamıştır. Ancak bu türlere ait üst toprakların C_{mic}/C_{org} oranlarının farklı mevsimlerde istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Mevsimsel bu farklar ortamda ayrışmanın, mineralizasyonun ve immobilizasyonun farklılık gösterebileceğini ifade etmektedir.

Elde edilen değerler önceki çalışmalarında bulunan değerler ile paralellik göstermektedir. Çünkü önceki çalışmalarda C_{mic}/C_{org} oranı minimum 0,27 ve maksimum 9,9 olarak bulunmuştur. Bu oranlardaki farklılıklara bitki örtüsü, organik madde bileşimi ve miktarı, toprak karakteristikleri, arazi kullanım biçimi, örnek alma zamanı ve hatta laboratuvarında kullanılan yöntemlerden kaynaklanabilmektedir (Anderson ve Domsch 1989). Anderson'a (2003) göre pH değerin 7,0 olduğu topraklarda C_{mic}/C_{org} oranının % 2 ile % 4,4 arasında olduğunu % 2 den küçük olması durumlarda ise ortamın stres alanlarından olduğunu belirtmektedir. Bu bağlamda çalışma alanlarına ait üst toprakların tamamının sınır değerin altında bulunan stres alanlarından olduğu belirlenmiştir.

Diaz-Ravina ve ark. (1995) fıstıkçamı ve saplı meşe ormanlarında yaptıkları çalışmada üst toprakların C_{mic}/C_{org} oranının % 0,5 ile % 2,0 arasında değiştiği belirtilmiştir. Mevsimsel ölçümlerde elde edilen verilerden C_{mic}/C_{org} oranının istatistiksel olarak farklı olduğu bildirilmiştir. Bauhus ve Khanna (1999) boreal, ılıman ve tropik orman topraklarında gerçekleştirdiği çalışmada C_{mic}/C_{org} oranının % 0,3 ile % 9,9 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Chen ve ark. (2003) karaçam ve monteri çamı karışık ormanlarındaki üst toprakların C_{mic}/C_{org} oranları % 1,03 ile % 1,43 arasında değişken değerler bulunmuştur. Yine, Chen ve ark. (2005) karışık orman ekosisteminin farklı arazi oluşum şekillerindeki (dağ ve ova) üst toprakların (0-10 cm) ortalama C_{mic}/C_{org} oranının ova arazisinde % 0,98 ve dağlık arazide % 1,13 bulunmuştur. Aynı çalışmada yapılan mevsimsel izleme sonucu ova ve dağlık arazilerde C_{mic}/C_{org} oranının mevsimlere göre farklılık gösterdiği belirtilmiştir.

Devi ve Yadava (2006) karışık meşcerelerin üst topraklarının (0-10 cm) C_{mic}/C_{org} oranının % 1,2 ile % 2,7 arasında bulunmuştur. *Quercus serrata-Schima wallichii* ve *Quercus serrata-Lithocarpus dealbatus* karışık meşcerelerindeki bu oranını mevsimsel değişimi incelendiğinde; yaz mevsiminde %2,30 ve % 1,50; yağmurlu mevsimde % 2,70 ve % 1,70; kış mevsimine ise % 1,70 ve % 1,50 olarak bulunmuştur.

Quercus fabric, *Liquidambar formosana*, *Pinus massoniana*, *Populus adenopoda*, *Ulmus pumila*, *Carpinus pubescens*, *Castanopsis fargesii*, *Cinnamomum camphora* ve *Platycarya strobilacea* gibi farklı türlerden oluşan karışık ormanların altındaki üst toprakların C_{mic}/C_{org} oranlarının % 0,38 ile % 2,05 arasında değiştiği belirtilmiştir (Tian ve ark. 2008). Alvarez ve ark. (2009) farklı ağaçlarda oluşan karışık meşcerelerin üst topraklarının ortalama C_{mic}/C_{org} oranının % 1,52 olarak bulmuştur.

Patel ve ark., (2010) farklı ekosistemler altında gelişen üst toprakların (0-10 cm) C_{mic}/C_{org} oranının önemli farklılıkların olduğunu bulmuştur. Yağmurun bol yağdığı mevsimde ise karışık orman ekosistemlerinde % 4,22, merada % 4,02, ağaçlandırma sahalarında % 1,18 ve meralarda % 0,86; yaz mevsiminde karışık orman ekosistemlerinde ortalama C_{mic}/C_{org} oranının %2,58, merada % 2,31, ağaçlandırma sahalarında % 0,72 ve tarım alanlarında % 0,53; kış mevsiminde karışık orman ekosistemlerinde % 1,50, merada % 1,34, ağaçlandırma sahalarında % 0,54 ve tarım arazilerinde % 0,44 bulunmuştur. Bu sonuçlardan C_{mic}/C_{org} oranının yağmurlu mevsimlerde en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çıkan sonuçların istatistiksel olarak birbirlerinden farklı olduğu belirtilmiştir.

Toprak Numunelerinin $N_{mic}/N_{toplaml}$ Yüzdesi; Araştırma alanlarındaki üst toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranları karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranı % 6,25 ile kayın meşceresinde yaz mevsiminde ve en düşük ortalama $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranı ise % 1,97 ile karaçam meşceresinde ilkbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranı minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.125’de verilmiştir.

Çizelge 4.125. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) Toprak numunelerinin mevsimlere göre N_{mic}/N_{toplam} minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprak N_{mic}/N_{toplam} Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,38	3,15	3,08	0,79
	Maximum	8,91	10,62	10,75	3,91
	Ortalama	1,97 a	5,93 b	5,41 b	2,34 a
	Standart S.	1,84	1,91	1,77	0,70
Sedir	Minimum	0,82	1,14	1,15	1,24
	Maximum	8,93	17,30	9,48	20,18
	Ortalama	4,27 a	5,98 a	4,70 a	5,79 a
	Standart S.	2,58	3,73	2,50	3,91
Kayın	Minimum	1,63	3,46	2,37	3,01
	Maximum	3,46	13,43	8,27	10,35
	Ortalama	4,08 a	6,25 b	4,53 a	5,91 b
	Standart S.	1,68	2,43	1,57	1,84

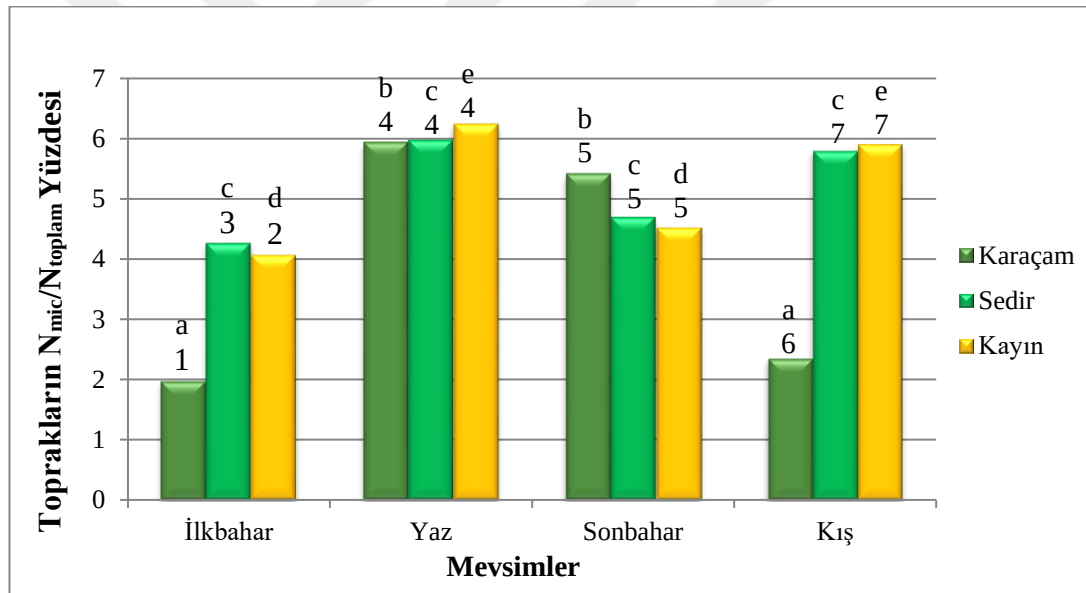
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.126. Toprak numunelerinin N_{mic}/N_{toplam} yüzdelerinin ağaç türlerine (n=120) ve mevsimlere (n=90) göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	376.7	3	125.55	47.01	0,000**
	Gruplar İçi	309.8	116	2.67		
	Total	686.5	119			
Sedir	Gruplar Arası	62.5	3	20.80	1.98	0,121
	Gruplar İçi	1220.8	116	10.50		
	Total	1283.3	119			
Kayın	Gruplar Arası	99.4	3	33.14	9.12	0,000**
	Gruplar İçi	421.4	116	3.63		
	Total	520.8	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	97.7	2	48.84	11.40	0,000**
	Gruplar İçi	372.8	87	4.29		
	Total	470.4	89			
Yaz	Gruplar Arası	1.8	2	0.90	0.10	0,892
	Gruplar İçi	680.2	87	7.80		
	Total	682	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	13.1	2	6.50	1.66	0,197
	Gruplar İçi	343.2	87	4.00		
	Total	356.3	89			
Kış	Gruplar Arası	246.2	2	123.10	19.30	0,000**
	Gruplar İçi	555.8	87	6.40		
	Total	802.0	89			

** : 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Araştırma sahalarına ait üst toprakların ortalama $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranlarının $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranları arasında yaz ve sonbahar mevsimleri hariç ($P>0,05$) önemli derecede farklılıklar bulunmuştur ($P<0,05$). Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranlarının istatistiksel olarak (sedir hariç) önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.126). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranları bakımından yaz ve sonbahar mevsimleri hariç ($P>0,05$) kış ve ilkbahar mevsimlerinde farklı gruplarda yer almıştır ($P<0,05$). Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranlarının sedir hariç kayın ve karaçamda farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.125; Şekil 4.63).



Şekil 4.63. Toprakların $N_{mic}/N_{toplaml}$ yüzdelерinin mevsimlere (n=90) ve ağaç türlerine (n=120) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Topraklardaki yüksek $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranının alınabilir N miktarlarına etkisinin olmadığını, bu yüzden $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranının yüksek olduğu ortamların organik bileşiklerin rahatça kullanılabildiğini ve organik maddenin düzenli olarak ayrışabildiğini ve buna bağlı olarak organik maddenin azaldığını göstermektedir (Khan ve Jorgensen, 2006). Bauhus ve ark. (1998) göre ise $N_{mic}/N_{toplaml}$ oranının düşük veya çok yüksek olması substratların sınırlandırıldığı anlamını ifade etmektedir. Çünkü açığa çıkan azotun mikrobiyal

organizmalar tarafından tutularak bitkiler için gerekli azotun toprakta azaldığını vurgulamaktadır.

Araştırma sahalarında üst toprakların ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranları karaçam meşcerelerinde yaz ve sonbaharda yükselmekte, kayın ve sedir meşcerelerinde yaz ve kış mevsimlerinde yüksek değerlere sahiptir. N_{mic}/N_{toplam} yüzdesinin azalma nedeni ya ortamda mikrobiyal biyokütle N miktarının fazla olmasından veya ortamda N kaynağının bitkiler-mikroorganizmalar tarafından kullanılması ve yıkanma ile iyice azalmasıdır. Bununla birlikte topraktaki serbest azotun mikrobiyal canlılar tarafından fikse edilmesi ile de açıklanabilmektedir. Araştırma sonucunda elde edilen değerler önceki yıllarda yapılmış çalışmalar ile uyumlu olmasına karşın değerler arasında farklılıklar mevcuttur. Değerler arasındaki farkların konumsal, zamansal, meşcere türü farklılıkları, iklim özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

N_{mic}/N_{toplam} oranlarının belirlendiği çalışmalar çoktur. Bunlardan, ılıman kuşak ormanlarda % 2 ile % 8 arasında (Priha ve Smolander 1997); ılıman, tropikal ve boreal ormanlarda % 0,5 ile % 10,8 arasında (Bauhus ve Khanna 1999); farklı türlerden oluşan karışık ormanların üst topraklarında % 1,55 ile % 12,40 arasında (Tian ve ark. 2008); saplı meşce, monteri çamı ve ökalüptüs ormanları altında ortalama % 4,89 (Alvarez ve ark. 2009) bulunmuştur.

Diaz-Ravina ve ark. (1995) fıstıkçamı ve saplı meşe ormanlarının üst topraklarının (0-15 cm) N_{mic}/N_{toplam} oranlarının % 1,5-4,5 arasında değiştiğini ve mevsimsel ortalama N_{mic}/N_{toplam} değerlerini ilkbahar % 3,4, yaz % 2,4, sonbahar % 1,9 ve kış % 2,9 olarak bulmuştur.

Chen ve ark. (2005) karışık orman ekosistemlerinin farklı arazi oluşum şekilleri (ova-dağlık) altında oluşan üst toprakların (0-10 cm) N_{mic}/N_{toplam} oranları arasında önemli farklar bulunmuştur. Ova ve dağlık arazilere ait üst toprakların ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranları sırasıyla % 1,5 ve % 1,2 bulunmuştur. Mevsimlere göre ise ova arazisinde ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerinde sırasıyla % 2,0, % 1,3, % 1,1 ve % 1,5 olduğu; Dağlık arazide ise sırasıyla % 1,4, % 1,0, % 1,2 ve % 1,2, olarak bulunmuştur.

Devi ve Yadava (2006) *Quercus serrata* Thunb. ve *Schima wallichii* (DC.) Korth. ile *Quercus serrata* Thunb. ve *Lithocarpus dealbatus* (Miquel) Rehder karışık meşcerelerinin üst topraklarında (0-10 cm) N_{mic}/N_{toplam} oranları sırasıyla % 1,60-1,80 ve % 0,93-1,40 arasında değiştiği belirtilmiştir. Aynı çalışmada farklı mevsimlerdeki ortalama

N_{mic}/N_{toplam} değerlerinin karşılaştırılması sonucunda mevsimin bu değerlerin değişmesinde önemli rol oynadığı belirtilmiştir.

Patel ve ark. (2010) farklı ekosistemlerin üst topraklarının ortalama N_{mic}/N_{toplam} oranlarını araştırması sonucunda, en yüksek değerlerin yağmurlu mevsimlerde ve en düşük kış mevsiminde tespit etmiştir. Yağmurlu mevsimlerde karışık orman arazisinde % 3,52, merada % 3,27, ağaçlandırma sahalarında % 1,37 ve tarım arazisinde % 6,10; yaz mevsiminde karışık ormanlarda % 2,26, merada % 1,90, ağaçlandırma sahası % 0,89 ve tarım alanlarında % 4,72; kış mevsiminde ise ortalama N_{mic}/N_{toplam} değerleri karışık orman arazisinde % 2,06, merada % 1,80, ağaçlandırma sahalarında % 0,63 ve tarım arazisinde % 3,48 olarak bulunmuştur.

Bolat (2011) Batı Karadeniz Bölgesindeki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşceresindeki ormanların üst topraklarının N_{mic}/N_{toplam} oranlarını tür ve mevsimsel olarak karşılaştırmıştır. Göknar ormanlarında ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerindeki N_{mic}/N_{toplam} oranlarını sırasıyla % 4,28, % 6,10, % 6,33 ve % 5,0 olarak; kayın ormanlarında % 3,91, % 4,74, % 5,51 ve % 4,30; göknar-kayın ormanlarında ise % 4,20, % 6,95, % 5,98 ve % 4,65 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan meşcere tipinin ve mevsimlerin üst toprakların N_{mic}/N_{toplam} yüzdelerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirtilmiştir.

Toprak Numunelerinin Metabolik Katsayısı (qCO_2); Araştırma alanlarındaki toprakların mevsimlere göre örnek alma zamanlarındaki ortalama metabolik katsayıları (qCO_2) karşılaştırıldığında; en yüksek ortalama qCO_2 4,99 mg CO_2 -C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ ile sedir meşceresinde kış mevsiminde ve en düşük ortalama qCO_2 ise 1,43 mg CO_2 -C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ ile kayın meşceresinde sonbahar mevsiminde bulunmuştur. Farklı ağaç türlerine ait toprakların qCO_2 minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri aşağıdaki Çizelge 4.127’de verilmiştir.

Çizelge 4.127. Farklı ağaç türlerine ait (karaçam, sedir ve kayın) toprak numunelerinin mevsimlere göre qCO₂ (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹) minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri ve Duncan testine göre gruplandırılması (n = 30).

Ağaç Türleri	Değerler	Örnek Alma Zamanlarındaki Toprakların qCO ₂ Değerleri			
		Mevsimler			
		İlkbahar	Yaz	Sonbahar	Kış
Karaçam	Minimum	0,27	1,26	0,90	2,20
	Maximum	4,62	4,27	4,66	9,88
	Ortalama	2,63 a	2,51 a	2,22 a	4,75 b
	Standart S.	1,34	0,83	1,48	1,90
Sedir	Minimum	0,70	0,91	1,18	3,81
	Maximum	4,27	2,44	2,23	7,97
	Ortalama	2,53 b	1,88 a	1,74 a	4,99 c
	Standart S.	0,79	0,34	0,24	0,94
Kayın	Minimum	0,88	1,16	0,79	1,89
	Maximum	2,21	2,89	2,42	4,88
	Ortalama	1,55 a	1,94 b	1,43 a	3,20 c
	Standart S.	0,29	0,52	0,37	0,80

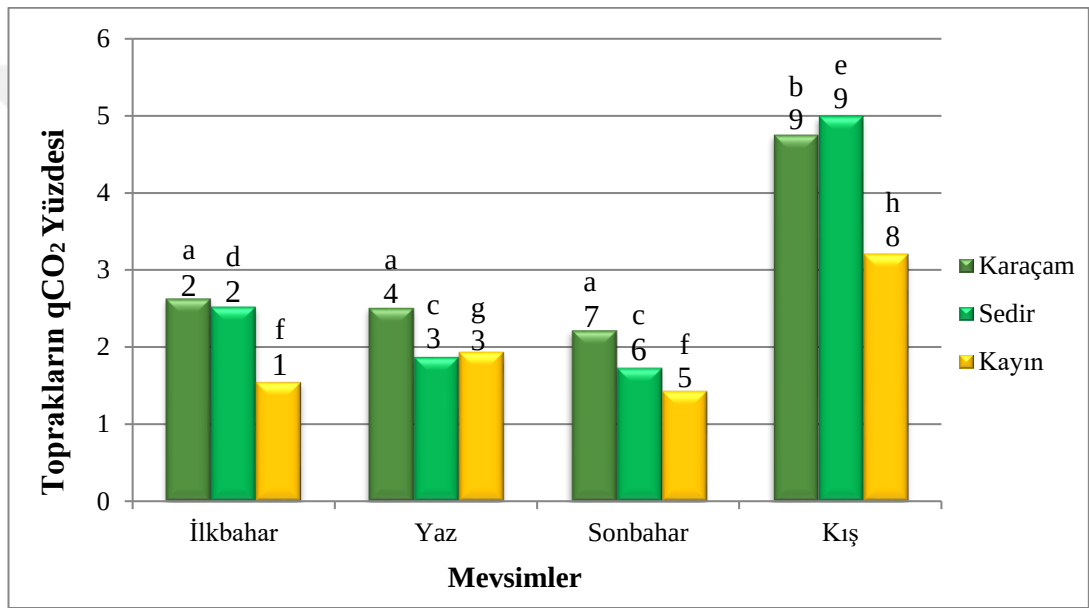
Not: Ortalamaların yanında bulunan farklı harfler farklı grupları ifade etmektedir.

Çizelge 4.128. Toprak numunelerinin qCO₂ yüzdelere göre varyans analizi (ANOVA) sonuçları.

Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
Karaçam	Gruplar Arası	120,94	3	40,31	23,68	0,000**
	Gruplar İçi	197,47	116	1,70		
	Total	318,41	119			
Sedir	Gruplar Arası	205,67	3	68,557	163,49	0,000**
	Gruplar İçi	48,64	116	0,419		
	Total	254,31	119			
Kayın	Gruplar Arası	58,94	3	19,65	70,26	0,000**
	Gruplar İçi	32,44	116	0,28		
	Total	91,38	119			
Ağaç Türü	Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi (P)
İlkbahar	Gruplar Arası	21,17	2	10,58	12,742	0,002**
	Gruplar İçi	72,26	87	0,83		
	Total	93,43	89			
Yaz	Gruplar Arası	7,15	2	3,60	10,1	0,000**
	Gruplar İçi	30,79	87	0,40		
	Total	37,94	89			
Sonbahar	Gruplar Arası	9,6	2	4,80	15,461	0,000**
	Gruplar İçi	26,9	87	0,30		
	Total	36,4	89			
Kış	Gruplar Arası	56,6	2	28,30	16,6	0,000**
	Gruplar İçi	148,6	87	1,70		
	Total	205,2	89			

**: 0,05 Önem düzeyi ile anlamlı

Araştırma alanı üst toprakların ortalama qCO_2 değerlerinin $P<0,05$ önem düzeyindeki varyans analizine göre; farklı ağaç türlerine (karaçam, sedir ve kayın) ait toprakların ortalama qCO_2 arasında önemli derecede farklılıklar bulunmuştur. Bununla birlikte aynı ağaç türüne ait toprakların mevsimlere göre qCO_2 istatistiksel olarak önemli derecede fark olduğu ($P<0,05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.128). Aynı mevsimde farklı gruplara düşen meşcereleri tespit etmek amacıyla yapılan Duncan testi sonuçlarına göre; toprakların ortalama qCO_2 bakımından hepsi farklı gruplarda yer almıştır. Yine aynı türün farklı mevsimlerdeki qCO_2 oranları dikkate alınarak yapılan testte; farklı mevsimlerdeki qCO_2 oranlarının farklı gruplarda yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.127; Şekil 4.64).



Şekil 4.64. Toprakların qCO_2 değerlerinin mevsimlere ($n=90$) ve ağaç türlerine ($n=120$) göre değişimi. Farklı harfler ağaç türünün mevsime göre; farklı rakamlar ise mevsimdeki içindeki ağaç türlerine göre $P<0,05$ önem düzeyinde ortalamalar arasındaki farklılıkları ifade etmektedir.

Araştırma alanı üst topraklarında en yüksek ortalama metabolik katsayı karaçam meşcerelerine ait topraklarda bulunmuştur. Bunun nedeni; karaçam ibrelerinin kimyasal bileşiminden kaynaklandığı düşünülmektedir. Karaçam ibrelerinde reçine kanalları bulunmaktadır. Bu reçine ayrışmayı güç hale getirmektedir. Ayrışmaya karşı direnç oluşturan organik materyali parçalayabilmek için mikroorganizmaların daha fazla enerji harcaması bulundukları ortamın CO_2 miktarını arttırmış olabilir. Bununla birlikte sedir meşcerelerinde vejetasyon periyoduna girilmesiyle yükselen hava sıcaklıklarının etkisiyle ortamda serbest hale gelen besin elementlerinin alınabilmesi için bitkiler ve mikroorganizmalar arasında büyük bir rekabet yaşandığı görülmektedir. Çalışma

alanlarımızda herhangi bir silvikültürel müdahale olmaması ve girift kapalılık derecesinde bulunması bu olayı doğrulamaktadır. Kış mevsiminde bütün ağaç türlerinin ortalama qCO_2 değerleri yükselmiştir. Kış mevsiminde havanın soğuması ve toprak neminin artması sonucu mikroorganizmaların besin alımı güç hale gelmektedir. Besin elde edebilmek için daha fazla enerji harcanması sonucu ortamda qCO_2 miktarının artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte ortalama qCO_2 değerinin incelenmesi sonucu karaçam ormanlarında yılın bütün mevsimlerinde; sedir ormanlarında ilkbahar ve kış mevsiminde ve kayın ormanlarında ise kış mevsiminde stres koşulları oluştuğunu göstermektedir. Alavarez ve ark. (2009) yaptığı çalışmada qCO_2 değerinin kış mevsiminde en yüksek bulmuştur.

Metabolik katsayı ve mikrobiyal katsayı (C_{mic}/C_{org}) oranlarının birlikte değerlendirilerek ekosistemde stres koşullarının araştırılması gerekmektedir (Anderson ve Domsch 1993; Anderson 2003; Tian ve ark. 2008). Bauhus ve Khanna 'ya (1999) göre toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin de dikkate alınarak yapılacak değerlendirmelerin daha sağlıklı olacağı ifade edilmektedir.

Mahia ve ark. (2006) İspanya'da farklı anakayalar üzerinde yetişen fıstıkçamı ve sarıçam meşcereleri üst topraklarının metabolik katsayılarını belirlemiştir. Bu çalışma sonucunda, granit anakayaları üzerinde yetişen fıstıkçamı meşcereleri üst topraklarındaki qCO_2 değerinin 1,42 ile 3,96 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında değişen değerler, sarıçam meşcerelerinde ise 1,95 ile 4,09 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında değişen değerler bulmuştur. Şist anakayaları üzerinde yetişen fıstıkçamı meşcereleri üst topraklarındaki qCO_2 değerinin 3,26 ile 6,08 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında değişen değerler, sarıçam meşcerelerinde ise 1,92 ile 4,49 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında değişen değerler bulmuştur. Tian ve ark. (2008) çalışmalarında karışık meşcereler altındaki üst toprakların (0-10 cm) qCO_2 0,74 ile 10,17 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında değiştiğini belirtmiştir. Çalışmada üst topraklarının qCO_2 değeri ağaç türlerine ve mevsimlere göre değişiklik gösterdiği belirtilmiştir.

Alvarez ve ark. (2009) tarafından farklı orman ağaçları altında oluşan üst topraklarının (0-10 cm) kış ve ilkbahar mevsimlerindeki ortalama qCO_2 değerleri araştırılmıştır. Araştırma sonucunda saplı meşe üst topraklarının kış mevsiminde ortalama qCO_2 değerleri sırasıyla 1,14-144 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında değiştiği; ilkbaharda 0,93 ile 1,02 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında değişmekte; Monteri çamında kış mevsiminde 1,21 ile 162 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında ve ilkbaharda 0,75 ile 1,22 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$ arasında; ölkalıptüs meşcerelerinde ise kış mevsiminde 1,24 ile 1,31 $mg\ CO_2-C\ g^{-1}\ C_{mic}\ h^{-1}$

ve ilkbaharda 0,84 ile 0,91 mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ arasında değişen değerler aldığını belirtmiştir. Aynı çalışmada ortalama değerlerin karşılaştırılması sonucunda üst toprakların qCO₂ değerlerinin ağaç türüne ve mevsimlere göre önemli derecede farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada ortalama metabolik katsayısının (qCO₂) değerinin kış mevsiminde ilkbahardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir.

Bolat (2011) Batı Karadeniz Bölgesindeki kayın, göknar ve göknar kayın karışık meşceresindeki ormanların üst topraklarının metabolik katsayısının (qCO₂) değerini tür ve mevsimsel olarak karşılaştırmıştır. Göknar ormanlarında ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerindeki qCO₂ değerlerini sırasıyla 1,18, 2,41, 1,51 ve 1,68 mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ olarak; kayın ormanlarında 0,99, 0,91, 1,19 ve 1,13 mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ olarak; göknar-kayın ormanlarında ise 1,04, 1,00, 0,96 ve 1,49 mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹ olarak bulunmuştur. Bu sonuçlardan meşcere tipinin ve mevsimlerin üst toprakların qCO₂ değerlerini istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirtilmiştir.

4.1.4. Ölü Örtü ve Toprakların Korelasyon Analizi

İki değişkenin birbirleriyle olan ilişkisinin kuvvetini, yönünü ve önemini anlayabilmek için toprak ve ölü örtü numunelerinin bazı özellikleri arasında korelasyon analizi uygulanmıştır. Bununla birlikte ölü örtü ve toprakların mikrobiyal özellikleriyle (MBC, MBN, bazal solunum... vb.) diğer özellikler (sıcaklık, nem, pH, C_{org}, N_{toplam}... vb.) arasında ilişkilerin varlığı ve kuvveti ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu amaçla karaçam, sedir ve kayın meşcerelerinin ölü örtü ve topraklarına ait özelliklerin korelasyon analizleri yapılarak Çizelge 4.129-146'larda verilmiştir.

4.1.4.1. Karaçam Ormanları Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Karaçam ormanlarındaki ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerini birbirleri ile ilişkilerinin incelenmesi sonucunda; ölü örtülerin organik C içerikleri ile toplam N arasında (r=0,814**) pozitif yönlü kuvvetli ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ölü örtülerin kuru ağırlıklarının C stokları (r=0,972**) ve N stokları (r=0,970**) ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.129).

Savacı (2017) Kastamonuda gerçekleştirdiği çalışmasında farklı yaşlardaki meşcere kuruluşlarına ait karbon, azot ve C/N değerlerinin birbirleri ile olan ilişkilerini incelemiş ve ölü örtülerin başlangıçtaki karbon miktarları ile kütle azalma oranları arasında pozitif

yönlü ve anlamlı ilişkiler bulmuştur. Yine aynı çalışmada ibrelerin ayrışma hızının artması toprakta depolanan organik karbon miktarındaki azalmalara neden olduğu belirtilmiştir.

Çizelge 4.129. Karaçam ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=30.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F
A-pH _{safsu}	1	-0.116	-0.139	0.046	-0.02	-0.03
B-C _{org} (%)		1	.814**	-0.315	-0.097	-0.127
C-N _{toplam} (%)			1	-0.153	0.022	0,079
D-Kuru Ağırlık (gr/m ²)				1	.972**	.970**
E-C _{Stok} (ton/ha)					1	.988**
F-N _{Stok} (ton/ha)						1

A: Aktüel pH (Ölü örtü reaksiyonu), B: Organik karbon içeriği (%), C: Toplam azot (%), D: ölü örtü kuru ağırlıklar (g/m²), E: Karbon stoku (ton/ha), F: Azot stoku (ton/ha).

**Korelasyon 0,01 ($P<0,01$) önem düzeyinde önemlidir.

*Korelasyon 0,05 ($P<0,05$) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.2. Sedir Ormanları Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Sedir ormanlarındaki ölü örtü örneklerinin bazı özelliklilerini birbirleri ile ilişkilerinin incelenmesi sonucunda; ölü örtülerin organik C içeriklerinin toplam N ile arasında ($r=0,854^{**}$) pozitif yönlü kuvvetli ilişki olduğu; pH ile arasında ise ($r=-0,471^{**}$) negatif yönlü ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ölü örtülerin kuru ağırlıklarının C stokları ($r=0,969^{**}$) ve N stokları ($r=0,981^{**}$) ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.130).

Çizelge 4.130. Sedir ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=30.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F
A-pH _{safsu}	1	-.471**	-.580**	0.007	-0.094	-0.094
B-C _{org} (%)		1	.854**	0.039	0.266	0.196
C-N _{toplam} (%)			1	-0.148	0.045	0.027
D-Kuru Ağırlık (gr/m ²)				1	.969**	.981**
E-C _{Stok} (ton/ha)					1	.992**
F-N _{Stok} (ton/ha)						1

A: Aktüel pH (Ölü örtü reaksiyonu), B: Organik karbon içeriği (%), C: Toplam azot (%), D: ölü örtü kuru ağırlıklar (g/m²), E: Karbon stoku (ton/ha), F: Azot stoku (ton/ha).

**Korelasyon 0,01 ($P<0,01$) önem düzeyinde önemlidir.

*Korelasyon 0,05 ($P<0,05$) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.3. Kayın Ormanları Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Kayın ormanlarındaki ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerini birbirleri ile ilişkilerinin incelenmesi sonucunda; ölü örtülerin organik C içeriklerinin toplam N ile arasında ($r=0,614^{**}$) pozitif yönlü kuvvetli ilişki olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ölü örtülerin kuru ağırlıklarının C stokları ($r=0,986^{**}$) ve N stokları ($r=0,984^{**}$) ile pozitif yönlü kuvvetli ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.131).

Çizelge 4.131. Kayın ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, $n=30$.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F
A-pH _{safsu}	1	-0.185	-0.124	-0.022	-0.042	-0.020
B-C _{org} (%)		1	0.614 ^{**}	0.135	0.270	0.206
C-N _{toplam} (%)			1	-0.050	0.033	0.095
D-Kuru Ağırlık (gr/m ²)				1	.986 ^{**}	.984 ^{**}
E-C-Stok (ton/ha)					1	.986 ^{**}
F-N-Stok (ton/ha)						1

A: Aktüel pH (Ölü örtü reaksiyonu), B: Organik karbon içeriği (%), C: Toplam azot (%), D: ölü örtü kuru ağırlıklar (g/m²), E: Karbon stoku (ton/ha), F: Azot stoku (ton/ha).

^{**}Korelasyon 0,01 ($P<0,01$) önem düzeyinde önemlidir.

*Korelasyon 0,05 ($P<0,05$) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.4. Karaçam Ormanları Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

0-10 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Karaçam ormanlarındaki üst toprak örneklerinin organik karbonu ile N_{toplam} ($r=0,774^{**}$), C_{stok} ($r=0,876^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,710^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, kil yüzdesi ($r=-0,415^*$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.132). Toprak örneklerinin toplam N'u ile C_{org} ($r=0,774^{**}$), EC ($r=0,542^{**}$), C_{stok} ($r=0,708^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,913^{**}$) arasında pozitif ilişki; kil yüzdesi ($r=-0,415^*$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile kum yüzdesi ($r=0,439^*$), C_{org} ($r=0,876^{**}$), N_{toplam} ($r=0,708^{**}$), hacim ağırlığı ($r=0,558^{**}$) ve N stoku ($r=0,842^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; kil yüzdesi ($r=-0,565^{**}$) ve gözenek hacmi ($r=-0,579^{**}$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile C_{org} ($r=0,710^{**}$), EC ($r=0,610^{**}$), hacim ağırlığı ($r=0,511^{**}$) ve C_{stok} ($r=0,842$) arasında pozitif; kil yüzdesi ($r=-0,421^*$) ve gözenek hacmi ($r=-0,540^{**}$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.132'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.132. Karaçam ormanları 0-10 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-.701**	-.622**	.473**	0,209	0,041	-0,186	0,103	0,144	-0,102	.439*	0,213
B-Toz (%)		1	-0,124	-0,075	0,113	0,107	0,367*	-0,216	0,01	-0,061	-0,042	0,114
C-Kil (%)			1	-.575**	-.415*	-0,175	-0,144	0,093	-0,211	0,209	-.565**	-.421*
D- C_{org} (%)				1	.774**	-0,017	0,223	-0,216	0,101	-0,147	.876**	.710**
E-N_{toplam} (%)					1	-0,107	.542**	-0,263	0,136	-0,189	.708**	.913**
F- pH_{safsu}						1	-.439*	-0,057	-0,089	0,065	-0,042	-0,14
G- EC (μS m⁻¹)							1	0,024	0,307	-0,271	0,338	.610**
H-Tane yoğunluğu (gr cm⁻³)								1	-0,216	.457*	-0,271	-0,289
I-Hacim Ağırlığı (gr cm⁻³)									1	-.966**	.558**	.511**
J-Gözenek Hacmi (%)										1	-.579**	-.540**
K-C_{Stok} (ton ha⁻¹)											1	.842**
L- N_{Stok} (ton ha⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

10-20 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Karaçam ormanlarındaki 10-20 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile N_{toplam} ($r=0,874^{**}$), EC ($r=0,553^{**}$), gözenek hacmi ($r=0,378^*$), C_{stok} ($r=0,877^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,692^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, hacim ağırlığı ($r=-0,361^*$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.133).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile C_{org} ($r=0,874^{**}$), pH ($r=0,394^*$), EC ($r=0,530^{**}$), C_{stok} ($r=0,775^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,872^{**}$) arasında pozitif ilişki; kil yüzdesi ($r=-0,415^*$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile C_{org} ($r=0,877^{**}$), N_{toplam} ($r=0,775^{**}$), pH ($r=0,459^*$) ve N stoku ($r=0,837^{**}$) ile arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile C_{org} ($r=0,692^{**}$), N_{toplam} ($r=0,872^{**}$), pH ($r=0,470^{**}$) ve C_{stok} ($r=0,837$) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.133’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.133. Karaçam ormanları 10-20 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-.873**	-.628**	0,007	0,088	-0,149	-0,09	-0,027	0,23	-0,249	0,116	0,197
B-Toz (%)		1	0,168	0,123	0,088	0,323	0,247	-0,053	-0,36	.363*	-0,057	-0,077
C-Kil (%)			1	-0,21	-0,318	-0,215	-0,211	0,14	0,109	-0,075	-0,144	-0,274
D- C_{org} (%)				1	.874**	0,358	.553**	0,012	-.361*	.378*	.877**	.692**
E-N_{toplam} (%)					1	.394*	.530**	0,16	-0,287	0,346	.775**	.872**
F- pH_{safsu}						1	0,117	.392*	0,163	-0,027	.459*	.470**
G- EC (μS m⁻¹)							1	-0,213	-.745**	.679**	0,221	0,178
H-Tane yoğunluğu (gr cm⁻³)								1	0,179	0,139	0,131	0,251
I-Hacim Ağırlığı (gr cm⁻³)									1	-.947**	0,101	0,199
J-Gözenek Hacmi (%)										1	-0,052	-0,113
K-C_{Stok} (ton ha⁻¹)											1	.837**
L- N_{Stok} (ton ha⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

20-30 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Karaçam ormanlarındaki 20-30 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile N_{toplam} ($r=0,899^{**}$), pH ($r=0,457^*$), EC ($r=0,453^*$), C_{stok} ($r=0,931^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,802^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.134).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile C_{org} ($r=0,899^{**}$), pH ($r=0,435^*$), EC ($r=0,408^*$), C_{stok} ($r=0,850^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,935^{**}$) arasında pozitif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile C_{org} ($r=0,931^{**}$), N_{toplam} ($r=0,850^{**}$), pH ($r=0,519^{**}$) ve N stoku ($r=0,885^{**}$) ile arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile C_{org} ($r=0,802^{**}$), N_{toplam} ($r=0,935^{**}$), pH ($r=0,486^{**}$) ve C_{stok} ($r=0,885^{**}$) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.134’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.134. Karaçam ormanları 20-30 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-.587**	-.850**	-0,065	-0,055	0,356	0,067	0,062	0,081	-0,06	-0,041	-0,018
B-Toz (%)		1	0,073	0,115	0,083	-0,168	0,198	0,01	-0,226	0,238	-0,018	-0,047
C-Kil (%)			1	0,005	0,013	-0,33	-0,212	-0,083	0,048	-0,081	0,063	0,053
D- C_{org} (%)				1	.899**	.457*	.453*	0,008	-0,178	0,191	.931**	.802**
E-N_{toplam} (%)					1	.435*	.408*	0,02	-0,142	0,157	.850**	.935**
F- pH_{safsu}						1	0,066	.611**	0,158	0,049	.519**	.486**
G- EC (μS m⁻¹)							1	-0,244	-.696**	.653**	0,198	0,154
H-Tane yoğunluğu (gr cm⁻³)								1	0,35	-0,019	0,117	0,129
I-Hacim Ağırlığı (gr cm⁻³)									1	-.943**	0,164	0,197
J-Gözenek Hacmi (%)										1	-0,136	-0,166
K-C_{Stok} (ton ha⁻¹)											1	.885**
L- N_{Stok} (ton ha⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.5. Sedir Ormanları Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

0-10 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Sedir ormanlarındaki 0-10 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile N_{toplam} ($r=0,382^*$), EC ($r=0,514^{**}$), C_{stok} ($r=0,810^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,401^*$) parametreleri arasında pozitif anlamlı; kil yüzdesi ($r=-0,369^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.135).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile toz yüzdesi ($r=0,373^*$), C_{org} ($r=0,382^*$), gözenek hacmi ($r=0,605^*$) ve N_{stok} ($r=0,903^{**}$) arasında pozitif; hacim ağırlığı ($r=-0,544^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile C_{org} ($r=0,810^{**}$) ve hacim ağırlığı ($r=0,534^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; gözenek hacmi ($r=-0,585^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile C_{org} ($r=0,401^*$) ve N_{toplam} ($r=0,903^{**}$) arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.135’de gösterilmiştir.

Topraklardaki karbon miktarı kil miktarı ile genellikle pozitif ilişki göstermektedir. Bunun nedeninin kilin yüzeyindeki küçük gözeneklerde organik karbonun tutulması olarak belirtilir (Paul, 1984). Bununla birlikte, Grünzweig ve ark. (2004) ile Brown ve Lugo (1990) ise mineral topraktaki C miktarının değişkenliğine; kil içeriği ve pH’ın etkisi olmadığını savunmuşlardır. Araştırma sahalarındaki kil miktarı ile C miktarı arasında negatif anlamlı ilişki belirlenmiştir. Ancak araştırma sahasındaki kil miktarları oldukça düşük seviyelerde olmasından kaynaklı bir ters ilişki olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.135. Sedir ormanları 0-10 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-.489**	-.740**	0,313	-0,014	0,108	0,129	-0,206	0,122	-0,162	0,295	0,03
B-Toz (%)		1	-0,225	0,026	.373*	0,158	-0,015	0,353	-0,184	0,255	-0,071	0,333
C-Kil (%)			1	-.369*	-0,272	-0,242	-0,132	-0,042	0,005	-0,014	-0,275	-0,29
D- C_{org} (%)				1	.382*	-0,05	.514**	-0,313	-0,044	-0,033	.810**	.401*
E-N_{toplam} (%)					1	0,056	0,118	0,352	-.544**	.605**	-0,021	.903**
F- pH_{safsu}						1	0,15	0,213	0,005	0,062	-0,047	0,112
G- EC (μS m⁻¹)							1	-.598**	-0,272	0,117	0,294	0,038
H-Tane yoğunluğu (gr cm⁻³)								1	-0,077	0,318	-0,323	0,344
I-Hacim Ağırlığı (gr cm⁻³)									1	-.969**	.534**	-0,167
J-Gözenek Hacmi (%)										1	-.585**	0,249
K-C_{Stok} (ton ha⁻¹)											1	.218
L- N_{Stok} (ton ha⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

10-20 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Sedir ormanlarındaki 10-20 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile N_{toplam} ($r=0,537^{**}$), pH ($r=0,575^{**}$), EC ($r=0,605^{**}$), gözenek hacmi ($r=0,432^*$), C_{stok} ($r=0,949^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,469^*$) parametreleri arasında pozitif anlamlı; kil yüzdesi ($r=-0,369^*$) ve hacim ağırlığı ($r=-0,415^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.136).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile C_{org} ($r=0,537^{**}$), pH ($r=0,450^*$), EC ($r=0,451^*$), C_{stok} ($r=0,615^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,983^{**}$) arasında pozitif; kil yüzdesi ($r=-0,412^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile kum yüzdesi ($r=0,441^*$), C_{org} ($r=0,949^{**}$), N_{toplam} ($r=0,615^{**}$), pH ($r=0,528^{**}$), EC ($r=0,521^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,596^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; kil yüzdesi ile ($r=-0,434^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile C_{org} ($r=0,469^{**}$), N_{toplam} ($r=0,983^{**}$), pH ($r=0,389^*$), EC ($r=0,362^*$) ve C_{stok} ($r=0,569^{**}$) arasında pozitif ilişki; kil yüzdesi ($r=-0,412^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.136'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.136. Sedir ormanları 10-20 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-0,316	-.832**	.390*	0,312	.461*	.365*	0,005	0,005	0,003	.441*	0,305
B-Toz (%)		1	-0,264	-0,047	0,163	0,163	-0,017	-0,161	0,142	-0,182	-0,024	0,174
C-Kil (%)			1	-.369*	-.412*	-.564**	-.361*	0,09	-0,087	0,104	-.434*	-.412*
D- C _{org} (%)				1	.537**	.575**	.605**	0,156	-.415*	.432*	.949**	.469**
E-N _{toplam} (%)					1	.450*	.451*	0,194	-0,032	0,078	.615**	.983**
F- pH _{safsu}						1	.635**	0,041	-0,257	0,252	.528**	.389*
G- EC (μS m ⁻¹)							1	-0,084	-.561**	.523**	.521**	.362*
H-Tane yoğunluğu (gr cm ⁻³)								1	-0,018	0,261	0,094	0,173
I-Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)									1	-.968**	-0,154	0,124
J-Gözenek Hacmi (%)										1	0,167	-0,076
K-C _{Stok} (ton ha ⁻¹)											1	.596**
L- N _{Stok} (ton ha ⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

20-30 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Sedir ormanlarındaki 20-30 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile kum yüzdesi ($r=0,451^*$), N_{toplam} ($r=0,665^{**}$), pH ($r=0,416^*$), EC ($r=0,569^{**}$), C_{stok} ($r=0,965^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,638^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı; kil yüzdesi ($r=-0,603^{**}$) ve hacim ağırlığı ($r=-0,415^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.137).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile kum yüzdesi ($r=0,376^*$), C_{org} ($r=0,665^{**}$), pH ($r=0,437^*$), C_{stok} ($r=0,648^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,981^{**}$) arasında pozitif; kil yüzdesi ($r=-0,558^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile kum yüzdesi ($r=0,490^{**}$), C_{org} ($r=0,965^{**}$), N_{toplam} ($r=0,648^{**}$), pH ($r=0,451^*$), EC ($r=0,466^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,669^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; kil yüzdesi ile ($r=-0,661^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile kum yüzdesi ($r=0,405^*$), C_{org} ($r=0,638^{**}$), N_{toplam} ($r=0,981^{**}$), pH ($r=0,431^*$), ve C_{stok} ($r=0,669^{**}$) arasında pozitif ilişki; kil yüzdesi ($r=-0,602^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.137’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.137. Sedir ormanları 20-30 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-.562**	-.852**	.451*	.376*	.404*	0,187	0,061	0,114	-0,104	.490**	.405*
B-Toz (%)		1	0,046	0,092	0,163	0,123	0,129	0,309	-0,029	0,106	0,11	0,18
C-Kil (%)			1	-.603**	-.558**	-.566**	-0,307	-0,269	-0,119	0,059	-.661**	-.602**
D- C_{org} (%)				1	.665**	.416*	.569**	0,015	-0,265	0,284	.965**	.638**
E-N_{toplam} (%)					1	.437*	0,327	0,139	-0,183	0,234	.648**	.981**
F- pH_{safsu}						1	0,288	0,239	0,07	-0,02	.451*	.431*
G- EC (μS m⁻¹)							1	-.502**	-.539**	.438*	.466**	0,255
H-Tane yoğunluğu (gr cm⁻³)								1	.464**	-0,237	0,108	0,215
I-Hacim Ağırlığı (gr cm⁻³)									1	-.970**	-0,033	-0,024
J-Gözenek Hacmi (%)										1	0,055	0,08
K-C_{Stok} (ton ha⁻¹)											1	.669**
L- N_{Stok} (ton ha⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.6. Kayın Ormanları Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

0-10 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Kayın ormanlarındaki 0-10 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile N_{toplam} ($r=0,619^{**}$), EC ($r=0,440^*$), gözenek hacmi ($r=0,395^*$) ve C_{stok} ($r=0,448^*$) parametreleri arasında pozitif anlamlı; hacim ağırlığı ($r=-0,453^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.138).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile C_{org} ($r=0,619^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,581^{**}$) arasında pozitif; hacim ağırlığı ($r=-0,372^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile C_{org} ($r=0,448^*$), hacim ağırlığı ($r=0,583^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,596^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; tane yoğunluğu ($r=-0,426^*$) ve gözenek hacmi ($r=-0,616^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile N_{toplam} ($r=0,581^{**}$), hacim ağırlığı ($r=0,521^{**}$) ve C_{stok} ($r=0,596^{**}$) arasında pozitif ilişki; gözenek hacmi ($r=-0,540^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.138’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.138. Kayın ormanları 0-10 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-0,153	-.871**	0,308	0,105	-.511**	.490**	-0,151	-0,229	0,19	0,056	-0,125
B-Toz (%)		1	-0,352	-0,013	-0,171	-0,057	-0,122	0,204	-0,085	0,118	-0,092	-0,197
C-Kil (%)			1	-0,286	-0,015	.512**	-.404*	0,041	0,259	-0,239	-0,007	0,216
D- C_{org} (%)				1	.619**	0,119	.440*	-0,269	-.453*	.395*	.448*	0,14
E-N_{toplam} (%)					1	0,335	0,273	-0,11	-.372*	0,338	0,129	.581**
F- pH_{safsu}						1	-0,092	0,12	-0,207	0,219	-0,109	0,136
G- EC (μS m⁻¹)							1	-.407*	-0,195	0,118	0,209	0,104
H-Tane yoğunluğu (gr cm⁻³)								1	-0,212	.380*	-.426*	-0,29
I-Hacim Ağırlığı (gr cm⁻³)									1	-.984**	.583**	.521**
J-Gözenek Hacmi (%)										1	-.616**	-.540**
K-C_{Stok} (ton ha⁻¹)											1	.596**
L- N_{Stok} (ton ha⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

10-20 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Kayın ormanlarındaki 10-20 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile kum yüzdesi ($r=0,419^*$), N_{toplam} ($r=0,784^{**}$), pH ($r=0,365^*$), gözenek hacmi ($r=0,462^*$), C_{stok} ($r=0,896^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,644^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı; kil yüzdesi ($r=-0,386^*$), tane yoğunluğu ($r=-0,422^*$) ve hacim ağırlığı ($r=-0,453^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.139).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile C_{org} ($r=0,784^{**}$), pH ($r=0,492^{**}$) gözenek hacmi ($r=0,419^*$), C_{stok} ($r=0,642^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,895^{**}$) arasında pozitif; tane yoğunluğu ($r=-0,501^{**}$) ve hacim ağırlığı ($r=-0,556^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile C_{org} ($r=0,896^{**}$), N_{toplam} ($r=0,642^{**}$), pH ($r=0,419^*$) ve N_{stok} ($r=0,700^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; tane yoğunluğu ($r=-0,499^{**}$) ve gözenek hacmi ($r=-0,616^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile C_{org} ($r=0,644^{**}$), N_{toplam} ($r=0,895^{**}$), pH ($r=0,563^{**}$) ve C_{stok} ($r=0,700^{**}$) arasında pozitif ilişki; tane yoğunluğu ($r=-0,594^*$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.139’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.139. Kayın ormanları 10-20 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-.387*	-.910**	.419*	0,103	-0,284	0,177	-0,234	-0,329	0,273	0,332	-0,049
B-Toz (%)		1	-0,03	-0,153	0,046	0,076	-0,228	0,149	0,232	-0,192	-0,073	0,188
C-Kil (%)			1	-.386*	-0,132	0,274	-0,089	0,186	0,253	-0,209	-0,328	-0,031
D- C _{org} (%)				1	.784**	.365*	-0,066	-.422*	-.582**	.462*	.896**	.644**
E-N _{toplam} (%)					1	.492**	-0,126	-.501**	-.556**	.419*	.642**	.895**
F- pH _{safsu}						1	-.482**	-0,294	-0,018	-0,05	.419*	.563**
G- EC (μS m ⁻¹)							1	0,035	-0,204	0,197	-0,143	-0,179
H-Tane yoğunluğu (gr cm ⁻³)								1	0,011	0,232	-.499**	-.594**
I-Hacim Ağırlığı (gr cm ⁻³)									1	-.970**	-0,186	-0,152
J-Gözenek Hacmi (%)										1	0,057	0,002
K-C _{Stok} (ton ha ⁻¹)											1	.700**
L- N _{Stok} (ton ha ⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

20-30 cm Derinlik kademesindeki Toprakların Korelasyon Analizi; Kayın ormanlarındaki 20-30 cm derinlik kademesindeki toprak örneklerinin organik karbonu ile N_{toplam} ($r=0,888^{**}$), pH ($r=0,377^{*}$), gözenek hacmi ($r=0,461^{*}$), C_{stok} ($r=0,916^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,773^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı; toz yüzdesi ($r=-0,447^{*}$), tane yoğunluğu ($r=-0,466^{*}$) ve hacim ağırlığı ($r=-0,594^{*}$) ile negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.140).

Toprak örneklerinin toplam azotu ile C_{org} ($r=0,888^{**}$), pH ($r=0,501^{**}$), C_{stok} ($r=0,834^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,940^{**}$) arasında pozitif; tane yoğunluğu ($r=-0,496^{**}$) ve hacim ağırlığı ($r=-0,491^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur.

Topraklardaki karbon stokunun ile C_{org} ($r=0,916^{**}$), N_{toplam} ($r=0,834^{**}$), pH ($r=0,500^{**}$) ve N_{stok} ($r=0,855^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; toz yüzdesi ($r=-0,422^{*}$) ve tane yoğunluğu ($r=-0,564^{**}$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Azot stoku ile C_{org} ($r=0,773^{**}$), N_{toplam} ($r=0,940^{**}$), pH ($r=0,594^{**}$) ve C_{stok} ($r=0,855^{**}$) arasında pozitif ilişki; tane yoğunluğu ($r=-0,560^{*}$) ile negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.140'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.140. Kayın ormanları 20-30 cm derinlikteki toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A-Kum (%)	1	-.554**	-.907**	0,186	0,04	-0,251	0,259	-0,221	-0,102	0,049	0,163	-0,01
B-Toz (%)		1	0,152	-.447*	-0,271	0,058	-0,306	0,215	0,162	-0,102	-.422*	-0,218
C-Kil (%)			1	0,005	0,09	0,268	-0,153	0,153	0,039	-0,006	0,02	0,122
D- C_{org} (%)				1	.888**	.377*	-0,067	-.466**	-.594**	.461*	.916**	.773**
E-N_{toplam} (%)					1	.501**	-0,179	-.496**	-.491**	0,353	.834**	.940**
F- pH_{safsu}						1	-.559**	-0,222	0,008	-0,056	.500**	.594**
G- EC (μS m⁻¹)							1	0,143	-0,219	0,249	-0,222	-0,302
H-Tane yoğunluğu (gr cm⁻³)								1	0,065	0,202	-.564**	-.560**
I-Hacim Ağırlığı (gr cm⁻³)									1	-.964**	-0,244	-0,182
J-Gözenek Hacmi (%)										1	0,093	0,033
K-C_{Stok} (ton ha⁻¹)											1	.855**
L- N_{Stok} (ton ha⁻¹)												1

C_{org}: Organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, EC: elektriksel iletkenlik, C_{Stok}: Depolanan karbon, N_{Stok}: Depolanan azot; A: Kum yüzdesi (%), B: Toz yüzdesi (%), C: Kil yüzdesi (%), D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Aktüel pH, G: Elektriksel iletkenlik (μS m⁻¹), H: Tane yoğunluğu (gr cm⁻³), I: Hacim ağırlığı (gr cm⁻³), J: Gözenek Hacmi (%), K: C_{Stok} (ton ha⁻¹), L: N_{Stok} (ton ha⁻¹) **Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.7. Karaçam Ormanları Mevsimsel Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Karaçam ormanlarındaki ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ile sıcaklık ($r=0,460^{**}$), pH ($r=0,449^{**}$), mikrobiyal N ($r=0,513^{**}$), C_{mic}/N_{mic} ($r=0,445^{**}$), C_{mic}/C_{org} ($r=0,984^{**}$) ve N_{mic}/N_{org} ($r=0,477^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, mikrobiyal biyokütle C ile organik karbon ($r=-0,351^{**}$), C_{org}/N_{toplam} ($r=-0,276^{**}$) ve qCO_2 ($r=-0,699^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.141).

Ölü örtü örneklerinin mikrobiyal N ile sıcaklık ($r=0,604^{**}$), pH ($r=0,422^{**}$), C_{mic} ($r=0,513^{**}$), C_{mic}/C_{org} ($r=0,571^{**}$) ve N_{mic}/N_{toplam} ($r=0,921^{**}$) arasında pozitif ilişki; nem yüzdesi ($r=-0,260^{**}$), C_{org} ($r=-0,583^{**}$), C_{org}/N_{toplam} ($r=-0,394^{**}$), C_{mic}/N_{mic} ($r=-0,377^{**}$) ve qCO_2 ($r=-0,404^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Ölü örtülerin bazal solunumları ile nem yüzdesi ($r=0,316^{**}$), N_{toplam} ($r=0,292^{**}$) ve qCO_2 ($r=0,318^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; C_{org}/N_{toplam} ($r=-0,286^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur. Ölü örtülerin diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.141’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.141. Karaçam ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A-Nem (%)	1	-,769**	0,009	0,105	0,065	-0,117	-,260**	,316**	0,033	0,022	-0,116	-,336**	,229*
B-Sıcaklık (°C)		1	,335**	-,407**	0,002	,460**	,604**	-0,132	-,262**	-0,047	,478**	,640**	-,403**
C-pH_{safsu}			1	-,365**	-,299**	,449**	,422**	-0,111	0,086	-0,042	,462**	,484**	-,333**
D-C_{org} (%)				1	,277**	-,351**	-,583**	-0,003	,341**	,257**	-,486**	-,633**	,19*
E-N_{toplam} (%)					1	0,092	0,042	,292**	-,796**	,193*	0,042	-,296**	-0,094
F-C_{mic} (µg g⁻¹)						1	,513**	0,098	-,276**	,445**	,984**	,477**	-,699**
G-N_{mic} (µg g⁻¹)							1	0,011	-,394**	-,377**	,571**	,921**	-,404**
H-BS (µg CO₂-C g⁻¹ öö h⁻¹)								1	-,286**	0,05	0,099	-0,104	,318**
I-C_{org}/N_{toplam} (%)									1	-0,014	-,317**	-0,097	,214*
J-C_{mic}/N_{mic} (%)										1	,367**	-,362**	-,391**
K-C_{mic}/C_{org} (%)											1	,549**	-,681**
L-N_{mic}/N_{toplam} (%)												1	-,386**
M-qCO₂ (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)													1

C_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle C, N_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle N, BS: Bazal Solunum, qCO₂: Metabolik Katsayı, A: Ölü Örtü Nemi (%), B: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), C: Aktüel pH, D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g⁻¹), G: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g⁻¹), H: Bazal Solunum (µg CO₂-C g⁻¹ ölü örtü h⁻¹), I: C_{org}/N_{toplam} (%), J: C_{mic}/N_{mic} (%), K: C_{mic}/C_{org} (%), L: N_{mic}/N_{toplam} (%), M: Metabolik Katsayı (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)

**Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.8. Sedir Ormanları Mevsimsel Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Sedir ormanlarındaki ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ile sıcaklık ($r=0,528^{**}$), N_{toplam} ($r=0,516^{**}$), mikrobiyal N ($r=0,216^{*}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=0,299^{**}$) ve $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,967^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, mikrobiyal biyokütle C ile nem yüzdesi ($r=-0,412^{**}$), organik karbon ($r=-0,329^{**}$), BS ($r=-0,378$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,580^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,692^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.142).

Ölü örtü örneklerinin mikrobiyal N ile sıcaklık ($r=0,401^{**}$), N_{toplam} ($r=0,366^{**}$), C_{mic} ($r=0,216^{*}$), $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,277^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,982^{**}$) arasında pozitif ilişki; nem yüzdesi ($r=-0,229^{*}$), pH ($r=-0,422^{**}$), C_{org} ($r=-0,419^{**}$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,523^{**}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=-0,553^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,347^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Ölü örtülerin bazal solunumları ile nem yüzdesi ($r=0,521^{**}$), C_{org} ($r=0,364^{**}$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,251^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=0,589^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; sıcaklık ($r=-0,389^{**}$), C_{mic} ($r=-0,378^{**}$), N_{mic} ($r=-0,189^{*}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=-0,234^{**}$) ve $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=-0,416^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur. Ölü örtülerin diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.142’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.142. Sedir ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A-Nem (%)	1	-,648**	0,154	,330**	-,360**	-,412**	-,229*	,521**	,441**	-0,096	-,413**	-,187*	,596**
B-Sıcaklık (°C)		1	-,292**	-,396**	,653**	,528**	,401**	-,389**	-,732**	-0,101	,538**	,334**	-,532**
C-pH_{safsu}			1	0,156	-,458**	-0,145	-,422**	0,043	,475**	,385**	-0,121	-,383**	0,17
D-C_{org} (%)				1	-0,021	-,329**	-,419**	,364**	,518**	0,168	-,516**	-,473**	,408**
E-N_{toplam} (%)					1	,516**	,366**	-0,131	-,845**	-,186*	,445**	,227*	-,349**
F-C_{mic} (µg g⁻¹)						1	,216*	-,378**	-,580**	,299**	,967**	0,17	-,692**
G-N_{mic} (µg g⁻¹)							1	-,189*	-,523**	-,553**	,277**	,982**	-,347**
H-BS (µg CO₂-C g⁻¹ öö h⁻¹)								1	,251**	-,234**	-,416**	-0,172	,598**
I-C_{org}/N_{toplam} (%)									1	,283(**)	-,620**	-,442**	,461**
J-C_{mic}/N_{mic} (%)										1	,250**	-,568**	-,214*
K-C_{mic}/C_{org} (%)											1	,251**	-,686**
L-N_{mic}/N_{toplam} (%)												1	-,311**
M-qCO₂ (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)													1

C_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle C, N_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle N, BS: Bazal Solunum, qCO₂: Metabolik Katsayı, A: Ölü Örtü Nemi (%), B: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), C: Aktüel pH, D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g⁻¹), G: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g⁻¹), H: Bazal Solunum (µg CO₂-C g⁻¹ ölü örtü h⁻¹), I:

C_{org}/N_{toplam} (%), J: C_{mic}/N_{mic} (%), K: C_{mic}/C_{org} (%), L: N_{mic}/N_{toplam} (%), M: Metabolik Katsayı (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)

**Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.9. Kayın Ormanları Mevsimsel Ölü Örtü Örneklerinin Korelasyon Analizi

Kayın ormanlarındaki ölü örtü örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ile pH ($r=0,242^{**}$), N_{toplaml} ($r=0,343^{**}$), mikrobiyal N ($r=0,489^{**}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=0,240^{**}$) $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,955^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplaml}}$ ($r=0,479^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, mikrobiyal biyokütle C ile nem yüzdesi ($r=-0,240^{**}$), organik karbon ($r=-0,186^{*}$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplaml}}$ ($r=-0,551^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,715^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.143).

Ölü örtü örneklerinin mikrobiyal N ile sıcaklık ($r=0,415^{**}$), pH ($r=0,381^{**}$), N_{toplaml} ($r=0,551^{**}$), C_{mic} ($r=0,489^{**}$), $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,482^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplaml}}$ ($r=0,964^{**}$) arasında pozitif ilişki; nem yüzdesi ($r=-0,413^{**}$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplaml}}$ ($r=-0,697^{**}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=-0,558^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,391^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Ölü örtülerin bazal solunumları ile nem yüzdesi ($r=0,523^{**}$), C_{org} ($r=0,187^{*}$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplaml}}$ ($r=0,203^{*}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=0,240^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; sıcaklık ($r=-0,373^{**}$) ve pH ($r=-0,306^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur. Ölü örtülerin diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.143’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.143. Kayın ormanları ölü örtü örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
A-Nem (%)	1	-,907**	-,687**	0,171	-,380**	-,240**	-,413**	,523**	,566**	,261**	-,246**	-,404**	,363**
B-Sıcaklık (°C)		1	,621**	-0,028	,455**	,181*	,415**	-,373**	-,522**	-,273**	0,15	,369**	-,296**
C-pH_{safsu}			1	-,390**	0,173	,242**	,381**	-,306**	-,541**	-,240**	,310**	,439**	-,284**
D-C_{org} (%)				1	,432**	-,186*	-0,152	,187*	,386**	0,024	-,442**	-,341**	,243**
E-N_{toplam} (%)					1	,343**	,551**	-0,034	-,656**	-,310**	0,174	,341**	-,281**
F-C_{mic} (µg g⁻¹)						1	,489**	0,117	-,511**	,240**	,955**	,479**	-,715**
G-N_{mic} (µg g⁻¹)							1	-0,06	-,697**	-,558**	,482**	,964**	-,391**
H-BS (µg CO₂-C g⁻¹ öö h⁻¹)								1	,203*	0,15	0,067	-0,084	,240**
I-C_{org}/N_{toplam} (%)									1	,352**	-,553**	-,649**	,504**
J-C_{mic}/N_{mic} (%)										1	,203*	-,544**	-,274**
K-C_{mic}/C_{org} (%)											1	,535**	-,691**
L-N_{mic}/N_{toplam} (%)												1	-,389**
M-qCO₂ (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)													1

C_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle C, N_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle N, BS: Bazal Solunum, qCO₂: Metabolik Katsayı, A: Ölü Örtü Nemi (%), B: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), C: Aktüel pH, D: Organik C (%), E: Toplam N (%), F: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g⁻¹), G: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g⁻¹), H: Bazal Solunum (µg CO₂-C g⁻¹ ölü örtü h⁻¹), I: C_{org}/N_{toplam} (%), J: C_{mic}/N_{mic} (%), K: C_{mic}/C_{org} (%), L: N_{mic}/N_{toplam} (%), M: Metabolik Katsayı (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)

**Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.10.Karaçam Ormanları Mevsimsel Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

Karaçam ormanlarındaki toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ile sıcaklık ($r=0,542^{**}$), pH ($r=0,180^{*}$), N_{toplam} ($r=0,189^{*}$), mikrobiyal N ($r=0,580^{**}$), BS ($r=0,651^{**}$), $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,872^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,449^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, mikrobiyal biyokütle C ile qCO_2 ($r=-0,562^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.144).

Toprak örneklerinin mikrobiyal N ile sıcaklık ($r=0,703^{**}$), pH ($r=0,297^{**}$), N_{toplam} ($r=0,357^{**}$), C_{mic} ($r=0,580^{**}$), BS ($r=0,493^{**}$) $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,471^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,809^{**}$) arasında pozitif ilişki; $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,243^{**}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=-0,444^{**}$) ve qCO_2 ($r=-0,325^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Toprakların bazal solunumları ile nem yüzdesi ($r=0,188^{*}$), sıcaklık ($r=0,333^{**}$), pH ($r=0,209^{*}$), N_{toplam} ($r=0,189^{*}$), C_{mic} ($r=0,651^{**}$), N_{mic} ($r=0,493^{**}$), $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,523^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,343^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; EC ($r=-0,228^{*}$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.144’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.144. Karaçam ormanları toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A-Nem (%)	1	-,563**	-,556**	,329**	0,167	0,021	0,023	0,03	,188*	0,133	-,189*	-0,072	-0,039	,237**
B-Sıcaklık (°C)		1	,538**	-,320**	-0,011	,267**	,542**	,703**	,333**	-,304**	-0,133	,500**	,593**	-,468**
C-pH_{safsu}			1	-,645**	0,008	-0,052	,180*	,297**	,209*	0,055	-0,168	0,124	,314**	-0,056
D-EC (µS)				1	0,113	,285**	-0,101	-0,11	-,228*	-,190*	0,047	-0,135	-,230*	-0,063
E-C_{org} (%)					1	,445**	0,122	0,144	0,149	,273**	-,230*	-,311**	-0,094	-0,01
F-N_{toplam} (%)						1	,189*	,357**	,189*	-,687**	-0,175	0,012	-0,177	-0,13
G-C_{mic} (µg g⁻¹)							1	,580**	,651**	-0,127	0,171	,872**	,449**	-,562**
H-N_{mic} (µg g⁻¹)								1	,493**	-,243**	-,444**	,471**	,809**	-,325**
I-BS (µg CO₂-C g⁻¹ öö h⁻¹)									1	-0,086	-0,038	,523**	,343**	0,109
J-C_{org}/N_{toplam} (%)										1	-0,042	-,269**	0,153	0,146
K-C_{mic}/N_{mic} (%)											1	,304**	-,404**	-,199*
L-C_{mic}/C_{org} (%)												1	,447**	-,553**
M-N_{mic}/N_{toplam} (%)													1	-,284**
N-qCO₂ (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)														1

C_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle C, N_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle N, BS: Bazal Solunum, qCO₂: Metabolik Katsayı, A: Ölü Örtü Nemi (%), B: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), C: Aktüel pH, D: Elektriksel İletkenlik (EC), E: Organik C (%), F: Toplam N (%), G: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g⁻¹), H: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g⁻¹), I: Bazal Solunum (µg CO₂-C g⁻¹ ölü örtü h⁻¹), J: C_{org}/N_{toplam} (%), K: C_{mic}/N_{mic} (%), L: C_{mic}/C_{org} (%), M: N_{mic}/N_{toplam} (%), N: Metabolik Katsayı (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)

**Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.11.Sedir Ormanları Mevsimsel Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

Sedir ormanlarındaki toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ile sıcaklık ($r=0,234^*$), pH ($r=0,203^*$), N_{toplam} ($r=0,274^{**}$), BS ($r=0,719^{**}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=0,707^{**}$) ve $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,731^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, mikrobiyal biyokütle C ile $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,186^*$), $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,193^*$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,396^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.145).

Toprak örneklerinin mikrobiyal N ile nem yüzdesi ($r=0,303^{**}$), N_{toplam} ($r=0,198^*$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,320^{**}$) arasında pozitif ilişki; pH ($r=-0,191^*$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,406^{**}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=-0,503^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,365^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Toprakların bazal solunumları ile C_{mic} ($r=0,719^{**}$), $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,219^*$) $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=0,647^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=0,237^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; sıcaklık ($r=-0,249^{**}$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.145’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.145. Sedir ormanları toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A-Nem (%)	1	-,540**	-,336**	0,027	-,180*	-0,091	-0,127	,303**	0,165	0,077	-,239**	-0,034	,254**	,431**
B-Sıcaklık (°C)		1	,279**	-0,024	-0,005	0,068	,234*	0,17	-,249**	-,242**	0,061	,255**	0,043	-,749**
C-pH _{safsu}			1	0,041	-0,015	0,071	,203*	-,191*	0,016	-0,174	,299**	,189*	-,222*	-,294**
D-EC (µS)				1	-,184*	-,256**	-0,089	-0,018	0,012	0,177	-0,014	0,02	,192*	0,118
E-C _{org} (%)					1	,360**	0,159	-0,046	0,063	,195*	,193*	-,420**	-,593**	-0,16
F-N _{toplam} (%)						1	,274**	,198*	-0,042	-,725**	0,107	0,027	-,579**	-,396**
G-C _{mic} (µg g ⁻¹)							1	0,085	,719**	-,186*	,707**	,731**	-,193*	-,396**
H-N _{mic} (µg g ⁻¹)								1	-0,172	-,406**	-,503**	0,077	,320**	-,365**
I-BS (µg CO ₂ -C g ⁻¹ öö h ⁻¹)									1	,219*	,647**	,552**	-0,069	,237**
J-C _{org} /N _{toplam} (%)										1	0,08	-,251**	,246**	,525**
K-C _{mic} /N _{mic} (%)											1	,491**	-,395**	-0,157
L-C _{mic} /C _{org} (%)												1	,200*	-,265**
M-N _{mic} /N _{toplam} (%)													1	,229*
N-qCO ₂ (mg CO ₂ -C g ⁻¹ C _{mic} h ⁻¹)														1

C_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle C, N_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle N, BS: Bazal Solunum, qCO₂: Metabolik Katsayı, A: Ölü Örtü Nemi (%), B: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), C: Aktüel pH, D: Elektriksel İletkenlik (EC), E: Organik C (%), F: Toplam N (%), G: Mikrobiyal Biyokütle C (µg g⁻¹), H: Mikrobiyal Biyokütle N (µg g⁻¹), I: Bazal Solunum (µg CO₂-C g⁻¹ ölü örtü h⁻¹), J: C_{org}/N_{toplam} (%), K: C_{mic}/N_{mic} (%), L: C_{mic}/C_{org} (%), M: N_{mic}/N_{toplam} (%), N: Metabolik Katsayı (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)

**Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

4.1.4.12. Kayın Ormanları Mevsimsel Toprak Örneklerinin Korelasyon Analizi

Kayın ormanlarındaki toprak örneklerinin mikrobiyal biyokütle C ile sıcaklık ($r=0,542^*$), pH ($r=0,180^*$), N_{toplam} ($r=0,189^*$), N_{mic} ($r=0,580^{**}$), BS ($r=0,651^{**}$), $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,872^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,449^{**}$) parametreleri arasında pozitif anlamlı ilişki bulunmuştur. Buna karşın, mikrobiyal biyokütle C ile $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,186^*$), $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,193^*$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,396^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur (Çizelge 4.146).

Toprak örneklerinin mikrobiyal N ile sıcaklık ($r=0,703^{**}$), pH ($r=0,297^{**}$), N_{toplam} ($r=0,357^{**}$), C_{mic} ($r=0,580^{**}$), BS ($r=0,493^{**}$), $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,471^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,809^{**}$) arasında pozitif ilişki; $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=-0,243^{**}$), $C_{\text{mic}}/N_{\text{mic}}$ ($r=-0,444^{**}$) ve $q\text{CO}_2$ ($r=-0,325^{**}$) arasında negatif ilişki bulunmuştur.

Toprakların bazal solunumları ile nem ($r=0,188^*$), sıcaklık ($r=0,333^{**}$), pH ($r=0,209^*$), N_{toplam} ($r=0,189^*$), C_{mic} ($r=0,651^{**}$), N_{mic} ($r=0,493^{**}$), $C_{\text{mic}}/C_{\text{org}}$ ($r=0,523^{**}$) ve $N_{\text{mic}}/N_{\text{toplam}}$ ($r=0,343^{**}$) ile arasında pozitif ilişki; EC ($r=-0,228^*$) ile arasında negatif ilişki bulunmuştur. Toprakların diğer özelliklerinin birbirleriyle olan ilişkileri Çizelge 4.146'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.146. Kayın ormanları toprak örneklerinin bazı özelliklerinin aralarındaki ilişkiyi gösteren korelasyon matrisi, n=120.

Ölü Örtü Özellikleri	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
A-Nem (%)	1	-,678**	-,534**	-0,158	,238**	,202*	0.109	0.132	,287**	0.021	-0.026	-0.033	-0.05	,265**
B-Sıcaklık (°C)		1	,510**	0.177	-0.029	0.153	,232*	,309**	-,254**	-,269**	-0.088	,227*	0.111	-,467**
C-pH _{safsu}			1	,574**	-0.011	-0.038	0.099	0.04	0.11	-0.035	0.001	0.098	0.055	-0.019
D-EC (μS)				1	0.02	0.117	,233*	0.17	,186*	-0.121	0.061	,195*	0.083	-0.054
E-C _{org} (%)					1	,493**	,224*	,327**	-0.053	0.055	-0.047	-,292**	-,212*	-,232*
F-N _{toplam} (%)						1	,222*	,285**	-,296**	-,783**	0.006	-0.057	-,573**	-,494**
G-C _{mic} (μg g ⁻¹)							1	,599**	,452**	-0.125	,494**	,845**	,301**	-,376**
H-N _{mic} (μg g ⁻¹)								1	0.162	-0.123	-,346**	,414**	,547**	-,333**
I-BS (μg CO ₂ -C g ⁻¹ öö h ⁻¹)									1	,321**	,273**	,469**	,388**	,592**
J-C _{org} /N _{toplam} (%)										1	-0.066	-0.137	,570**	,468**
K-C _{mic} /N _{mic} (%)											1	,501**	-,268**	-0.155
L-C _{mic} /C _{org} (%)												1	,425**	-,245**
M-N _{mic} /N _{toplam} (%)													1	0.139
N-qCO ₂ (mg CO ₂ -C g ⁻¹ C _{mic} h ⁻¹)														1

C_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle C, N_{mic}: Mikrobiyal Biyokütle N, BS: Bazal Solunum, qCO₂: Metabolik Katsayı, A: Ölü Örtü Nemi (%), B: Ölü Örtü Sıcaklığı (°C), C: Aktüel pH, D: Elektriksel İletkenlik (EC), E: Organik C (%), F: Toplam N (%), G: Mikrobiyal Biyokütle C (μg g⁻¹), H: Mikrobiyal Biyokütle N (μg g⁻¹), I: Bazal Solunum (μg CO₂-C g⁻¹ ölü örtü h⁻¹), J: C_{org}/N_{toplam} (%), K: C_{mic}/N_{mic} (%), L: C_{mic}/C_{org} (%), M: N_{mic}/N_{toplam} (%), N: Metabolik Katsayı (mg CO₂-C g⁻¹ C_{mic} h⁻¹)

**Korelasyon 0,01 (P<0,01) önem düzeyinde önemlidir. *Korelasyon 0,05 (P<0,05) önem düzeyinde önemlidir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kahramanmaraş İli Andırın İlçesi Akifiye Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde gerçekleştirilen bu çalışma doğal yayılış alanlarındaki farklı tür meşcerelerden oluşan orman ekosistemlerinin (karaçam, sedir ve kayın türleri) ölü örtü ve toprakların bazı fiziksel, kimyasal (bilhassa organik karbon ve toplam azot) ve mikrobiyolojik özelliklerinin (mikrobiyal biyokütle C, N ve bazal solunum) belirlenmesi; Mikrobiyal biyokütle ve aktivitenin karbon ve azot dinamiklerine etkisi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar aşağıda özetlenmiştir.

1. Ağaç türü farklılıklarının toprakların fiziksel ve kimyasal özelliklerini önemli derecede etkiledikleri belirlenmiştir ($P<0,005$). Orman ekosistemlerinde benzer ekolojik ve jeomorfolojik koşullar altında yetişen farklı türdeki ağaçlar, meşcere ölü örtü ve topraklarının oluşmasında farklı derecede etki etmektedir. Gerek ağaçların kök yapılarının ve gerekse salgıladıkları kök sıvılarının farklı olmasının yanında ölü örtülerin kimyasal yapılarındaki farklılıklar, ayrışma ürünlerini ve süresini etkilediği için başta benzer özellikler gösteren toprakların çoğu özellikleri zaman ile farklılaşmaya başlamıştır.
2. Üst topraklarda (0-10 cm) en yüksek kum ve toz yüzdesi (% 75,0; % 15,91) karaçam meşcerelerinde, en düşük kum ve toz yüzdesi (% 67,45; % 13,55) kayın meşcerelerinde bulunmuştur. Kil yüzdesinde ise tam tersi bir durum söz konusu olmuştur (% 19,0 kayında - % 9,09 karaçamda). Üst topraklarda özellikle kışın yapraklarını döken kayın meşcereleri toprak türü bakımından sedir ve karaçamdan farklı olduğu belirlenmiştir. Kayın toprakları kumlu killi balçıklı tekstürde iken sedir ve karaçam ise kumlu balçık tekstürde oldukları tespit edilmiştir. Alt derinlik kademelerinde kum yüzdesinde azalma kil ve toz yüzdesinde ise artış olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedenin kil ve toz partiküllerinin üst tabakadan yıkanarak alt toprak katmanlarına taşındığı düşünülmektedir.
3. Ölü örtünün pH değeri en yüksek kayında (7,43), en düşük ise karaçamda (6,15) bulunmuştur. Ağaçların ölü örtülerinin kimyasal bileşimleri birbirlerinden farklıdır. Bu farklılık en bariz şekilde karaçam meşcerelerine ait ölü örtüde görülmektedir. Elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinde ise en yüksek ortalama EC değeri sedirde en

düşük kayında bulunmuştur. Toprakların pH ve EC ortalama değerleri bakımından; en yüksek pH değerleri sedir meşcerelerinde (7,14-7,21-7,25) ve en düşük pH değerleri kayın meşcerelerinde (4,99-5,04-5,14) bulunmuştur. Toprak profili boyunca aşağılara inildikçe pH değerinin arttığı toprağın daha çok ana materyalin reaksiyonuna yaklaştığı belirlenmiştir. Elektriksel iletkenlik değerlerinde de kayın meşcerelerinde en düşük değerler ($216,5 \mu S m^{-1}$) bulunmuştur. En yüksek EC değerlerine ($579,13 \mu S m^{-1}$) ise 0-10 cm derinlikte karaçam meşcerelerinde, 10-20 cm ve 20-30 cm derinliklerinde ise sedir meşcerelerinde rastlanmıştır. Sedir ibrelerinin içerdiği Na^+ , Ca^{++} ve Mg^{++} gibi katyonların toprakların EC değerini arttırdığı düşünülmektedir.

4. Ölü örtülerin birim alandaki en fazla kuru ağırlık miktarı karaçam meşcerelerinde en düşük ise kayın meşcerelerinde bulunmuştur. Toprakların hacim ağırlıkları bakımından (her üç derinlik kademesi için) farklı ağaç türlerine ait toprakların istatistiksel olarak birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiştir ($P<0,005$). Karaçam meşcereleri üst derinlik kademelerindeki topraklarının ($1,12 g cm^{-3}$) ortalama hacim ağırlığı, sedir ($0,99 g cm^{-3}$) ve kayın topraklarına ($0,90 g cm^{-3}$) nazaran daha yüksek bulunmuştur. Kayın, sedir ve karaçam meşcerelerinin tane yoğunlukları üst toprakları için sırasıyla $2,50 g cm^{-3}$, $2,59 g cm^{-3}$ ve $2,65 g cm^{-3}$ bulunmuştur. Ayrıca, toprak derinliği arttıkça tane yoğunluğunun da arttığı belirlenmiştir. Tane yoğunluğu ve hacim ağırlığı değerlerinden yararlanılarak hesaplanan gözenek hacmi ortalama değerleri ise; karaçamda % 57,50, sedirde % 61,84 ve kayında % 63,98 olarak bulunmuştur. Kayın topraklarında hacim ağırlığı ortalaması düşük ve gözenek hacmi yüksek yüzdeli olmasının nedeni bu toprakların kil miktarı bakımından diğer türlerdeki topraklara göre daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.
5. Ölü örtülerin C_{org} içerikleri bakımından en yüksek ve birbirlerine yakın değerler karaçam (% 33,23) ve sedirde (%32,67) bulunmuşken en düşük değer ise kayında (% 27,95) bulunmuştur. Toprakların organik C içerikleri bakımından ağaç türüne göre farklılık gösterdikleri tespit edilmiştir. Toprakların C_{org} yüzdesi en yüksek sedirde (% 5,44), sonra kayında (% 4,63) ve en düşük ise karaçamda (% 4,27) bulunmuştur. Sedir topraklarının organik karbon yüzdeleri her üç derinlik kademesinde de karaçam ve kayın topraklarından daha yüksektir. Sedir meşcerelerinde ölü örtünün daha hızlı ayrıştığı, daha kısa sürede kolloidal boyutlara parçalanan organik materyalin yıkanarak toprakların derinliklerine doğru taşındığı ile bu durum izah edilebilir.

6. Ölü örtülerin toplam azot içerikleri en yüksek sedirde (% 1,57), en düşük ise kayında (%1,28) bulunmuştur. Toprakların N_{toplam} içerikleri en yüksek sedir topraklarında (% 0,77) bulunmuşken en düşük karaçam topraklarında (% 0,25) bulunmuştur. Her üç derinlik kademesinde de sedir topraklarının N_{toplam} değerleri kayın ve karaçamdan daha yüksek bulunmuştur. Organik maddenin hızlıca ayrışıp toprağa karışması sonucunda sedir topraklarının toplam N bakımından diğer ağaç türlerine nazaran daha fazla N içerdiği söylenebilir.
7. Ölü örtülerin $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranları karşılaştırıldığında, en düşük oran sedir meşcerelerinde (20,85), en yüksek oran ise karaçam meşcerelerinde (24,37) bulunmuştur. Topraklardaki ortalama $C_{\text{org}}/N_{\text{toplam}}$ oranı bakımından en düşük ortalama sedir topraklarında (8,77) en yüksek ortalama ise karaçam topraklarında (18,00) bulunmuştur. C/N oranının sedir meşcerelerinde düşük olması ayrışmanın hızlı olduğunu ve toprağa daha fazla C ve N girdisinin olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, karaçam ibrelerinin kimyasal bileşimi ve içerikleri nedeniyle ayrışmaya karşı direnç oluşturmaktadır (Tufan ve ark. 2018). Duboc ve ark. (2012) Avrupa kayını (*Fagus sylvatica*) ve karaçam (*Pinus nigra*) oramanlarında yaptıkları ayrışma deneyleri sonucunda, karaçam ibrelerindeki lignin miktarının kayından fazla olması nedeniyle daha zor ayrıştığını belirtmiştir.
8. Meşcerelerin ölü örtüsünde depolanan C_{org} ve N_{toplam} durumları incelendiğinde; en fazla karaçamda (27,49 ton C/ha ve 1,14 ton N/ha), en az ise kayında (11,91 ton C/ha ve 0,53 ton N/ha) depolama olduğu tespit edilmiştir. Topraklarda depolanan C_{org} ve N_{toplam} farklı ağaç türlerine göre önemli derecede değiştiği gözlemlenmiştir. En yüksek C_{org} ve N_{toplam} sedir topraklarında (53,34 ton C/ha ve 7,10 ton N/ha) depolanırken en düşük kayın topraklarında (40,77 ton C/ha ve 2,46 ton N/ha) depolandığı belirlenmiştir. Bunun nedeni sedir meşcerelerinde hızla ayrışan organik maddenin toprağa karışabilmesi (ayrışma hızlı olduğu için ölü örtü azdır), kayın meşcerelerinin ise ayrışmanın yavaş olmasının yanında yağışın bol olduğu dönemlerde birbirlerine sıkıca yapışan yapraklar sebebiyle yağış sularının toprağa sızmadan direkt yüzeysel akışa geçmesiyle açıklanabilir.
9. Ölü örtülerin mikrobiyal biyokütle C ve N miktarları karşılatıldığında en yüksek C_{mic} değerlere sonbahar mevsiminde sedirde (8615,2 $\mu\text{g C g}^{-1}$ ve 1323,20 $\mu\text{g N g}^{-1}$) rastlanmışken en düşük değerlere kış mevsiminde kayında (231,59 $\mu\text{g N g}^{-1}$)

bulunmuştur. Karaçam meşcereleri topraklarının ortalama mikrobiyal biyokütle C ve N değerleri en yüksek sonbahar mevsiminde ($659,40 \mu\text{g C g}^{-1}$ ve $130,14 \mu\text{g N g}^{-1}$), en düşük ise kış mevsiminde ($251,50 \mu\text{g C g}^{-1}$ ve $39,89 \mu\text{g N g}^{-1}$) bulunmuştur. Kayın topraklarının C_{mic} ve N_{mic} değerlerinin mevsimsel farklılıklarının incelendiğinde yine en yüksek değerlerin sonbahar ayında ($691,78 \mu\text{g C g}^{-1}$ ve $148,18 \mu\text{g N g}^{-1}$), en düşük değerlerin ise kış aylarında olduğu gözlemlenmiştir. Sedir meşcereleri topraklarının C_{mic} ve N_{mic} değerlerinin mevsimsel farklılıklarının incelendiğinde yine en yüksek değerlere sonbahar aylarında rastlanmıştır. Mevsimsel değişimlerin toprakların C_{mic} miktarına etkisi en çok karaçam meşcerelerinde rastlanmıştır. En düşük C_{mic} ve N_{mic} miktarlarına karaçam topraklarında kış aylarında rastlanmaktadır. En yüksek mikrobiyal biyokütle C ve N miktarlarına ise sedir topraklarında sonbahar aylarında rastlanmıştır. Bunun nedenin sonbahar mevsiminde toprak sıcaklık ve nem koşullarının mikroorganizmalar için optimum seviyede olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

10. Bazal solunum toplam mikrobiyal aktivitenin tahmininde kullanılmaktadır. Karbon döngüsü ile doğrudan ilişkili bir parametredir. Araştırma sonuçlarından, ölü örtü ve toprakların bazal solunum ortalama değerlerine göre ağaç türü ve mevsimlerde farklılık göstermektedir. Araştırma alanları ölü örtü ve toprakların bazal solunum ortalamalarının karşılaştırılması sonucunda en yüksek ortalama değerlerin genellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde gerçekleştiği bunun nedeninin de mikrobiyal aktivite için gerekli olan nem ve sıcaklık şartlarının bu dönemlerde optimum olduğu, kış ve yaz aylarındaki aşırı soğuk ve sıcakların mikrobiyal aktiviteyi yavaşlattığı bilinmektedir. Kuru hava toprak solunumunu azaltırken, nemli topraklarda ilk baştaki mikrobiyal faaliyet yüksektir. Nem seviyesi arttıkça mikrobiyal faaliyetde yavaşlamaya başlar. Bunun nedeni, kuru toprakların ıslanması durumunda organik bileşiklerden fiziksel ve kimyasal yollarla kolay ayrışabilen organik asit ve aminoasit konsantrasyonlarının ortamda ani olarak arttırması ile açıklanabilir. Bazal solunum, toprak örneklerine herhangi bir organik substrat (glikoz, amino asit v.b.) katmaksızın gerçekleşen solunum olarak tanımlanmaktadır. Ölü örtüde ortalama bazal solunum değeri en yüksek kayın meşceresinde kış mevsiminde ($11,72 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}), en düşük ise sedir meşceresinde yaz döneminde ($5,26 \mu\text{g CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) tespit edilmiştir. Topraklarda ise en yüksek solunumun sedirde sonbaharda ($4,49 \text{ CO}_2\text{-C g}^{-1}$ ölü örtü h^{-1}) en düşük ise karaçamda ilkbaharda olduğu tespit edilmiştir.

11. Farklı ağaç türlerinin organik madde kalitesinin ve ayrışma hızının belirlenmesinde kullanılan C_{mic}/C_{org} yüzde değerleri incelendiğinde; ölü örtülerde en yüksek değerlere kayın ve sedir meşcerelerinde sonbahar mevsiminde (% 2,69 ve % 2,76), en düşük ise sedir meşcerelerinde kış mevsimlerinde (% 0,70) rastlanmıştır. Bu durum stres şartlarının ortadan kalması ile mikrobiyal popülasyonun hızlıca arttığını ve buna bağlı olarak ayrışma hızının da arttığını göstermektedir.
12. Ölü örtü ve toprakların C_{mic}/N_{mic} oranı mikrobiyal popülasyonunda hangi türlerin daha etken rol oynadığını bize tarif etmektedir. Bu oran ölü örtüde bütün mevsimlerde genellikle 5 sınır değerinden yukarıda bulunmuştur. Ölü örtülerde daha çok mantar türlerinin yoğun olduğu tespit edilmiştir. Topraklarda ise kayında mantarın, sedir ve karaçamda ise her iki canlı popülasyonunda etkili olduğu görülmektedir.
13. Ölü örtü ve toprakların N_{mic}/N_{toplam} yüzdeleri incelendiğinde her üç ağaç türü içinde sonbahar mevsimini takip eden kış mevsiminde en düşük değerlere rastlanmıştır. Bu da kış mevsimi ve ilkbahar başlangıcında alanlarda azot eksikliği görüldüğünü, bu olayın yapılacak müdahaleler ile giderilmesi gerektiğini göstermektedir.
14. Metabolik katsayısı (qCO_2) ile bir alanda stres var olup olmadığı tahmin edilmektedir. Her üç ağaç türünün ölü örtüleri için qCO_2 değeri kış aylarında diğer aylara göre daha yüksek bulunmuştur. Buda bize yaz ve kış aylarında alanda stres koşulları oluştuğunu (kışın ölü örtünün donduğunu, yazın ise nemini kaybettiğini) göstermektedir. Toprakların qCO_2 ortalama değerleri incelendiğinde kış aylarında en yüksek (sedirde), ilkbahar ve sonbahar aylarında daha düşük oranlar bulunmuştur. Bu verilere göre iklime bağlı stres koşullarının deneme alanlarını etkilediği belirlenmiştir.
15. Araştırma sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda ölü örtü ve toprakların mikrobiyolojik özelliklerinin başta karbon ve azot depolama kapasiteleri olarak diğer fiziksel ve kimyasal özelliklerine önemli derecede etkileri olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanında ölü örtü ve toprakların nem ve sıcaklık değerleri ile aralarında önemli ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Ağaç türündeki ve mevsimlerdeki farklılıkların toprakların mikrobiyolojik özelliklerine ve aktivitelerine istatistiksel açıdan önemli derecede etkileri açık bir şekilde bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Toprak kalitesi ve sağlığının izlenmesinde mikrobiyolojik karakteristiklerin önemi oldukça büyüktür. Ayrışmanın ve yetiştirme ortamı koşullarının iyi olması besin döngüsünün daha aktif olmasını ve meşcere prodüktivitesinin daha fazla olmasını sağlayacaktır. Çoğu ülkede toprak sağlığı ve kalite parametreleride mikrobiyal özellikler bio-indikatör olarak kullanılmaktadır. Araştırma sahasındaki mikrobiyal özelliklerden elde edilen verilere göre bu alanlarda uygun teknikler yarımıyla ayrışma hızını arttırıcı ve toprakta depolayıcı uygulamaların yapılması gerekmektedir.

Karstik ekosistemler yetiştirme ortamı koşulları olarak iklim değişimi, erozyon ve biyoçeşitlilik olarak hassas alanları oluşturmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen verilerin bu ve buna benzer alanların toprak kalitesi ve sağlığı hakkında ön bilgi sağlamaktadır. Ayrıca ilerleyen yıllarda yapılacak çalışmalar ile karşılaştırmalı olarak bu alanların iklim değişiminden nasıl etkileneceğine ışıık tutacaktır. Bu yüzden deneme alanlarından periyodik olarak örnek alınmalı ve değişen parametrelerin belirlenerek kritik noktalarda önlemler alınmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece uzun süreli toprak sağlığı izleme çalışmalarına başlangıç yapılacağı düşünölmektedir. Bundan sonraki çalışmalarda tür çeşitliliği, meşcere kuruluğu, kapalılık, diri örtü durumları, fizyografik etkiler... gibi çeşitli faktörlerde göz önünde bulundurularak farklı kombinasyonlardaki araştırmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Araştırma sahalarından elde edilen verilerden ölü örtülerdeki ayrışmanın çok hızlı olmadığı organik materyalin karbon, azot ve besin döngüleri ile ekosisteme katılmasının güç olduğu, bitki beslenmesi açısından stres alanlarından olduğu belirlenmiştir. Alanda yapılacak ışııklandırma veya tekleme kesimler ile ağaclar arasındaki besin ve su rekabeti azaltılmış olmasının yanında meşcere içinin daha sıcak olması sağlanarak toprak ve ölü örtülerin mikroorganizma faaliyetleri için uygun koşullar oluşturulacağı düşünölmektedir. Biyokütlerde ve toprakta tutulan karbon miktarı da dikkate alınarak yapılacak silviköltürel müdahaleler için minimum kesim çağının odun üretimi ve karbon tutma üzerindeki etkileri birlikte değerlendirilerek amenajman planlarına yansıtılabileceği düşünölmektedir.

Araştırma sahalarından elde edilen ölü örtü ve topraklara ait mikrobiyal özelliklerin mevsimsel sonuçlardan anlaşılacadı üzere; mavsimlerin neden olduğu sıcaklık ve nem farklılıkları bu özellikleri oldukça fazla etkilemiştir. Sıcaklık ve nem farklarının yüksek olduğu bu alanlarda ekosistemdeki değişmelerin izlenmesinde mikrobiyal karakteristiklerinde ekosistem sağlığına entegre edilmesi gerekmektedir. Çünkü mikrobiyal

toprak özellikleri ekosistemdeki en küçük değişimlere bile hassasiyet gösteren (indikatör) özelliklerdir.

Karışık meşcerelerin mikroorganizma faaliyetleri ve diğer abiyotik koşullar bakımından saf meşcerelere göre daha iyi olabileceği düşünölmektedir (Bolat 2011; Çakıroğlu 2011). Bu yüzden ölü örtü ayrışmasındaki olumsuz koşulları ortadan kaldırmada etkin rol oynayabileceği düşünölen karışık meşcereler bu alanlarda tesis edilebilir.

Araştırmalar sonucunda ağaç türünün ölü örtü ve topraklarda depolanan karbon ve azot miktarlarını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda ileride yapılacak ağaçlandırma çalışmalarında daha fazla karbon ve azot depolama kapasitesi düşünölerek ormancılık aktivitelerine yön verilmelidir. Ayrıca yönetim uygulamaları üretim ile birlikte ormanlarda karbon depolamayı arttıracak faaliyetlerin de yapılmasına özen gösterilmelidir. Önemli karbon rezervlerinden birisi olan toprağın organik karbon stoklarındaki değişimlerin iyi anlaşılması orman kaynaklarının yönetim stratejilerinin oluşturulmasında daha aktif rol oynayabilir. Bu araştırmada Akdeniz Bölgesinde Karstik orman ekosistemlerinde ve benzer ekolojik koşullarda sedir ve karaçam ormanlarındaki ölü örtü ve topraklarda karbon birikimi açısından daha avantajlı olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte araştırma sahalarında toprak üstü biyokütlede tutulan karbon miktarlarının da dikkate alınarak yapılacak ormancılık uygulamalarında önemli bir yeri olması gerektiği düşünölmektedir.

KAYNAKLAR

- Aciego, P. and Brookes., 2008. Relationships between soil pH and microbial properties in a UK arable soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(7):1856-1861.
- Adair, E. C., David U. H., Paquette, A. and Hungate, B. A., 2018. Ecosystem context illuminates conflicting roles of plant diversity in carbon storage, *Ecology Letters*, doi: 10.1111/ele.13145
- Alef, K., 1995. Soil respiration. In: *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. eds. K. Alef and P Nannipieri, Academic Press, London, pp. 214–218.
- Altunışık, R., Çoskun R., Yıldırım, E. ve Bayraktaroğlu, S., 2002. *Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri*. SPSS Uygulamalı, Gelistirilmiş 2. Basım, Sakarya Kitapevi, Sakarya Üniversitesi, İ.İ.B.F., Sakarya, 281 s.
- Alvarez, E., Torrado, V.M., Fernandez, M.L. and Diaz-Ravia, M., 2009. Microbial biomass and activity in a forest soil under different tree species. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 8 (9): 878-887.
- Anderson, T.H., 1998. The influence of acid irrigation and liming on the soil microbial biomass in a Norway Spruce (*Picea abies* (L.) K.) stand. *Plant and Soil*, 199: 117–122.
- Anderson, T.H., 2003. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 98: 285-293.
- Anderson, J.M. and Ingram, J.S.I., 1996. *Tropical Soil Biology and Fertility A Handbook of Methods*. Second Edition, Cab International Wallingford, UK, 221 pp.
- Anderson, J.P.E. and Domsch, K.H., 1973. Quantification of bacterial and fungal contribution to soil respiration. *Archives of Microbiology*, 93: 113–127.
- Anderson, S. and Nilsson, S.I., 2001. Influence of pH and temperature on microbial activity, substrate availability of soil-solution bacteria and leaching of dissolved organic carbon in a mor humus. *Soil Biology and Biochemistry*. 33(9):1181-1191
- Anderson, T.H. and Domsch, K.H., 1986. Carbon link between microbial biomass and soil organic matter. In: *Perspectives in microbial ecology*, eds. F Megusar and M

- Gantar, Slovene Society for Microbiology, Ljubljana, Mladinska knjiga, pp. 467–471.
- Anderson, T.H. and Domsch, K.H., 1989. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 21: 471–479.
- Anderson, T.H. and Domsch, K.H., 1990. Application of eco-physiological quotients (qCO₂, and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biology and Biochemistry*, 22: 251–255.
- Anderson, T.H. ve Domsch, K.H. 1993. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 25: 393–395.
- Anonim, 1997. *Kahramanmaraş İli Arazi Varlığı İl Raporu*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Kahramanmaraş, 290s.
- Anonim, 2014. Andırın Orman İşletme Müdürlüğü, Akifiye Orman Amenajman Planı. Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü. Orman Genel Müdürlüğü (2014-2033).
- Anonim, 2018. *Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Kahramanmaraş, 290s.
- Armolaitis, K., Kabasinskiene, I.V., 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
- Arunachalam, K., Arunachalam, A. ve Melkania, N.P., 1999. Influence of soil properties on microbial populations, activity and biomass in humid subtropical mountainous ecosystems of India. *Biology and Fertility of Soils*, 30: 217–223.
- Arunachalam, A. and Arunachalam. K., 2000. Influence of gap size and soil properties on microbial biomass in a subtropical humid forest of north-east India. *Plant and Soil*, 223: 185–193.
- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., Rothe, A., 2002. Impact of Several Common Tree Species of European Temperate Forests on Soil Fertility. *Annals of Forest Science* 59(3).

- Baldrian, P., Merhautova, V., et al., 2010. Distribution of microbial biomass and activity of extracellular enzymes in a hardwood forest soil reflect soil moisture content. *Applied Soil Ecology*, 46:177–182.
- Bardgett, R.D., 2005. *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*. Oxford University Press, Oxford, 242 pp.
- Batjes, N. H., 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the world. *European Journal of Soil Science*, 47, 151-163. doi: 10.1111/j.1365-2389.1996.tb01386.x
- Bauhus, J.D., Pare, D. and Cote, L., 1998. Effects of tree species, stand age, and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1077–1089.
- Bauhus, J. and Khanna, P.K., 1999. The significance of microbial biomass in forest soils. *In: Going Underground - Ecological Studies in Forest Soils*, eds. N Rastin and J Bauhus, Research Signpost, Trivandrum, India, pp. 77-110.
- Bienkowski, P., Titlyanova, A.A. and Shibareva, S.V., 2006. Chemical properties of litter of forest and grassland ecosystems: transect studies in Siberia (Russia). *Polish Journal of Ecology*, 54: 91–104.
- Biswas, T.D. and Mukherjee, S.K., 1995. Textbook of Soil Sciences. McGraw-Hill Inc.,US; 2nd edition edition. 433.pages.
- Blake, G.R., 1965. Particle density. *In: Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods*, ed. A Klute, Agronomy Monograph 9, American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, pp. 371– 373.
- Bolat, İ., 2011. Kayın, Gökmar ve Gökmar-Kayın Mescerelerinde Üst Toprak ve Ölü Örtüdeki Mikrobiyal Biyokütle Karbon (C_{mic}), Azot (N_{mic}), Fosfor (P_{mic}) ve Mikrobiyal Solunumun Mevsimsel Değişimi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.Doktora Tezi.
- Bouyoucos, G.J, 1962. Hydrometer method improved for making particle size analyses of soils. *Agronomy Journal*, 54: 464-465.
- Brady, N.C., 1990. *The Nature and Properties of Soils*. 10th Ed. New York: Macmillan, 621 pp.

- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S., 1982. Nitrogen-Total. In: A.L. Page, R.H. Miller (Eds). *Methods of Soil Analysis. Part 2.* 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, s. 595-624.
- Brown, S., & Lugo, A.E., 1990. Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen content of soils in Puerto Rico and US Virgin Islands. *Plant and Soil*, 124(1), 53-64.
- Brookes, P.C, 2001. The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil. *Ecosystem Research, Microbes and Environments*, 16 (3): 131-140.
- Brookes, P.C, Kragt, J.F., Powlson, D.S. and Jenkinson, D.S., 1985a. Chloroform fumigation and release of soil nitrogen: the effect of fumigation time and temperature. *Soil Biology and Biochemistry*, 17: 831–835.
- Brookes, P.C., Landman, A., Pruden, G. and Jenkinson, D.S., 1985b. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: A rapid extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 17: 837–842.
- Bubier, j., Moore, T., Bellisario, L., Comer, N., Crill, P. 1995. Ecological controls on methane emissions from a Northern Peatland Complex in the zone of discontinuous permafrost, Manitoba, Canada. *Global Biogeochemical Cycles*. 9(4): 455-470.
- Carter, M. R., Gregorich, E. G., Angers, D. A., Donald, R. G. and Bolinder, M. A., 1998. Organic C and N storage, and organic C fractions, in adjacent cultivated and forested soils of eastern Canada. *Soil Tillage Res.* 47: 253–261
- Chen, C.R., Condon, L.M., Davis, M.R. and Sherlock, R.R., 2000. Effects of afforestation on phosphorus dynamics and biological properties in a New Zealand grassland soil. *Plant and Soil*, 220: 151–163.
- Chen, C.R., Condon, L.M., Davis, M.R. and Sherlock, R.R., 2003. Seasonal changes in soil phosphorus and associated microbial properties under adjacent grassland and forest in New Zealand. *Forest Ecology and Management*, 177: 539-557.
- Chen, T.H., Chiu, C.Y. and Tian, G.L., 2005. Seasonal dynamics of soil microbial biomass in coastal sand dune forest. *Pedobiologia*, 49: 645–653.

- Christ, M.J., David, M.B., McHale, P.J., McLaughlin, J.W., Mitchell, M.J., Rustad, L.E. and Fernandez, I.J. 1997. Microclimatic control of microbial C, N, and P pools in Spodosol Oa-horizons. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 1914–1921.
- Christensen, M., 1989. A view of fungal ecology. *Mycologia*, 81 (1): 1–19.
- Cleveland, C.C., Townsend, A.R., Constance, B.C., Ley, R.E. and Steven, K.S., 2004. Soil microbial dynamics in Costa Rica: seasonal and biogeochemical constraints. *Biotropica*, 36 (2): 184–195.
- Coleman, D.C. and Crossley, D.A., 1995. *Fundamentals of Soil Ecology*. Institute of Ecology University of Georgia Athens, Academic Press, San Diego, 205 pp.
- Conen, F., Leifeld, J., Seth, B. and Alewell, C., 2006. Warming mineralises young and old soil carbon equally. *Biogeosciences*, 3:515–519.
- Çakıroğlu, K., 2011. Bartın İli Arıt Yöresindeki Kayın, Gökmar ve Gökmar-Kayın Mescerelerindeki Ölü Örtü Ayrışması Ve Yıllık Yaprak Dökülmesinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, BÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 79 s.
- Çepel, N., 1995. *Orman Ekolojisi*. İÜ Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Üniversite Yayın No. 3886, Sosyal BMYO, Yayın No: 433, İstanbul, 536 s.
- Çepel, N., 1996. *Toprak İlmi*. İÜ Yayın No 3945, Orman Fakültesi Yayın No: 438, 288 s.
- Deluca, T.H. and Boisvenue, C., 2012. Boreal forest soil carbon: distribution, function and modelling. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, Volume 85, Issue 2, 1 April 2012, Pages 161–184.
- Demirtok, M., Kılıç, Ş., Doğan, K., 2015. Amik Ovası Yaygın Toprak Serilerinin Mikrobiyal Aktivitelerinin Haritalanması. *Toprak Su Dergisi*, 2015,4 (2): (14-20).
- Devi, N.B., Yadava, P.S. 2006. Seasonal dynamics in soil microbial biomass C, N and P in a mixed-oak forest ecosystem of Manipur, North-east India. *Applied Soil Ecology*, 31: 220–227.
- Diaz-Ravina, M., Acea, M.J., Carballas, T. 1993. Microbial biomass and its contribution tonutrient concentration in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 25 (1): 25–31.

- Diaz-Ravina, M., Acea, M.J., Carballas, T. 1995. Seasonal changes in microbial biomass and nutrient flush in forest soils. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 220-226.
- Dixon, R. K., Brown, S., Houghton, R. A., Solomon, A. M., Trexler, M. C., & Wisniewski, J. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science*, 263(5144), 185-190. doi:10.5053/ekoloji.2011.812.
- Dornbush, M. E. 2007. Grasses, litter, and their interactions affect microbial biomass and soil enzyme activity. *Soil Biology and Biochemistry*, 39:2241–2249.
- Dong, X Y Zhang, X Q Dai, X L Fu, F T Yang, X Y Liu, X M Sun, S Schaeffer, 2014. Changes in soil microbial community composition in response to fertilization of paddy soils in subtropical China. *Appl Soil Ecol*, 84 (2014), pp. 140-147.
- Duboc, O., Zehetner, F., Djukic, I., Tatzber, M., Berger, T.W., Gerzabek M.H. 2012. Decomposition of European beech and Black pine foliar litter along an Alpine elevation gradient: Mass loss and molecular characteristics. *Geoderma* 189–190:522–531.
- Eaton, 2007. The impact of agricultural land cover change on soil organic carbon stocks in Ireland. Conference: Greenhouse-gas budget of soils under changing climate and land use (BurnOut) - COST 639.
- Ellert BH, Bettany JR (1995) Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Can J Soil Sci* 75:529–538
- Erol, A. ve Hızal, A., 2006. Gümüşhane İli Köse Deresi Yağış Havzasında Hidro-Fiziksel Toprak Özelliklerinin, Toprak Oluşumunda Etkili Faktörlere Bağlı Olarak Değişimi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 10-1 (2006),74-89.
- Eruz, E. 1979. Toprak tuzluluğu ve bitkiler üzerindeki genel etkileri. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29 (2), 112-120.

- Eswaran H, Reich P F, Kimble J M. 2000. Global carbon stocks. In: Lal R, Kimble J M, Eswaran H, Stewart B A, eds., In *Global Climate Change and Pedogenic Carbonates*. CRC Press, BocaRaton, FL. pp.15-25.
- Evrendilek F., Berberoğlu, S., Meydan ST., Yılmaz E. 2006. Quantifying Carbon Budgets of Conifer Mediterranean Forest Ecosystems, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*. 119: 527–543.
- Fallon P. And Smith P. 2000. Modelling refractory soil organic matter. *Biol Fertil Soils* (2000) 30:388–398.
- Freeman C., Ostle NJ., Kang H. 2001. An enzymic 'latch' on a global carbon store. *Nature*, 409(6817):149.
- Galicia, L. and Garcia-Oliva, F., 2010. Litter Quality of Two Remnant Tree Species Affects Soil Microbial Activity in Tropical Seasonal Pastures in Western Mexico. *Arid Land Research and Management*, 25:75–86.
- Garcia-Oliva F, Lancho JFG, Montano NM ve Islas P (2006) Soil carbon and nitrogen dynamics followed by a forest-to-pasture conversion in western Mexico. *Agroforestry Systems*, 66: 93–100.
- Gardiner, D.T., Miller, R.W. 2008. *Soils in Our Environment*. Eleventh Edition. Pearson/Prentice Hall, Upper Saddle Hill, New Jersey, 600 pp.
- Gifford, R.M., Roderick, M.L. 2003. Soil carbon stocks and bulk density: spatial or cumulative mass coordinates as a basis of expression? *Global Change Biol* 9:1507–1514.
- Godits, E., Wesemael, B.V., Crucifix, M., 2009. Magnitude and sources of uncertainties in soil organic carbon (SOC) stock assessments at various scales. *European Journal of Soil Science*. Volume 60, Issue 5
- Gregorich, E.G., Carter, M.R., Angers, D.A., Monreal, C.M. and Ellert, B.H., 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science*, 74: 367–385.

- Grünzweig, J. M., Sparrow, S. D., Yakir, D., & Chapin, F. S. (2004). Impact of agricultural land-use change on carbon storage in Boreal Alaska. *Global Change Biology* 10(4), 452-472. doi:10.1111/j.1529-8817.2003.00738.x
- Guo, L. B., & Gifford, R. M. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global change biology*, 8(4), 345-360.
- Guo, L., Ping, C.L., Macdonald, R.W., 2007. Mobilization pathways of organic carbon from permafrost to arctic rivers in a changing climate. *Geophysical Research Letters*, 34 (13).
- Gül, M.A., 2000. Kahramanmaraş Yoresinin Jeolojisi, Hacettepe Üniversitesi, Doktora tezi. 304s.
- Gülçur, F., 1974. *Topragın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları*. Kutulmus Matbaası, İÜ Yayın No. 1970, Orman Fakültesi Yayın No. 201, İstanbul, 225 s.
- Güner, Ş.T. 2006. Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam (*Pinus sylvestris ssp. hamata*) ormanlarının yükseltiye bağlı büyüme beslenme ilişkilerinin Belirlenmesi." Doktora tezi, yayınlanmamış, Eskişehir.
- Hajnal-Jafari, T., Đurić, S., Stamenov, D., Vasić, V., Hackenberger, D., 2016. Microbial Activity in Forest Soil Under Beech, Spruce, Douglas Fir and Fir. *Contemporary Agriculture* Vol. 65, No. 1 - 2, Pp. 33 – 38.
- Hansson, K., 2011. Impact of Tree Species on Carbon in Forest Soils. PhD Thesis. *Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences*, University of Agricultural Sciences. *Uppsala*.
- Haubensak, K.A., Harta, S.C. and Stark, J.M., 2002. Influences of chloroform exposure time and soil water content on C and N release in forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1549–1562.
- Hobbie, S. E., Reich, P. B., Oleksyn, J., Ogdahl, M., Zytowskiak, R., Hale, C., & Karolewski, P., 2006. Tree species effects on decomposition and forest floor dynamics in a common garden. *Ecology*, 87(9), 2288-2297.
- Horwath, W., 2007. Carbon cycling and formation of soil organic matter. In: Paul, E.A. (Ed.), *Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*. Academic Press, New York, pp. 303–339.

- Hu, Y.L., Wang, S.L. and Zeng, D.H., 2006. Effects of single Chinese fir and mixed leaf litters on soil chemical, microbial properties and enzyme activities. *Plant and Soil*, 282: 379–386.
- Huang, Z., Wan, X., He, Z., Yu, Z., et al., 2013. Soil microbial biomass, community composition and soil nitrogen cycling in relation to tree species in subtropical China. *Soil Biology & Biochemistry*, 62: 68-75.
- Hughes, S. and Reynolds, B., 1991. Effects of clear felling on microbial biomass phosphorus in the Oh horizon of an afforested podzol in Mid-Wales. *Soil Use Management*, 7: 183-188.
- Ilvesniemi, H., Forsius M., Finér L., Holmberg M., Kareinen T., Lepistö A., Piirainen S., Pumpanen J., Rankinen K., Starr M., Tamminen P., Ukonmaanaho L. & Vanhala P., 2002. Carbon and nitrogen storages and fluxes in Finnish forest ecosystems. In: Käyhkö J. & Talve L. (eds.), Understanding the global system. The Finnish perspective, The Finnish Global Change Research Programme FIGARE, pp. 69–82
- Insam, H., 2001. Developments in soil microbiology since the mid 1960s. *Geoderma*, 100: 389–402.
- Insam, H. and Domsch, K.H., 1988. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, 15: 177–188.
- Irmak, A., 1954. *Arazide ve Laboratuvarında Toprağın Arastırılması Metodları*. İÜ Yayın No. 559, Orman Fakültesi Yayın No. 27, İstanbul, 150 s.
- Irmak, A., 1972. *Toprak İlmi*. İkinci baskı, İÜ Yayın No: 1268, *Orman Fakültesi Yayın* No: 121, Tas Matbaası, İstanbul, 299 s.
- Irmak A ve Çepel N.1974. Bazı karaçam, kayın ve meşe meşcerelerindeki ölü örtünün ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar. İÜ. Yayın No: 204, İstanbul. 48ss.
- IPCC, 2006. IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories, prepared by the national greenhouse gas inventories programme: Annex:2 Summary of Equations. http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_14_An2_SumEua.pdf 02/01/2016 tarihinde adresinden alınmıştır.

- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., ... & Byrne, K. A. (2007). How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma*, 137(3), 253-268.
- İDUEP, 2011. TC. İklim Değişikliği Ulusal Eylem Planı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Jenkinson, D.S., 1966. Studies on the decomposition of plant material in soil. II. Partial sterilization of soil and the soil biomass. *Journal of Soil Science*, 17: 280–302.
- Jenkinson, D.S., 1988. The determination of microbial biomass carbon and nitrogen in soil. *In: Advances in Nitrogen Cycling in Agricultural Ecosystems*, ed. JR Wilson, CAB, Wallingford, 368-386 pp.
- Jenkinson, D.S., 1990. The turnover of organic carbon and nitrogen in soil. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London Series B 329 (1255): 361-368.
- Jenkinson, D.S. and Powlson, D.S., 1976. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 8: 167–177.
- Jenkinson, D.S. and Ladd, J.N. 1981. Microbial Biomass in Soil Measurement and Turnover. *In: Soil Biochemistry*, eds. EA Paul and JN Ladd, Volume 5, Marcel Dekker, Inc, New York and Basel, pp. 415-471.
- Jobbágy, and Jackson, 2000. The Vertical Distribution of Soil Organic Carbon and Its Relation to Climate and Vegetation. *Ecological Applications*, 10(2):423–436.
- Joergensen, R.G., Anderson, T.H. and Wolters, V., 1995a. Carbon and nitrogen relationships in the microbial biomass of soils in beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 141–147.
- Johnson, D.W., 1992. Effects of Forest Management on Soil Carbon Storage. *Water, Air, and Soil Pollution*, 64: 83-120, 1992.
- Jonasson, S., Michelsen, A. and Schmidt, I.K., 1999. Coupling of nutrient cycling and carbon dynamics in the Arctic, integration of soil microbial and plant processes. *Applied Soil Ecology*, 11: 135–146.

- Kaçar, B., 1996. *Bitki ve Topragın Kimyasal Analizleri, III. Toprak Analizleri*. AÜ Ziraat Fak. Eğitim, Arastırma ve Gelistirme Vakfı Yayınları No: 3, Ankara, 705 s.
- Kaçar, B. ve Katkat, V., 2010. *Bitki Besleme*. 5. Baskı Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Sti, Kızılay-Ankara, 659 s.
- Kanerva, S. and Smolander, A., 2007. Microbial activities in forest floor layers under silver birch, Norway spruce and Scots pine. *Soil Biology and Biochemistry*, 39 (7): 1459-1467.
- Kantarıcı, M.D., 1979. Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey aklanındaki Uludağ göknarı ormanlarındaki yükselti-iklim basamaklarına göre bazı ölü örtü toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları*, Yayın No:2634.
- Kantarıcı, M.D., 2000. *Toprak İlmi*, İstanbul Üniversitesi Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, *İstanbul Üniversitesi Yayın No. 4261, Orman Fakültesi Yayın No. 462*, İstanbul, 420 s.
- Kara, Ö., 2002. Kuzey Trakya Dağlık Yetisme Ortamı Bölgesinde Kayın, Meşe ve Karaçam Ormanlarındaki Toprak Mikrofunguslarının Mevsimsel Değişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 140 s.
- Kara, Ö. and Bolat, İ., 2008a. Soil microbial biomass C and N changes in relation to forest conversion in the northwestern Turkey. *Land Degradation and Development*, 19(4): 421–428.
- Kara, Ö. and Bolat, İ., 2008b. The effect of different land uses on soil microbial biomass carbon and nitrogen in Bartın province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32 (4): 281–288.
- Kara, Ö., Bolat, İ., Çakıroğlu, K. and Öztürk, M., 2008. Plant canopy effects on litter accumulation and soil microbial biomass in two temperate forests. *Biology and Fertility of Soils*, 45(2): 193–198.
- Kara, Ö., Babur E., Altun L., Seyis M., 2016. Effects of Afforestation on Microbial Biomass C and Respiration in Eroded Soils of Turkey, *Journal of Sustainable Forestry*, vol.35, no.1, pp.385-396.

- Karaöz, M.Ö., 1991. Atatürk Arboretumu'ndaki bazı igne yapraklı plantasyonlarda ölü örtünün kimyasal özellikleri üzerine araştırmalar. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 41 (2), 69-86.
- Karaöz, M.Ö., 1992. Yaprak ve Ölü Örtü Analiz Yöntemleri. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 42 (1-2), 57-71.
- Karataş, R., Çömez, A. ve Güner, Ş.T., 2017. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. *Ormancılık Araştırma Dergisi*, 4:2, 107-120
- Karatepe, Y., 2004. Gölcük (Isparta)'te Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) mescerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, Issn: 1302-7085: 1-16.
- Kavvadias VA, Alifragis D, Tsiontsis A, Brofas G, Stamatelos G. 2001. Litterfall, litter accumulation and litter decomposition rates in four forest ecosystems in northern Greece. *Forest Ecology and Management*. 144:113-127.
- Kayıkçıoğlu, H. H., Okur, N., 2013. Farklı Bitki Örtüsü Altındaki Topraklarda Mikrobiyal C, N ve P' un Mevsimsel Değişimi, *Ege Univ. Ziraat Fak. Derg.*, 2013, 50 (1): 57-65.
- Keller, A.B., Reed, S.C., Townsend, A.R. and Cleveland ,C.C., 2012. Effects of canopy tree species on belowground biogeochemistry in a lowland wet tropical forest. *Soil Biology & Biochemistry*, 58; 61-69.
- Khan, K.S. and Joergensen, R.G., 2006. Microbial C, N and P relationships in moisture stressedsoils of Potohar, Pakistan. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 169: 494-500.
- Kieft, T.L. and Rosacker, L.L., 1991. Application of respiration- and adenylate-based soilmicrobiological assays to deep subsurface terrestrial sediments. *Soil Biology and Biochemistry*, 23: 563-568.
- Kiikkilä, O., Kanerva, S., Kitunen, V. and Smolander, A. 2014). Soil microbial activity in relation to dissolved organic matter properties under different tree species. *Plant Soil*, 377:169–177

- Kiser, L.C., Kelly, J.M., and Mays, P.A., 2009. Changes in forest soil carbon and nitrogen after a thirty-year interval.73(2), *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 73:647-653.
- Klopatek, J. M., 2002. Belowground carbon pools and processes in different age stands of Douglas-fir. *Tree Physiology*, 22(2-3), 197-204.
- Koca, D., Smith, B., Sykes, M.T., 2006. Modelling Regional Climate Change Effects On Potential Natural Ecosystems in Sweden. *Climatic Change*, 78(2):381-406
- Koehler, A., Sottocornola, M., Kiely, G., 2010. How strong is the current carbon sequestration of an Atlantic blanket bog?, *Glob. Change Biol.* vol. 17 (pg. 309-319)
- Korkanç, S.Y 2003. Bartın Yöresinde Arazi Kullanım Sorunları ve Çözüm Önerileri (Iskalan Deresi Yagıs Havzası Örneği). Doktora Tezi, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 188 s.
- Kozlu, H., 1987. Misis-Andırın dolaylarının stratigrafisi ve yapısal evrimi. Türkiye 7. Petrol Kongresi Dergisi. 104-116, Ankara.
- Kramer, S. and Green, D.M. 2000. Acid and alkaline phosphatase dynamics and theirrelationship to soil microclimate in a semiarid woodland. *Soil Biology and Biochemistry*, 32: 179–188.
- Kulmatiski, A. and Beard, K.H., 2004. Reducing sampler error in soil research. *Soil Biology and Biochemistry*, 36, 383–385.
- Laganiere, J., Angers, D. A., and Pare, D., 2010.. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global change biology*, 16(1), 439-453.
- Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123:1
- Lee, J., Hopmans, J. W., Rolston, D. E., Baer, S. G., and Six, J., 2009. Determining soil carbon stock changes: simple bulk density corrections fail. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 134(3), 251-256.
- Lemma, B., Kleja, D.B., Nilsson, I., Olsson, M., 2006. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the southwestern highlands of Ethiopia. *Geoderma* 136(3):886-898

- Leuschner, C., Wulf, M., Bauchler, P., and Hertel, D., 2013. Soil C and nutrient stores under Scots pine afforestations compared to ancient beech forests in the German Pleistocene: The role of tree species and forest history. *Forest Ecology and Management*, 310, 405-415,
- Li, Q.C., Allen, H.L. and Wollum, A.G. 2004. Microbial biomass and bacterial functional diversity in forest soils: Effects of organic matter removal, compaction, and vegetation control. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 571–579.
- Link 1. <https://www.co2.earth/>
- Link2.https://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/iklim_degisikligi_ve_enerji/iklim_degisikligi/kuresel_iklim_degisikligi_ve_turkiye/
- Link3.http://biyoloji.fenokulu.blogspot.com/2014/03/10sinif-proje-konu-anlatimi-madde_6.html
- Link 4. <https://bikifi.com/biki/ekosistem-ekolojisi-madde-donguleri>
- Link 5. <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/kahramanmaras/akifiye-503001/>
- J. Liski, D. Perruchoud, T. Karjalainen. 2002. Increasing carbon stocks in the forest soils of western Europe, *For. Ecol. Manage.*, 169:163-179.
- Liu, Shun., Luo D., Liu Q., Zhang L., Yang H., Shi Z., 2017. Carbon and nitrogen storage and distribution in different forest ecosystems in the subalpine of western Sichuan. *Acta Ecologica Sinica* 2017-04.
- Liu, X, et al. 2018. Tree species richness increases ecosystem carbon storage in subtropical forests. *Proc. R. Soc. B* 285: 20181240. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2018.1240>
- Lorenz, K. and Lal, R., 2005. Soil organic carbon sequestration in agroforestry systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 2014, 34 (2), pp.443- 454.
- Luizao, R.C.C., Bonde, R.A. and Rosswall, T., 1992. Seasonal variation of soil microbial biomass: the effect of clear felling in a tropical rain forest and establishment of pasture in the Central Amazon. *Soil Biology and Biochemistry*, 24: 805–813.
- Lukić, S., Pantić, D., Simić, S. B., Borota, D., Tubić, B., Djukić, M., & Djunisijević-Bojović, D., 2015. Effects of black locust and black pine on extremely degraded

- sites 60 years after afforestation-a case study of the Grdelica Gorge (southeastern Serbia). *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(2), 235.
- Mahia, J., Perez Ventura, L., Cabaneiro, A. and Diaz-Ravina, M., 2006. Soil microbial biomass under pine forest in the north-western Spain: influence of stand age, site index and parent material. *Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales*, 15 (2):152-159.
- Maithani, K., Tripathi, R.S., Arunachalam, A. and Pandey, H.N. 1996. Seasonal dynamics of microbial biomass C, N and P during regrowth of a disturbed subtropical humid forest in north-east India. *Applied Soil Ecology*, 4: 31–37.
- Maithani, K., Arunachalam, A., Tripathi, R.S. and Pandey, H.N. 1998. Influence of leaf litter quality on N mineralization in soils of subtropical humid forest regrowths. *Biology and Fertility of Soils*, 27: 44–50.
- Makineci, E., 1999. Araştırma Ormanındaki Baltalıkların Koruya Dönüştürülmesi İşlemlerinin Ölü Örtü ve Topraktaki Azot Değişimine Etkileri. Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. İstanbul.
- Malchair, S. and Carnol, M., 2009. Microbial biomass and C and N transformations in forest floors under European beech, sessile oak, Norway spruce and Douglas-fir at four temperate forest sites. *Soil Biology & Biochemistry*, 41 : 831–839.
- Markewitz, D., Sartori, F., Craft, C., 2002. Soil change and carbon storage in longleaf pine stands planted on marginal agricultural lands. *Ecol Appl.* 12:1276–1285
- Marland, G., McCarl, B.A. and Schneider, U., 2001. Soil carbon: Policy and economics. *Clim. Change*. 51:101–117.
- Mao, R., Zeng, D.H., Hu, Y.L., Li, L.J., Yang, D., 2010. Soil organic carbon and nitrogen stocks in an age-sequence of poplar stands planted on marginal agricultural land in Northeast China. *Plant Soil*. 332: 277–287.
- McFarlane, K.J., Schoenholtz, S.H., Powers, R.F., Perakis, S.S., 2009. Soil Organic Matter Stability in Intensively Managed Ponderosa Pine Stands in California. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74:979–992
- Mendham, D.S., Sankaran, K.V., O'Connell, A.M. and Grove, T.S., 2002. *Eucalyptus globulus* harvest residue management effects on soil carbon and microbial

- biomass at 1 and 5 years after plantation establishment. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1903–1912.
- Menyailo, O.V., Hungate, B.A. & Zech, W., 2002. The effect of single tree species on soil microbial activities related to C and N cycling in the Siberian artificial afforestation experiment. *Plant and Soil* 242: 183–196.
- Metson, A.J., 1956. Methods of chemical analysis for soil survey samples. New Zealand soil bureau 12.
- MGM, 2017. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kahramanmaraş Meteoroloji İstasyonu 1994–2017 Yılları İklim Verileri, Ankara.
- MTA, 2000. 1/100 000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, Gaziantep M36-c1 Paftası, No. 25. Maden Teknik Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara, 25 s.
- Moya, J.F., Alvarado, A., Morales, M., Miguel-Ayanz A.S., Marchamalo-Sacristan, M., 2014. Using multivariate analysis of soil fertility as a tool for forest fertilization planning. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 98(2):155-167
- Mubyana-John, T., & Masamba, W.R.L., 2014. Soil Microbial Biomass Carbon, Nitrogen and Sulphur as Affected By Different Land Uses in Seronga, Okavango Delta, Botswana. *British Journal of Environment & Climate Change*, 3(4), 628-639.
- Mueller, K.E., Eissenstat, D.M., Hobbie, S.E., et al., 2012. Tree species effects on coupled cycles of carbon, nitrogen, and acidity in mineral soils at a common garden experiment. *Biogeochemistry*, 111:601–614
- Murty, D., Kirschbaum, M.U.F., Mcgilvray, M.R.E., 2002. Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. *Global Change Biology*, 8(2):105-123
- Nave, L.E., Vance, E.D., Swanston, C.W. and Curtis, P.S., 2010. Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests. *For. Ecol. Manage.* 259:857– 866. doi:10.1016/j.foreco.2009.12.009.
- Nannipieri, P., Ascher, J., Ceccherini, M.T., Landi, L., Pietramellara, G. and Renella, G., 2003. Microbial diversity and soil functions. *European Journal of Soil Science*, 54: 655–670.

- Nielsen, M.N. and Winding, A., 2002. *Microorganisms as Indicators of Soil Health*. National Environmental Research Institute, Denmark. *Technical Report* No. 388, 84 pp.
- O'Brien, B.J., 1984. Soil organic carbon fluxes and turnover rates estimated from radiocarbon enrichments. *Soil Biology and Biochemistry*, 16: 115-120.
- Oubrahim, H., Boulmane, M., Bakker, M. R., Augusto, L., & Halim, M. (2015). Carbon storage in degraded cork oak (*Quercus suber*) forests on flat lowlands in Morocco. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(1), 125.
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M. ve Kaptan, H., 2001. *Toprak Bilimi*. ÇÜ Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No A-16, 5. Baskı, Adana, 816 s.
- Özhan, S., 2004. *Havza Amenajmanı*. İÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 481, İstanbul, 384 s.
- Pankhurst, C.E., Doube, B.M. and Gupta, VVSR., 1997. Biological indicators of soil health: Synthesis. In: *Biological Indicators of Soil Health*. Eds. CE Pankhurst, BM Doube, and VVSR Gupta, CAB International, pp. 419–435.
- Parkinson, D. and Coleman, D.C. 1991. Microbial communities, activity and biomass. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34: 3–33.
- Parr, J.F. and Papendick, R.I., 1997. Soil quality, relationship and strategies for sustainable dryland farming system. *Annals of Arid Zone*, 36 (3): 181–191.
- Patel, K., Nirmal Kumar, J.I., Kumar, N.R. ve Kumar, B.R., 2010. Seasonal and temporal variation in soil microbial biomass C, N and P in different types land uses of dry deciduous forest ecosystem of Udaipur, Rajasthan, Western India. *Applied Ecology and Environmental Research*, 8(4): 377-390.
- Paul, E. A. (1984). Dynamics of soil organic matter. *Plant Soil*, 76, 275–285.
- Paul, E.A. and Clark, F.E. 1996. *Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, New York, NY, 273 pp.
- Paul, K. I., Polglase, P. J., Nyakuengama, J. G., Khanna, P. K., 2002. Change in soil carbon following afforestation. *Forest Ecol. Manage.*, 168, 241-257.
- Perinçek, D. and Kozlu, H., 1984. Stratigraphy and Structural Relations of the Units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (Eastern Taurus). *Geology of the Taurus Belt*.

- International Symp. Proceedings. Eds. Tekeli, O., Göncüoğlu MC. 181-198. MTA.Ankara.
- Persoh, D. ve Borken, W., 2017. Impact of woody debris of different tree species on the microbial activity and community of an underlying organic horizon. *Soil Biology & Biochemistry*, 115:516-525.
- Pidwirny, M., 2006. "Introduction to Soils". *Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/10t.html> (07.10.2017).
- Plaster, E.J., 1992. *Soil Science and Management*. Second Edition. Delmar Publishers Inc., Albany, New York, USA, 514 pp.
- Post, W.M., Izaurralde, R.C., Mann, L.K., and Bliss, N. 2001. Monitoring and verifying changes of organic carbon in soil. *Climatic Change*, 51: 73–99.
- Powers, J.S. and Schlesinger, W.H. 2002. Geographic and vertical patterns of stable carbon isotopes in tropical rain forest soils of Costa Rica. *Geoderma*, 109: 141–160.
- Powlson, D.S., Hirsch, P.R. and Brookes, P.C., 2001. The role of soil microorganisms in soil organic matter conservation in the tropics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61: 41–51.
- Priha, O. and Smolander, A., 1997. Microbial biomass and activity in soil and litter under *Pinus sylvestris*, *Picea abies* and *Betula pendula* at originally similar field afforestation sites. *Biology and Fertility of Soils*, 24: 45–51.
- Raghubanshi, A.S. 1991. Dynamics of soil biomass C, N, and P in a dry tropical forest in India. *Biology and Fertility of Soils*, 12: 55–59.
- Rasid, Md. M, Chowdhury, N., Osman, K.T., 2016. Effects of Microbial Biomass and Activity on Carbon Sequestration in Soils under Different Planted Forests in Chittagong, Bangladesh. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 6(6): 197-205
- Ravindran, A. and Yang, S.S., 2014. Effects of vegetation type on microbial biomass carbon and nitrogen in subalpine mountain forest soils. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 48; 362-369.
- Ribbons, R.R., Levy-Booth, D.J., Grayston, S.J., McDonald M A., Vesterdal L, Prescott C. E., 2015. Conference: Ecological Society of America At: Baltimore, MD.

- Ribbons, R.R., Kepfer-Rojas, S., Kosowang, C., Hansen, O.K., Ambus P., McDonald, M., Grayston, S.J., Prescott, C.E., Vesterdal, L., 2018. Context-dependent tree species effects on soil nitrogen transformations and related microbial functional genes. *Biogeochemistry*. <https://doi.org/10.1007/s10533-018-0480-8>.
- Reich, P.B., D.S. Ellsworth and C. Uhl. 1995. Leaf carbon and nutrient assimilation and conservation in species of differing successional status in an oligotrophic Amazonian forest. *Funct. Ecol.* 9:65–76.
- Robertson, G.P. and Groffman, P.M., 2007. Nitrogen transformations. *In: Soil Microbiology, Ecology, and Biochemistry*, ed. E.A Paul, Third Edition. Academic Press, New York. pp. 341-364.
- Roldan, A., Garcia-Orenes, F. and Lax, A., 1994. An incubation experiment to determinate factors involving aggregation changes in an arid soil receiving urban refuse. *Soil Biology and Biochemistry*, 26: 1699–1707.
- Rowell, D.L., 1994. *Soil Science Methods and Applications*. Longman Scientific and Technical, Singapore, 350 pp.
- Santruckova, H., 1992. Microbial biomass, activity and soil respiration in relation to secondary succession. *Pedobiologia*, 36: 341-350.
- Sariyildiz, T., Küçük, M. 2004. Toprak Asitliği Üzerinde Ağaç Türleri, Tepe Yapıları ve Mevsimlerin Etkisi. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3(4):220-231.
- Sariyildiz, T., Tüfekçioğlu, A., & Küçük, M. 2005. Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) ibrelerinin ayrışmasında kimyasal yapının, tür karışımının ve orman gülünün (*Rhododendron ponticum* L.) etkisi. *Ladin Sempozyumu*, 130-141, Trabzon.
- Sariyildiz, T., Tüfekçioğlu, A., Küçük, M. 2005. Comparison of Decomposition Rates of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) Litter in Pure and Mixed Stands of Both Species in Artvin, Turkey. *Turk J Agric For* 29:429-438.
- Sariyildiz, T. 2008. Effects of tree canopy on litter decomposition rates of *Abies nordmanniana*, *Picea orientalis* and *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23: 330-338.

- Sariyildiz, T., Küçük, M., 2008. Litter MAAss Loss Rates in Deciduous and Coniferus Trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships with litter Quality, Microclimate, and Soil Characteristics. *Turk J Agric For.* 32:547-559.
- Sariyildiz, T., Tahmaz, C., Kravkaz, I.S., & Savaci, G., 2013. Effect of tree species on forest soil carbon stocks in mineral soil. *International Caucasian Forestry Symposium, 24-26 October*, pp:1017, Artvin.
- Sariyildiz, T., Savaci, G., & Kravkaz, I.S., 2016. Effects of tree species, stand age and land-use change on soil carbon and nitrogen stock rates in northwestern Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 9(1), 165. doi:10.3832/ifer1567-008
- Sariyildiz, T., Savacı G., Ali H., 2018. İmpacts of Aspect on Soil Organic Carbon and Nitrogen Storage Capacities of Scots Pine and Black Pine at Higher Altitude in Kastamonu Region. *International Symposium Ecology*, 19-23 June 2018.
- Sartori, F., Lal, R., Ebinger, M.H, Eaton, J.A., 2007. Changes in soil carbon and nutrient pools along a chronosequence of poplar plantations in the Columbia Plateau, Oregon, USA. *Agr Ecosyst Environ*, 122:325–339
- Satti, P., Mazzarino, M.J., Gobbi, M., Funes, F., Roselli, L. and Fernandez, H. 2003. Soil N dynamics in relation to leaf litter quality and soil fertility in north-western Patagonian forests. *Journal of Ecology*, 91: 173-181.
- Savacı, G., 2017. Farklı Arazi Kullanım Türleri ve Ağaç Yaşının Bazı Toprak Özellikleri, Karbon ve Azot Depolamasına Etkileri, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi, 179s.
- Schauvlieghe, M., & Lust, N. 1999. Carbon accumulation and allocation after afforestation of a pasture with pine oak (*Quercus palustris*) and ash (*Fraxinus excelsior*), *Silva Gandevensis*, 64, 72-81.
- Scheu, S. and Parkinson, D., 1995. Successional changes in microbial biomass, respiration and nutrient status during litter decomposition in an aspen and pine forest. *Biology and Fertility of Soils*, 19: 327–332.
- Schlesinger, W., Lichter, J., 2001. Limited carbon storage in soil and litter of experimental forest plots under increased atmospheric CO₂. *Nature*, 411, 466–469.

- Sevgi, O., 2003. Bayramiç İşletmesi'nde (Kaz Dağları) Karaçam'ın (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Yükseltiye Göre Beslenme Büyüme İlişkileri. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programı, İstanbul, 221 s.
- Sevgi, O., Makineci, E., & Karaöz, O. 2011. The forest and mineral soil carbon pools of six different forest tree species. *Ekoloji*, 20(81):8-14.
- Sevim, M. 1956. Belgrad Ormanının Bazo Meşcerelerinde Üst Toprağın Fizik ve Şimik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A.
- Shi, J. and Cui, L., 2010. Soil carbon change and its affecting factors following afforestation in China. *Landscape and Urban Planning* 98:75–85.
- Singh, J.S., Raghubanshi, A.S. Singh, R.S. and Srivastava, S.C., 1989. Microbial biomass acts as a source of plant nutrients in dry tropical forest and savanna. *Nature*, 338: 499–500.
- Singh, S. and Singh, J.S. 1995. Microbial biomass associated with water-stable aggregates in forest, savanna and cropland soils of a seasonally dry tropical region, India. *Soil Biology and Biochemistry*, 27: 1027–1033.
- Six, J., Conant, R. T., Paul, E. A., & Paustian, K. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant Soil*, 241:155-176.
- Smith, J.L. and Paul, E.A., 1990. The significance of soil microbial biomass estimations. *In: Soil Biochemistry*, eds. JM Bollag and G Stotzky, Marcel Dekker, New York, pp. 357–396.
- Smith, L.J. and Papendick, R.I., 1993. Soil organic matter dynamics and crop residue management. *In: Soil Microbial Ecology Applications in Agricultural and Environmental Management*, ed. FJ Blaine Meeting, Marcel Dekker, New York, pp. 65–94.
- Smollande, A. and Kitunen V., 2002. Soil Microbial Activities and Characteristics of Dissolved Organic C and N in Relation to Tree Species. *Soil Biology & Biochemistry*, 34: 651-660.

- Sparling, G.P., 1997. Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicators of soil health. In: *Biological indicators of soil health*, eds. C Pankhurst, BM Doube and VVSR Gupta, CAB International, Wallingford, pp. 97-119.
- Sparling, G.P., Hart, P.B., August, J.A. and Leslie, D.M., 1994. A comparison of soil and microbial carbon, nitrogen and phosphorus contents, and macro-aggregate stability of a soil under native forest and after clearance for pastures and plantation forest. *Biology and Fertility of Soils*, 17: 91–100.
- Srivastava, S.C. and Singh, J.S. 1989. Effect of cultivation on microbial carbon and nitrogen in dry tropical forest soil. *Biology and Fertility of Soils*, 8: 343–348.
- Stendahl, J., Johansson, M. B., Eriksson, E., Nilsson, A., & Langvall, O. 2010. Soil organic carbon in Swedish spruce and pine forests-differences in stock levels and regional patterns. *Silva Fennica*, 44(1), 5-21.
- Stout, J.D., Goh, K.M. and Rafter, T.A. 1981. Chemistry and turnover of naturally occurring resistant organic compounds in soil. In: *Soil Biochemistry*, eds. E A Paul and JN Ladd, Volume. 5. Marcel Dekker, New York, pp. 1-73.
- Strong, W.L. and La Roi, G.H., 1985. Root density-soil relationships in selected boreal forests of central Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management*. Volume 12, Issues 3–4, October 1985, Pages 233-251
- Sumner, M.E., 1995. Sodic soils: new perspectives. In: *Australian Sodic Soils: Distribution, Properties and Management*, eds. R Naidu, ME Sumner and P Rengasamy, CSIRO, Melbourne, pp. 1–34.
- Şentürk, M., 2009. Arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın mesçerelerinin yaprak alan indeksi, ölü örtü ve bazı toprak özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 79 s.
- Tahmaz, C., 2016. Mineral toprak ve orman yüzeyindeki (ölü örtü) depolanan karbona ağaç türlerinin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Kastamonu.
- Tang, X.L., Zhou, G.Y., Liu, S.G., Zhang DQ, Liu SZ ve Zhou CY., 2006. Dependence of soil respiration on soil temperature and soil moisture in successional forests in southern China. *Journal of Integrative Plant Biology*, 48: 654–663.

- Tate, K.R., Speir, T.W., Ross DJ, Parfitt RL, Whale KN and Cowling, J.C., 1991. Temporal variations in some plant and soil P pools in two pasture soils of widely different P fertility status. *Plant and Soil*, 132: 219–232.
- Tate, K.R., Ross, D.J., O'Brien B.J., and Kelliher, F.M., 1993. Carbon Storage and Turnover, and Respiratory Activity, In The Litter and Soil of An Old-Growth Southern Beech (*Nothofagus*) Forest. *Soil Biology and Biochemistry*. 25:1601-1612.
- Terhoeven-Urselmans, T., Schmidt, H., Joergensen, R.G ve Ludwiga, B., 2008. Usefulness of near-infrared spectroscopy to determine biological and chemical soil properties: Importance of sample pre-treatment. *Soil Biology and Biochemistry*, 40: 1178–1188.
- Tian, Y., Haibara, K., Toda, H., Ding F, Liu Y and Choi, D., 2008. Microbial biomass and activity along a natural pH gradient in forest soils in a karst region of the upper Yangtze River, China. *Journal of Forest Research*, 13: 205–214.
- Tolunay, D. (2004). Aladağ'da (Bolu) genç sarıçam meşcerelerinde bakım kesimlerinin ölü örtü ve toprak özelliklerine etkisinin belirlenmesi üzerine araştırmalar (10. yıl sonuçları). *İstanbul Üniversitesi Araştırma Fonu Tarafından Desteklenen Proje*, (1606/30042001).
- Tolunay, D., & Çömez, A., 2007. Orman topraklarında karbon depolanması ve Türkiye'deki durum. *Küresel İklim Değişimi ve Su Sorunlarının Çözümünde Ormanlar Sempozyumu*, 13-14 Aralık, İstanbul.
- Tolunay, D., & Çömez, A., 2008. Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları, *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu*, 22-25 Ekim, pp: 750-765, Hatay.
- Tolunay, D., 2011. Total carbon stock and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(3), 265-279.
- Tomlinson, R.W., 2005. Soil carbon stocks and changes in the Republic of Ireland. *J Environ Manage*. 76(1):77-93.

- Trum, F., Titeux, H., Ranger, J. and Delvaux, B., 2011. Influence of tree species on carbon and nitrogen transformation patterns in forest floor profiles. *Annals of Forest Science*, 68:837–847.
- Trumbore, S.E., 1997. Potential responses of soil organic carbon to global environmental change. PNAS August 5, 94(16):8284-8291.
- Tufan N., Atalay M., Sariyildiz T. 2018. Effect of tree age on chemical compounds of ancient Anatolian black pine (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) needles in Northwest Turkey. *İforest, Technical Notes*. 11:406-410.
- Tunlid, A. and White, D.C., 1992. Biochemical analysis, community structure, nutritional status and metabolic activity of microbial communities in soil. *In: Soil Biochemistry*, eds. volume 7. Marcel Dekker, New York, pp 229–262.
- Tüfekçioğlu, A., Sariyıldız, T., Güner, S., & Küçük, M. 2005. Artvin Genya Dağı Doğu Ladini Meşcerelerinde Kök Kütlesi, yıllık İbre Dökümü ve Toprak Solunumu Miktarlarının Değişimleri. *Ladin Sempozyumu*, I. Cilt, 123-129, Trabzon.
- UNFCCC, 1998. <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> Erişim 06/08/2018 tarihinde United Nations, 1998 kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change, Annex A, *Greenhouse Gases*, Pg:20.
- Upadhyaya, K., Arunachalam, K. and Arunachalam, A., 2004. Microbial C, N and P in Soils of *Phyllostachys bambusoides* plantation and *Pinus roxburghii* forest in Arunachal Pradesh, India. *Journal of Tropical Forest Science*, 16(2): 260–264.
- Vance, E.D., Brookes, P.C. and Jenkinson, D.S. 1987a. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 703–707.
- Vance, E.D., Brookes, P.C. and Jenkinson, D.S. 1987b. Microbial biomass measurements in forest soils: The use of the chloroform fumigation incubation method for strongly acid soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 697–702.
- VandenBygaart, A.J., Angers, D.A., 2006. Towards accurate measurements of soil organic carbon stock change in agroecosystems. *Can J Soil Sci*. 86:465–471
- Vesterdal, L., Raulund-Rasmussen, K., 1998. Forest floor chemistry under seven tree species along a soil fertility gradient. *Canadian Journal of Forest Research*, 28, 1636–1647.

- Vesterdal, L., Ritter, E., Gundersen, P., 2002. Change in soil organic carbon following afforestation of former arable land. *Forest Ecology and Management* 169(1-2):137-143
- Vesterdal, L., Schmidt, I.K., Callesen, I., Nilsson, L.O., Gundersen, P., 2008. Carbon and nitrogen in forest floor and mineral soil under six common European tree species. *Forest Ecology and Management*, 255, 35–48.
- Vourlitis, G.L.I., Zorba, G., Pasquini, S.C., Mustard, R., 2007. Carbon and nitrogen storage in soil and litter of southern Californian semi-arid shrublands. *Journal of Arid Environments* 70;164–173.
- Walkley, A. and Black, A.I. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29–38.
- Wang, Q., S. Wang, and Y. Huang. 2009. Leaf litter decomposition in pure and mixed plantations of *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurie* in subtropical China. *Biology Fertility of Soils*, 45:371–377.
- Wang, H., Huang, Y., Wang, S.L., Sheng ZD. 2010. Carbon and nitrogen storage under different forest ecosystems in mid-subtropical regions. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 18(3): 576–580.
- Winding, A., Hund-Rinke, K. and Rutgers, M., 2005. The use of microorganisms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 62: 230-248.
- von Lützow, M., Kögel-Knabner, I., Ekschmitt, K., Matzner, E., Guggenberger, G., Marschner, B., Flessa, H., 2006. Stabilization of organic matter in temperate soils: mechanisms and their relevance under different soil conditions - a review. *European Journal of Soil Science*. 57:426–445.
- Wu, H., Guo Z., Gao Q., Peng C., 2009. Distribution of soil inorganic carbon storage and its changes due to agricultural land use activity in China. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 129(4):413-421
- Wuest, S.B., 2009. Correction of bulk density and sampling method biases using soil mass per unit area. *Soil Sci Soc Am J*, 73:312–316

- Xu, M.G., Lou, Y.L., Sun, X.L., Wang, W., Baniyamuddin, M., Zhao, K., 2011. Soil organic carbon active fractions as early indicators for total carbon change under straw incorporation. *Biology and Fertility of Soils*, 47: 745-752
- Yang, X.M., Wander, M.M. 1999. Tillage effects on soil organic carbon distribution and storage in a silt loam soil in Illinois. *Soil Tillage Res.* 52:1–9.
- Yang, K., Zhu, J., Zhang, M., Yan, Q. and Sun, O.J., 2010. Soil microbial biomass carbon and nitrogen in forest ecosystems of Northeast China: a comparison between natural secondary forest and larch plantation. *Journal of Plant Ecology*, 3(3): 175–182.
- Yang, L., Wang, Y., Wen, S., Liu, Y., Du, M., Hao, J., LI, Z., 2014. Carbon and nitrogen storage and distribution in four forest ecosystems in Liupan Mountains, northwestern China, *Acta Ecologica Sinica*, Vol.35, No.15
- Yılmaz, F., 2007. Erfelek Barajı Yagıs Havzasında (Sinop) Farklı Arazi Kullanım Sekilleri Altındaki Toprakların Bazı Hidro-Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, A.İ.B.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisligi Anabilim Dalı, Bolu, 115 s.
- Yuan, B.C., Li, Z.Z., Liu, H., Gao M and Zhang YY (2007) Microbial biomass and activity in salt affected soils under arid conditions. *Applied Soil Ecology*, 35: 319-328.
- Zak, D.R. and Pregitzer, K.S. 1990. Spatial and temporal variability of nitrogen cycling in Northern lower Michigan. *Forest Science*, 36: 367–380.
- Zengin, N. 2010. Giresun ili Alusra yöresi saf ve karışık sarıçam meşcerelerinde bazı toprak özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. *Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*. Artvin.
- Zeybek, H.İ., 2004. Akdağ'da (Tokat) Karst Topografyası Araştırmaları Samsun: Palmiye Kitapları.
- Zhou, G., Liu, S., Li, Z., Zhang, D., Tang, X., Zhou, C., Yan, et al., 2006. Old-growth forests can accumulate carbon in soils. *Science*, 314, 1417.
- Zogg, G.P., Zak, D.R., Ringelberg, D.B., MacDonald, N.W., Pregitzer, K.S. and White, D.C., 1997. Compositional and functional shifts in microbial communities related to soil warming. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 475–481.

Zou, X., Binkley, D. and Caldwell, B.A. 1995. Effects of dinitrogen fixing trees on phosphorus biogeochemical cycling in contrasting forests. *Soil Science Society of America Journal*, 59: 1452–1458.



EK ÇİZELGELER

FARKLI MEŞCERE TÜRLERİNE AİT ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAKLARIN BAZI FİZİKSEL, KİMYASAL VE MİKROBİYOLOJİK ÖZELLİKLERİ



Ek Çizelge 1. Araştırma Alanlarına Ait Ölü Örtülerin Bazı Özellikleri

Örnek Alan No	Ağaç Türü	C (%)	OM (%)	N %	pH	Kuru Ağırlık (gr/br)	C _{stok} (ton ha ⁻¹)	N _{stok} (ton ha ⁻¹)	C/N
1	Çk	35,60	61,38	1,57	5,9	326,64	29,07	1,28	22,69
2	Çk	28,77	49,60	1,15	5,88	288,64	20,76	0,83	25,04
3	Çk	27,30	47,07	1,09	6,16	342,08	23,35	0,93	24,98
4	Çk	32,05	55,25	1,29	5,92	567,76	45,49	1,83	24,86
5	Çk	31,46	54,24	1,32	5,85	254,74	20,04	0,84	23,89
6	Çk	36,15	62,32	1,51	5,97	341,44	30,85	1,29	23,89
7	Çk	29,25	50,44	1,15	5,83	306,46	22,41	0,88	25,46
8	Çk	33,26	57,34	1,49	5,91	430,61	35,80	1,60	22,39
9	Çk	33,33	57,47	1,43	5,92	399,98	33,33	1,43	23,33
10	Çk	33,53	57,81	1,54	5,81	252,37	21,16	0,97	21,76
11	Çk	33,96	58,55	1,52	5,69	567,85	48,21	2,16	22,33
12	Çk	26,40	45,52	1,19	6,51	363,77	24,01	1,09	22,10
13	Çk	34,35	59,22	1,33	6,62	338,56	29,07	1,13	25,83
14	Çk	28,65	49,39	1,08	6,55	449,34	32,18	1,22	26,42
15	Çk	36,46	62,86	1,44	6,44	405,42	36,95	1,46	25,29
16	Çk	36,09	62,22	1,38	5,58	287,93	25,98	0,99	26,12
17	Çk	36,60	63,10	1,48	6,31	63,46	5,81	0,23	24,80
18	Çk	34,62	59,70	1,36	6,22	363,96	31,50	1,24	25,45
19	Çk	34,02	58,65	1,27	5,98	78,43	6,67	0,25	26,81
20	Çk	32,67	56,33	1,25	5,93	241,28	19,71	0,75	26,13
21	Çk	37,42	64,51	1,40	5,98	440,72	41,22	1,54	26,77
22	Çk	33,53	57,81	1,36	6,23	311,82	26,14	1,06	24,71
23	Çk	36,46	62,86	1,49	6,48	50,76	4,63	0,19	24,44
24	Çk	29,94	51,62	1,26	6,34	325,56	24,37	1,03	23,73
25	Çk	37,85	65,25	1,57	6,16	192,10	18,18	0,75	24,15
26	Çk	37,01	63,80	1,54	6,14	414,88	38,38	1,60	23,96
27	Çk	36,91	63,63	1,50	6,56	93,05	8,59	0,35	24,63
28	Çk	30,35	52,32	1,29	6,72	673,31	51,08	2,18	23,48
29	Çk	33,98	58,58	1,38	6,61	450,31	38,25	1,55	24,65
30	Çk	28,98	49,97	1,38	6,43	434,60	31,49	1,50	21,04
31	S	36,15	62,32	1,65	6,92	32,40	2,93	0,13	21,86
32	S	21,52	37,11	1,01	7,66	127,19	6,84	0,32	21,34
33	S	30,23	52,12	1,32	7,4	109,66	8,29	0,36	22,95
34	S	31,36	54,07	1,54	6,87	57,74	4,53	0,22	20,35
35	S	29,90	51,55	1,43	6,78	100,43	7,51	0,36	20,92
36	S	30,41	52,42	1,46	6,73	57,34	4,36	0,21	20,87
37	S	22,85	39,40	1,06	7,77	64,33	3,67	0,17	21,46
38	S	30,52	52,63	1,32	7,48	154,49	11,79	0,51	23,18
39	S	31,75	54,75	1,34	7,58	138,76	11,01	0,47	23,61
40	S	27,01	46,57	1,18	7,52	83,43	5,63	0,25	22,95
41	S	33,12	57,10	1,51	7,86	67,88	5,62	0,26	21,99
42	S	22,34	38,52	1,15	7,7	180,19	10,06	0,52	19,45
43	S	27,57	47,54	1,33	7,33	224,76	15,49	0,75	20,70
44	S	27,95	48,18	1,38	7,59	95,97	6,70	0,33	20,25
45	S	23,59	40,67	1,15	7,66	118,99	7,02	0,34	20,48
46	S	33,65	58,01	1,51	7,13	135,51	11,40	0,51	22,28
47	S	21,54	37,14	1,01	7,29	200,49	10,80	0,50	21,41

Ek Çizelge 1'in Devamı

48	S	33,53	57,81	1,39	7,15	558,95	46,85	1,94	24,20
49	S	33,43	57,64	1,41	7,4	368,91	30,83	1,30	23,66
50	S	31,83	54,88	1,37	7,39	126,62	10,08	0,43	23,32
51	S	29,64	51,11	1,17	7,36	94,09	6,97	0,27	25,44
52	S	30,27	52,19	1,36	7,11	392,95	29,74	1,33	22,28
53	S	21,50	37,07	1,25	7,3	190,19	10,22	0,59	17,26
54	S	27,09	46,70	1,13	7,73	196,56	13,31	0,56	23,95
55	S	22,65	39,06	1,09	7,64	251,68	14,25	0,69	20,74
56	S	20,29	34,99	1,03	7,58	184,67	9,37	0,48	19,68
57	S	20,14	34,72	1,15	7,84	175,21	8,82	0,50	17,58
58	S	21,62	37,27	0,91	7,92	232,02	12,54	0,53	23,87
59	S	33,67	58,05	1,28	7,6	297,39	25,03	0,95	26,35
60	S	31,38	54,11	1,53	7,72	71,81	5,63	0,27	20,51
61	Kn	32,12	55,39	1,46	6,52	83,85	6,73	0,31	22,05
62	Kn	32,30	55,69	1,43	6,09	547,89	44,24	1,96	22,60
63	Kn	29,68	51,18	1,40	7,15	364,42	27,04	1,28	21,19
64	Kn	29,66	51,14	1,63	6,86	73,23	5,43	0,30	18,25
65	Kn	27,77	47,88	1,43	7,66	51,06	3,54	0,18	19,43
66	Kn	27,50	47,41	1,29	7,18	25,56	1,76	0,08	21,33
67	Kn	32,24	55,59	1,65	6,77	145,61	11,74	0,60	19,50
68	Kn	31,17	53,74	1,60	7,59	296,44	23,10	1,18	19,51
69	Kn	36,71	63,30	1,63	7,5	317,12	29,11	1,29	22,59
70	Kn	36,52	62,96	1,74	6,96	92,58	8,45	0,40	21,02
71	Kn	33,94	58,52	1,51	6,81	290,23	24,63	1,10	22,47
72	Kn	33,73	58,15	1,89	7,3	133,80	11,28	0,63	17,89
73	Kn	33,18	57,20	1,67	7,5	229,12	19,01	0,96	19,84
74	Kn	29,53	50,91	1,50	7,39	279,73	20,65	1,05	19,73
75	Kn	24,51	42,26	1,56	7,73	213,90	13,11	0,83	15,70
76	Kn	33,74	58,18	1,68	7,74	230,47	19,44	0,97	20,05
77	Kn	32,34	55,76	1,35	7,84	455,99	36,87	1,54	23,89
78	Kn	36,62	63,13	1,63	7,44	106,43	9,74	0,43	22,43
79	Kn	37,10	63,97	1,66	7,75	126,48	11,73	0,52	22,41
80	Kn	37,42	64,51	1,62	7,69	98,25	9,19	0,40	23,13
81	Kn	37,38	64,44	1,77	7,27	51,09	4,77	0,23	21,15
82	Kn	32,81	56,56	1,76	7,32	527,67	43,28	2,33	18,60
83	Kn	35,95	61,98	1,53	6,89	355,16	31,92	1,35	23,57
84	Kn	36,15	62,32	1,74	7,73	290,20	26,22	1,26	20,82
85	Kn	27,30	47,07	1,20	8,21	200,26	13,67	0,60	22,73
86	Kn	25,06	43,20	1,47	7,97	153,63	9,62	0,57	17,02
87	Kn	31,32	54,01	1,39	7,93	258,72	20,26	0,90	22,57
88	Kn	37,45	64,58	1,66	7,95	540,99	50,66	2,25	22,50
89	Kn	37,47	64,61	1,73	6,64	294,49	27,59	1,27	21,69
90	Kn	31,54	54,38	1,58	7,72	339,41	26,76	1,34	19,96

Çk: Karaçam, S: Sedir, Kn: Kayın, C: karbon, N: azot, OM: organik madde, pH: reaksiyon, C_{stok}: ölü örtüde depolanan karbon miktarı, N_{stok}: ölü örtüde depolanan karbon miktarı.

Ek Çizelge 2. Araştırma Alanlarına Ait Toprakların Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Örnek no	Ağaç Türü	Derinlik (cm)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	Toprak Türü	C (%)	N (%)	pH	EC ($\mu\text{S m}^{-1}$)	TY (g cm^{-3})	HA (g cm^{-3})	GH (%)	C _{Stok} (Ton ha ⁻¹)	N _{Stok} (Ton ha ⁻¹)	C/N
1	Çk	0-10	66,98	21,95	11,07	Kumlu Killi Balçık	4,41	0,406	4,34	2100	2,73	1,27	53,48	56,00	5,16	10,85
2		10-20	72,08	18,88	9,04	Kumlu Killi Balçık	2,33	0,168	6,67	387	2,70	1,29	52,22	29,99	2,17	13,83
3		20-30	71,00	15,88	13,12	Kumlu Killi Balçık	1,12	0,070	6,67	338	2,82	1,35	52,13	15,15	0,95	16,02
4	Çk	0-10	71,01	21,97	7,02	Kumlu Killi Balçık	4,49	0,350	7,17	620	2,63	1,05	60,08	47,14	3,68	12,82
5		10-20	64,85	22,01	13,14	Kumlu Killi Balçık	1,44	0,098	7,34	450	2,76	1,25	54,71	18,04	1,23	14,72
6		20-30	72,90	18,00	9,10	Kumlu Killi Balçık	1,36	0,074	7,04	406	2,77	1,38	50,18	18,81	1,02	18,36
7	Çk	0-10	68,68	20,13	11,19	Kumlu Killi Balçık	3,93	0,224	6,68	671	2,71	0,92	66,05	36,14	2,06	17,53
8		10-20	74,85	18,43	6,72	Kumlu Killi Balçık	2,65	0,140	6,94	530	2,72	1,15	57,72	30,43	1,61	18,89
9		20-30	64,73	20,41	14,86	Kumlu Killi Balçık	2,49	0,126	7,01	419	2,75	1,14	58,55	28,33	1,44	19,71
10	Çk	0-10	70,73	20,50	8,77	Kumlu Killi Balçık	4,09	0,252	7,46	436	2,55	0,85	66,67	34,76	2,14	16,21
11		10-20	70,79	18,41	10,80	Kumlu Killi Balçık	4,01	0,210	6,69	474	2,75	1,03	62,55	41,29	2,16	19,08
12		20-30	76,86	16,41	6,73	Kumlu Killi Balçık	2,00	0,098	7,32	395	2,90	1,24	57,24	24,85	1,22	20,44
13	Çk	0-10	66,42	20,63	12,95	Kumlu Killi Balçık	4,25	0,280	6,68	484	2,32	1,09	53,02	46,32	3,05	15,17
14		10-20	68,54	20,59	10,87	Kumlu Killi Balçık	2,24	0,135	6,66	392	2,84	1,15	59,51	25,82	1,55	16,61
15		20-30	66,34	20,68	12,98	Kumlu Killi Balçık	2,16	0,112	5,23	540	2,47	1,21	51,01	26,19	1,36	19,31
16	Çk	0-10	74,78	18,48	6,74	Kumlu Killi Balçık	3,93	0,189	6,35	523	2,73	0,89	67,40	34,97	1,68	20,77
17		10-20	66,43	26,80	6,77	Kumlu Kil	3,69	0,168	6,64	608	2,33	0,84	63,95	30,98	1,41	21,94
18		20-30	76,65	20,70	2,65	Kumlu Killi Balçık	3,53	0,154	7,26	641	2,78	1,03	62,95	36,34	1,59	22,89
19	Çk	0-10	66,27	22,79	10,94	Kumlu Killi Balçık	3,37	0,154	5,68	534	2,60	1,12	56,92	37,72	1,73	21,85
20		10-20	78,68	10,37	10,95	Kumlu Balçık	1,60	0,070	5,54	378	2,25	1,36	39,56	21,81	0,95	22,89
21		20-30	57,97	18,65	23,38	Killi Balçık	1,04	0,042	5,59	287	2,51	1,31	47,81	13,65	0,55	24,80
22	Çk	0-10	74,56	16,57	8,87	Kumlu Killi Balçık	4,57	0,238	5,2	478	2,74	0,98	64,23	44,79	2,33	19,19
23		10-20	62,13	22,79	15,08	Kumlu Killi Balçık	1,20	0,056	5,59	288	2,59	1,27	50,97	15,27	0,71	21,46
24		20-30	78,80	14,44	6,76	Kumlu Balçık	0,64	0,028	5,77	266	2,72	1,36	50,00	8,72	0,38	22,89

Ek Çizelge 2'nin Devamı

25	Çk	0-10	75,01	16,28	8,71	Kumlu Killi Balçık	4,17	0,224	5,45	438	2,61	1,13	56,70	47,11	2,53	18,60
26		10-20	87,17	6,13	6,70	Balçıklı Kum	2,33	0,123	5,57	398	2,58	1,19	53,88	27,67	1,46	18,97
27		20-30	70,83	15,97	13,20	Kumlu Killi Balçık	1,92	0,098	5,29	406	2,26	1,04	53,98	20,01	1,02	19,62
28	Çk	0-10	77,04	17,96	5,00	Kumlu Killi Balçık	5,53	0,294	5,84	560	2,59	0,98	62,16	54,22	2,88	18,80
29		10-20	75,02	9,80	15,18	Kumlu Balçık	2,73	0,140	5,61	454	2,82	1,25	55,67	34,08	1,75	19,46
30		20-30	87,21	7,78	5,01	Balçıklı Kum	1,85	0,087	6,73	528	2,48	1,16	53,23	21,48	1,01	21,22
31	Çk	0-10	72,99	13,87	13,14	Kumlu Balçık	2,57	0,143	6,06	310	2,73	1,13	58,61	28,99	1,61	17,95
32		10-20	74,88	16,00	9,12	Kumlu Killi Balçık	1,68	0,085	6,48	366	2,58	1,3	49,61	21,89	1,11	19,70
33		20-30	80,88	9,93	9,19	Kumlu Balçık	0,88	0,042	6,81	259	2,81	1,49	46,98	13,14	0,63	20,98
34	Çk	0-10	68,95	13,86	17,19	Kumlu Balçık	2,16	0,120	5,27	373	2,56	1,14	55,47	24,68	1,37	17,97
35		10-20	77,03	13,89	9,08	Kumlu Balçık	2,08	0,111	5,13	343	2,46	1,09	55,69	22,72	1,21	18,83
36		20-30	72,78	11,93	15,29	Kumlu Balçık	1,44	0,074	5,99	319	2,65	1,13	57,36	16,31	0,84	19,51
37	Çk	0-10	74,77	14,01	11,22	Kumlu Balçık	2,65	0,210	6,55	528	2,86	1,11	61,19	29,37	2,33	12,59
38		10-20	82,97	11,97	5,06	Kumlu Balçık	2,49	0,154	6,58	493	2,79	0,93	66,67	23,12	1,43	16,13
39		20-30	76,31	16,54	7,15	Kumlu Killi Balçık	1,04	0,060	6,93	242	2,74	1,08	60,58	11,26	0,65	17,30
40	Çk	0-10	78,47	10,29	11,24	Kumlu Balçık	3,93	0,297	6,03	436	2,65	0,94	64,53	36,93	2,79	13,23
41		10-20	69,84	18,77	11,39	Kumlu Killi Balçık	1,60	0,098	5,81	306	2,72	1,05	61,40	16,84	1,03	16,35
42		20-30	63,50	14,63	21,87	Balçık	1,28	0,070	5,93	488	2,77	1,05	62,09	13,47	0,74	18,31
43	Çk	0-10	72,43	18,44	9,13	Kumlu Killi Balçık	3,29	0,153	5,77	571	2,79	0,96	65,59	31,56	1,47	21,53
44		10-20	74,54	16,35	9,11	Kumlu Killi Balçık	1,20	0,055	5,74	449	2,59	1,17	54,83	14,07	0,64	22,01
45		20-30	86,74	10,26	3,00	Balçıklı Kum	0,48	0,021	5,93	377	2,63	1,27	51,71	6,11	0,27	22,89
46	Çk	0-10	81,17	12,18	6,65	Kumlu Balçık	6,01	0,385	5,58	594	2,60	1,21	53,46	72,76	4,65	15,64
47		10-20	79,19	14,17	6,64	Kumlu Balçık	1,49	0,140	6,13	215	2,69	1,65	38,66	24,63	2,31	10,66
48		20-30	77,14	12,16	10,70	Kumlu Balçık	1,41	0,129	6,31	206	2,71	1,47	45,76	20,79	1,90	10,94
49	Çk	0-10	79,05	16,31	4,64	Kumlu Killi Balçık	6,25	0,406	6,09	906	2,48	1,49	39,92	93,18	6,05	15,39
50		10-20	79,18	12,15	8,67	Kumlu Balçık	1,26	0,077	6,18	258	2,69	1,59	40,89	19,99	1,23	16,32
51		20-30	75,11	14,19	10,70	Kumlu Balçık	1,18	0,067	6,21	201	2,73	1,68	38,46	19,80	1,13	17,53
52	Çk	0-10	75,01	16,28	8,71	Kumlu Killi Balçık	4,01	0,202	6,41	554	2,64	1,26	52,27	50,51	2,55	19,80
53		10-20	73,17	16,16	10,67	Kumlu Killi Balçık	1,73	0,084	6,72	301	2,67	1,56	41,57	26,97	1,31	20,57
54		20-30	69,08	14,17	16,75	Kumlu Balçık	1,18	0,056	6,72	33	2,81	1,57	44,13	18,51	0,88	21,03

Ek Çizelge 2'nin Devamı

55	Çk	0-10	83,13	12,22	4,65	Kumlu Balçık	5,85	0,350	5,5	571	2,60	0,88	66,15	51,51	3,08	16,71
56		10-20	79,14	12,18	8,68	Kumlu Balçık	3,46	0,182	6,62	457	2,70	1,17	56,67	40,45	2,13	18,98
57		20-30	79,05	12,22	8,73	Kumlu Balçık	2,51	0,126	6,81	405	2,74	1,36	50,36	34,20	1,71	19,94
58	Çk	0-10	74,98	16,30	8,72	Kumlu Killi Balçık	4,17	0,196	5,58	610	2,56	1,28	50,00	53,37	2,51	21,26
59		10-20	81,18	14,20	4,62	Kumlu Balçık	3,93	0,182	6,39	433	2,61	1,3	50,19	51,08	2,37	21,57
60		20-30	71,10	14,17	14,73	Kumlu Balçık	1,57	0,070	6,47	352	2,73	1,52	44,32	23,89	1,06	22,43
61	Çk	0-10	83,10	12,25	4,65	Kumlu Balçık	5,45	0,308	5,95	715	2,64	1,17	55,68	63,79	3,61	17,69
62		10-20	75,24	18,15	6,61	Kumlu Killi Balçık	3,14	0,182	7,2	419	2,69	1,41	47,58	44,32	2,57	17,26
63		20-30	85,30	12,12	2,58	Balçıklı Kum	2,04	0,106	7,34	370	2,71	1,48	45,39	30,24	1,57	19,24
64	Çk	0-10	74,94	14,29	10,77	Kumlu Balçık	1,60	0,154	6,28	372	2,67	1,26	52,81	20,20	1,94	10,41
65		10-20	85,17	12,22	2,61	Balçıklı Kum	1,73	0,126	6,84	314	2,70	1,41	47,78	24,38	1,78	13,71
66		20-30	77,14	14,19	8,67	Kumlu Balçık	1,65	0,112	7,08	312	2,74	1,4	48,91	23,10	1,57	14,72
67	Çk	0-10	78,93	18,44	2,63	Kumlu Killi Balçık	5,21	0,270	6,72	610	2,67	1,39	47,94	72,44	3,76	19,27
68		10-20	81,21	10,12	8,67	Kumlu Balçık	1,73	0,088	6,64	203	2,78	1,52	45,32	26,28	1,34	19,59
69		20-30	75,16	16,18	8,66	Kumlu Killi Balçık	1,26	0,060	5,95	173	2,72	1,45	46,69	18,23	0,87	20,87
70	Çk	0-10	72,81	16,38	10,81	Kumlu Killi Balçık	4,33	0,202	6,05	428	2,70	1,21	55,19	52,39	2,45	21,39
71		10-20	83,65	8,72	7,63	Kumlu Balçık	1,96	0,084	6,5	240	2,71	1,45	46,49	28,48	1,22	23,37
72		20-30	67,04	16,20	16,76	Kumlu Killi Balçık	2,04	0,090	6,54	282	2,84	1,49	47,54	30,44	1,34	22,79
73	Çk	0-10	83,02	12,31	4,67	Kumlu Balçık	4,57	0,184	6,58	512	2,78	1,27	54,32	58,04	2,33	24,90
74		10-20	64,83	22,39	12,78	Kumlu Killi Balçık	2,36	0,094	6,49	206	2,80	1,39	50,36	32,77	1,30	25,11
75		20-30	73,02	12,19	14,79	Kumlu Balçık	2,51	0,098	6,53	180	2,70	1,44	46,67	36,21	1,41	25,64
76	Çk	0-10	76,92	10,23	12,85	Kumlu Balçık	5,53	0,297	5,93	474	2,62	1,19	54,58	65,83	3,53	18,63
77		10-20	75,04	14,23	10,73	Kumlu Balçık	3,54	0,186	7,37	411	2,67	1,49	44,19	52,69	2,78	18,96
78		20-30	70,97	14,23	14,80	Kumlu Balçık	2,91	0,151	7,59	351	2,73	1,51	44,69	43,90	2,28	19,23
79	Çk	0-10	77,18	15,47	7,35	Kumlu Killi Balçık	3,45	0,174	6,63	693	2,51	1,37	45,42	47,23	2,38	19,85
80		10-20	75,09	10,14	14,77	Kumlu Balçık	2,12	0,098	6,65	205	2,72	1,57	42,28	33,31	1,54	21,63
81		20-30	72,97	18,32	8,71	Kumlu Killi Balçık	1,26	0,056	6,39	134	2,69	1,62	39,78	20,37	0,91	22,43
82	Çk	0-10	72,71	18,50	8,79	Kumlu Killi Balçık	5,45	0,315	7,2	533	2,72	1,19	56,25	64,88	3,75	17,30
83		10-20	70,93	20,35	8,72	Kumlu Killi Balçık	2,36	0,126	7,02	258	2,61	1,41	45,98	33,24	1,78	18,70
84		20-30	74,98	6,11	18,91	Kumlu Balçık	2,59	0,126	7,15	296	2,71	1,39	48,71	36,04	1,75	20,57

Ek Çizelge 2'nin Devamı

85	Çk	0-10	83,05	10,24	6,71	Kumlu Balçık	4,41	0,200	6,61	450	2,66	1	62,41	44,10	2,00	22,01
86		10-20	72,95	18,33	8,72	Kumlu Killi Balçık	2,99	0,136	6,81	356	2,67	1,25	53,18	37,32	1,70	22,02
87		20-30	79,02	12,24	8,74	Kumlu Balçık	2,12	0,091	6,96	262	2,71	1,48	45,39	31,40	1,35	23,30
88	Çk	0-10	74,78	8,22	17,00	Kumlu Balçık	4,33	0,178	6,23	378	2,81	0,94	66,55	40,70	1,67	24,33
89		10-20	74,52	18,67	6,81	Kumlu Killi Balçık	2,20	0,087	7,03	356	2,68	1,2	55,22	26,40	1,04	25,33
90		20-30	80,71	14,55	4,74	Kumlu Balçık	1,73	0,069	7,4	400	2,71	1,23	54,61	21,27	0,84	25,18
91	S	0-10	68,15	10,30	21,55	Kumlu Balçık	7,75	1,47	5,94	418	2,67	0,81	69,82	62,44	11,84	5,27
92		10-20	72,45	14,33	13,22	Kumlu Balçık	3,95	0,786	6,93	353	2,8	1,30	53,68	51,23	10,19	5,03
93		20-30	66,46	16,30	17,24	Kumlu Killi Balçık	1,98	0,466	7	258	2,77	1,49	46,28	29,47	6,93	4,25
94	S	0-10	80,55	10,28	9,17	Kumlu Balçık	7,17	1,279	7,12	727	2,56	0,88	65,61	63,13	11,26	5,61
95		10-20	70,28	10,28	19,44	Kumlu Balçık	5,44	1,086	7,39	627	2,72	1,11	59,24	60,32	12,04	5,01
96		20-30	82,70	6,14	11,17	Kumlu Balçık	4,54	0,892	7,44	570	2,6	1,11	57,35	50,35	9,89	5,09
97	S	0-10	72,32	16,45	11,23	Kumlu Killi Balçık	5,48	1,092	7,41	622	2,66	0,91	65,75	49,93	9,95	5,02
98		10-20	70,23	18,53	11,24	Kumlu Killi Balçık	3,48	0,811	7,69	626	2,73	1,15	57,76	40,13	9,35	4,29
99		20-30	68,17	16,47	15,36	Kumlu Killi Balçık	3,40	0,788	7,94	366	2,74	1,34	51,20	45,46	10,54	4,31
100	S	0-10	78,40	10,32	11,27	Kumlu Balçık	4,81	0,982	7,93	414	2,63	1,02	61,31	48,95	9,99	4,90
101		10-20	76,49	16,41	7,10	Kumlu Killi Balçık	4,73	0,975	7,79	607	2,7	1,23	54,35	58,30	12,02	4,85
102		20-30	74,46	16,40	9,14	Kumlu Killi Balçık	3,87	0,819	7,81	400	2,74	1,43	47,75	55,41	11,73	4,73
103	S	0-10	70,20	14,43	15,38	Kumlu Balçık	5,36	1,006	7,81	587	2,51	1,03	59,04	55,10	10,34	5,33
104		10-20	78,56	14,35	7,09	Kumlu Balçık	4,26	0,998	7,59	536	2,67	1,35	49,28	57,69	13,52	4,27
105		20-30	72,43	14,34	13,23	Kumlu Balçık	3,01	0,798	7,88	422	2,65	1,33	49,89	39,97	10,60	3,77
106	S	0-10	76,55	12,28	11,17	Kumlu Balçık	6,78	0,673	7,92	406	2,79	1,25	55,30	84,55	8,39	10,07
107		10-20	68,53	14,25	17,22	Kumlu Balçık	5,99	0,6	7,4	567	2,89	0,93	67,68	55,95	5,60	9,98
108		20-30	66,44	19,54	14,03	Kumlu Killi Balçık	6,15	0,632	7,29	649	2,74	1,11	59,59	68,09	7,00	9,73
109	S	0-10	69,52	16,66	13,82	Kumlu Killi Balçık	6,07	1,163	7,36	545	2,55	0,83	67,48	50,33	9,64	5,22
110		10-20	79,95	12,48	7,57	Kumlu Balçık	6,15	1,116	7,45	803	2,77	1,35	51,44	82,73	15,01	5,51
111		20-30	73,08	16,94	9,98	Kumlu Killi Balçık	5,68	1,036	7,58	732	2,72	1,43	47,33	81,37	14,84	5,48
112	S	0-10	74,84	17,27	7,89	Kumlu Killi Balçık	6,78	1,681	7,69	738	2,68	0,85	68,23	57,72	14,31	4,03
113		10-20	61,75	18,28	19,98	Kumlu Killi Balçık	4,42	1,121	7,63	604	2,74	1,32	51,95	58,19	14,76	3,94
114		20-30	76,50	14,35	9,14	Kumlu Balçık	4,03	1,037	7,75	413	2,81	1,41	49,91	56,72	14,60	3,89

Ek Çizelge 2'nin Devamı

115	S	0-10	76,52	14,34	9,14	Kumlu Balçık	6,86	1,429	7,73	635	2,71	0,49	81,80	33,83	7,05	4,80
116		10-20	78,63	14,30	7,07	Kumlu Balçık	5,83	1,233	7,74	549	2,68	1,11	58,56	64,74	13,69	4,73
117		20-30	70,00	18,44	11,56	Kumlu Killi Balçık	6,38	1,317	7,76	592	2,83	1,35	52,28	86,17	17,79	4,84
118	S	0-10	80,39	12,21	7,41	Kumlu Balçık	5,91	1,541	6,42	660	2,67	0,81	69,65	47,90	12,49	3,84
119		10-20	70,71	13,90	15,39	Kumlu Balçık	5,05	1,345	6,75	289	2,73	1,34	51,10	67,42	17,96	3,75
120		20-30	73,60	16,24	10,15	Kumlu Killi Balçık	4,97	1,275	6,86	238	2,73	1,58	42,17	78,46	20,13	3,90
121	S	0-10	57,14	20,58	22,27	Killi Balçık	4,26	1,087	6,65	702	2,72	0,68	74,96	29,02	7,40	3,92
122		10-20	69,68	16,37	13,95	Kumlu Killi Balçık	5,05	1,471	7,56	402	2,7	1,36	49,48	68,89	20,07	3,43
123		20-30	65,65	16,34	18,01	Kumlu Killi Balçık	5,28	1,513	7,7	408	2,64	1,20	54,64	63,22	18,12	3,49
124	S	0-10	67,50	16,43	16,06	Kumlu Killi Balçık	5,91	0,606	7,86	409	2,74	1,51	44,82	89,35	9,16	9,75
125		10-20	65,07	10,64	24,29	Kumlu Balçık	5,05	0,535	7,6	466	2,82	1,01	64,16	51,04	5,41	9,44
126		20-30	81,69	10,38	7,93	Kumlu Balçık	4,97	0,53	7,74	504	2,63	1,47	44,18	72,97	7,78	9,38
127	S	0-10	72,42	15,03	12,56	Kumlu Killi Balçık	7,33	0,468	7,86	659	2,59	0,91	64,79	66,84	4,27	15,66
128		10-20	86,27	8,27	5,46	Balçıklı Kum	5,76	0,422	7,61	686	2,64	1,20	54,68	68,92	5,05	13,65
129		20-30	76,11	11,47	12,42	Kumlu Balçık	4,89	0,397	7,73	656	2,57	1,41	45,16	68,91	5,59	12,32
130	S	0-10	77,03	15,56	7,41	Kumlu Killi Balçık	5,36	0,456	6,8	406	2,6	1,08	58,63	57,66	4,91	11,75
131		10-20	66,25	14,20	19,55	Kumlu Balçık	4,18	0,403	6,85	315	2,68	1,41	47,35	58,98	5,69	10,37
132		20-30	71,90	14,60	13,50	Kumlu Balçık	2,14	0,223	7,1	263	2,8	1,47	47,51	31,45	3,28	9,60
133	S	0-10	75,37	10,84	13,79	Kumlu Balçık	1,75	0,37	7,23	154	2,76	1,22	55,86	21,32	4,51	4,73
134		10-20	66,26	20,28	13,46	Kumlu Killi Balçık	0,57	0,141	7,1	77	2,79	1,64	41,25	9,34	2,31	4,04
135		20-30	63,90	14,55	21,56	Balçık	0,41	0,129	7,05	79	2,79	1,64	41,32	6,71	2,11	3,18
136	S	0-10	83,83	9,66	6,51	Kumlu Balçık	7,48	0,394	6,73	864	2,44	1,04	57,56	77,46	4,08	18,98
137		10-20	65,62	15,34	19,04	Kumlu Killi Balçık	5,44	0,351	7,23	505	2,7	1,03	62,03	55,78	3,60	15,50
138		20-30	71,70	9,24	19,06	Kumlu Balçık	4,89	0,31	6,44	514	2,59	1,12	56,72	54,82	3,48	15,77
139	S	0-10	72,73	10,31	16,96	Kumlu Balçık	4,03	0,509	6,99	436	2,61	1,05	59,75	42,34	5,35	7,92
140		10-20	75,20	13,59	11,21	Kumlu Balçık	2,61	0,364	7,19	288	2,71	1,25	53,98	32,55	4,54	7,17
141		20-30	62,98	13,99	23,03	Balçık	2,53	0,356	7,15	258	2,7	1,24	54,04	31,40	4,42	7,11
142	S	0-10	71,74	13,30	14,97	Kumlu Balçık	1,98	0,289	7,25	209	2,75	0,84	69,38	16,67	2,43	6,85
143		10-20	67,24	5,54	27,22	Kumlu Balçık	1,28	0,224	6,57	312	2,74	1,35	50,78	17,26	3,02	5,71
144		20-30	70,49	16,14	13,36	Kumlu Killi Balçık	1,04	0,196	7,42	236	2,75	1,48	46,35	15,34	2,89	5,31

Ek Çizelge 2'nin Devamı

145	S	0-10	68,35	11,95	19,69	Kumlu Balçık	1,59	0,493	7	129	2,75	0,99	63,94	15,77	4,89	3,23
146		10-20	70,41	7,89	21,70	Kumlu Balçık	1,28	0,404	6,75	130	2,81	1,44	48,65	18,47	5,83	3,17
147		20-30	70,31	10,32	19,37	Kumlu Balçık	1,20	0,389	6,65	175	2,76	1,45	47,47	17,40	5,64	3,08
148	S	0-10	76,79	5,52	17,69	Kumlu Balçık	6,70	0,464	6,33	343	2,59	1,19	54,14	79,57	5,51	14,44
149		10-20	62,32	16,35	21,33	Killi Balçık	2,61	0,259	6,17	127	2,7	1,29	52,14	33,73	3,35	10,08
150		20-30	66,65	11,60	21,75	Kumlu Balçık	1,91	0,209	6,35	132	2,66	1,60	39,79	30,59	3,35	9,14
151	S	0-10	72,21	7,69	20,10	Kumlu Balçık	2,69	0,447	7,38	394	2,54	0,93	63,42	24,99	4,15	6,02
152		10-20	66,35	13,75	19,89	Kumlu Balçık	2,06	0,357	6,44	514	2,59	1,12	56,62	23,14	4,01	5,77
153		20-30	60,38	15,73	23,88	Killi Balçık	1,98	0,35	6,99	436	2,61	1,04	60,14	20,60	3,64	5,66
154	S	0-10	74,28	9,76	15,96	Kumlu Balçık	5,91	0,488	7,59	737	2,47	1,04	58,00	61,30	5,06	12,11
155		10-20	64,16	13,81	22,03	Balçık	1,21	0,421	6,8	406	2,58	1,08	58,25	13,03	4,53	2,87
156		20-30	62,28	13,75	23,97	Balçık	1,02	0,433	6,85	315	2,65	1,41	46,76	14,39	6,11	2,36
157	S	0-10	70,30	15,88	13,82	Kumlu Killi Balçık	5,91	0,396	5,3	300	2,42	1,25	48,43	73,76	4,94	14,92
158		10-20	66,15	11,78	22,07	Kumlu Balçık	5,05	0,379	6,93	353	2,73	1,30	52,49	65,50	4,92	13,32
159		20-30	64,09	17,95	17,95	Kumlu Killi Balçık	4,97	0,39	7	258	2,75	1,49	45,83	74,04	5,81	12,74
160	S	0-10	72,23	7,69	20,09	Kumlu Balçık	6,78	0,507	6,96	1058	2,42	1,02	57,65	69,48	5,20	13,37
161		10-20	68,32	15,84	15,84	Kumlu Killi Balçık	5,99	0,461	7,23	505	2,67	1,03	61,60	61,42	4,73	12,99
162		20-30	62,20	17,88	19,93	Kumlu Killi Balçık	3,15	0,464	6,44	514	2,65	1,12	57,60	35,39	5,21	6,79
163	S	0-10	74,14	11,89	13,97	Kumlu Balçık	5,99	0,512	7,35	995	2,47	0,97	60,53	58,40	4,99	11,70
164		10-20	70,40	13,78	15,83	Kumlu Balçık	2,95	0,385	7,1	77	2,74	1,44	47,44	42,48	5,54	7,66
165		20-30	68,38	13,76	17,86	Kumlu Balçık	1,98	0,213	7,05	79	2,77	1,64	40,89	32,42	3,49	9,30
166	S	0-10	76,42	9,73	13,85	Kumlu Balçık	6,70	0,485	6,92	839	2,42	1,02	57,87	68,32	4,95	13,81
167		10-20	66,54	17,75	15,71	Kumlu Killi Balçık	2,61	0,287	7	258	2,45	1,47	40,08	38,32	4,21	9,09
168		20-30	59,97	16,76	23,27	Killi Balçık	1,91	0,211	7,12	727	2,53	1,48	41,41	28,31	3,13	9,05
169	S	0-10	72,28	7,67	20,05	Kumlu Balçık	4,18	0,506	6,58	352	2,53	0,91	63,91	38,16	4,62	8,26
170		10-20	69,97	13,98	16,06	Kumlu Balçık	2,14	0,351	7,23	505	2,66	1,03	61,26	22,05	3,62	6,10
171		20-30	63,89	18,05	18,05	Kumlu Killi Balçık	1,75	0,31	6,44	514	2,57	1,12	56,41	19,61	3,47	5,65
172	S	0-10	74,30	11,82	13,88	Kumlu Balçık	5,44	0,393	7,45	611	2,44	0,97	60,37	52,60	3,80	13,84
173		10-20	72,44	11,73	15,83	Kumlu Balçık	4,89	0,364	7,7	408	2,64	1,19	54,74	58,43	4,35	13,43
174		20-30	68,36	15,82	15,82	Kumlu Killi Balçık	4,03	0,336	7,86	409	2,74	1,48	45,84	59,80	4,99	11,99

Ek Çizelge 2'nin Devamı

175	S	0-10	70,12	11,84	18,05	Kumlu Balçık	4,81	0,47	7,16	1205	2,43	0,84	65,55	40,27	3,93	10,23
176		10-20	76,56	10,70	12,75	Kumlu Balçık	4,73	0,464	7,15	258	2,7	1,24	54,13	58,58	5,75	10,19
177		20-30	68,59	13,67	17,74	Kumlu Balçık	3,87	0,38	7,25	209	2,75	1,45	47,41	55,96	5,50	10,18
178	S	0-10	76,33	10,80	12,87	Kumlu Balçık	5,36	0,503	7,38	820	2,44	1,18	51,74	63,12	5,92	10,66
179		10-20	68,47	14,74	16,79	Kumlu Balçık	4,26	0,422	7,69	626	2,56	1,23	52,06	52,28	5,18	10,09
180		20-30	64,17	16,89	18,94	Kumlu Killi Balçık	3,01	0,324	7,94	366	2,74	1,34	51,13	40,31	4,34	9,29
181	Kn	0-10	64,49	11,41	24,10	Balçık	3,65	0,317	5,8	231	2,68	0,83	69,03	30,30	2,63	11,51
182		10-20	59,47	14,42	26,11	Balçık	1,38	0,133	5,99	198	2,64	1,38	47,73	19,04	1,84	10,38
183		20-30	57,46	16,43	26,11	Killi Balçık	1,01	0,105	5,95	205	2,87	1,39	51,57	14,04	1,46	9,62
184	Kn	0-10	63,49	12,41	24,10	Balçık	3,74	0,28	5,5	141	2,55	0,78	69,41	29,17	2,18	13,36
185		10-20	61,48	14,42	24,10	Balçık	1,59	0,196	5,56	135	2,68	1,14	57,46	18,13	2,23	8,11
186		20-30	61,48	12,41	26,11	Balçık	1,43	0,184	5,77	122	2,7	1,39	48,52	19,88	2,56	7,77
187	Kn	0-10	63,49	12,41	24,10	Balçık	4,52	0,224	5,1	218	2,47	0,65	73,68	29,38	1,46	20,18
188		10-20	63,49	11,41	25,10	Balçık	2,10	0,133	5,72	135	2,54	1,21	52,36	25,41	1,61	15,79
189		20-30	61,48	12,41	26,11	Balçık	1,30	0,105	5,78	125	2,56	1,39	45,70	18,07	1,46	12,38
190	Kn	0-10	63,49	14,42	22,09	Balçık	3,75	0,203	5,34	101	2,59	1,01	61,00	37,88	2,05	18,47
191		10-20	63,49	14,42	22,09	Balçık	1,80	0,15	4,96	287	2,7	1,10	59,26	19,80	1,65	12,00
192		20-30	61,48	14,42	24,10	Balçık	0,69	0,059	4,9	294	2,79	1,25	55,20	8,63	0,74	11,69
193	Kn	0-10	65,50	12,41	22,09	Kumlu Balçık	3,92	0,231	5,17	200	2,38	1,00	57,98	39,20	2,31	16,97
194		10-20	63,49	12,41	24,10	Balçık	1,93	0,095	5,04	279	2,8	1,17	58,21	22,58	1,11	20,32
195		20-30	62,48	13,42	24,10	Balçık	1,00	0,055	5,14	245	2,83	1,40	50,53	14,00	0,77	18,18
196	Kn	0-10	65,50	12,41	22,09	Kumlu Balçık	5,96	0,455	5,71	146	2,5	0,76	69,60	45,30	3,46	13,10
197		10-20	63,49	12,41	24,10	Balçık	1,82	0,158	3,86	502	2,72	0,83	69,49	15,11	1,31	11,52
198		20-30	61,48	12,41	26,11	Balçık	2,19	0,175	4,25	378	2,78	0,77	72,30	16,86	1,35	12,51
199	Kn	0-10	61,48	16,43	22,09	Killi Balçık	4,58	0,287	5,6	200	2,55	0,89	65,10	40,76	2,55	15,96
200		10-20	62,48	13,42	24,10	Balçık	3,34	0,256	6	197	2,54	1,00	60,63	33,40	2,56	13,05
201		20-30	61,48	12,41	26,11	Balçık	2,19	0,217	6,05	182	2,54	1,10	56,69	24,09	2,39	10,09
202	Kn	0-10	63,49	16,43	20,08	Killi Balçık	3,86	0,301	5,33	131	2,37	1,01	57,38	38,99	3,04	12,82
203		10-20	63,49	12,41	24,10	Balçık	1,51	0,188	4,97	283	2,62	1,10	58,02	16,61	2,07	8,03
204		20-30	61,48	12,41	26,11	Balçık	1,78	0,179	4,9	295	2,67	1,11	58,43	19,76	1,99	9,94

Ek Çizelge 2'nin Devamı

205	Kn	0-10	65,50	12,41	22,09	Kumlu Balçık	3,75	0,35	4,32	141	2,42	1,00	58,68	37,50	3,50	10,71
206		10-20	61,48	14,42	24,10	Balçık	2,32	0,238	4,86	249	2,59	1,08	58,30	25,06	2,57	9,75
207		20-30	61,48	16,43	22,09	Killi Balçık	1,68	0,189	5,1	170	2,62	1,09	58,40	18,31	2,06	8,89
208	Kn	0-10	60,48	13,42	26,10	Balçık	4,23	0,315	5,09	221	2,45	1,18	51,84	49,91	3,72	13,43
209		10-20	57,46	16,43	26,11	Killi Balçık	0,93	0,132	5,14	209	2,64	1,31	50,38	12,18	1,73	7,05
210		20-30	55,46	18,44	26,10	Killi Balçık	0,91	0,108	5,26	176	2,65	1,40	47,17	12,74	1,51	8,43
211	Kn	0-10	65,14	16,79	18,07	Kumlu Killi Balçık	3,84	0,317	4,77	117	2,58	1,17	54,65	44,93	3,71	12,11
212		10-20	63,13	16,79	20,08	Killi Balçık	1,57	0,156	4,66	235	2,7	1,29	52,22	20,25	2,01	10,06
213		20-30	65,14	12,77	22,09	Kumlu Balçık	0,74	0,078	4,59	251	2,79	1,17	58,06	8,66	0,91	9,49
214	Kn	0-10	71,16	12,77	16,07	Kumlu Balçık	3,86	0,277	4,31	142	2,66	0,63	76,32	24,32	1,75	13,94
215		10-20	63,13	16,79	20,08	Killi Balçık	3,21	0,235	5,02	119	2,73	0,94	65,57	30,17	2,21	13,66
216		20-30	61,12	14,78	24,10	Balçık	1,87	0,156	5,23	97	2,77	1,06	61,73	19,82	1,65	11,99
217	Kn	0-10	65,14	18,80	16,06	Kumlu Killi Balçık	3,97	0,224	4,77	117	2,66	0,71	73,31	28,19	1,59	17,72
218		10-20	63,13	16,79	20,08	Killi Balçık	1,34	0,087	4,31	176	2,69	1,29	52,04	17,29	1,12	15,40
219		20-30	57,10	16,79	26,11	Killi Balçık	1,07	0,08	4,33	180	2,7	1,21	55,19	12,95	0,97	13,38
220	Kn	0-10	71,16	14,78	14,06	Kumlu Balçık	3,96	0,245	4,12	178	2,51	1,00	60,16	39,60	2,45	16,16
221		10-20	66,78	12,77	20,45	Kumlu Balçık	1,96	0,123	4,57	159	2,64	1,21	54,17	23,72	1,49	15,93
222		20-30	62,77	14,78	22,45	Balçık	1,35	0,094	4,7	135	2,7	1,44	46,67	19,44	1,35	14,36
223	Kn	0-10	66,78	12,77	20,45	Kumlu Balçık	5,25	0,259	4,37	172	2,51	1,12	55,38	58,80	2,90	20,27
224		10-20	70,80	12,77	16,43	Kumlu Balçık	2,48	0,126	4,49	166	2,59	1,13	56,37	28,02	1,42	19,68
225		20-30	66,78	11,13	22,09	Kumlu Balçık	1,82	0,101	5,29	120	2,61	1,13	56,70	20,57	1,14	18,02
226	Kn	0-10	68,79	13,13	18,08	Kumlu Balçık	5,84	0,455	5,54	306	2,49	0,60	75,90	35,04	2,73	12,84
227		10-20	64,77	15,14	20,09	Killi Balçık	2,55	0,298	5,92	98	2,55	0,96	62,35	24,48	2,86	8,56
228		20-30	60,76	15,14	24,10	Killi Balçık	1,48	0,189	6,25	116	2,59	1,17	54,83	17,32	2,21	7,83
229	Kn	0-10	70,80	13,13	16,07	Kumlu Balçık	3,97	0,304	5,09	242	2,54	1,00	60,63	39,70	3,04	13,06
230		10-20	66,78	17,15	16,07	Kumlu Killi Balçık	1,34	0,126	5,14	210	2,65	1,08	59,25	14,47	1,36	10,63
231		20-30	64,77	19,16	16,07	Kumlu Killi Balçık	1,07	0,108	5,26	99	2,68	1,10	58,96	11,77	1,19	9,91
232	Kn	0-10	70,80	15,14	14,06	Kumlu Killi Balçık	4,58	0,287	5,19	138	2,65	0,75	71,70	34,35	2,15	15,96
233		10-20	68,79	15,14	16,07	Kumlu Killi Balçık	3,29	0,259	5,34	201	2,65	1,19	55,09	39,15	3,08	12,70
234		20-30	70,80	13,13	16,07	Kumlu Balçık	1,03	0,087	5,28	154	2,79	1,45	48,03	14,94	1,26	11,84

Ek Çizelge 2'nin Devamı

235	Kn	0-10	70,80	13,13	16,07	Kumlu Balçık	5,98	0,301	4,63	240	2,44	0,71	70,90	42,46	2,14	19,87
236		10-20	68,79	13,13	18,08	Kumlu Balçık	2,38	0,182	4,83	254	2,55	0,99	61,18	23,56	1,80	13,08
237		20-30	68,79	13,13	18,08	Kumlu Balçık	1,64	0,137	4,85	251	2,62	1,07	59,16	17,55	1,47	11,97
238	Kn	0-10	68,79	15,14	16,07	Kumlu Killi Balçık	6,45	0,357	5,26	343	2,4	0,78	67,50	50,31	2,78	18,07
239		10-20	66,78	15,14	18,08	Kumlu Killi Balçık	2,93	0,262	4,95	275	2,45	1,12	54,29	32,82	2,93	11,18
240		20-30	68,79	12,13	19,08	Kumlu Balçık	2,01	0,188	4,98	269	2,59	1,18	54,44	23,72	2,22	10,69
241	Kn	0-10	72,81	15,14	12,05	Kumlu Killi Balçık	5,94	0,315	4,21	478	2,4	0,78	67,50	46,33	2,46	18,86
242		10-20	72,81	13,13	14,06	Kumlu Balçık	3,26	0,261	5,02	352	2,47	1,00	59,51	32,60	2,61	12,49
243		20-30	72,81	13,13	14,06	Kumlu Balçık	2,09	0,199	5,44	267	2,6	1,12	56,92	23,41	2,23	10,50
244	Kn	0-10	73,81	12,13	14,06	Kumlu Balçık	3,77	0,245	4,03	268	2,33	0,98	57,94	36,95	2,40	15,39
245		10-20	67,79	14,14	18,07	Kumlu Balçık	1,72	0,144	4,19	254	2,52	1,19	52,78	20,47	1,71	11,94
246		20-30	73,17	13,13	13,70	Kumlu Balçık	0,99	0,096	4,18	256	2,53	1,35	46,64	13,37	1,30	10,31
247	Kn	0-10	73,17	13,13	13,70	Kumlu Balçık	5,29	0,378	4,72	642	2,47	0,80	67,61	42,32	3,02	13,99
248		10-20	73,17	13,13	13,70	Kumlu Balçık	3,23	0,231	5,08	323	2,58	0,84	67,44	27,13	1,94	13,98
249		20-30	73,17	11,13	15,70	Kumlu Balçık	2,22	0,174	5,03	335	2,62	1,07	59,16	23,75	1,86	12,76
250	Kn	0-10	69,15	13,13	17,72	Kumlu Balçık	4,84	0,294	5,39	206	2,4	0,92	61,67	44,53	2,70	16,46
251		10-20	69,15	13,13	17,72	Kumlu Balçık	2,30	0,171	5,43	174	2,54	1,27	50,00	29,21	2,17	13,45
252		20-30	71,16	12,13	16,71	Kumlu Balçık	1,82	0,139	5,19	192	2,63	1,30	50,57	23,66	1,81	13,09
253	Kn	0-10	69,15	13,13	17,72	Kumlu Balçık	4,42	0,269	5,13	137	2,59	0,93	64,09	41,11	2,50	16,43
254		10-20	63,13	15,14	21,73	Killi Balçık	2,05	0,16	4,84	240	2,62	1,04	60,31	21,32	1,66	12,81
255		20-30	63,13	13,13	23,74	Balçık	1,18	0,101	4,52	306	2,65	1,31	50,57	15,46	1,32	11,68
256	Kn	0-10	67,14	11,13	21,73	Kumlu Balçık	3,98	0,233	4,31	133	2,54	1,21	52,36	48,16	2,82	17,08
257		10-20	65,14	13,13	21,73	Kumlu Balçık	1,14	0,12	3,99	247	2,57	1,38	46,30	15,73	1,66	9,50
258		20-30	65,14	13,13	21,73	Kumlu Balçık	0,74	0,085	4,03	238	2,63	1,52	42,21	11,25	1,29	8,71
259	Kn	0-10	69,15	13,13	17,72	Kumlu Balçık	5,02	0,277	4,69	192	2,52	1,05	58,33	52,71	2,91	18,12
260		10-20	69,15	13,13	17,72	Kumlu Balçık	1,75	0,14	4,65	280	2,61	1,22	53,26	21,35	1,71	12,50
261		20-30	65,14	13,13	21,73	Kumlu Balçık	1,34	0,111	4,7	255	2,67	1,40	47,57	18,76	1,55	12,07
262	Kn	0-10	67,14	13,13	19,73	Kumlu Balçık	5,08	0,275	5,41	263	2,42	0,95	60,74	48,26	2,61	18,47
263		10-20	64,85	13,42	21,73	Balçık	2,66	0,203	5,45	259	2,49	1,14	54,22	30,32	2,31	13,10
264		20-30	63,85	12,41	23,74	Balçık	1,66	0,138	5,46	254	2,56	1,17	54,30	19,42	1,61	12,03

Ek Çizelge 2'nin Devamı

265	Kn	0-10	67,87	10,40	21,73	Kumlu Balçık	4,25	0,336	5,59	305	2,41	1,08	55,19	45,90	3,63	12,65
266		10-20	57,83	16,43	25,74	Killi Balçık	2,68	0,266	5,89	234	2,42	1,27	47,52	34,04	3,38	10,08
267		20-30	57,83	14,42	27,75	Balçık	2,67	0,269	6,22	119	2,48	1,30	47,58	34,71	3,50	9,93
268	Kn	0-10	67,87	12,41	19,72	Kumlu Balçık	6,19	0,504	5,27	146	2,53	0,66	73,91	40,85	3,33	12,28
269		10-20	65,86	12,41	21,73	Kumlu Balçık	3,05	0,315	5,43	103	2,56	0,81	68,36	24,71	2,55	9,68
270		20-30	67,87	10,40	21,73	Kumlu Balçık	2,66	0,277	5,48	98	2,64	1,04	60,61	27,66	2,88	9,60

Çk: Karaçam, S: Sedir, Kn: Kayın, C: karbon, N: azot, OM: organik madde, pH: reaksiyon, TY: tane yoğunluğu, HA: hacim ağırlığı, GH: gözenek hacmi,

C_{stok}: ölü örtüde depolanan karbon miktarı, N_{stok}: ölü örtüde depolanan karbon miktarı

Ek Çizelge 3. Araştırma alanları mevsimlere göre elde edilen ölü örtü örneklerinin bazı özellikleri.

Örnek No	Ağaç Türü	Mevsimler	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	pH	C _{org} (%)	N _{toplam} (%)	C _{mic}	N _{mic}	Bazal Solunum	C/N	C _{mic} /N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{org}	Solunum/C _{mic}
1	Çk	İlkbahar	31,73	11,5	5,9	35,60	1,569	6877,99	166,09	7,48	22,688	41,412	1,932	1,058	1,088
2	Çk	İlkbahar	32,78	11,1	5,88	28,77	1,149	5016,52	231,07	8,82	25,039	21,710	1,744	2,011	1,759
3	Çk	İlkbahar	35,26	11,5	6,16	27,30	1,093	3442,01	856,78	5,10	24,983	4,017	1,261	7,840	1,481
4	Çk	İlkbahar	35,35	11,6	5,92	32,05	1,289	2868,41	615,85	9,32	24,863	4,658	0,895	4,778	3,248
5	Çk	İlkbahar	26,13	12,7	5,85	31,46	1,317	2718,76	268,71	4,66	23,889	10,118	0,864	2,040	1,715
6	Çk	İlkbahar	34,57	11,9	5,97	36,15	1,513	1433,93	178,82	9,27	23,889	8,019	0,397	1,182	6,462
7	Çk	İlkbahar	31,86	14	5,83	29,25	1,149	2292,74	151,23	9,09	25,464	15,161	0,784	1,316	3,965
8	Çk	İlkbahar	36,55	12,4	5,91	33,26	1,485	2438,87	128,25	7,37	22,394	19,017	0,733	0,864	3,021
9	Çk	İlkbahar	28,39	12,6	5,92	33,33	1,429	2720,29	195,96	8,43	23,327	13,882	0,816	1,371	3,099
10	Çk	İlkbahar	28,59	13,6	5,81	33,53	1,541	3722,69	708,41	4,99	21,757	5,255	1,110	4,597	1,340
11	Çk	İlkbahar	36,57	12,5	5,69	33,96	1,521	4160,45	196,36	9,62	22,328	21,188	1,225	1,291	2,312
12	Çk	İlkbahar	34,14	12,6	6,51	26,40	1,194	3154,30	264,87	7,50	22,104	11,909	1,195	2,217	2,376
13	Çk	İlkbahar	40,65	14	6,62	34,35	1,330	2872,17	279,95	9,24	25,830	10,260	0,836	2,105	3,219
14	Çk	İlkbahar	27,97	14,5	6,55	28,65	1,084	1002,11	229,91	5,22	26,419	4,359	0,350	2,120	5,207
15	Çk	İlkbahar	33,33	14,8	6,44	36,46	1,442	1003,44	210,75	8,48	25,290	4,761	0,275	1,462	8,456
16	Çk	İlkbahar	37,22	13,5	5,58	36,09	1,382	3300,20	846,41	9,57	26,119	3,899	0,914	6,126	2,901
17	Çk	İlkbahar	11,55	13,5	6,31	36,60	1,476	1568,32	451,81	3,51	24,797	3,471	0,429	3,061	2,237
18	Çk	İlkbahar	37,21	13,4	6,22	34,62	1,361	1865,32	170,74	9,51	25,446	10,925	0,539	1,255	5,098
19	Çk	İlkbahar	17,25	14,7	5,98	34,02	1,269	3569,43	704,76	3,53	26,807	5,065	1,049	5,554	0,989
20	Çk	İlkbahar	38,57	13	5,93	32,67	1,251	1865,95	439,01	9,96	26,126	4,250	0,571	3,511	5,336
21	Çk	İlkbahar	30,76	13	5,98	37,42	1,398	3310,08	441,76	4,52	26,765	7,493	0,885	3,160	1,366
22	Çk	İlkbahar	26,29	14	6,23	33,53	1,357	1417,03	766,04	7,28	24,714	1,850	0,423	5,646	5,141
23	Çk	İlkbahar	11,53	14	6,48	36,46	1,492	3764,90	107,21	4,75	24,435	35,117	1,033	0,719	1,262
24	Çk	İlkbahar	28,05	13,4	6,34	29,94	1,261	3622,89	641,17	3,71	23,732	5,650	1,210	5,083	1,025
25	Çk	İlkbahar	31,81	12,5	6,16	37,85	1,567	4099,26	652,17	8,76	24,149	6,286	1,083	4,162	2,136
26	Çk	İlkbahar	44,30	12,9	6,14	37,01	1,544	3163,05	295,36	9,87	23,960	10,709	0,855	1,912	3,122
27	Çk	İlkbahar	17,05	13,5	6,56	36,91	1,498	2670,47	180,78	4,17	24,634	14,772	0,724	1,207	1,561
28	Çk	İlkbahar	41,28	12,5	6,72	30,35	1,292	2212,48	514,79	5,93	23,484	4,298	0,729	3,984	2,681
29	Çk	İlkbahar	41,91	12,3	6,61	33,98	1,379	2528,94	415,90	9,49	24,648	6,081	0,744	3,017	3,753
30	Çk	İlkbahar	24,56	13,1	6,43	28,98	1,377	2045,94	548,85	5,22	21,039	3,728	0,706	3,984	2,554

Ek Çizelge 3'ün Devamı

31	Çk	Yaz	26,53	20,6	7,56	31,44	0,869	14139,66	493,11	3,78	36,196	28,675	4,497	5,677	0,267
32	Çk	Yaz	23,99	20,4	7,44	25,25	0,897	7512,56	540,92	3,81	28,162	13,889	2,975	6,033	0,507
33	Çk	Yaz	29,33	22	7,12	24,39	0,869	6806,10	1307,51	5,15	28,081	5,205	2,790	15,053	0,757
34	Çk	Yaz	30,76	22,4	7,45	28,73	1,009	9316,90	862,85	8,64	28,478	10,798	3,243	8,554	0,928
35	Çk	Yaz	21,26	22,8	7,76	27,32	1,205	5719,97	709,68	3,24	22,676	8,060	2,094	5,890	0,567
36	Çk	Yaz	19,75	23,4	7,41	31,07	1,261	12507,74	1056,09	6,59	24,641	11,843	4,026	8,376	0,527
37	Çk	Yaz	25,20	23,6	7,32	25,11	0,841	11451,15	941,59	8,25	29,877	12,161	4,560	11,201	0,720
38	Çk	Yaz	26,84	23,6	7,35	30,19	1,177	9307,86	857,72	6,27	25,654	10,852	3,083	7,288	0,673
39	Çk	Yaz	23,48	23,2	7,4	30,11	1,037	8048,16	667,13	7,72	29,046	12,064	2,673	6,435	0,959
40	Çk	Yaz	23,24	22,4	7,27	30,66	0,925	7868,82	935,61	4,81	33,158	8,410	2,567	10,118	0,611
41	Çk	Yaz	25,64	22,4	7,11	27,61	1,093	11810,29	751,43	8,00	25,269	15,717	4,277	6,876	0,677
42	Çk	Yaz	25,90	22,8	6,99	23,55	0,813	5368,66	916,25	7,44	28,985	5,859	2,279	11,276	1,386
43	Çk	Yaz	26,44	24	6,96	31,56	0,925	5906,32	508,23	8,08	34,129	11,621	1,872	5,496	1,368
44	Çk	Yaz	17,59	24,4	7,32	25,66	0,981	1428,69	649,33	4,00	26,166	2,200	0,557	6,621	2,803
45	Çk	Yaz	25,39	22,8	7,07	33,26	1,205	1431,46	1111,27	7,04	27,602	1,288	0,430	9,223	4,917
46	Çk	Yaz	24,01	23,2	7,08	32,96	1,177	3935,17	714,38	6,89	28,010	5,508	1,194	6,070	1,752
47	Çk	Yaz	9,21	22,4	7,02	33,33	1,149	1603,92	522,19	3,32	29,017	3,072	0,481	4,545	2,068
48	Çk	Yaz	28,16	21,6	7,05	31,19	0,981	11101,47	931,10	8,11	31,801	11,923	3,560	9,494	0,731
49	Çk	Yaz	14,53	23,2	7,12	30,93	0,869	9814,73	891,94	2,97	35,612	11,004	3,173	10,269	0,303
50	Çk	Yaz	25,92	22	7,44	29,78	1,121	2147,47	936,53	8,57	26,571	2,293	0,721	8,356	3,992
51	Çk	Yaz	23,34	22	7,56	33,47	1,149	3755,67	1126,42	2,68	29,135	3,334	1,122	9,805	0,714
52	Çk	Yaz	20,25	23	7,11	29,86	1,037	2501,86	656,04	6,88	28,801	3,814	0,838	6,328	2,750
53	Çk	Yaz	9,24	22	7,03	32,92	1,261	4455,36	292,69	3,85	26,112	15,222	1,353	2,321	0,865
54	Çk	Yaz	23,32	24	7,01	25,25	1,037	10551,59	1058,84	3,62	24,356	9,965	4,179	10,213	0,343
55	Çk	Yaz	24,84	20	7,14	34,10	1,261	8408,68	964,78	8,21	27,041	8,716	2,466	7,651	0,976
56	Çk	Yaz	29,63	22	7,48	34,80	1,289	7702,20	437,69	7,93	26,999	17,597	2,213	3,396	1,029
57	Çk	Yaz	15,75	22	7,07	33,92	1,037	8925,21	477,58	3,61	32,718	18,688	2,631	4,607	0,404
58	Çk	Yaz	30,90	20	7,09	27,61	0,841	4837,79	902,45	3,79	32,850	5,361	1,752	10,736	0,783
59	Çk	Yaz	30,49	19,2	7,1	29,04	1,009	4658,14	812,86	8,20	28,788	5,731	1,604	8,058	1,759
60	Çk	Yaz	20,17	18,4	7,06	25,66	1,037	6075,82	771,83	4,82	24,752	7,872	2,368	7,445	0,794

Ek Çizelge 3'ün Devamı

61	Çk	Sonbahar	61,41	12,1	7,35	30,87	1,645	16695,30	502,85	8,89	18,771	33,201	5,407	3,057	0,533
62	Çk	Sonbahar	59,71	12,2	7,12	24,82	1,250	8261,36	612,48	9,59	19,862	13,488	3,328	4,901	1,161
63	Çk	Sonbahar	59,50	12,4	6,79	23,94	1,367	7184,16	1344,19	7,05	17,510	5,345	3,001	9,830	0,981
64	Çk	Sonbahar	61,25	12	7,05	27,59	1,381	9694,44	903,51	9,93	19,976	10,730	3,513	6,541	1,025
65	Çk	Sonbahar	58,09	12,8	7,33	26,75	1,449	6108,67	774,47	5,47	18,469	7,888	2,283	5,346	0,895
66	Çk	Sonbahar	45,66	13,2	7,25	30,87	1,502	12975,81	1093,09	9,74	20,557	11,871	4,203	7,278	0,750
67	Çk	Sonbahar	45,00	13,2	7,13	25,50	1,331	11896,41	952,61	9,79	19,163	12,488	4,664	7,157	0,823
68	Çk	Sonbahar	48,32	13,6	7,07	29,02	1,454	9545,38	910,42	8,87	19,955	10,485	3,289	6,260	0,929
69	Çk	Sonbahar	47,86	13,1	7,12	29,14	1,440	8285,59	721,55	9,87	20,231	11,483	2,844	5,010	1,191
70	Çk	Sonbahar	54,21	13	7,02	29,20	1,311	8272,61	995,56	5,21	22,264	8,310	2,834	7,592	0,629
71	Çk	Sonbahar	45,31	12,5	7	26,97	1,269	12075,76	764,39	9,91	21,247	15,798	4,478	6,022	0,821
72	Çk	Sonbahar	39,90	12,3	6,88	22,65	1,194	6316,64	981,35	9,39	18,979	6,437	2,788	8,221	1,487
73	Çk	Sonbahar	45,34	12,7	6,84	29,90	1,460	6308,18	560,80	9,68	20,480	11,248	2,110	3,842	1,534
74	Çk	Sonbahar	59,70	12,8	7,19	24,59	1,250	1795,95	716,91	6,24	19,675	2,505	0,730	5,737	3,474
75	Çk	Sonbahar	36,71	13	7	31,85	1,558	1806,17	1146,56	9,12	20,445	1,575	0,567	7,360	5,052
76	Çk	Sonbahar	40,90	14,9	7,01	31,54	1,592	4330,35	744,15	9,75	19,816	5,819	1,373	4,676	2,251
77	Çk	Sonbahar	35,64	14,7	6,67	31,99	1,628	1987,31	581,81	4,17	19,649	3,416	0,621	3,574	2,099
78	Çk	Sonbahar	27,81	15,2	6,73	30,76	1,606	11222,80	953,47	9,69	19,157	11,770	3,649	5,939	0,863
79	Çk	Sonbahar	44,79	15,3	6,58	30,02	1,527	10094,47	932,95	4,36	19,655	10,820	3,363	6,109	0,432
80	Çk	Sonbahar	42,30	15,1	6,82	27,44	1,510	2525,16	989,54	9,87	18,168	2,552	0,920	6,552	3,910
81	Çk	Sonbahar	47,01	15,7	7,25	29,90	1,449	4143,67	1170,35	5,12	20,639	3,541	1,386	8,079	1,235
82	Çk	Sonbahar	47,45	16,6	6,74	28,43	1,370	2882,24	707,97	9,64	20,752	4,071	1,014	5,167	3,346
83	Çk	Sonbahar	53,10	16,7	6,97	32,53	1,676	4857,00	358,98	6,62	19,416	13,530	1,493	2,142	1,362
84	Çk	Sonbahar	44,74	17	6,79	26,09	1,370	10815,62	1101,05	5,85	19,042	9,823	4,145	8,036	0,541
85	Çk	Sonbahar	39,01	16,9	7,04	30,72	1,550	8845,24	1015,84	9,68	19,825	8,707	2,879	6,556	1,095
86	Çk	Sonbahar	44,81	16,6	7,26	32,83	1,583	8111,57	500,89	10,04	20,736	16,194	2,471	3,164	1,237
87	Çk	Sonbahar	63,16	15,8	6,89	32,14	1,600	9510,41	517,45	5,05	20,091	18,379	2,959	3,234	0,531
88	Çk	Sonbahar	30,06	15,7	6,91	26,89	1,393	5065,56	979,05	6,44	19,310	5,174	1,884	7,030	1,272
89	Çk	Sonbahar	40,19	14,9	6,83	27,40	1,415	4872,49	865,04	9,52	19,363	5,633	1,778	6,113	1,955
90	Çk	Sonbahar	35,09	14,9	6,79	25,06	1,379	6504,82	830,04	5,93	18,175	7,837	2,596	6,021	0,912

Ek Çizelge 3'ün Devamı

91	Çk	Kış	57,43	2,7	7,14	35,95	1,140	3246,42	196,68	6,52	31,521	16,506	0,903	1,725	2,009
92	Çk	Kış	58,68	2,8	7,03	29,93	0,913	1443,30	219,23	7,00	32,766	6,583	0,482	2,400	4,853
93	Çk	Kış	60,76	2,5	6,61	29,33	0,869	1083,03	397,25	6,51	33,762	2,726	0,369	4,573	6,009
94	Çk	Kış	54,20	2,7	6,86	32,64	0,989	1802,13	286,88	5,80	32,996	6,282	0,552	2,900	3,221
95	Çk	Kış	54,69	2,5	7,19	32,58	1,020	1982,58	272,41	3,90	31,945	7,278	0,608	2,671	1,968
96	Çk	Kış	67,86	2,8	7,03	36,50	1,258	2893,13	316,90	9,66	29,009	9,129	0,793	2,519	3,338
97	Çk	Kış	54,01	2,7	7,01	30,33	1,051	1621,84	302,66	8,86	28,867	5,359	0,535	2,880	5,460
98	Çk	Kış	60,72	2,5	6,87	35,18	1,149	3068,55	283,57	8,33	30,622	10,821	0,872	2,468	2,716
99	Çk	Kış	50,48	2,3	6,94	35,49	1,244	3240,86	251,48	7,64	28,527	12,887	0,913	2,021	2,358
100	Çk	Kış	50,52	2,6	6,85	35,75	1,255	3240,89	314,56	4,63	28,476	10,303	0,907	2,506	1,429
101	Çk	Kış	62,43	2,5	6,79	36,20	1,272	3431,01	272,13	8,82	28,459	12,608	0,948	2,139	2,571
102	Çk	Kış	53,03	2,7	6,78	28,72	0,857	1080,97	313,67	8,39	33,499	3,446	0,376	3,658	7,763
103	Çk	Kış	58,75	2,7	6,63	36,24	1,191	3427,89	182,90	8,44	30,432	18,741	0,946	1,536	2,463
104	Çk	Kış	53,98	3,2	7	29,75	0,899	1081,22	235,26	4,47	33,073	4,596	0,363	2,616	4,132
105	Çk	Kış	58,12	3,3	6,76	35,87	1,227	3066,59	398,06	7,47	29,231	7,704	0,855	3,243	2,437
106	Çk	Kış	46,07	3,8	6,72	36,48	1,258	3417,18	243,81	7,41	28,994	14,016	0,937	1,938	2,167
107	Çk	Kış	45,14	4	6,43	35,45	1,140	2876,97	182,70	3,70	31,088	15,747	0,811	1,602	1,286
108	Çk	Kış	54,64	3,9	6,55	34,87	1,070	3244,19	323,21	8,57	32,576	10,037	0,930	3,020	2,643
109	Çk	Kış	62,64	4	6,38	34,70	1,076	2889,42	312,04	4,31	32,253	9,260	0,833	2,900	1,492
110	Çk	Kış	52,36	3,7	6,6	32,97	0,967	2521,84	326,01	7,72	34,102	7,736	0,765	3,372	3,063
111	Çk	Kış	54,91	3,4	7,02	37,78	1,269	3965,38	376,08	4,62	29,761	10,544	1,050	2,963	1,164
112	Çk	Kış	50,18	3,3	6,51	34,32	1,093	2340,45	249,99	7,02	31,405	9,362	0,682	2,288	2,999
113	Çk	Kış	52,43	3,1	6,74	36,48	1,238	2702,02	130,59	5,81	29,453	20,691	0,741	1,054	2,150
114	Çk	Kış	55,27	3	6,59	30,39	0,911	1261,83	361,36	6,03	33,369	3,492	0,415	3,968	4,780
115	Çk	Kış	54,26	2,8	6,88	38,03	1,289	3604,32	337,89	8,25	29,507	10,667	0,948	2,621	2,288
116	Çk	Kış	52,99	2,7	7,03	37,89	1,250	3423,03	181,49	7,33	30,316	18,861	0,904	1,452	2,140
117	Çk	Kış	61,68	2,7	6,18	37,04	1,202	3249,83	192,04	3,90	30,817	16,923	0,877	1,598	1,199
118	Çk	Kış	60,08	2,5	6,77	30,73	0,944	1263,32	299,27	8,00	32,548	4,221	0,411	3,169	6,336
119	Çk	Kış	57,28	2,4	6,75	34,08	0,986	2344,55	267,50	7,88	34,555	8,765	0,688	2,712	3,360
120	Çk	Kış	48,76	2,3	6,69	29,58	0,905	1439,77	242,87	5,24	32,686	5,928	0,487	2,683	3,639

Ek Çizelge 3'ün Devamı

121	S	İlkbahar	26,0	13,5	6,52	32,124	1,457	3148,74	403,83	6,09	22,048	7,797	0,980	2,772	1,934
122	S	İlkbahar	30,9	13,7	6,09	32,300	1,429	5730,86	740,44	10,42	22,603	7,740	1,774	5,181	1,819
123	S	İlkbahar	12,8	12,4	7,15	29,683	1,401	4079,93	676,97	4,05	21,187	6,027	1,374	4,832	0,994
124	S	İlkbahar	13,4	12,8	6,86	29,664	1,625	3295,82	534,43	5,97	18,253	6,167	1,111	3,288	1,812
125	S	İlkbahar	13,3	12,5	7,66	27,770	1,429	5335,96	847,82	4,20	19,433	6,294	1,921	5,933	0,787
126	S	İlkbahar	12,9	13,6	7,18	27,497	1,289	2977,11	493,42	10,65	21,333	6,034	1,083	3,828	3,577
127	S	İlkbahar	12,1	13	6,77	32,241	1,653	4549,90	631,06	6,30	19,503	7,210	1,411	3,817	1,385
128	S	İlkbahar	10,8	13,2	7,59	31,167	1,597	5803,13	661,57	6,96	19,515	8,772	1,862	4,142	1,199
129	S	İlkbahar	14,0	12,5	7,5	36,713	1,625	4395,03	743,53	5,02	22,590	5,911	1,197	4,575	1,141
130	S	İlkbahar	12,0	12,7	6,96	36,517	1,737	5804,90	825,35	11,71	21,020	7,033	1,590	4,751	2,017
131	S	İlkbahar	10,4	12,2	6,81	33,940	1,510	6584,75	903,79	9,01	22,473	7,286	1,940	5,984	1,369
132	S	İlkbahar	18,7	12,3	7,3	33,725	1,885	5343,18	955,75	9,72	17,887	5,591	1,584	5,069	1,818
133	S	İlkbahar	37,6	12	7,5	33,179	1,672	4894,63	859,80	10,56	19,841	5,693	1,475	5,142	2,157
134	S	İlkbahar	30,6	12	7,39	29,527	1,496	4098,01	659,91	12,28	19,734	6,210	1,388	4,410	2,996
135	S	İlkbahar	18,7	13,5	7,73	24,509	1,561	8457,94	967,63	5,56	15,701	8,741	3,451	6,199	0,657
136	S	İlkbahar	20,2	12,4	7,74	33,745	1,683	4698,64	794,40	5,67	20,048	5,915	1,392	4,720	1,208
137	S	İlkbahar	22,0	12	7,84	32,339	1,354	5347,56	900,92	10,24	23,890	5,936	1,654	6,656	1,916
138	S	İlkbahar	58,5	11,2	7,44	36,615	1,632	4607,81	752,11	14,72	22,433	6,126	1,258	4,608	3,194
139	S	İlkbahar	53,9	11	7,75	37,103	1,655	7450,75	951,61	15,33	22,413	7,830	2,008	5,748	2,057
140	S	İlkbahar	44,8	11,9	7,69	37,416	1,617	2056,26	206,60	13,06	23,134	9,953	0,550	1,277	6,350
141	S	İlkbahar	51,3	12,2	7,27	37,377	1,767	3010,07	527,46	11,61	21,153	5,707	0,805	2,985	3,856
142	S	İlkbahar	58,6	12	7,32	32,808	1,764	2063,23	247,86	8,44	18,597	8,324	0,629	1,405	4,090
143	S	İlkbahar	53,6	12,3	6,89	35,951	1,525	2377,73	248,41	13,00	23,568	9,572	0,661	1,629	5,469
144	S	İlkbahar	44,8	11,5	7,73	36,146	1,736	5694,19	704,20	14,21	20,820	8,086	1,575	4,056	2,496
145	S	İlkbahar	48,0	11,7	8,21	27,301	1,201	4273,99	711,25	7,35	22,733	6,009	1,565	5,922	1,720
146	S	İlkbahar	49,5	10,5	7,97	25,056	1,472	7917,82	636,74	8,64	17,016	12,435	3,160	4,324	1,091
147	S	İlkbahar	44,6	12,2	7,93	31,324	1,388	8857,12	693,63	14,27	22,570	12,769	2,828	4,998	1,611
148	S	İlkbahar	53,7	10,9	7,95	37,455	1,665	3962,97	610,30	14,08	22,500	6,493	1,058	3,666	3,552
149	S	İlkbahar	47,4	11,5	6,64	37,474	1,727	3640,27	560,79	15,10	21,694	6,491	0,971	3,246	4,148
150	S	İlkbahar	34,4	12	7,72	31,538	1,580	5837,31	1047,84	6,92	19,960	5,571	1,851	6,632	1,186

Ek Çizelge 3'ün Devamı

151	S	Yaz	25,53	22	6,6	31,695	1,569	2433,01	1213,17	2,39	20,199	2,006	0,768	7,732	0,983
152	S	Yaz	25,20	22,5	6,13	30,718	1,457	4541,24	1057,39	6,16	21,083	4,295	1,478	7,257	1,357
153	S	Yaz	25,02	22,6	7,52	27,301	1,373	10379,53	1825,23	7,14	19,885	5,687	3,802	13,294	0,688
154	S	Yaz	25,40	22,8	7,23	28,141	1,653	6974,40	1696,96	7,20	17,022	4,110	2,478	10,265	1,032
155	S	Yaz	24,67	22,6	7,71	27,555	1,485	5351,48	1708,21	2,09	18,555	3,133	1,942	11,503	0,390
156	S	Yaz	21,32	22,1	7,27	26,384	1,373	4698,90	1658,75	5,51	19,216	2,833	1,781	12,081	1,172
157	S	Yaz	20,26	22,9	6,8	29,254	1,737	5021,63	1453,14	3,04	16,839	3,456	1,717	8,365	0,605
158	S	Yaz	23,44	22,5	7,76	29,352	1,541	4701,38	1914,06	9,43	19,046	2,456	1,602	12,420	2,005
159	S	Yaz	21,18	22,8	7,78	33,335	1,793	6643,04	1690,75	3,92	18,589	3,929	1,993	9,428	0,590
160	S	Yaz	24,02	23	7,34	33,530	1,849	2918,52	1751,94	7,26	18,131	1,666	0,870	9,473	2,486
161	S	Yaz	21,65	22,4	6,93	32,007	1,597	5347,46	2967,34	4,50	20,040	1,802	1,671	18,579	0,841
162	S	Yaz	18,65	22,2	7,44	32,261	1,877	7286,55	1991,28	4,97	17,184	3,659	2,259	10,607	0,683
163	S	Yaz	22,25	25	7,67	30,445	1,821	2593,10	910,22	5,98	16,716	2,849	0,852	4,998	2,306
164	S	Yaz	23,82	25,9	7,54	28,649	1,513	6647,41	1153,67	5,33	18,934	5,762	2,320	7,625	0,802
165	S	Yaz	17,34	26,9	8,03	22,791	1,597	6636,70	2320,96	5,80	14,270	2,859	2,912	14,532	0,874
166	S	Yaz	18,94	26	7,71	32,183	1,653	11497,40	1019,61	5,32	19,467	11,276	3,573	6,168	0,462
167	S	Yaz	16,33	25,4	8,1	30,738	1,485	8415,15	1072,39	6,79	20,698	7,847	2,738	7,221	0,807
168	S	Yaz	15,28	25	7,88	34,623	1,653	7765,81	407,84	7,76	20,944	19,041	2,243	2,467	0,999
169	S	Yaz	21,71	24,5	8,12	34,018	1,821	9560,75	579,29	4,92	18,678	16,504	2,810	3,181	0,514
170	S	Yaz	21,06	25,2	7,98	32,671	1,653	8749,10	490,59	5,64	19,762	17,834	2,678	2,968	0,645
171	S	Yaz	22,37	24,7	7,46	35,463	1,905	9238,17	458,48	3,42	18,612	20,149	2,605	2,406	0,371
172	S	Yaz	22,55	24,3	7,33	31,577	1,821	10859,40	443,75	7,27	17,338	24,472	3,439	2,436	0,670
173	S	Yaz	23,50	24,2	6,97	34,506	1,625	9240,79	588,09	7,62	21,233	15,713	2,678	3,619	0,824
174	S	Yaz	22,81	24	7,9	31,890	1,905	11994,75	449,49	5,11	16,737	26,685	3,761	2,359	0,426
175	S	Yaz	19,28	23,3	8,1	26,130	1,373	9231,08	422,54	2,38	19,031	21,847	3,533	3,078	0,258
176	S	Yaz	22,41	23	7,86	23,338	1,569	10372,80	394,00	2,72	14,873	26,327	4,445	2,511	0,262
177	S	Yaz	22,88	23,1	8,1	30,074	1,513	10698,19	650,01	7,20	19,876	16,458	3,557	4,296	0,673
178	S	Yaz	13,10	22,7	8,09	32,300	1,765	9701,99	317,11	3,03	18,298	30,595	3,004	1,796	0,312
179	S	Yaz	17,53	22,3	7,04	33,979	1,877	11169,61	523,48	3,22	18,100	21,337	3,287	2,788	0,289
180	S	Yaz	13,47	21,5	7,76	30,933	1,569	11320,03	187,87	4,59	19,714	60,255	3,660	1,197	0,405

Ek Çizelge 3'ün Devamı

181	S	Sonbahar	47,09	10,5	6,45	31,363	1,497	4729,01	1492,30	5,52	20,945	3,169	1,508	9,966	1,167
182	S	Sonbahar	45,56	10,1	6,39	31,577	1,513	5868,28	1327,91	8,90	20,877	4,419	1,858	8,779	1,517
183	S	Sonbahar	42,95	10,5	7,03	28,199	1,450	11566,07	2192,24	5,37	19,444	5,276	4,102	15,116	0,464
184	S	Sonbahar	44,64	10,6	6,78	28,166	1,650	8474,47	1887,19	8,89	17,075	4,491	3,009	11,441	1,049
185	S	Sonbahar	40,37	10,7	7,44	26,051	1,472	8791,13	2083,74	4,44	17,699	4,219	3,375	14,157	0,505
186	S	Sonbahar	34,09	9,9	7,12	26,011	1,324	5364,01	1951,63	7,25	19,647	2,748	2,062	14,741	1,352
187	S	Sonbahar	34,72	10,9	6,54	30,855	1,692	6015,13	1783,68	5,88	18,238	3,372	1,949	10,543	0,977
188	S	Sonbahar	36,30	10,4	7,36	29,985	1,619	5366,94	2267,20	9,66	18,518	2,367	1,790	14,001	1,800
189	S	Sonbahar	34,88	10,3	7,35	35,245	1,685	7315,99	1925,46	4,85	20,922	3,800	2,076	11,430	0,662
190	S	Sonbahar	39,31	11,6	6,88	35,165	1,752	3255,12	2003,68	7,60	20,077	1,625	0,926	11,440	2,333
191	S	Sonbahar	30,89	11,1	6,8	32,931	1,576	5847,00	3236,48	6,12	20,898	1,807	1,776	20,538	1,047
192	S	Sonbahar	29,75	11,2	7,21	31,705	1,893	8280,91	2251,08	7,03	16,751	3,679	2,612	11,893	0,849
193	S	Sonbahar	34,82	12,5	7,2	31,824	1,677	3088,93	1182,30	7,21	18,974	2,613	0,971	7,049	2,335
194	S	Sonbahar	42,92	12,6	7,19	28,087	1,504	7167,67	1371,63	6,58	18,677	5,226	2,552	9,121	0,919
195	S	Sonbahar	25,20	12,7	7,56	22,868	1,372	7298,42	2721,91	7,56	16,662	2,681	3,192	19,833	1,036
196	S	Sonbahar	29,37	11,3	7,62	31,528	1,688	12339,01	1391,98	7,58	18,672	8,864	3,914	8,244	0,615
197	S	Sonbahar	26,51	11,6	7,65	31,033	1,424	8923,21	1312,51	7,79	21,798	6,799	2,875	9,219	0,873
198	S	Sonbahar	15,05	11,4	7,4	35,245	1,651	8574,25	613,61	8,17	21,345	13,973	2,433	3,716	0,953
199	S	Sonbahar	33,57	12,8	7,54	35,798	1,646	10076,53	783,03	5,58	21,743	12,869	2,815	4,756	0,554
200	S	Sonbahar	31,99	12,3	7,5	35,877	1,645	9747,66	564,41	6,10	21,805	17,271	2,717	3,430	0,626
201	S	Sonbahar	35,82	11,1	7,22	35,956	1,795	10244,77	573,55	4,88	20,032	17,862	2,849	3,195	0,476
202	S	Sonbahar	35,93	11,2	7,21	30,875	1,820	11545,99	471,62	8,38	16,963	24,482	3,740	2,591	0,726
203	S	Sonbahar	43,12	11	6,84	34,770	1,637	10589,10	655,66	8,31	21,234	16,150	3,045	4,004	0,785
204	S	Sonbahar	34,29	11,3	7,53	34,849	1,764	12516,62	552,05	5,86	19,754	22,673	3,592	3,129	0,468
205	S	Sonbahar	29,47	10,7	7,95	26,090	1,312	9741,56	501,19	4,77	19,883	19,437	3,734	3,820	0,490
206	S	Sonbahar	34,19	10,9	7,76	23,382	1,528	10890,83	505,82	3,82	15,300	21,531	4,658	3,310	0,351
207	S	Sonbahar	46,76	12	7,71	29,807	1,473	11087,80	850,27	7,89	20,232	13,040	3,720	5,771	0,712
208	S	Sonbahar	24,57	11,6	7,69	36,055	1,769	10054,05	383,26	4,62	20,386	26,233	2,789	2,167	0,459
209	S	Sonbahar	30,28	10,3	6,5	35,996	1,768	11692,23	590,47	4,71	20,356	19,801	3,248	3,339	0,403
210	S	Sonbahar	26,06	10,1	7,42	29,926	1,580	12004,42	268,09	5,33	18,940	44,777	4,011	1,697	0,444

Ek Çizelge 3'ün Devamı

211	S	Kış	52,90	2,3	7,21	31,648	1,09278	979,82	301,73	8,70	28,961	3,247	0,310	2,761	8,882
212	S	Kış	59,60	2,1	6,75	34,597	1,350564	1799,31	295,52	10,37	25,617	6,089	0,520	2,188	5,765
213	S	Kış	45,33	2,3	7,87	31,063	0,851808	2933,97	396,29	7,33	36,467	7,404	0,945	4,652	2,498
214	S	Kış	43,03	2,2	7,55	29,717	0,697698	2606,49	311,43	9,38	42,592	8,369	0,877	4,464	3,598
215	S	Kış	58,00	2,1	8,43	28,273	1,042344	2125,62	396,90	7,89	27,125	5,355	0,752	3,808	3,711
216	S	Kış	44,31	2,4	7,9	27,660	0,79857	1792,53	339,07	8,32	34,638	5,287	0,648	4,246	4,643
217	S	Kış	48,40	2,2	7,5	32,504	0,9807	1794,35	274,14	7,59	33,144	6,545	0,552	2,795	4,229
218	S	Kış	56,28	2,2	8,35	39,938	1,266504	1797,84	419,77	12,34	31,534	4,283	0,450	3,314	6,864
219	S	Kış	54,10	2,6	8,25	41,026	1,69521	2123,57	365,68	6,93	24,201	5,807	0,518	2,157	3,264
220	S	Kış	57,37	2,7	7,7	41,303	1,277712	980,90	393,32	10,97	32,326	2,494	0,237	3,078	11,181
221	S	Kış	59,91	2,5	7,5	38,416	1,216068	1963,03	491,06	10,78	31,590	3,998	0,511	4,038	5,491
222	S	Kış	41,04	2,9	8,05	36,558	0,9807	2930,86	427,90	8,77	37,277	6,849	0,802	4,363	2,994
223	S	Kış	58,66	2,7	8,25	36,340	1,56912	981,21	227,31	12,23	23,160	4,317	0,270	1,449	12,461
224	S	Kış	32,75	2,5	8,21	33,157	1,308534	2924,85	202,31	6,46	25,339	14,457	0,882	1,546	2,210
225	S	Kış	32,06	2,6	8,55	28,115	0,899442	2924,35	399,11	8,73	31,259	7,327	1,040	4,437	2,986
226	S	Kış	49,25	2,8	8,53	36,736	1,089978	3589,44	231,55	10,42	33,703	15,502	0,977	2,124	2,904
227	S	Kış	40,23	2,4	8,61	36,281	1,02273	2441,89	215,59	9,66	35,474	11,326	0,673	2,108	3,957
228	S	Kış	30,48	2,5	8,19	40,057	1,129206	2273,60	151,26	10,12	35,474	15,031	0,568	1,340	4,449
229	S	Kış	40,82	2,4	8,52	40,670	1,308534	2605,07	155,94	7,04	31,081	16,705	0,641	1,192	2,701
230	S	Kış	35,57	2,2	8,46	40,729	1,24689	2439,08	106,15	7,24	32,665	22,977	0,599	0,851	2,967
231	S	Kış	54,02	2,3	8,07	40,808	1,17684	2613,58	118,27	6,64	34,676	22,099	0,640	1,005	2,539
232	S	Kış	33,86	2,3	8,57	35,628	1,039542	3575,80	85,22	9,01	34,273	41,959	1,004	0,820	2,519
233	S	Kış	34,67	2	8,26	39,681	1,028334	2601,10	137,70	9,42	38,588	18,890	0,655	1,339	3,622
234	S	Kış	44,57	2	8,35	39,899	0,963888	3422,33	102,18	6,43	41,394	33,495	0,858	1,060	1,878
235	S	Kış	35,51	2	8,27	30,943	0,913452	2764,25	90,00	5,91	33,874	30,713	0,893	0,985	2,138
236	S	Kış	53,87	2,7	8,26	28,095	0,888234	3103,51	93,07	5,28	31,631	33,347	1,105	1,048	1,701
237	S	Kış	37,52	2,5	8,3	34,719	0,9807	3090,99	188,28	8,80	35,402	16,417	0,890	1,920	2,848
238	S	Kış	37,98	2,8	8,2	40,571	0,930264	2603,24	71,88	5,68	43,613	36,214	0,642	0,773	2,182
239	S	Kış	45,71	2,4	8,07	40,611	1,011522	3260,27	114,47	6,34	40,148	28,480	0,803	1,132	1,946
240	S	Kış	32,08	2,3	8,29	34,007	0,949878	3574,22	70,35	7,62	35,802	50,804	1,051	0,741	2,131

Ek Çizelge 3'ün Devamı

241	Kn	İlkbahar	64,65	9,5	6,92	36,146	1,653	7656,47	1099,43	14,74	21,865	6,964	2,118	6,650	1,926
242	Kn	İlkbahar	44,79	10,1	7,66	21,522	1,009	9775,39	1378,71	8,25	21,336	7,090	4,542	13,668	0,844
243	Kn	İlkbahar	54,81	9,5	7,4	30,230	1,317	8790,84	1498,30	11,88	22,955	5,867	2,908	11,377	1,352
244	Kn	İlkbahar	25,98	10,6	6,87	31,363	1,541	7154,37	1144,08	6,86	20,351	6,253	2,281	7,424	0,959
245	Kn	İlkbahar	27,85	10,7	6,78	29,898	1,429	8302,92	988,53	6,08	20,922	8,399	2,777	6,918	0,732
246	Kn	İlkbahar	23,58	10,9	6,73	30,406	1,457	7722,12	446,68	7,06	20,868	17,288	2,540	3,066	0,914
247	Kn	İlkbahar	26,90	8,9	7,77	22,849	1,065	10161,51	1247,23	7,04	21,460	8,147	4,447	11,714	0,693
248	Kn	İlkbahar	50,39	9,4	7,48	30,523	1,317	8349,38	1624,59	13,38	23,177	5,139	2,735	12,336	1,603
249	Kn	İlkbahar	60,55	9,3	7,58	31,753	1,345	12988,44	805,14	14,14	23,609	16,132	4,090	5,986	1,089
250	Kn	İlkbahar	42,00	9,6	7,52	27,008	1,177	14078,36	1048,19	11,38	22,950	13,431	5,213	8,907	0,808
251	Kn	İlkbahar	56,64	10,1	7,86	33,120	1,506	11678,34	589,38	11,02	21,991	19,814	3,526	3,913	0,944
252	Kn	İlkbahar	40,10	9,7	7,7	22,342	1,149	11056,36	1383,28	9,99	19,452	7,993	4,949	12,044	0,904
253	Kn	İlkbahar	50,68	9,8	7,33	27,575	1,332	6478,43	1621,41	12,48	20,696	3,996	2,349	12,170	1,926
254	Kn	İlkbahar	57,06	9,6	7,59	27,946	1,380	7065,40	1055,50	15,43	20,255	6,694	2,528	7,650	2,184
255	Kn	İlkbahar	44,52	9,7	7,66	23,591	1,152	8193,54	1747,13	9,77	20,480	4,690	3,473	15,167	1,193
256	Kn	İlkbahar	58,26	10,3	7,13	33,647	1,510	12548,42	1421,41	13,62	22,279	8,828	3,729	9,412	1,085
257	Kn	İlkbahar	52,67	9,6	7,29	21,541	1,006	14259,56	1264,74	14,75	21,415	11,275	6,620	12,573	1,034
258	Kn	İlkbahar	38,77	9,4	7,15	33,530	1,385	9043,13	1080,55	7,76	24,204	8,369	2,697	7,800	0,858
259	Kn	İlkbahar	37,31	9,8	7,4	33,432	1,413	10905,25	1012,54	8,63	23,655	10,770	3,262	7,164	0,791
260	Kn	İlkbahar	46,31	9,3	7,39	31,831	1,365	10641,92	1558,94	10,15	23,317	6,826	3,343	11,420	0,953
261	Kn	İlkbahar	32,50	9,9	7,36	29,644	1,165	6938,40	382,81	8,01	25,444	18,125	2,341	3,286	1,155
262	Kn	İlkbahar	62,00	9,2	7,11	30,269	1,359	2382,66	1014,34	5,75	22,278	2,349	0,787	7,466	2,415
263	Kn	İlkbahar	55,00	10	7,3	21,502	1,245	4757,12	1240,20	6,26	17,264	3,836	2,212	9,958	1,315
264	Kn	İlkbahar	49,96	9,5	7,73	27,087	1,131	5859,83	691,02	10,08	23,952	8,480	2,163	6,110	1,719
265	Kn	İlkbahar	48,65	9,5	7,64	22,654	1,092	6649,54	994,38	9,79	20,736	6,687	2,935	9,102	1,473
266	Kn	İlkbahar	44,81	8,8	7,58	20,292	1,031	5852,38	544,78	10,65	19,679	10,743	2,884	5,283	1,820
267	Kn	İlkbahar	44,07	8,5	7,84	20,135	1,145	7590,87	633,94	7,70	17,578	11,974	3,770	5,534	1,015
268	Kn	İlkbahar	39,95	9,5	7,92	21,619	0,906	4739,47	633,16	7,02	23,865	7,485	2,192	6,989	1,482
269	Kn	İlkbahar	44,84	10,3	7,6	33,667	1,277	2372,60	655,30	7,81	26,355	3,621	0,705	5,130	3,292
270	Kn	İlkbahar	56,98	10,1	7,72	31,382	1,530	1269,19	766,54	11,29	20,505	1,656	0,404	5,009	8,898

Ek Çizelge 3'ün Devamı

271	Kn	Yaz	23,88	20,8	7,12	36,185	1,676	13132,08	1718,466	11,35	21,596	7,642	3,629	10,256	0,865
272	Kn	Yaz	16,10	21,3	7,7	24,861	1,065	6608,80	834,5636	5,71	23,349	7,919	2,658	7,838	0,864
273	Kn	Yaz	22,82	21,5	7,52	31,206	1,432	1436,12	1405,692	8,48	21,795	1,022	0,460	9,818	5,908
274	Kn	Yaz	20,97	21,6	7,13	32,046	1,569	8332,53	1458,57	6,81	20,423	5,713	2,600	9,295	0,817
275	Kn	Yaz	25,50	21,8	7,1	31,460	1,541	1758,29	585,233	6,06	20,414	3,004	0,559	3,798	3,449
276	Kn	Yaz	25,67	21,3	7	32,241	1,569	13386,99	1334,948	6,85	20,547	10,028	4,152	8,508	0,512
277	Kn	Yaz	11,15	22	8,1	23,396	1,149	10594,72	334,3239	5,19	20,365	31,690	4,528	2,910	0,490
278	Kn	Yaz	18,70	22	7,72	31,304	1,261	8220,40	237,0241	10,45	24,827	34,682	2,626	1,880	1,272
279	Kn	Yaz	23,29	21,4	7,78	33,335	1,373	7228,85	660,4789	12,89	24,279	10,945	2,169	4,811	1,783
280	Kn	Yaz	16,67	24	7,34	27,672	1,205	7396,29	857,8842	9,68	22,967	8,622	2,673	7,120	1,309
281	Kn	Yaz	21,52	24,2	7,96	33,960	1,513	10048,01	1165,701	10,01	22,444	8,620	2,959	7,704	0,996
282	Kn	Yaz	16,15	22,6	7,9	22,498	0,981	4112,76	481,31	8,51	22,941	8,545	1,828	4,908	2,069
283	Kn	Yaz	20,80	22,3	7,47	28,492	1,261	1938,95	913,0598	11,61	22,597	2,124	0,681	7,241	5,986
284	Kn	Yaz	23,44	23,2	7,86	28,649	1,289	2011,12	1195,919	11,34	22,227	1,682	0,702	9,278	5,639
285	Kn	Yaz	18,46	23,5	7,98	28,649	1,177	1722,59	874,3185	7,42	24,344	1,970	0,601	7,429	4,307
286	Kn	Yaz	22,12	23,8	7,11	32,183	1,457	3905,04	1653,709	11,18	22,088	2,361	1,213	11,350	2,863
287	Kn	Yaz	17,88	23,8	7,36	26,833	1,037	1257,75	388,3526	10,92	25,882	3,239	0,469	3,746	8,684
288	Kn	Yaz	15,83	24,3	7,25	34,623	1,429	9820,71	1316,461	6,75	24,229	7,460	2,836	9,212	0,688
289	Kn	Yaz	14,65	24,6	7,6	34,018	1,401	8997,87	376,8789	6,90	24,281	23,875	2,645	2,690	0,767
290	Kn	Yaz	18,96	24,8	7,49	32,671	1,373	3080,36	664,9994	8,32	23,796	4,632	0,943	4,843	2,702
291	Kn	Yaz	11,38	24	7,75	29,605	1,205	3285,42	1055,649	7,65	24,572	3,112	1,110	8,762	2,330
292	Kn	Yaz	23,40	23,1	7,33	31,577	1,401	1441,11	1757,159	6,51	22,539	0,820	0,456	12,542	4,520
293	Kn	Yaz	22,91	22,4	7,67	30,601	1,317	4074,68	1557,985	6,30	23,237	2,615	1,332	11,830	1,547
294	Kn	Yaz	20,63	21,8	7,9	29,937	1,177	8816,23	522,1715	8,00	25,439	16,884	2,945	4,437	0,908
295	Kn	Yaz	19,94	21,9	7,32	30,035	1,373	6756,40	460,462	7,52	21,876	14,673	2,250	3,354	1,114
296	Kn	Yaz	18,13	21,5	6,86	29,195	1,093	6189,28	481,8688	8,80	26,717	12,844	2,120	4,410	1,421
297	Kn	Yaz	18,17	21,6	7,77	25,193	1,205	7396,67	495,2045	6,29	20,909	14,937	2,936	4,110	0,850
298	Kn	Yaz	16,45	21,3	7,9	28,395	0,981	4339,32	689,4849	6,94	28,954	6,294	1,528	7,031	1,600
299	Kn	Yaz	18,66	21,7	7,54	35,932	1,233	1761,67	636,4322	5,80	29,144	2,768	0,490	5,162	3,290
300	Kn	Yaz	22,34	21,1	7,96	32,886	1,625	4866,15	577,3247	9,85	20,235	8,429	1,480	3,552	2,024

Ek Çizelge 3'ün Devamı

301	Kn	Sonbahar	65,20	10,1	6,71	34,994	1,749	8183,92	1383,444	14,91	20,005	5,916	2,339	7,909	1,822
302	Kn	Sonbahar	44,93	10,4	7,43	23,962	1,086	10303,52	1460,712	7,75	22,064	7,054	4,300	13,450	0,752
303	Kn	Sonbahar	55,15	10,7	7,15	30,191	1,437	9163,31	1615,748	12,40	21,004	5,671	3,035	11,241	1,353
304	Kn	Sonbahar	34,28	11	6,54	30,328	1,610	8121,67	1300,754	8,03	18,840	6,244	2,678	8,080	0,989
305	Kn	Sonbahar	37,76	11,3	6,46	29,566	1,502	8958,13	1086,58	7,37	19,683	8,244	3,030	7,233	0,823
306	Kn	Sonbahar	37,11	12	6,48	29,273	1,478	9288,43	448,1799	8,89	19,802	20,725	3,173	3,032	0,957
307	Kn	Sonbahar	35,38	12,1	7,52	22,147	1,117	10776,58	1257,464	6,17	19,824	8,570	4,866	11,256	0,572
308	Kn	Sonbahar	50,71	12,6	7,17	29,879	1,374	9319,71	1683,471	13,87	21,744	5,536	3,119	12,251	1,488
309	Kn	Sonbahar	60,70	12,3	7,21	30,191	1,394	13179,87	867,4408	14,48	21,658	15,194	4,365	6,223	1,098
310	Kn	Sonbahar	44,22	13	7,35	25,700	1,248	15120,28	1114,528	12,06	20,588	13,567	5,883	8,928	0,798
311	Kn	Sonbahar	57,16	13,1	7,44	31,304	1,534	12835,00	621,0383	11,63	20,413	20,667	4,100	4,050	0,906
312	Kn	Sonbahar	41,39	13,6	7,32	21,405	1,190	11622,85	1424,236	10,37	17,983	8,161	5,430	11,965	0,892
313	Kn	Sonbahar	52,60	13,7	7	27,028	1,389	6993,04	1690,016	13,26	19,459	4,138	2,587	12,168	1,896
314	Kn	Sonbahar	57,82	14,2	7,07	26,950	1,404	8002,34	1102,492	15,83	19,190	7,258	2,969	7,850	1,978
315	Kn	Sonbahar	45,32	14,6	7,24	27,106	1,305	8808,70	1792,082	10,08	20,764	4,915	3,250	13,728	1,144
316	Kn	Sonbahar	59,00	14,4	6,75	29,781	1,548	13007,61	1463,79	14,05	19,244	8,886	4,368	9,459	1,080
317	Kn	Sonbahar	53,25	14,8	6,82	26,306	1,111	15320,55	1281,441	15,39	23,677	11,956	5,824	11,534	1,005
318	Kn	Sonbahar	46,07	14,5	6,87	32,046	1,448	10306,44	1111,691	5,72	22,134	9,271	3,216	7,679	0,555
319	Kn	Sonbahar	39,83	15	7,04	32,280	1,466	12116,27	1096,149	9,66	22,015	11,053	3,753	7,476	0,797
320	Kn	Sonbahar	49,31	15	7,01	31,285	1,419	11811,98	1575,419	11,24	22,048	7,498	3,776	11,103	0,951
321	Kn	Sonbahar	41,60	15,3	7,03	27,868	1,254	7804,30	515,6813	9,66	22,225	15,134	2,800	4,113	1,238
322	Kn	Sonbahar	62,23	14	6,89	29,449	1,370	3004,14	1036,357	6,17	21,502	2,899	1,020	7,567	2,053
323	Kn	Sonbahar	56,12	13,8	6,94	29,937	1,360	5332,66	1281,357	6,68	22,011	4,162	1,781	9,421	1,253
324	Kn	Sonbahar	51,75	13,5	7,51	29,137	1,280	6991,57	770,47	11,84	22,764	9,074	2,400	6,020	1,693
325	Kn	Sonbahar	49,53	13	7,33	28,941	1,284	7486,88	1009,771	10,55	22,537	7,414	2,587	7,863	1,410
326	Kn	Sonbahar	45,67	12,8	7,16	28,336	1,259	6482,43	572,274	11,09	22,498	11,327	2,288	4,544	1,711
327	Kn	Sonbahar	45,07	12,5	7,55	24,041	1,170	6315,29	695,9657	8,11	20,555	9,074	2,627	5,951	1,284
328	Kn	Sonbahar	44,09	12,5	7,57	26,891	1,140	6147,61	650,5146	6,57	23,586	9,450	2,286	5,706	1,069
329	Kn	Sonbahar	51,09	12,2	7,23	32,593	1,367	2496,58	690,1775	9,24	23,851	3,617	0,766	5,051	3,701
330	Kn	Sonbahar	57,77	12	7,34	31,285	1,564	2333,99	789,5741	11,57	20,006	2,956	0,746	5,049	4,959

Ek Çizelge 3'ün Devamı

331	Kn	Kış	82,7	4,6	6,1	36,225	1,164	2851,55	275,30	15,23	31,122	10,358	0,787	2,365	5,341
332	Kn	Kış	76,3	4,7	6,78	28,375	0,896	4186,92	175,04	7,86	31,686	23,920	1,476	1,955	1,878
333	Kn	Kış	72,6	5,4	6,52	32,534	1,170	3179,17	211,33	13,83	27,811	15,044	0,977	1,806	4,352
334	Kn	Kış	72,4	5	5,94	32,905	1,175	2509,70	216,49	9,20	28,014	11,593	0,763	1,843	3,664
335	Kn	Kış	68,8	4,8	5,85	31,909	1,100	3009,02	205,29	8,82	29,022	14,658	0,943	1,867	2,932
336	Kn	Kış	76,6	6,1	5,77	31,187	1,048	3182,27	210,21	9,41	29,768	15,139	1,020	2,006	2,956
337	Kn	Kış	80,3	1,6	6,72	27,301	0,867	5532,12	142,45	5,79	31,502	38,834	2,026	1,644	1,047
338	Kn	Kış	78,8	5,2	6,57	32,222	1,075	3183,97	256,63	14,82	29,962	12,407	0,988	2,386	4,656
339	Kn	Kış	87,0	2,4	6,6	31,363	1,063	5876,94	218,26	16,56	29,502	26,926	1,874	2,053	2,818
340	Kn	Kış	84,8	2,5	6,65	29,547	1,058	6209,42	198,33	13,40	27,926	31,309	2,102	1,874	2,158
341	Kn	Kış	81,0	2,3	6,71	32,515	1,072	5533,11	254,11	12,65	30,337	21,774	1,702	2,371	2,285
342	Kn	Kış	74,6	4,1	6,7	29,469	1,029	5189,58	200,42	12,07	28,641	25,894	1,761	1,948	2,327
343	Kn	Kış	74,2	4,3	6,4	30,211	1,099	1841,27	221,79	13,80	27,498	8,302	0,609	2,019	7,497
344	Kn	Kış	73,3	4,6	6,38	29,996	1,059	2510,24	216,75	17,04	28,313	11,581	0,837	2,046	6,787
345	Kn	Kış	73,4	4,2	6,56	30,504	0,884	2677,68	245,27	12,15	34,494	10,917	0,878	2,774	4,538
346	Kn	Kış	81,9	-0,4	6,15	31,343	1,057	5869,65	254,17	15,62	29,647	23,094	1,873	2,404	2,661
347	Kn	Kış	75,5	4,1	6,2	30,445	0,914	6530,24	243,19	16,41	33,309	26,852	2,145	2,661	2,513
348	Kn	Kış	74,8	4,2	6,25	32,827	1,092	5524,60	265,59	11,00	30,063	20,801	1,683	2,432	1,992
349	Kn	Kış	77,3	2,6	6,44	33,432	1,087	5863,10	275,04	10,11	30,767	21,317	1,754	2,531	1,724
350	Kn	Kış	81,4	1,7	6,4	32,729	1,055	5533,62	266,05	13,12	31,025	20,799	1,691	2,522	2,370
351	Kn	Kış	82,2	3,5	6,45	29,781	1,048	1844,91	211,82	10,39	28,411	8,710	0,619	2,021	5,634
352	Kn	Kış	82,2	2,5	6,29	31,128	1,053	1341,73	265,42	7,86	29,554	5,055	0,431	2,520	5,856
353	Kn	Kış	82,7	1,6	6,32	31,382	1,085	1509,64	281,02	7,94	28,910	5,372	0,481	2,589	5,262
354	Kn	Kış	88,4	0	6,81	30,816	1,092	2687,58	243,97	11,21	28,229	11,016	0,872	2,235	4,172
355	Kn	Kış	89,2	1,2	6,68	30,582	1,056	2856,09	234,58	11,05	28,973	12,175	0,934	2,222	3,870
356	Kn	Kış	79,4	-0,1	6,56	30,054	1,045	2011,25	211,20	12,30	28,764	9,523	0,669	2,021	6,113
357	Kn	Kış	73,0	1	6,95	29,195	0,952	2008,09	193,29	9,33	30,663	10,389	0,688	2,030	4,644
358	Kn	Kış	75,6	0,5	6,97	29,762	0,959	1674,45	206,08	9,11	31,030	8,125	0,563	2,149	5,443
359	Kn	Kış	76,8	-0,4	6,63	33,452	0,995	1004,96	283,81	10,99	33,620	3,541	0,300	2,852	10,938
360	Kn	Kış	81,1	0	6,7	32,768	1,007	838,36	264,70	12,54	32,530	3,167	0,256	2,628	14,954

Çk: Karaçam, S: Sedir, Kn: Kayın, C_{org}: organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, pH: reaksiyon, C_{mic}: mikrobiyal biyokütle karbon, N_{mic}: mikrobiyal biyokütle azot

Ek Çizelge 4. Araştırma alanları mevsimlere göre elde edilen toprak örneklerinin bazı özellikleri.

Örnek No	Ağaç Türü	Mevsimler	Nem (%)	Sıcaklık (°C)	pH	EC ($\mu\text{S m}^{-1}$)	C _{org} (%)	N _{org} (%)	C _{mic}	N _{mic}	BS	C _{org} /N _{org}	C _{mic} /N _{mic}	C _{mic} /C _{org}	N _{mic} /N _{toplam}	BS/C _{mic}
1	Çk	İlkbahar	20,8	10,5	4,34	2100	4,41	0,406	59,82	23,99	0,164	10,862	2,493	0,136	0,591	2,748
2	Çk	İlkbahar	27,4	10,7	7,17	620	4,49	0,350	364,57	46,75	1,047	12,829	7,798	0,812	1,336	2,871
3	Çk	İlkbahar	21,9	10,3	6,68	671	3,93	0,224	479,83	8,54	1,488	17,545	56,197	1,221	0,381	3,101
4	Çk	İlkbahar	20,5	10,3	7,46	436	4,09	0,252	119,56	10,44	0,468	16,230	11,456	0,292	0,414	3,913
5	Çk	İlkbahar	19,3	10,7	6,68	484	4,25	0,280	461,97	17,51	0,665	15,179	26,381	1,087	0,625	1,439
6	Çk	İlkbahar	23,2	9,7	6,35	523	3,93	0,189	932,54	14,11	0,902	20,794	66,103	2,373	0,746	0,967
7	Çk	İlkbahar	20,2	11,4	5,68	534	3,37	0,154	657,11	9,13	0,280	21,883	71,953	1,950	0,593	0,426
8	Çk	İlkbahar	23,8	10,3	5,2	478	4,57	0,238	195,81	15,71	0,821	19,202	12,466	0,428	0,660	4,194
9	Çk	İlkbahar	16,6	10,8	5,45	438	4,17	0,224	355,35	9,91	1,259	18,616	35,840	0,852	0,443	3,544
10	Çk	İlkbahar	16,6	11,4	5,84	560	5,53	0,294	103,64	28,06	0,369	18,810	3,693	0,187	0,955	3,557
11	Çk	İlkbahar	16,6	10	6,06	310	2,57	0,143	192,48	9,71	0,509	17,972	19,827	0,749	0,679	2,645
12	Çk	İlkbahar	18,1	10	5,27	373	2,16	0,120	490,37	8,74	1,746	18,000	56,106	2,270	0,728	3,562
13	Çk	İlkbahar	19,1	12,4	6,55	528	2,65	0,210	461,75	41,26	0,583	12,619	11,192	1,742	1,965	1,262
14	Çk	İlkbahar	20,6	12,8	6,03	436	3,93	0,297	164,43	17,49	0,760	13,232	9,404	0,418	0,589	4,622
15	Çk	İlkbahar	21	13,3	5,77	571	3,29	0,153	179,55	45,31	0,820	21,503	3,963	0,546	2,961	4,569
16	Çk	İlkbahar	26,4	11,5	5,58	594	6,01	0,385	90,93	99,76	0,215	15,610	0,911	0,151	2,591	2,360
17	Çk	İlkbahar	23,7	11,6	6,09	906	6,25	0,406	225,88	117,98	0,845	15,394	1,915	0,361	2,906	3,741
18	Çk	İlkbahar	20,9	10,5	6,41	554	4,01	0,202	179,51	53,70	0,548	19,851	3,343	0,448	2,658	3,051
19	Çk	İlkbahar	26,1	12,1	5,5	571	5,85	0,350	136,30	111,06	0,517	16,714	1,227	0,233	3,173	3,793
20	Çk	İlkbahar	20,6	11,2	5,58	610	4,17	0,196	403,61	15,82	0,816	21,276	25,513	0,968	0,807	2,022
21	Çk	İlkbahar	27,4	11,2	5,95	715	5,45	0,308	150,25	98,15	0,418	17,695	1,531	0,276	3,187	2,781
22	Çk	İlkbahar	16,7	11,7	6,28	372	1,60	0,154	374,79	15,80	0,134	10,390	23,718	2,342	1,026	0,358
23	Çk	İlkbahar	25	11,6	6,72	610	5,21	0,270	332,31	50,26	1,309	19,296	6,612	0,638	1,862	3,940
24	Çk	İlkbahar	23,9	11,6	6,05	428	4,33	0,202	729,37	81,79	0,705	21,436	8,918	1,684	4,049	0,966
25	Çk	İlkbahar	21,6	10,4	6,58	512	4,57	0,184	263,79	55,83	0,320	24,837	4,725	0,577	3,034	1,211
26	Çk	İlkbahar	24,2	10,7	5,93	474	5,53	0,297	331,77	48,54	0,088	18,620	6,835	0,600	1,634	0,267
27	Çk	İlkbahar	21,9	11,4	6,63	693	3,45	0,174	280,47	155,02	1,002	19,828	1,809	0,813	8,909	3,571
28	Çk	İlkbahar	25,8	10,7	7,2	533	5,45	0,315	249,76	181,31	0,861	17,302	1,378	0,458	5,756	3,449
29	Çk	İlkbahar	19	9,7	6,61	450	4,41	0,200	196,62	39,44	0,138	22,050	4,986	0,446	1,972	0,702
30	Çk	İlkbahar	22,5	10,4	6,23	378	4,33	0,178	99,13	33,79	0,317	24,326	2,934	0,229	1,898	3,200

Ek Çizelge 4'ün Devamı

31	Çk	Yaz	15,6	21,2	8,93	218	4,731	0,238	554,215	124,19	1,360	19,840	4,462	1,171	5,208	2,454
32	Çk	Yaz	17,4	21,5	8,3	68	4,811	0,188	259,754	124,34	1,025	25,589	2,089	0,540	6,614	3,947
33	Çk	Yaz	15,6	21	8,18	63	4,170	0,181	221,686	69,76	0,674	23,000	3,177	0,532	3,848	3,040
34	Çk	Yaz	18,1	20,9	7,86	100	5,533	0,352	836,323	110,83	1,652	15,734	7,545	1,512	3,152	1,976
35	Çk	Yaz	16,5	21,8	7,95	76	4,571	0,247	666,498	119,68	1,218	18,536	5,569	1,458	4,854	1,828
36	Çk	Yaz	14,1	19,8	7,88	79	4,009	0,236	828,322	117,93	1,423	16,954	7,023	2,066	4,987	1,718
37	Çk	Yaz	16,3	22,9	7,81	46	3,448	0,139	240,564	118,04	0,311	24,860	2,038	0,698	8,511	1,291
38	Çk	Yaz	13,6	20,8	7,75	158	4,170	0,126	643,473	133,27	1,885	33,217	4,828	1,543	10,617	2,929
39	Çk	Yaz	15,8	22,6	7,88	111	4,330	0,273	203,310	101,33	0,493	15,866	2,006	0,470	3,713	2,425
40	Çk	Yaz	15,9	23	7,87	138	5,292	0,190	277,308	129,01	1,061	27,816	2,149	0,524	6,781	3,825
41	Çk	Yaz	18,1	21	7,75	51	2,967	0,136	241,605	93,25	0,927	21,788	2,591	0,814	6,848	3,838
42	Çk	Yaz	15,2	21	7,66	77	2,566	0,132	645,962	134,43	1,153	19,403	4,805	2,517	10,165	1,785
43	Çk	Yaz	18,8	25	7,62	120	2,807	0,216	484,018	103,73	1,677	12,975	4,666	1,725	4,796	3,465
44	Çk	Yaz	16,1	26	7,83	93	4,009	0,290	702,850	125,51	1,820	13,812	5,600	1,753	4,324	2,589
45	Çk	Yaz	21,4	28	7,73	57	3,528	0,306	786,729	140,14	1,266	11,542	5,614	2,230	4,585	1,609
46	Çk	Yaz	18,1	24	7,77	69	5,372	0,307	520,379	111,83	1,583	17,494	4,653	0,969	3,642	3,042
47	Çk	Yaz	15,7	24	7,67	88	5,533	0,217	905,436	121,24	1,181	25,511	7,468	1,637	5,590	1,304
48	Çk	Yaz	18,5	23	7,65	119	4,250	0,181	762,712	162,36	1,510	23,515	4,698	1,795	8,984	1,980
49	Çk	Yaz	14,3	25	7,79	175	5,934	0,218	478,817	118,75	1,380	27,219	4,032	0,807	5,448	2,883
50	Çk	Yaz	12,4	24	7,81	66	4,330	0,245	513,285	118,60	1,595	17,641	4,328	1,185	4,832	3,107
51	Çk	Yaz	21,2	24	7,85	121	5,372	0,228	879,970	145,06	1,845	23,525	6,066	1,638	6,353	2,096
52	Çk	Yaz	13,9	25	7,88	117	3,929	0,199	515,152	142,68	1,136	19,722	3,610	1,311	7,162	2,204
53	Çk	Yaz	18	25	7,56	49	5,052	0,183	873,284	120,58	1,097	27,567	7,242	1,729	6,581	1,256
54	Çk	Yaz	14	25	7,66	57	4,490	0,250	607,290	126,51	1,518	17,966	4,800	1,352	5,062	2,499
55	Çk	Yaz	20,3	23	7,68	101	4,410	0,342	354,972	164,80	1,517	12,901	2,154	0,805	4,821	4,274
56	Çk	Yaz	19,9	23	7,72	61	5,693	0,226	727,934	125,57	1,924	25,146	5,797	1,279	5,546	2,643
57	Çk	Yaz	22	23	7,75	99	3,528	0,270	506,475	164,39	1,382	13,076	3,081	1,435	6,092	2,729
58	Çk	Yaz	28,3	22,5	7,79	105	5,372	0,263	1028,07	145,65	2,953	20,419	7,058	1,914	5,536	2,872
59	Çk	Yaz	21,9	21,5	7,8	109	4,731	0,288	750,155	125,24	1,375	16,424	5,989	1,586	4,348	1,833
60	Çk	Yaz	19,1	21,5	7,91	119	4,490	0,115	689,288	103,50	1,279	38,992	6,660	1,535	8,988	1,855

Ek Çizelge 4'ün Devamı

61	Çk	Sonbahar	33,3	12,3	4,98	2340	4,789	0,258	665,058	127,61	0,675	18,556	5,211	1,389	4,945	1,015
62	Çk	Sonbahar	36,2	12,5	6,62	640	4,531	0,208	371,077	127,34	0,332	21,763	2,914	0,819	6,117	0,895
63	Çk	Sonbahar	31,4	12,7	5,91	688	4,316	0,205	314,055	72,434	0,385	21,043	4,336	0,728	3,532	1,226
64	Çk	Sonbahar	31,5	12,5	6,69	448	5,609	0,364	854,908	112,11	1,917	15,421	7,625	1,524	3,083	2,242
65	Çk	Sonbahar	40	13	6,6	490	4,597	0,279	703,526	130,06	1,674	16,456	5,409	1,530	4,656	2,379
66	Çk	Sonbahar	38,5	13,5	5,98	539	4,117	0,258	883,544	121,69	1,919	15,953	7,260	2,146	4,716	2,172
67	Çk	Sonbahar	38,2	13,4	5,5	545	3,617	0,165	296,079	120,39	0,306	21,954	2,459	0,819	7,307	1,034
68	Çk	Sonbahar	36	13,8	5,4	480	4,242	0,145	661,858	140,68	1,341	29,169	4,704	1,560	9,674	2,027
69	Çk	Sonbahar	36	13,3	5,43	446	4,355	0,290	295,724	114,61	0,829	15,032	2,580	0,679	3,956	2,804
70	Çk	Sonbahar	35,5	13,1	5,69	578	5,456	0,212	406,718	127,39	1,186	25,724	3,193	0,745	6,006	2,916
71	Çk	Sonbahar	35,9	12,7	5,86	334	3,051	0,166	297,359	99,23	0,489	18,423	2,996	0,975	5,993	1,645
72	Çk	Sonbahar	36,3	12,5	5,11	369	2,531	0,127	664,418	136,99	1,556	19,856	4,850	2,625	10,745	2,342
73	Çk	Sonbahar	35,4	12,9	6,25	569	2,887	0,247	502,634	106,81	1,914	11,707	4,706	1,741	4,332	3,808
74	Çk	Sonbahar	34,2	13	5,91	453	4,090	0,328	739,842	133,94	1,982	12,485	5,524	1,809	4,089	2,679
75	Çk	Sonbahar	33,4	13,2	5,65	575	3,476	0,349	824,193	146,20	1,230	9,950	5,637	2,371	4,184	1,492
76	Çk	Sonbahar	36,1	15	5,79	600	5,480	0,368	594,719	119,19	1,659	14,906	4,990	1,085	3,242	2,789
77	Çk	Sonbahar	37,1	15	5,4	911	5,593	0,249	960,871	121,72	1,323	22,453	7,894	1,718	4,886	1,377
78	Çk	Sonbahar	37,7	15,5	6,33	566	4,277	0,214	799,918	166,66	1,688	19,953	4,800	1,870	7,775	2,110
79	Çk	Sonbahar	34,7	15,8	5,42	579	5,968	0,245	699,810	118,35	1,684	24,314	5,913	1,173	4,822	2,407
80	Çk	Sonbahar	35,5	15,4	5,55	625	4,437	0,279	531,616	119,35	1,915	15,931	4,454	1,198	4,285	3,603
81	Çk	Sonbahar	36	16	5,78	723	5,367	0,259	898,693	151,78	2,047	20,750	5,921	1,675	5,869	2,278
82	Çk	Sonbahar	37,4	16,9	6,03	377	3,840	0,261	570,346	148,83	1,670	14,735	3,832	1,485	5,711	2,928
83	Çk	Sonbahar	32,8	16,9	6,47	676	4,999	0,220	929,026	124,50	1,222	22,758	7,462	1,858	5,667	1,315
84	Çk	Sonbahar	36,9	17,3	5,99	455	6,390	0,279	791,317	130,12	1,763	22,896	6,081	1,238	4,663	2,228
85	Çk	Sonbahar	33,6	17,1	6,41	547	4,570	0,368	373,655	165,39	1,741	12,431	2,259	0,818	4,499	4,659
86	Çk	Sonbahar	38,5	16,8	5,95	480	5,679	0,287	951,914	132,20	1,855	19,812	7,200	1,676	4,612	1,949
87	Çk	Sonbahar	36,8	16	6,58	712	3,617	0,332	581,508	176,06	1,680	10,893	3,303	1,608	5,303	2,889
88	Çk	Sonbahar	34,2	15,9	6,89	552	5,144	0,318	1066,14	174,23	1,770	16,175	6,119	2,073	5,479	1,661
89	Çk	Sonbahar	33,4	15	6,55	467	4,855	0,305	787,663	127,47	1,518	15,911	6,179	1,622	4,177	1,927
90	Çk	Sonbahar	32,5	15,1	6,14	387	4,472	0,140	763,806	110,73	1,468	32,050	6,897	1,708	7,936	1,922

Ek Çizelge 4'ün Devamı

91	Çk	Kış	31,3	2,9	5,31	1722	4,843	0,220	221,686	41,76	1,112	21,991	5,307	0,458	1,897	5,016
92	Çk	Kış	34	3	7,34	443	4,613	0,178	92,769	40,62	0,714	25,966	2,283	0,201	2,287	7,700
93	Çk	Kış	29,5	2,7	7	495	4,343	0,170	73,895	28,65	0,265	25,495	2,579	0,170	1,682	3,586
94	Çk	Kış	29,5	2,9	7,65	245	5,706	0,258	334,529	30,43	1,232	22,112	10,994	0,586	1,179	3,683
95	Çk	Kış	37	2,8	7,12	314	4,625	0,195	259,194	41,09	1,178	23,713	6,307	0,560	2,107	4,544
96	Çk	Kış	35,7	3	6,52	356	4,222	0,182	368,143	44,33	1,256	23,183	8,303	0,872	2,434	3,411
97	Çk	Kış	35,7	3,1	5,97	367	3,711	0,113	129,535	42,12	0,555	32,862	3,075	0,349	3,730	4,281
98	Çk	Kış	34,7	2,8	6,06	325	4,297	0,199	220,619	49,96	1,644	21,597	4,416	0,513	2,511	7,454
99	Çk	Kış	32,7	2,5	5,94	286	4,449	0,197	129,379	38,36	1,278	22,553	3,372	0,291	1,945	9,876
100	Çk	Kış	33,5	2,6	6,25	389	5,492	0,167	147,897	42,57	0,648	32,828	3,474	0,269	2,545	4,379
101	Çk	Kış	33,8	2,7	6,38	201	3,074	0,120	130,095	33,24	0,673	25,575	3,913	0,423	2,766	5,170
102	Çk	Kış	34,6	2,9	5,63	214	2,613	0,113	221,473	39,75	1,081	23,201	5,571	0,847	3,529	4,882
103	Çk	Kış	33	3	7,12	329	3,020	0,117	167,545	32,77	1,323	25,905	5,112	0,555	2,812	7,894
104	Çk	Kış	32	3,5	6,7	295	4,222	0,189	277,441	38,59	1,342	22,358	7,188	0,657	2,044	4,836
105	Çk	Kış	30,8	3,7	5,79	328	3,586	0,170	374,633	49,30	0,921	21,048	7,599	1,045	2,894	2,458
106	Çk	Kış	34,5	4	5,88	393	5,542	0,251	185,850	19,72	1,140	22,100	9,423	0,335	0,786	6,132
107	Çk	Kış	35,9	4,3	6	589	5,687	0,172	406,522	38,61	0,913	33,108	10,528	0,715	2,248	2,245
108	Çk	Kış	35,8	4	6,46	368	4,390	0,140	334,849	54,71	1,176	31,337	6,120	0,763	3,906	3,513
109	Çk	Kış	32,5	4,2	5,65	366	6,089	0,192	257,825	40,51	1,196	31,632	6,364	0,423	2,105	4,640
110	Çk	Kış	33,3	4	5,89	482	4,531	0,189	146,653	35,13	1,061	23,991	4,174	0,324	1,860	7,236
111	Çk	Kış	33,1	3,6	6	430	5,417	0,177	374,455	48,18	1,383	30,640	7,772	0,691	2,725	3,694
112	Çk	Kış	34,5	3,5	6,31	257	3,941	0,171	183,983	46,73	1,093	23,096	3,937	0,467	2,739	5,940
113	Çk	Kış	30,4	3,3	6,97	445	5,058	0,162	390,191	40,34	0,859	31,285	9,670	0,771	2,496	2,202
114	Çk	Kış	35,5	3,1	6,12	236	6,554	0,236	331,249	43,58	1,205	27,745	7,600	0,505	1,845	3,637
115	Çk	Kış	31,4	3	6,6	324	4,586	0,203	93,414	50,56	0,511	22,573	1,848	0,204	2,489	5,468
116	Çk	Kış	33,4	3	5,9	240	5,698	0,187	410,629	32,83	1,239	30,445	12,505	0,721	1,754	3,017
117	Çk	Kış	34,7	2,9	7,01	389	3,664	0,183	187,583	53,42	1,223	20,055	3,511	0,512	2,924	6,521
118	Çk	Kış	30,3	2,7	7,25	395	5,163	0,208	475,959	28,19	1,196	24,769	16,881	0,922	1,352	2,513
119	Çk	Kış	30,5	2,6	6,82	312	4,925	0,214	318,816	39,54	1,036	23,038	8,062	0,647	1,850	3,251
120	Çk	Kış	30,4	2,5	6,73	247	4,531	0,109	298,071	30,92	0,966	41,568	9,640	0,658	2,837	3,240

Ek Çizelge 4'ün Devamı

121	Kn	İlkbahar	25,3	8,3	5,8	314	3,650	0,317	475,783	59,48	0,825	11,514	7,999	1,304	1,876	1,734
122	Kn	İlkbahar	29,3	8,5	5,5	326	3,740	0,420	403,302	68,39	0,592	8,905	5,896	1,078	1,629	1,468
123	Kn	İlkbahar	24,7	8,1	5,1	288	4,520	0,224	490,872	68,12	0,701	20,179	7,206	1,086	3,041	1,428
124	Kn	İlkbahar	20,5	8,6	5,34	210	3,750	0,203	446,285	75,31	0,574	18,473	5,926	1,190	3,710	1,287
125	Kn	İlkbahar	18	8,8	5,17	181,9	3,920	0,175	433,427	72,32	0,545	22,400	5,993	1,106	4,133	1,258
126	Kn	İlkbahar	26,2	9,9	5,71	198	5,960	0,315	539,376	70,01	0,936	18,921	7,704	0,905	2,223	1,736
127	Kn	İlkbahar	26,7	9,5	5,6	250,5	4,580	0,287	484,870	114,63	0,561	15,958	4,230	1,059	3,994	1,157
128	Kn	İlkbahar	20,3	9	5,33	166,2	3,860	0,301	318,674	70,39	0,650	12,824	4,527	0,826	2,339	2,039
129	Kn	İlkbahar	24,6	7,8	4,32	144,4	3,750	0,357	339,384	102,13	0,634	10,504	3,323	0,905	2,861	1,869
130	Kn	İlkbahar	22,9	8	5,09	207,1	4,230	0,245	460,973	108,68	0,754	17,265	4,241	1,090	4,436	1,635
131	Kn	İlkbahar	23,4	7,8	4,77	181,9	3,840	0,177	575,337	94,06	0,800	21,695	6,117	1,498	5,314	1,391
132	Kn	İlkbahar	48,1	7,7	4,31	154,3	3,860	0,277	876,541	83,56	0,976	13,935	10,490	2,271	3,017	1,114
133	Kn	İlkbahar	25,6	7,7	4,77	78,25	3,970	0,224	382,161	143,93	0,592	17,723	2,655	0,963	6,426	1,549
134	Kn	İlkbahar	19,9	7,9	4,12	112	3,960	0,203	567,946	150,38	1,041	19,507	3,777	1,434	7,408	1,833
135	Kn	İlkbahar	28,9	7,9	4,37	121	5,250	0,189	499,873	144,12	1,106	27,778	3,468	0,952	7,626	2,213
136	Kn	İlkbahar	41	8	5,54	155,6	5,850	0,455	963,824	178,08	1,296	12,857	5,412	1,648	3,914	1,344
137	Kn	İlkbahar	29,9	8,3	5,09	189	3,970	0,304	930,600	69,98	1,295	13,059	13,296	2,344	2,302	1,392
138	Kn	İlkbahar	29,2	8,6	5,19	164	4,580	0,287	381,514	182,04	0,641	15,958	2,096	0,833	6,343	1,681
139	Kn	İlkbahar	30	8,7	4,63	177	5,980	0,301	446,801	171,65	0,826	19,867	2,603	0,747	5,703	1,850
140	Kn	İlkbahar	31,6	8,3	5,26	198	6,450	0,357	479,566	179,73	0,422	18,067	2,668	0,744	5,035	0,880
141	Kn	İlkbahar	31,3	8	4,21	98	5,940	0,315	387,066	176,71	0,668	18,857	2,190	0,652	5,610	1,725
142	Kn	İlkbahar	26,5	8,2	4,03	100	3,770	0,294	957,673	67,84	1,213	12,823	14,117	2,540	2,307	1,266
143	Kn	İlkbahar	31,9	7,8	4,72	85,9	5,290	0,238	757,982	66,30	1,216	22,227	11,433	1,433	2,786	1,605
144	Kn	İlkbahar	28,2	7,5	5,39	198	4,840	0,294	609,994	71,27	1,007	16,463	8,558	1,260	2,424	1,651
145	Kn	İlkbahar	29,3	7,9	5,13	166	4,420	0,269	730,107	103,08	1,086	16,431	7,084	1,652	3,831	1,487
146	Kn	İlkbahar	21,4	8	4,31	101	3,980	0,143	417,916	73,93	0,540	27,832	5,653	1,050	5,170	1,293
147	Kn	İlkbahar	27,9	8,1	4,69	89	5,020	0,277	412,202	151,94	0,722	18,123	2,713	0,821	5,486	1,751
148	Kn	İlkbahar	26,7	9	5,41	146	5,080	0,275	597,512	150,62	0,945	18,473	3,967	1,176	5,477	1,582
149	Kn	İlkbahar	28,2	9,5	5,59	178	4,550	0,336	348,568	85,25	0,599	13,542	4,088	0,766	2,537	1,718
150	Kn	İlkbahar	41,8	9,7	5,27	156	6,190	0,364	483,773	128,38	0,793	17,005	3,768	0,782	3,527	1,639

Ek Çizelge 4'ün Devamı

151	Kn	Yaz	26,8	20,5	5,36	231	3,610	0,284	645,04	144,48	1,308	12,711	4,464	1,787	5,087	2,028
152	Kn	Yaz	18,8	21	6,14	141	3,410	0,298	521,25	128,07	0,731	11,443	4,070	1,529	4,298	1,402
153	Kn	Yaz	21,4	21	5,9	218	4,450	0,194	805,46	169,89	1,694	22,938	4,741	1,810	8,757	2,103
154	Kn	Yaz	16,7	21,3	5,87	101	3,160	0,152	444,55	110,65	0,514	20,789	4,018	1,407	7,280	1,157
155	Kn	Yaz	10,9	21,4	6	200	3,130	0,132	894,98	124,93	1,083	23,712	7,164	2,859	9,464	1,210
156	Kn	Yaz	14,6	21	6,24	146	5,880	0,248	810,89	117,08	1,482	23,710	6,926	1,379	4,721	1,828
157	Kn	Yaz	17,6	21,5	6,55	200	4,360	0,245	594,01	84,64	1,557	17,796	7,018	1,362	3,455	2,622
158	Kn	Yaz	18,2	21,8	5,78	130,9	3,050	0,207	539,09	114,20	1,478	14,734	4,720	1,768	5,517	2,742
159	Kn	Yaz	16,6	22	6,12	141,1	3,430	0,218	407,40	101,85	1,007	15,734	4,000	1,188	4,672	2,473
160	Kn	Yaz	17,4	22,7	6,03	221	3,950	0,192	371,08	100,07	0,879	20,573	3,708	0,939	5,212	2,370
161	Kn	Yaz	16,3	24	5,75	117	3,590	0,155	573,65	100,89	1,111	23,161	5,686	1,598	6,509	1,936
162	Kn	Yaz	17,7	22,5	6,13	142	3,690	0,237	334,21	89,41	0,898	15,570	3,738	0,906	3,773	2,687
163	Kn	Yaz	12,1	22	5,84	117	3,660	0,178	274,77	80,50	0,793	20,562	3,413	0,751	4,523	2,887
164	Kn	Yaz	19,6	23	5,1	178	3,410	0,173	634,16	98,69	1,498	19,711	6,425	1,860	5,705	2,363
165	Kn	Yaz	15,8	23,4	6,09	172	4,490	0,163	831,72	141,83	1,089	27,546	5,865	1,852	8,700	1,309
166	Kn	Yaz	20,3	23,6	6,58	306	5,330	0,356	934,14	144,57	1,579	14,972	6,461	1,753	4,061	1,690
167	Kn	Yaz	19,3	23,5	6,7	242	3,450	0,245	615,06	141,45	1,136	14,082	4,348	1,783	5,774	1,847
168	Kn	Yaz	14	24	6,39	138	4,170	0,233	312,85	88,28	0,512	17,897	3,543	0,750	3,789	1,635
169	Kn	Yaz	19	24,1	6,46	240	5,670	0,276	894,00	145,34	1,229	20,543	6,151	1,577	5,266	1,374
170	Kn	Yaz	20,4	24,3	6,91	343	6,090	0,297	990,42	201,59	1,354	20,505	4,913	1,626	6,788	1,368
171	Kn	Yaz	21,4	22	6,74	478	5,820	0,293	824,19	170,67	1,488	19,863	4,829	1,416	5,825	1,806
172	Kn	Yaz	20,8	22,7	6,59	268	3,360	0,239	1290,64	234,85	1,736	14,059	5,496	3,841	9,826	1,345
173	Kn	Yaz	27,7	22,1	6,61	642	4,570	0,194	1064,65	226,58	1,672	23,557	4,699	2,330	11,680	1,571
174	Kn	Yaz	23,1	21,5	5,06	206	4,360	0,243	752,29	139,18	1,647	17,942	5,405	1,725	5,728	2,189
175	Kn	Yaz	19,1	21,8	5,59	137	4,190	0,251	484,36	127,54	1,184	16,693	3,798	1,156	5,081	2,445
176	Kn	Yaz	15,7	21,2	5,2	133	3,530	0,126	628,26	169,19	1,388	28,016	3,713	1,780	13,428	2,209
177	Kn	Yaz	13,5	21,1	6,17	192	4,670	0,229	459,51	117,40	0,971	20,393	3,914	0,984	5,127	2,114
178	Kn	Yaz	20,9	21	5,98	263	4,570	0,239	654,83	180,74	1,210	19,121	3,623	1,433	7,563	1,848
179	Kn	Yaz	20,3	21,4	6,11	305	4,370	0,298	765,99	194,29	1,977	14,664	3,942	1,753	6,520	2,581
180	Kn	Yaz	16,5	21	5,7	146	5,890	0,314	388,79	110,44	0,465	18,758	3,520	0,660	3,517	1,196

Ek Çizelge 4'ün Devamı

181	Kn	Sonbahar	46,1	10,5	5,23	280	4,840	0,435	674,21	153,07	1,418	11,126	4,405	1,393	3,519	2,103
182	Kn	Sonbahar	39,8	10,7	5,11	300	4,490	0,562	606,04	133,44	1,118	7,989	4,542	1,350	2,374	1,845
183	Kn	Sonbahar	40,4	10,9	4,95	276	4,860	0,279	841,78	172,31	1,230	17,419	4,885	1,732	6,176	1,461
184	Kn	Sonbahar	32,7	11,4	5,15	200	3,830	0,244	480,85	115,49	1,165	15,697	4,163	1,255	4,733	2,423
185	Kn	Sonbahar	22,3	11,5	4,86	171	3,890	0,243	901,04	131,91	1,292	16,008	6,831	2,316	5,428	1,434
186	Kn	Sonbahar	31,5	12	5,53	192	5,990	0,349	786,40	127,42	1,167	17,163	6,172	1,313	3,651	1,484
187	Kn	Sonbahar	34,8	11,8	5,3	134	4,740	0,292	695,78	90,974	1,321	16,233	7,648	1,468	3,116	1,898
188	Kn	Sonbahar	32,2	12,5	5,07	154	3,900	0,327	576,35	118,08	0,781	11,927	4,881	1,478	3,611	1,356
189	Kn	Sonbahar	30,2	12	4,56	150	3,820	0,381	439,82	112,23	0,589	10,026	3,919	1,151	2,946	1,340
190	Kn	Sonbahar	31,4	12,7	5	211	4,350	0,334	364,35	118,83	0,551	13,024	3,066	0,838	3,558	1,511
191	Kn	Sonbahar	31,2	13	4,45	167	3,970	0,211	594,19	122,57	1,001	18,815	4,847	1,497	5,809	1,685
192	Kn	Sonbahar	38,2	13,5	4,11	145	3,960	0,322	350,61	94,35	0,432	12,298	3,716	0,885	2,930	1,233
193	Kn	Sonbahar	39,1	13,4	4,56	73	4,070	0,247	390,37	82,12	0,560	16,478	4,754	0,959	3,325	1,434
194	Kn	Sonbahar	45,9	14	4	109	4,150	0,232	654,08	143,85	1,081	17,888	4,547	1,576	6,201	1,652
195	Kn	Sonbahar	42,8	14,4	4,21	114	5,460	0,234	885,73	163,94	1,114	23,333	5,403	1,622	7,006	1,257
196	Kn	Sonbahar	43,2	14,3	5,13	142	5,990	0,495	965,33	145,82	0,812	12,101	6,620	1,612	2,946	0,841
197	Kn	Sonbahar	34,4	14,5	5,06	181	4,210	0,346	656,52	155,22	0,974	12,168	4,229	1,559	4,486	1,484
198	Kn	Sonbahar	33,3	14	4,97	155	4,740	0,309	365,95	96,89	0,443	15,340	3,777	0,772	3,136	1,211
199	Kn	Sonbahar	40,5	14,7	4,45	170	6,140	0,409	1037,78	149,97	1,147	15,012	6,920	1,690	3,667	1,105
200	Kn	Sonbahar	42,9	14,6	5,01	187	6,320	0,414	1043,43	218,21	1,486	15,266	4,782	1,651	5,271	1,424
201	Kn	Sonbahar	49,9	14,8	4,12	96	6,470	0,436	819,94	192,12	0,938	14,839	4,268	1,267	4,406	1,144
202	Kn	Sonbahar	45,7	13,5	4	100	3,970	0,315	1267,96	243,30	1,537	12,603	5,211	3,194	7,724	1,212
203	Kn	Sonbahar	49,7	13,3	4,55	81	5,440	0,301	1119,42	248,82	1,218	18,073	4,499	2,058	8,267	1,088
204	Kn	Sonbahar	49,3	13,1	5,05	182	4,660	0,459	798,87	171,52	1,253	10,153	4,657	1,714	3,737	1,569
205	Kn	Sonbahar	47,1	13	5	155	4,670	0,404	457,10	130,22	0,812	11,559	3,510	0,979	3,223	1,777
206	Kn	Sonbahar	47,8	13	4,21	92	4,230	0,265	636,97	179,20	1,204	15,962	3,554	1,506	6,763	1,890
207	Kn	Sonbahar	43,8	12,8	4,33	80	5,250	0,299	473,46	120,94	0,482	17,559	3,915	0,902	4,045	1,017
208	Kn	Sonbahar	40,7	12,7	5,23	140	5,230	0,348	685,63	192,35	0,542	15,029	3,564	1,311	5,527	0,790
209	Kn	Sonbahar	43,9	12,5	5,28	168	5,050	0,393	809,00	197,49	0,953	12,850	4,096	1,602	5,025	1,178
210	Kn	Sonbahar	43,3	12,4	5,15	149	6,280	0,371	374,40	122,67	0,426	16,927	3,052	0,596	3,307	1,137

Ek Çizelge 4'ün Devamı

211	Kn	Kış	40,3	4	5,75	315	4,500	0,293	606,77	101,86	1,669	15,358	5,957	1,348	3,476	2,750
212	Kn	Kış	39,8	4,1	5,55	336	3,350	0,269	527,84	101,15	1,415	12,454	5,219	1,576	3,760	2,681
213	Kn	Kış	38,8	3,3	5,21	305	4,240	0,177	780,14	127,94	1,479	23,955	6,098	1,840	7,228	1,896
214	Kn	Kış	40,6	2,5	5,28	208	3,640	0,158	450,46	106,30	1,314	23,038	4,238	1,238	6,728	2,918
215	Kn	Kış	39,3	4,4	5,25	189	3,280	0,136	878,66	140,76	2,101	24,118	6,242	2,679	10,350	2,391
216	Kn	Kış	39,8	5,1	5,82	202	5,480	0,223	547,43	127,15	1,569	24,574	4,305	0,999	5,702	2,865
217	Kn	Kış	48,0	1,4	5,74	258	4,320	0,219	597,42	89,94	1,736	19,726	6,642	1,383	4,107	2,905
218	Kn	Kış	41,6	1	5,35	167	3,220	0,189	569,30	109,90	2,161	17,037	5,180	1,768	5,815	3,796
219	Kn	Kış	41,9	0,5	4,5	150	3,540	0,156	353,55	111,34	1,346	22,692	3,175	0,999	7,137	3,806
220	Kn	Kış	44,1	1	5,27	215	3,530	0,146	434,26	122,64	1,328	24,178	3,541	1,230	8,400	3,058
221	Kn	Kış	45,9	1,5	4,95	200	4,010	0,141	416,20	130,90	1,223	28,440	3,180	1,038	9,284	2,939
222	Kn	Kış	47,2	2,2	4,43	165	3,730	0,140	218,66	75,01	0,946	26,643	2,915	0,586	5,358	4,325
223	Kn	Kış	43,7	2,6	4,81	81	3,780	0,142	216,94	69,92	0,841	26,620	3,103	0,574	4,924	3,877
224	Kn	Kış	39,2	2,3	4,17	119	3,890	0,162	468,55	88,75	2,123	24,012	5,280	1,204	5,478	4,531
225	Kn	Kış	42,5	2	4,33	121	4,930	0,154	511,45	125,01	1,984	32,013	4,091	1,037	8,118	3,878
226	Kn	Kış	44,5	-0,1	5,45	155	5,530	0,197	711,25	101,29	1,342	28,071	7,022	1,286	5,142	1,887
227	Kn	Kış	41,9	2,2	5,58	204	3,880	0,184	530,40	127,83	1,527	21,087	4,149	1,367	6,947	2,878
228	Kn	Kış	40,3	2,7	5,49	175	4,010	0,139	254,45	78,90	0,860	28,849	3,225	0,635	5,676	3,380
229	Kn	Kış	39,3	0	4,6	178	5,550	0,226	468,62	105,43	1,617	24,558	4,445	0,844	4,665	3,450
230	Kn	Kış	41,6	1,3	5,34	207	5,950	0,253	726,35	139,32	1,906	23,518	5,213	1,221	5,507	2,625
231	Kn	Kış	41,8	0,7	4,56	111	5,790	0,241	628,43	120,05	1,487	24,025	5,235	1,085	4,981	2,366
232	Kn	Kış	44,6	1,3	4,35	108	3,580	0,202	849,74	140,83	1,987	17,723	6,034	2,374	6,972	2,339
233	Kn	Kış	45,6	1,1	4,81	88	4,920	0,193	792,29	129,44	1,990	25,492	6,121	1,610	6,707	2,512
234	Kn	Kış	42,9	1,6	5,49	207	4,200	0,204	767,81	102,98	2,011	20,588	7,456	1,828	5,048	2,619
235	Kn	Kış	46,6	0,1	5,25	175	4,010	0,215	377,21	88,20	1,604	18,651	4,277	0,941	4,102	4,253
236	Kn	Kış	42,4	0	4,47	105	3,320	0,113	609,62	101,78	2,189	29,381	5,989	1,836	9,007	3,592
237	Kn	Kış	43,3	1,7	4,86	95	4,820	0,211	433,55	78,37	2,117	22,844	5,532	0,899	3,714	4,882
238	Kn	Kış	43,5	1	5,59	168	4,420	0,208	630,90	122,73	1,942	21,250	5,140	1,427	5,901	3,079
239	Kn	Kış	43,8	0	5,68	190	4,870	0,272	710,13	110,77	2,132	17,904	6,411	1,458	4,073	3,002
240	Kn	Kış	40,6	0,5	5,33	166	6,170	0,248	352,56	74,64	1,611	24,879	4,724	0,571	3,010	4,568

Ek Çizelge 4'ün Devamı

241	S	İlkbahar	18,5	12,5	5,94	418	7,750	1,470	746,26	121,63	0,823	5,272	6,136	0,963	0,827	1,102
242	S	İlkbahar	19,8	12,5	7,12	353	7,170	1,279	1162,27	179,34	1,806	5,606	6,481	1,621	1,402	1,554
243	S	İlkbahar	22,5	11,3	7,41	258	5,480	1,492	1586,10	199,96	2,492	3,673	7,932	2,894	1,340	1,571
244	S	İlkbahar	24	11,4	7,93	727	4,810	0,982	974,93	215,52	2,564	4,898	4,524	2,027	2,195	2,630
245	S	İlkbahar	17,7	11,1	7,81	627	5,360	1,206	1019,25	98,28	0,717	4,444	10,371	1,902	0,815	0,703
246	S	İlkbahar	9,9	12,6	7,92	570	6,780	0,673	307,76	71,38	0,714	10,074	4,311	0,454	1,061	2,321
247	S	İlkbahar	17,7	11,8	7,45	622	6,070	1,163	588,03	136,64	1,399	5,219	4,303	0,969	1,175	2,380
248	S	İlkbahar	27,7	11,9	7,69	626	6,780	1,681	160,56	241,94	0,408	4,033	0,664	0,237	1,439	2,540
249	S	İlkbahar	31	10,3	7,73	366	6,860	1,429	323,60	194,64	0,921	4,801	1,663	0,472	1,362	2,846
250	S	İlkbahar	30	11,6	6,42	414	5,910	1,541	181,60	228,39	0,742	3,835	0,795	0,307	1,482	4,088
251	S	İlkbahar	32,9	10,5	6,65	607	4,260	1,387	934,46	337,02	2,078	3,071	2,773	2,194	2,430	2,223
252	S	İlkbahar	29,8	10,7	7,86	420	5,910	0,606	1532,83	337,71	3,265	9,752	4,539	2,594	5,573	2,130
253	S	İlkbahar	16,4	10,2	7,85	587	7,330	0,468	1524,12	167,05	3,444	15,662	9,124	2,079	3,569	2,259
254	S	İlkbahar	19,2	10,1	6,8	536	5,360	0,456	806,53	163,79	1,392	11,754	4,924	1,505	3,592	1,726
255	S	İlkbahar	20,3	14	7,23	422	1,750	0,370	256,40	211,54	1,028	4,730	1,212	1,465	5,717	4,011
256	S	İlkbahar	21,9	10,7	6,73	406	7,480	0,394	633,54	201,77	2,044	18,985	3,140	0,847	5,121	3,226
257	S	İlkbahar	18,2	9,5	6,99	567	4,030	0,509	529,86	191,85	1,410	7,917	2,762	1,315	3,769	2,661
258	S	İlkbahar	23,8	8,5	7,25	649	1,980	0,289	457,41	258,15	1,153	6,851	1,772	2,310	8,933	2,521
259	S	İlkbahar	30,1	8,3	7	545	1,590	0,493	181,65	315,56	0,531	3,225	0,576	1,142	6,401	2,924
260	S	İlkbahar	32,3	9,4	6,33	803	6,700	0,464	365,15	340,93	1,088	14,440	1,071	0,545	7,348	2,980
261	S	İlkbahar	28,1	9,5	7,38	732	2,690	0,447	723,20	229,14	1,567	6,018	3,156	2,688	5,126	2,166
262	S	İlkbahar	23,8	9	7,59	738	5,910	0,488	616,50	213,88	1,097	12,111	2,883	1,043	4,383	1,780
263	S	İlkbahar	26,3	9,5	5,3	604	5,920	0,396	220,05	289,37	0,576	14,949	0,760	0,372	7,307	2,617
264	S	İlkbahar	36,5	8,7	6,96	413	6,780	0,507	245,80	384,68	0,577	13,373	0,639	0,363	7,587	2,347
265	S	İlkbahar	30,6	8,3	7,35	635	5,990	0,512	727,43	321,24	2,092	11,699	2,264	1,214	6,274	2,875
266	S	İlkbahar	32,7	7,6	6,92	549	6,700	0,485	121,83	388,87	0,326	13,814	0,313	0,182	8,018	2,673
267	S	İlkbahar	33,4	9,1	6,58	592	4,180	0,506	81,35	334,19	0,238	8,261	0,243	0,195	6,605	2,929
268	S	İlkbahar	30,7	8	7,45	660	5,440	0,393	161,69	314,54	0,449	13,842	0,514	0,297	8,004	2,779
269	S	İlkbahar	22,6	8,3	7,16	289	4,810	0,470	79,32	210,07	0,237	10,234	0,378	0,165	4,470	2,988
270	S	İlkbahar	21,6	9,9	7,38	239	5,360	0,503	316,54	235,98	1,352	10,656	1,341	0,591	4,692	4,272

Ek Çizelge 4'ün Devamı

271	S	Yaz	18,3	21,9	6,24	465	7,280	0,530	233,91	107,86	0,497	13,736	2,169	0,321	2,035	2,124
272	S	Yaz	9,2	22,3	7,38	326	6,830	0,489	739,28	115,95	0,675	13,967	6,376	1,082	2,371	0,913
273	S	Yaz	16,6	22,5	7,55	288	5,290	0,439	394,25	151,99	0,760	12,050	2,594	0,745	3,462	1,927
274	S	Yaz	21,2	22,6	7,72	810	4,460	0,431	597,90	172,38	1,112	10,348	3,468	1,341	4,000	1,860
275	S	Yaz	20	22	7,95	681,9	5,070	0,404	523,93	80,88	0,865	12,550	6,478	1,033	2,002	1,652
276	S	Yaz	12,7	21,7	7,96	598	6,420	0,464	532,57	53,06	1,030	13,836	10,037	0,830	1,144	1,933
277	S	Yaz	20,2	22,8	7,64	650	5,740	0,472	849,53	105,93	0,925	12,161	8,020	1,480	2,244	1,088
278	S	Yaz	6,5	22,3	7,8	666,2	6,310	0,421	244,80	105,17	0,502	14,988	2,328	0,388	2,498	2,051
279	S	Yaz	16	22,5	7,85	444,4	6,540	0,526	697,88	147,89	1,521	12,433	4,719	1,067	2,812	2,180
280	S	Yaz	20,2	22,8	6,53	507,1	5,710	0,351	578,40	206,79	1,224	16,268	2,797	1,013	5,891	2,116
281	S	Yaz	26,5	21,9	6,71	581,9	4,040	0,428	311,88	277,01	0,515	9,439	1,126	0,772	6,472	1,650
282	S	Yaz	20	21,8	7,95	454,3	5,600	0,476	433,60	267,20	0,808	11,765	1,623	0,774	5,613	1,862
283	S	Yaz	15,8	24,8	7,9	601	7,060	0,378	357,72	131,18	0,708	18,677	2,727	0,507	3,470	1,979
284	S	Yaz	17,8	25,6	6,88	675	5,110	0,272	215,66	127,31	0,391	18,787	1,694	0,422	4,681	1,812
285	S	Yaz	17,6	26,6	7,42	438	1,500	0,115	1041,87	161,89	2,287	13,043	6,436	6,946	14,077	2,195
286	S	Yaz	26,7	25,5	7,38	394	6,950	0,330	110,13	164,32	0,228	21,061	0,670	0,158	4,979	2,067
287	S	Yaz	24,8	25	7,59	737	3,760	0,354	1315,65	148,45	2,515	10,621	8,862	3,499	4,194	1,911
288	S	Yaz	29,7	24,6	7	300	1,610	0,155	203,32	206,97	0,357	10,387	0,982	1,263	13,353	1,754
289	S	Yaz	27,2	24,2	6,96	858	1,430	0,142	147,01	245,65	0,277	10,070	0,598	1,028	17,299	1,884
290	S	Yaz	18,8	24,9	7,35	795	6,410	0,425	414,34	223,39	1,009	15,082	1,855	0,646	5,256	2,436
291	S	Yaz	26,9	24,4	7,56	839	2,440	0,223	605,99	184,80	1,233	10,942	3,279	2,484	8,287	2,035
292	S	Yaz	19	23,9	7,66	352	5,520	0,299	594,78	171,98	1,297	18,462	3,458	1,077	5,752	2,181
293	S	Yaz	21,1	23,8	5,73	611	5,900	0,347	1811,38	253,60	4,015	17,003	7,143	3,070	7,308	2,216
294	S	Yaz	30,1	23,6	7,16	605	6,490	0,385	592,03	332,62	1,231	16,857	1,780	0,912	8,640	2,080
295	S	Yaz	22,4	23	7,38	820	5,680	0,401	399,73	258,88	0,878	14,165	1,544	0,704	6,456	2,196
296	S	Yaz	17,1	22,8	6,48	464	6,470	0,346	1776,23	295,21	3,112	18,699	6,017	2,745	8,532	1,752
297	S	Yaz	23	22,8	6,89	680	3,940	0,354	181,96	280,39	0,297	11,130	0,649	0,462	7,921	1,634
298	S	Yaz	23,3	22,5	7,65	840	5,250	0,318	1529,51	238,98	2,515	16,509	6,400	2,913	7,515	1,644
299	S	Yaz	24,1	22	7,42	455	4,530	0,325	1058,09	170,34	1,352	13,938	6,212	2,336	5,241	1,278
300	S	Yaz	25,4	21,2	7,89	621	5,040	0,333	731,95	199,89	1,546	15,135	3,662	1,452	6,003	2,113

Ek Çizelge 4'ün Devamı

301	S	Sonbahar	35,3	13,7	6,02	425	7,820	1,503	960,06	250,52	2,025	5,203	3,832	1,228	1,667	2,109
302	S	Sonbahar	15	13,8	7,04	348	7,340	1,354	1363,20	182,13	2,486	5,421	7,485	1,857	1,345	1,824
303	S	Sonbahar	24,4	13,5	7,36	255	5,760	1,454	1792,39	236,88	2,760	3,961	7,567	3,112	1,629	1,540
304	S	Sonbahar	37,8	13,6	7,65	700	4,890	1,104	1232,65	395,72	2,468	4,429	3,115	2,521	3,584	2,002
305	S	Sonbahar	36,6	13,7	7,78	625	5,640	1,275	1229,27	146,92	2,285	4,424	8,367	2,180	1,152	1,859
306	S	Sonbahar	26	13,7	7,74	555	6,980	0,731	479,77	156,08	0,742	9,549	3,074	0,687	2,135	1,548
307	S	Sonbahar	37,2	14,2	7,23	603	6,290	1,211	800,13	153,98	1,330	5,194	5,196	1,272	1,271	1,662
308	S	Sonbahar	20,3	13,5	7,44	596	6,910	1,754	374,74	264,41	0,528	3,940	1,417	0,542	1,507	1,410
309	S	Sonbahar	25	13,8	7,61	360	6,990	1,474	478,65	236,20	0,763	4,742	2,026	0,685	1,602	1,594
310	S	Sonbahar	35,3	14,4	6,13	392	6,140	1,586	388,11	311,46	0,678	3,871	1,246	0,632	1,964	1,746
311	S	Sonbahar	40,3	14,3	6,6	600	4,320	1,427	1157,04	382,35	1,992	3,027	3,026	2,678	2,679	1,722
312	S	Sonbahar	36,2	14,5	7,67	407	6,240	0,698	1698,94	372,32	2,647	8,940	4,563	2,723	5,334	1,558
313	S	Sonbahar	33,9	15,4	7,53	565	7,450	0,514	1689,98	194,64	2,557	14,494	8,683	2,268	3,787	1,513
314	S	Sonbahar	35,3	15,8	6,67	525	5,670	0,486	1000,92	228,10	2,037	11,667	4,388	1,765	4,693	2,035
315	S	Sonbahar	34,6	16,3	7,04	410	1,970	0,393	448,67	229,93	0,589	5,013	1,951	2,278	5,851	1,314
316	S	Sonbahar	39,3	14,9	6,7	405	7,520	0,492	824,58	466,20	1,445	15,285	1,769	1,097	9,476	1,753
317	S	Sonbahar	40,7	14,6	6,69	540	4,280	0,637	723,81	421,75	1,403	6,719	1,716	1,691	6,621	1,938
318	S	Sonbahar	40,5	14,8	6,98	625	2,140	0,377	682,14	298,63	1,306	5,676	2,284	3,188	7,921	1,915
319	S	Sonbahar	39,2	15,1	6,97	540	2,050	0,561	391,59	352,39	0,705	3,654	1,111	1,910	6,281	1,802
320	S	Sonbahar	27,9	14,2	6,64	843	6,980	0,498	562,23	370,58	1,171	14,016	1,517	0,805	7,441	2,084
321	S	Sonbahar	39,1	14,2	7,07	700	2,820	0,492	906,63	371,36	2,025	5,732	2,441	3,215	7,548	2,234
322	S	Sonbahar	27,3	14,7	7,14	695	6,190	0,533	822,11	267,75	1,232	11,614	3,070	1,328	5,024	1,499
323	S	Sonbahar	36,1	14,6	5,66	630	6,360	0,496	388,82	345,48	0,727	12,823	1,125	0,611	6,965	1,869
324	S	Sonbahar	41,3	14,6	6,78	400	6,860	0,611	414,17	468,89	0,702	11,227	0,883	0,604	7,674	1,695
325	S	Sonbahar	34	13,4	7,38	635	6,030	0,648	896,10	370,17	1,056	9,306	2,421	1,486	5,712	1,178
326	S	Sonbahar	31,7	13,7	6,48	515	6,840	0,598	344,39	297,34	0,568	11,438	1,158	0,503	4,972	1,650
327	S	Sonbahar	32,6	14,4	6,89	610	4,260	0,633	263,90	440,70	0,457	6,730	0,599	0,619	6,962	1,733
328	S	Sonbahar	35,3	14	7,33	650	5,580	0,493	449,39	386,15	0,816	11,318	1,164	0,805	7,833	1,817
329	S	Sonbahar	35,4	13,8	7,12	285	4,920	0,556	429,06	285,82	0,773	8,849	1,501	0,872	5,141	1,802
330	S	Sonbahar	35,7	13,5	7,16	230	5,160	0,531	490,70	273,08	0,840	9,718	1,797	0,951	5,143	1,713

Ek Çizelge 4'ün Devamı

331	S	Kış	38,03	2,6	5,84	489	7,030	0,392	599,53	75,51	3,438	17,934	7,940	0,853	1,926	5,734
332	S	Kış	44,87	2,4	6,97	395	6,760	0,383	782,84	121,53	4,236	17,650	6,442	1,158	3,173	5,411
333	S	Kış	31,00	2,7	7,08	305	5,120	0,301	926,98	131,26	3,568	17,010	7,062	1,811	4,361	3,849
334	S	Kış	33,83	2,9	7,3	828	4,250	0,219	593,78	136,48	2,747	19,406	4,351	1,397	6,232	4,627
335	S	Kış	39,63	2,6	7,59	695	5,040	0,301	618,91	57,76	2,565	16,744	10,716	1,228	1,919	4,144
336	S	Kış	30,63	1,8	7,51	620	6,240	0,359	202,08	44,36	1,077	17,382	4,556	0,324	1,236	5,330
337	S	Kış	34,27	1,9	7,05	685	5,580	0,306	339,64	71,81	1,360	18,235	4,730	0,609	2,347	4,005
338	S	Kış	42,87	2,7	7,22	682	6,240	0,356	155,86	147,63	0,904	17,528	1,056	0,250	4,147	5,801
339	S	Kış	39,77	2,5	7,46	435	6,410	0,406	206,36	125,70	0,805	15,788	1,642	0,322	3,096	3,899
340	S	Kış	42,20	2,6	6,01	459	5,650	0,325	172,92	142,99	0,864	17,385	1,209	0,306	4,400	4,994
341	S	Kış	44,67	2,8	6,49	676	4,150	0,284	504,27	172,80	2,763	14,613	2,918	1,215	6,084	5,479
342	S	Kış	34,20	2,6	7,43	477	5,460	0,312	781,05	174,33	3,184	17,500	4,480	1,430	5,587	4,077
343	S	Kış	36,47	2,6	7,38	620	7,010	0,275	904,61	93,74	3,449	25,491	9,650	1,290	3,409	3,813
344	S	Kış	32,97	2,8	6,42	612	5,000	0,199	491,00	92,22	2,262	25,126	5,324	0,982	4,634	4,608
345	S	Kış	45,60	2,9	6,87	476	1,590	0,091	261,38	125,91	1,604	17,473	2,076	1,644	13,837	6,137
346	S	Kış	40,63	3	6,54	488	6,890	0,256	396,31	115,83	1,765	26,914	3,422	0,575	4,525	4,453
347	S	Kış	30,10	2,6	6,55	605	3,880	0,219	420,48	113,76	2,296	17,717	3,696	1,084	5,195	5,461
348	S	Kış	28,20	2,7	6,71	727	2,010	0,112	401,87	154,74	2,022	17,946	2,597	1,999	13,816	5,030
349	S	Kış	40,13	2,5	6,73	623	1,370	0,084	206,54	169,51	1,646	16,310	1,218	1,508	20,180	7,968
350	S	Kış	31,23	2,4	6,56	933	6,350	0,359	252,95	179,07	1,792	17,688	1,413	0,398	4,988	7,086
351	S	Kış	41,30	2,5	6,84	798	2,360	0,133	500,45	105,07	2,216	17,744	4,763	2,121	7,900	4,429
352	S	Kış	24,53	2,5	7,01	765	5,880	0,263	481,44	96,07	1,979	22,357	5,011	0,819	3,653	4,112
353	S	Kış	24,30	2,2	5,79	649	5,790	0,291	248,88	158,97	1,111	19,897	1,566	0,430	5,463	4,465
354	S	Kış	32,73	2,2	6,47	486	6,380	0,351	203,06	206,19	1,016	18,177	0,985	0,318	5,874	5,003
355	S	Kış	28,30	2,3	7,22	704	5,710	0,334	452,21	191,78	2,087	17,096	2,358	0,792	5,742	4,614
356	S	Kış	37,20	3	6,21	587	6,330	0,334	170,97	224,41	0,850	18,952	0,762	0,270	6,719	4,969
357	S	Kış	31,53	2,9	6,63	690	3,790	0,311	118,13	200,22	0,535	12,186	0,590	0,312	6,438	4,527
358	S	Kış	33,57	2,7	7,05	726	5,120	0,291	169,55	205,45	0,868	17,595	0,825	0,331	7,060	5,120
359	S	Kış	34,20	2,6	6,94	319	4,470	0,317	220,73	136,64	1,176	14,101	1,615	0,494	4,311	5,328
360	S	Kış	35,83	2,5	6,91	282	4,930	0,298	238,61	161,42	1,276	16,544	1,478	0,484	5,417	5,349

Çk: Karaçam, S: Sedir, Kn: Kayın, C_{org}: organik karbon, N_{toplam}: toplam azot, pH: reaksiyon, C_{mic}: mikrobiyal biyokütle karbon, N_{mic}: mikrobiyal biyokütle azot

ÖZGEÇMİŞ

KİMLİK BİLGİLERİ

Adı ve Soyadı : Emre BABUR
Doğum Tarihi : 01.01.1983
Yabancı Dili : İngilizce
Uzmanlık Alanı : Orman Mühendisliği, Toprak ve Ekoloji, Toprak Mikrobiyolojisi

AKADEMİK UNVANLARI (Üniversitesi ve Tarihi)

Lisans : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi 2001–2005
Yüksek Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi–2010-2012
Doktora : Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi– 2013 (Halen)

BİLİMSEL ÇALIŞMALARI

Bilimsel Yayınları : 16 adet (Detayları ekte sunulmuştur)
Atıfları : Bilimsel çalışmalarına toplam 5 adet atıf yapılmıştır.

AKADEMİK VE İDARİ GÖREVLERİ-TARİHLERİ

Araştırma Görevlisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, TRABZON / 2010-2011 (50/d.)
Araştırma Görevlisi, K.S.Ü. Orman Fakültesi, KAHRAMANMARAŞ / 2011 (ÖYP33a.)
Araştırma Görevlisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi, TRABZON / 2012-2017 (ÖYP35.Madde)
Araştırma Görevlisi, K.S.Ü. Orman Fakültesi, KAHRAMANMARAŞ / 2017-

ÖDÜLLER

BABUR, E., KARA Ö., KEZİK U., “En iyi poster ödülleri” SU KALİTESİ VE ORMAN TOPRAKLARI ARASINDAKİ İLİŞKİLER, 2nd INTERNATIONAL WATER AND HEALTH CONGRESS, Şubat 2017.

BABUR E., KARA Ö. , “en iyi poster ödülleri” KALİTELİ SU ÜRETİMİNDE ENTEGRE HAVZA YÖNETİMİNİN ÖMNEMİ, 2nd INTERNATIONAL WATER AND HEALTH CONGRESS, Şubat 2017.

LOKMAN ALTUN; UĞUR KEZİK; ÖMER KARA, EMRE BABUR. “En iyi bildiri ödülü”. Su ve Sağlık Kongresi, Ekim 2015.

BİLİMSEL YAYINLARI

1. Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanan ve SCI Listelerinde Yer Alan Makaleleri

Altun L., Kezik U., Kara Ö., **Babur E.**, "Potential of Water Purification of Macka Forest Ecosystems in Northeastern Turkey ", Journal of Environmental Protection And Ecology, vol.17, no.2, pp.557-565, 2016.

Kara Ö., **Babur E.**, Altun L., Seyis M., "Effects of Afforestation on Microbial Biomass C and Respiration in Eroded Soils of Turkey", Journal of Sustainable Forestry, vol.35, no.1, pp.385-396, 2016.

2. Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayınlanmış Makaleleri

Bülent L., **Babur E.**, Akpınar D.M., Avgın S.S. Kahramanmaraş-Elmalar Yeşil Kuşak Ek-3 Plantasyon Sahasında Görülen Biyotik ve Abiyotik Zararlıların Tespiti, KSU J. Agric Nat 21(6):926-935, 2018.

Babur E., Kara Ö., "Importance of Integrated Watershed Management on Water Quality", The Turkish Journal Of Occupational / Environmental Medicine and Safety, vol.2, no.2, pp.1-8, 2017.

Babur E., Kara Ö., Susam Y.E., "Determination of Some Physical and Chemical Properties, and Erodibility Indices of Bare Land Soils (A Case Study From Boyabat,Sinop)", Bartın Orman Fakültesi Dergisi, cilt.18, no.0, ss.95-102, 2016.

Usta A., Gerçek V., Gökdemir Ş., **Babur E.**, "Assessing Site Factors From An Abies Grandis Provenance Test Area After Phytophthora Root Rot Attack", Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, cilt.12, ss.135-145, 2012. 3. Ulusal Hakemli Dergilerde Yayınlanmış Makaleleri.

3. Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildirileri

Dindaroğlu T., **Babur E.**, "Investigation of Soil Organic Carbon Fractions and Microbial Biomass Carbon Content of Beech Forest Ecosystems in Mediterranean Region" IFES2017, TRABZON, TÜRKİYE, 07-10 NOVEMBER 2017.

Babur E., Kara Ö., "Kaliteli Su Üretiminde Enregre Havza Yönetiminin Önemi", 2. Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi, ANTALYA, TÜRKİYE, 13-17 Şubat 2017, vol.1, no.1, pp.658-659.

Babur E., Kara Ö., Kezik U., "Su Kalitesi ve Orman Toprakları Arasındaki İlişkiler", 2.Uluslararası Su ve Sağlık Kongresi, ANTALYA, TÜRKİYE, 13-17 Şubat 2017, vol.2, no.2, pp.674-675.

Kara Ö., **Babur E.**, "Linkage Between Some Physico-Chemical Properties and Erodibility Indices of Soils Developed From Diifferent Parent Material (A Case Study From Gümüşhane)", ICAFOF 2017 Cappadocia, NEVŞEHİR, TÜRKİYE, 15-17 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.1-8.

Babur E., Kezik U., "Determining the Ecological Parameters of Hazelnut (Corylus sp.) Plantation in Giresun Province, Turkey ", International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, NEVŞEHİR, TÜRKİYE, 15-17 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.1-3.

Babur E., Kara Ö., "Soil Microbial Biomass and Activity Changes in Relation to Afforestation in the Eroded Soils ", ICAFOF 2017 Cappadocia, NEVŞEHİR, TÜRKİYE, 15-17 Mayıs 2017, vol.1, no.1, pp.11-19.

Altun L., Yener İ., **Babur E.**, "A General Outlook Of Flood Disaster And Land Slides In The Light Of Ecological Factors In The Eastern Blacksea Region Of Turkey", The 1st International Symposium on Environment and Forestry, TRABZON, TÜRKİYE, 4-6 Kasım 2010, pp.602-613.

4. Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan Bildirileri

Altun L., Kara Ö., Akgün A., **Babur E.**, Kezik U., "Doğu Karadeniz Bölgesinde Medana Gelen Güncel heyelanlar ve Olası Çözüm Önerileri", Ulusal Heyelan Sempozyumu, ANKARA, TÜRKİYE, 27-29 Mayıs 2016, cilt.1, no.1, ss.489-504.

Altun L., Kezik U., Kara Ö., **Babur E.**, "Maçka Yöresi Orman Ekosistemlerinin Su Arıtım Potansiyeli", 1. Ulusal Su ve Sağlık Kongresi 2015 - Türkiye, ANTALYA, TÜRKİYE, 26-30 Ekim 2015.

Babur E., Kara Ö., Altun L., "Orman Ekosistemlerindeki Üretim Faaliyetlerinin Toprak Organik Karbonuna Etkisi", Üretim işlerinde Hassas Ormancılık Sempozyumu, ÇANKIRI, TÜRKİYE, 4-6 Haziran 2015.

