

**GÖLCÜK (ISPARTA)'TE KARAÇAM (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) MEŞCERELERİNİN
TOPRAKLARINDAKİ TOPLAM AZOT ve ORGANİK KARBON
ile ÖLÜ ÖRTÜLERİNDEKİ TOPLAM AZOT ve ORGANİK
MADDE MİKTARLARININ ARAŞTIRILMASI**

Yasin KARATEPE

İÜ Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji ABD, İstanbul
ykaratepe@orman.sdu.edu.tr

ÖZET

Yapılan bu çalışmada Isparta Gölcük'te farklı yetişme ortamı özelliklerine sahip Karaçam (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) meşcerelerinin, topraklarındaki toplam azot (N_t) ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarının hektardaki rezerv değerleri karşılaştırılmıştır. Toplam azot rezerv değerleri ortalaması en yüksek andezit (8,568 ton/ha), en düşük Gölcük Formasyonu (0,614 ton/ha) üstündeki meşcerelerin topraklarında bulunmuştur. Organik karbon ortalama rezerv değeri ise en yüksek andezit (79,076 ton/ha), en düşük Gölcük Formasyonu (12,796 ton/ha) üstündeki meşcerelerin topraklarında tespit edilmiştir. Ölü örtüdeki toplam azot rezerv değerleri ortalaması en yüksek Gölcük Formasyonu (0,354 ton/ha), en düşük traki-andezit (0,199 ton/ha) anakayası üstündeki meşcerelerde tespit edilmiştir. Organik madde ortalama rezerv değeri en yüksek Gölcük Formasyonu (34,497 ton/ha), en düşük andezit (22,125 ton/ha) anakayası üstündeki meşcerelerde tespit edilmiştir. Bu çalışmanın sonucunda farklı yetişme ortamı özelliklerine sahip meşcerelerin topraklardaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtüdeki toplam azot ve organik madde miktarının hektardaki rezerv değerleri birbirinden farklı bulunmuştur. Bu sonucun sebebi bakı farklılığı ve arazi yapısı ile açıklanabilir.

Anahtar Kelimeler: Karaçam, Anakaya, Toplam azot, Organik karbon, Organik madde

**AMOUNT OF NITROGEN AND ORGANIC CARBON IN SOIL
AND NITROGEN AND ORGANIC MATTER IN FOREST FLOOR
OF BLACK PINE (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.)
Holmboe) STANDS DEVELOPED IN GOLCUK (ISPARTA)**

ABSTRACT

In this study, total N (N_t) and organic C of soils; and total N and organic matter of forest floor were compared in black pine (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) stands developed on four different growing sites in Golcuk, Isparta. Average of total N reserves was greatest in soils on andesite parent material (8.568 ton/ha) while it was lowest in soils on Golcuk Formation (0.614 ton/ha). Average of organic carbon reserves was greatest in soils on andesite parent material (79.076 ton/ha) while it was lowest in soils on Golcuk Formation (12.796 ton/ha). Average reserves in forest floor was greatest in stands on Golcuk Formation parent material (0.354 ton/ha), while it was lowest on trachi-andesite parent material (0.199 ton/ha). Average of organic carbon reserves in forest floor was greatest in stands on Golcuk Formation parent material (34.497 ton/ha), while it was lowest on andesite parent material (22.125 ton/ha). The study showed that total N and organic C of soils; and total N and organic matter of forest floor were different in stands developed on different growing sites. This difference can be explained by the fact that the sampling plots were distributed on different landforms with different aspects.

Keywords: Black pine, Parent material, Total nitrogen, Organic carbon, Organic matter

1. GİRİŞ

Verimliliğin önemli göstergelerinden biri topraktaki bitki besin maddesi miktarıdır. Azot bitkiler için en önemli ve önde gelen besin maddelerinden birisidir. Azot proteinlerin (aminoasitler ve amidler) krolofilin sentezinde, kök solunumunda, çiçeklenmenin zamanında gerçekleşmesinde meyvelerin oluşum ve olgunlaşmasında önemli etkilere sahiptir (Kantarıcı, 2000).

Orman topraklarında azotun ana kaynağı ölü örtüdür. Topraktaki azot miktarı ölü örtünün ayrışmasına bağlı olarak az veya çok olabilir. Ölü örtünün ayrışması hakkında fikir veren en önemli göstergelerden birisi de topraktaki organik karbon miktarıdır. Organik karbon miktarı toprakta ne kadar fazla ise ölü örtü ayrışması o kadar yüksek demektir.

Karaçam (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Türkiye’de geniş bir yayılışa sahip, bozkıra en fazla sokulan ağaç türlerimizden birisidir. Bu sebeple Türkiye’deki ağaçlandırma çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Karaçamın toprak ve ölü örtü özellikleri ile ilgili Türkiye’de yapılan bazı çalışmalar ve bunların konumuzla ilgili olan sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

Irmak ve Çepel (1974) Belgrad Ormanı’nda yapmış oldukları çalışmada Karaçam ölü örtüsünün Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve Sapsız Meşe (*Quercus petraea* subsp *iberica*) ölü örtüsüne göre daha güç ayrıştığını tespit etmişlerdir. Eruz (1984) Balıkesir Karaçam Ormanları’nda yapmış olduğu çalışmada topraktaki toplam azot miktarını en yüksek A₁ (0-5 cm) horizonunda % 0,14 ile 0,23 arasında, en düşük C_v horizonunda % 0,02 ile 0,03 arasında tespit etmiştir. Topraktaki organik madde miktarını ise en yüksek A₁ (0-5 cm) horizonunda % 6,45 ile 9,17 arasında, en düşük C_v horizonunda % 0,21 ile 0,39 arasında tespit edilmiştir. Karaöz (1988) yapmış olduğu araştırmada Belgrad Ormanında, Karaçam meşcerelerinin 0-100 cm’lik derinliğe kadarki topraklarında Arboretum Yetiştirme Ortamı’nda toplam azotun % 0,03 ile 0,35 arasında, organik madde miktarının % 0,42 ile 13,00 arasında, Bentler Yetiştirme Ortamı’nda toplam azotun % 0,02 ile 0,29 arasında, organik madde miktarının % 0,26 ile 9,49 arasında olduğunu tespit etmiştir. Karaöz (1991a) tarafından Belgrad Ormanında yapılan başka bir araştırmada, Karaçam meşcerelerinin topraklarında Arboretum Yetiştirme Ortamında 908 g/m³ toplam azot, 21 kg/m³ organik madde, Bentler Yetiştirme Ortamında 504 g/m³ toplam azot, 13 kg/ m³ organik madde bulunduğu tespit edilmiştir. Karaöz (1991b) tarafından yapılan diğer bir çalışmada Karaçam ölü örtüsündeki toplam azot miktarı yaprak tabakasında % 0,75 – çürüntü tabakasında % 0,89 – humus tabakasında % 0,84 olarak tespit edilmiştir. Yanabilen organik madde miktarı ise yaprak tabakasında % 94,45 – çürüntü tabakasında % 80,94 – humus tabakasında % 57,11 olarak tespit edilmiştir. Yine Karaöz (1993) tarafından yapılan bir çalışmada Atatürk Arboretumu’ndaki Karaçam meşcerelerinin ölü örtü miktarı 12686 kg/ha olarak belirtilmiştir. Bu ölü örtüdeki toplam azot 93,97 kg/ha, yanabilen organik madde miktarı 9140 kg/ha olarak tespit edilmiştir. Sevgi (2003) tarafından yapılan bir araştırma sonucunda Karaçam ormanı topraklarında toplam azot ve organik karbon miktarının yükseltinin artmasına bağlı olarak 1m³ topraktaki miktarının arttığı tespit edilmiştir. Ölü örtüde özellikle yaprak tabakasında toplam azot ve organik madde yüzde oranında yine aynı şekilde arttığı, çürüntü ve humus tabakasındaki artışın belirgin olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmada Isparta Gölcük’te farklı yetiştirme ortamı özelliklerine sahip Karaçam meşcerelerinin, topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarları araştırılmıştır.

2. ARAŞTIRMA ALANININ YETİŞME ORTAMI ÖZELLİKLERİ

2.1. Mevki ve Yeryüzü Şekli Özellikleri

Gölcük, Isparta'nın güney batısında il merkezine 12 km uzaklıktadır. Gölcük çevresindeki başlıca tepeler; Ulukız Tepe (1566 m), Kirazlı Tepe (1653 m), Pilav Tepe (1551 m), Küçükçes Tepe ve Karaman Tepe (1763 m), akarsular ise Çayırli Dere, Karanlık Dere, Kayırlı Dere, Koca Dere'dir. Araştırmaya konu olan Karaçam meşcereleri Gölcük Gölü'nün kuzeydoğu, doğu ve güneydoğusunda bulunmakta olup, Çizelge 1'de örnek alanların hangi yükseltide ve bakıda bulunduğu ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

2.2. İklim Özellikleri

Yıllık ortalama yağışı 769,4 mm olan Gölcük ocak ayında 121,8 mm, dört yaz ayında (haziran-eylül) 76,4 mm yağış almakta olup yılın 24,6 günü karla kaplı olarak geçmektedir (Kantarci, 1991).

İklim özelliklerini belirlemek amacıyla, sıcaklık değerleri Isparta Meteoroloji İstasyonu verilerinden yükselti farkına göre hesaplanmış, aylık ve yıllık ortalama yağış miktarları için ise, DSİ Gölcük Meteoroloji İstasyonunun verilerinden faydalanılmıştır. (Anonim, 1981; Utku, 1990). C. W. Thornthwaite yöntemine göre genel iklim tipi; B₂ B₁' s₂ b₂' (Nemli, mezotermal, yazın çok kuvvetli su açığı olan, deniz iklimi etkisine yakın bir iklim tipi) olarak belirlenmiştir.

2.3. Anakaya ve Toprak Özellikleri

Araştırmamızda çalıştığımız Karaçam meşcereleri andezit, traki-andezit, Gölcük formasyonu ve alüvyon olmak üzere dört farklı anakaya üzerinde bulunmaktadır.

Andezitler makroskopik olarak gri, koyu gri renklidirler. Taze yüzeylerde yine koyu gri renklidir. İçerisinde en fazla 4 mm boyuta ulaşan siyah piroksen çubukları gözlenir. Yapısı sert ve sıkı dokuludur. Mikroskopik incelemeler sonucunda bu anakayada feldspat (albit, oligoklas), ojit, biyotit ve hornblend fenokristalleri ile tali mineral olarak apatit sfen ve oldukça fazla oranda opak minerali tespit edilmiştir. Andezitik kayaların farklı mineralojik bileşime sahip oldukları ve böylece piroksen andezit, biyotit andezit, amfibol andezit olarak çeşitlere ayrılabilceği belirlenmiştir (Kuşcu ve Gedikoğlu, 1990).

Traki-andezitler gri renkli ve ince dokulu kayalar olup, genelde iri sanidin kristallerinin oluşturduğu porfiritik doku ve ferromagnezyum minerallerinin bozuşması sonucu demiroksitlerden ileri gelen kırmızımsı kahve rengi görünüm ile karakteristiktirler. Mikroskopik incelemelerde kayanın albit, oligoklas, sanidin ojit, biyotit ve hornblend

fenokristallerinden oluştuğu, ayrıca da tali olarak sfen ve opak mineraller içerdiği izlenir. Traki-andezitler mineralojik bileşimlerine göre amfibollü ve proksenli traki-andezit olarak ikiye ayrılabilir (Kuşcu ve Gedikoğlu, 1990).

Gölcük Formasyonu adını yaygın bir biçimde görüldüğü Isparta Burdur arasındaki Gölcük Yöresi'nden almış olup birimin görünür kalınlığı 320-350 m arasındadır. Birim Gölcük Krater Gölü civarında yüzey oluşturmaktadır. Formasyonun tamamen volkanik kökenli kayalardan oluşan gevşek bir yapısı vardır. Yaygın kayaç türünü son derece hafif gereçlerden oluşmuş tüf, tüfit ve pomza seviyeleri temsil eder (Karaman, 1986).

Gölcük Krater Gölü'nün etrafında yaygın bir alüvyon birikimi vardır. Alüvyon kalınlığı 15-20 m arasında olup, yatay ve yataya yakın, gevşek, çakıl, kum ve mil tane çaplarındaki materyallerden oluşmuştur (Karaman, 1986).

Arazideki gözlem ve incelemelere ile laboratuvarında yapılan tane çapı (Tekstür) analizi sonuçlarına göre, örnek alanlardaki topraklar genetik bakımdan kireçsiz kum regosolü sınıfına girmektedir.

2.4. Bitki Örtüsü

Gölcük çevresinde yapılan incelemeler sonucunda 47 familya ve 136 cinse bağlı toplam 227 tür bitki taksonu bulunduğu belirlenmiştir. Bu taksonların 1'i Pteridophyta, 226'sı Spermatophyta bölümüne aittir. Açık tohumlular alt bölümüne ait 2, kapalı tohumlular alt bölümüne ait 224 tür vardır. Kapalı tohumlular üyesi 224 türden 216'sı Magnoliopsida, 8'i Liliopsida sınıfında yer alır. Araştırma alanı Akdeniz ile İran-Turan bitki yayılışı bölgelerinin geçiş alanında bulunmaktadır (Fakir, 1998).

Salkım Ağacı (*Robinia pseudo-acacia* L.) ve Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.)'de Gölcük Gölü çevresindeki ağaçlandırmalarda Karaçam'la birlikte yaygın olarak kullanılan ağaç türleridir.

Örnek alanlardaki Karaçam meşcerelerin altında genel olarak kapalılıktan dolayı diğer bitki türleri bulunmamakla birlikte, çevrede özellikle gölün doğusundaki andezit kayalıklarında, *Amelanchier parviflora*, *Rosa canina*, *Sorbus umbellata*, *Juniperus oxycedrus*, *Pistacia terebinthus*, *Quercus coccifera*, *Minuartia gracilis*, *Salvia* spp., *Euphorbia* spp. ve *Astragalus* spp. gibi türler yayılış göstermektedir.

3. MATERYAL ve METOT

Bu araştırmada yaklaşık 45 yaşındaki aynı yaşlı, % 70-80 kapalılıkta, yetiştirme ortamı özellikleri bakımından birbirinden farklı dört Karaçam meşceresinde çalışılmış olup, bu meşcerelerdeki örnek alanlara ait bazı yetiştirme ortamı özellikleri Çizelge 1’de ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Anakaya kendisinden oluşan toprağın derinliği, drenajı, besin maddesi ve su ekonomisi üzerinde çok önemli bir etkiye sahiptir (Çepel, 1988). Bu sebeple aynı iklim koşulları altında birbirine yakın yükseltilerdeki meşcerelerde anakaya farklılığının, topraklarındaki toplam azot (N_t) ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabileceği varsayımına dayanarak örnek alanların seçilmesinde anakaya farklılığı esas alınmıştır. Arazideki mevcut durum farklı bakı ve yükseltilerde örnek alan seçimini sınırlandırdığı için, dört örnek alanla (Meşcere) yetinilmek zorunda kalınmıştır.

Çizelge 1. Örnek alanlara ait bazı yetiştirme ortamı özellikleri.

Yetiştirme ortamı özelliği	Örnek alanın alındığı yer			
	Andezit	Traki-andezit	Gölcük Formasyonu	Alüvyon
Yükselti (m)	1500	1440	1420	1400
Bakı	Batı	Kuzey	Güney	Batı
Eğim (%)	35	30	41	3
Arazideki konum	Orta yamaç	Üst yamaç	Orta yamaç	Taban arazi

Çalıştığımız meşcereler Amenajman Planı’nda andezit için 614, traki-andezit için 687, Gölcük Formasyonu için 612, alüvyon için 688 nolu bölmeler içerisinde bulunmaktadır (Anonim, 1997). Her bir meşcerede 3’er adet toprak çukuru açılmıştır. Toprakta horizonlaşma olmadığı için 0-5 cm, 5-30 cm, 30-60 cm, 60-90 cm ve 90-120 cm’lik derinlik kademelerinden silindirle toprak örnekleri alınmıştır. Çukur açılan her bir noktadan 1/4 m²lik alandan ölü örtü örnekleri alınmıştır.

Toprak ve ölü örtü örnekleri laboratuarda hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Hava kurusu haldeki toprak örnekleri öğütülüp 2 mm’lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Taş ve ince köklerden ayrılan toprak örneklerinin tartılarak hacim ağırlıkları bulunmuştur. Ölü örtü örnekleri yaprak ve çürüntü+humus tabakalarına ayrılmıştır. Çürüntü ve humus tabakalarının birlikte değerlendirilmesinin sebebi ölü örtüdeki keçeleşmeden dolayı bu iki tabakanın yapışık halde bulunmasından kaynaklanmıştır. Ayrılan tabakalar tartılarak ağırlıkları bulunmuştur.

Toprak örneklerinde tane çapı (Bouyoucous hidrometre metodu ile), toprak reaksiyonu (H₂O ve 1N KCl'de cam elektrotlu pH-metre ile), organik karbon (Walkley-Black Islak yakma yöntemi ile), toplam azot (sömi-mikro Kjeldahl metodu ile), kireç (Scheibler kalsimetre yöntemi ile), ölü örtü örneklerinde ise organik madde (ateşte kayıp ile), toplam azot (sömi-mikro Kjeldahl metodu ile) belirlenmiştir (Gülçur, 1974).

Büro çalışmaları sırasında her bir derinlik kademesi ile 0-120 cm'nin tamamı için toplam azot ve organik karbon miktarının hektardaki rezerv değerleri hesaplanmıştır. Ölü örtüdeki toplam azot ve organik madde miktarı içinde hektardaki rezerv değeri hesaplamaları yapılmıştır. Daha sonra bu rezerv değerleri ile farklı yetiştirme ortamı özelliklerine sahip meşcereler arasında ilişki olup olmadığını belirlemek amacıyla varyans analizi yapılmıştır. Farklı yetiştirme ortamı özelliklerine sahip meşcerelere ait ortalamalar duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR

Topraklardaki toplam azot, organik karbon, aktüel asitlik, potansiyel asitlik, tane çapı ve ölü örtülerdeki toplam azot, yanan organik madde miktarı ile bunların hektardaki rezervlerine ilişkin değerler çizelgelerde ayrıntılı olarak gösterilmiştir (Çizelge 2-3-4, Ek Çizelge 1-2).

Toplam azot rezerv değerleri ortalaması en yüksek andezit (8,568 ton/ha), en düşük Gölcük Formasyonu (0,614 ton/ha) üstündeki meşcerelerin topraklarında bulunmuştur. Traki-andezit üstünde yer alan meşcere topraklarındaki ortalama değer (2,869 ton/ha), alüvyondakilerden (1,131 ton/ha) yüksektir. Organik karbon ortalama rezerv değeri en yüksek andezit üstündeki meşcereye ait topraklarda (79,076 ton/ha), en düşük Gölcük formasyonu üstündeki meşcere topraklarında (12,796 ton/ha) tespit edilmiştir. Alüvyondan üstündeki meşcere topraklarındaki rezerv değeri (21,068 ton/ha) Traki-andezittekilerden (17,800 ton/ha) yüksektir (Çizelge 5).

Ölü örtüdeki toplam azot rezerv değerleri ortalaması en yüksek Gölcük Formasyonu (0,354 ton/ha), en düşük traki-andezit (0,199 ton/ha) anakayası üzerindeki meşcerelerde tespit edilmiştir. Alüvyon üzerindeki meşcere ölü örtüsüne ait toplam azot ortalama rezerv değeri (0,300 ton/ha) andezittekine (0,271 ton/ha) göre daha yüksektir. Organik madde ortalama rezerv değeri en yüksek Gölcük Formasyonu (34,497 ton/ha), en düşük andezit (22,125 ton/ha) anakayası üzerindeki meşcerelerde tespit edilmiştir. Alüvyon üzerindeki meşcere ölü örtüsüne ait organik madde ortalama rezerv değeri (31,015 ton/ha), traki-andezittekine (22,413 ton/ha) göre daha yüksektir (Çizelge 5).

Varyans analizi sonucunda farklı yetiştirme ortamı özelliklerinin topraktaki toplam azot ve organik karbon rezerv değerleri ile $p \leq 0,001$, ölü örtü toplam azot rezerv değeri ile $p \leq 0,01$, organik madde rezerv değeri ile $p \leq 0,001$ önem seviyesinde ilişkili olduğu belirlenmiştir (Çizelge 6).

Duncan testine göre, topraktaki toplam azot rezerv değerine göre Gölcük Formasyonu, alüvyon, traki-andezit ve andezit üstündeki meşcerelerin herbiri ayrı ayrı birer grupta, organik karbon rezerv değerine göre ise Gölcük Formasyonu, traki-andezit ve alüvyon üstündeki meşcereler aynı grupta, andezitteki farklı grupta yer almıştır. Ölü örtüdeki toplam azot rezerv değerine göre 3 grup oluşmuş olup; alüvyon üstündeki meşcere hem andezit hem de Gölcük Formasyonundaki ile farklı gruplarda, traki-andezitteki ise tek başına ayrı bir grupta yer almıştır. Organik madde rezerv değerine göre traki-andezit ile andezit üstündeki meşcere bir grupta, alüvyon ile Gölcük Formasyonu üstündeki ayrı bir grupta yer almıştır (Çizelge 7).

Çizelge 2. Toprak örneklerinin aktüel ve potansiyel asitlik pH değerleri.

Çukur no	Derinlik kademesi (cm)	Aktüel asitlik pH'sı				Potansiyel asitlik pH'sı			
		Andezit	Traki-andezit	Gölcük Formasyonu	Alüvyon	Andezit	Traki-andezit	Gölcük Formasyonu	Alüvyon
I	0-5	6,85	6,94	7,18	6,73	5,77	6,06	6,17	5,62
	5-30	7,17	6,74	7,08	6,40	6,02	5,85	6,04	5,47
	30-60	7,10	6,78	7,12	6,83	6,10	5,40	6,16	5,42
	60-90	7,10	6,51	7,21	6,93	6,00	5,01	6,41	5,62
	90-120	6,98	6,72	7,71	7,06	5,89	5,23	7,37	5,80
II	0-5	6,89	6,95	7,02	6,52	5,94	6,14	6,16	6,13
	5-30	7,08	6,57	7,11	6,34	6,15	5,24	6,28	5,95
	30-60	6,97	6,84	7,13	6,84	6,02	5,36	6,36	5,34
	60-90	7,10	6,66	7,11	6,92	5,97	5,15	6,29	5,58
	90-120	7,06	6,65	7,86	7,00	6,06	5,14	7,51	5,85
III	0-5	6,80	6,71	7,07	6,64	5,78	5,46	6,31	5,93
	5-30	6,98	6,47	7,11	6,28	5,77	5,17	6,68	5,82
	30-60	6,79	6,64	7,67	7,15	5,49	5,15	7,57	6,30
	60-90	6,76	6,77	7,82	7,00	5,47	5,24	7,43	5,94
	90-120	6,78	6,87	7,56	7,71	5,45	5,32	6,94	7,38

GÖLCÜK (ISPARTA)'TE KARAÇAM (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) ...

Çizelge 3. Andezit ve traki-andezit üstündeki meşcerelerin ölü örtü tabakalarına ait toplam azot ve organik madde değerleri.

Ölü örtü no	Ölü örtü Tabakası*	Andezit					Traki-andezit				
		Toplam azot		Organik madde		Ölü örtü miktarı (ton / ha)	Toplam azot		Organik madde		Ölü örtü miktarı (ton / ha)
		%	ton / ha	%	ton / ha		%	ton / ha	%	ton / ha	
I	Y	0,58	0,024	95,97	3,939	4,104	0,36	0,013	96,50	3,475	3,601
	Ç+H	1,15	0,293	70,58	17,928	25,401	0,82	0,170	85,17	17,595	20,657
	Y+Ç+H		0,317		21,867	29,505		0,183		21,070	24,258
II	Y	0,54	0,025	96,77	4,542	4,693	0,35	0,014	96,43	3,915	4,060
	Ç+H	1,10	0,228	83,51	17,328	20,751	0,82	0,180	77,06	16,848	21,864
	Y+Ç+H		0,253		21,870	25,444		0,194		20,763	25,924
III	Y	0,63	0,028	95,88	4,226	4,408	0,36	0,014	96,33	3,890	4,038
	Ç+H	0,86	0,216	73,16	18,412	25,166	0,85	0,207	87,73	21,515	24,523
	Y+Ç+H		0,244		22,638	29,574		0,221		25,405	28,561

* Y: Yaprak tabakası, Ç: Çürüntü tabakası, H: Humus tabakası

Çizelge 4. Gölcük Formasyonu ve alüvyon üstündeki meşcerelerin ölü örtü tabakalarına ait toplam azot ve organik madde değerleri.

Ölü örtü no	Ölü örtü tabakası	Gölcük Formasyonu					Alüvyon				
		Toplam azot		Organik madde		Ölü örtü miktarı (ton / ha)	Toplam azot		Organik madde		Ölü örtü miktarı (ton / ha)
		%	ton / ha	%	ton / ha		%	ton / ha	%	ton / ha	
I	Y	0,37	0,029	96,39	7,438	7,717	0,37	0,016	96,52	4,283	4,438
	Ç+H	0,84	0,352	67,58	28,404	42,028	0,81	0,294	75,73	27,612	36,462
	Y+Ç+H		0,381		35,842	49,745		0,310		31,895	40,900
II	Y	0,31	0,025	96,01	7,654	7,973	0,45	0,019	95,82	4,017	4,192
	Ç+H	0,90	0,299	71,95	23,808	33,088	0,82	0,309	76,89	29,008	37,725
	Y+Ç+H		0,324		31,462	41,061		0,328		33,025	41,917
III	Y	0,36	0,027	95,53	7,226	7,565	0,36	0,021	96,27	5,568	5,784
	Ç+H	0,92	0,331	80,28	28,961	36,076	0,84	0,240	78,63	22,556	28,685
	Y+Ç+H		0,358		36,187	43,641		0,261		28,124	34,469

Çizelge 5. Toprak ve ölü örtü örneklerine ilişkin istatistiksel rakamlar.

Ölçülen değer Türü	Örneğin alındığı yer	Örnek sayısı	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Standart hata	Minimum değer	Maximum değer
0-120 cm toprakta N_t (ton/ha)	Andezit	3	8,568	0,32618	0,18832	8,361	8,944
	Traki-andezit	3	2,869	0,24669	0,14243	2,603	3,090
	Gölcük Formasyonu	3	0,614	0,08947	0,05166	0,517	0,693
	Alüvyon	3	1,131	0,20842	0,12033	0,915	1,331
0-120 cm toprakta C_{org} (ton/ha)	Andezit	3	79,076	8,73786	5,04480	70,712	88,145
	Traki-andezit	3	17,800	3,00409	1,73441	14,661	20,648
	Gölcük Formasyonu	3	12,796	3,12829	1,80612	9,304	15,343
	Alüvyon	3	21,068	0,92235	0,53252	20,008	21,690
Tüm ölü örtüde N_t (ton/ha)	Andezit	3	0,271	0,03980	0,02298	0,244	0,317
	Traki-andezit	3	0,199	0,01955	0,01129	0,183	0,221
	Gölcük Formasyonu	3	0,354	0,02868	0,01656	0,324	0,381
	Alüvyon	3	0,300	0,03468	0,02002	0,261	0,328
Tüm ölü örtüde Organik madde (ton/ha)	Andezit	3	22,125	0,44427	0,25650	21,867	22,638
	Traki-andezit	3	22,413	2,59598	1,49879	20,763	25,405
	Gölcük Formasyonu	3	34,497	2,63404	1,52076	31,462	36,187
	Alüvyon	3	31,015	2,56636	1,48169	28,124	33,025

Çizelge 6. Toprak ve ölü örtü örneklerinin varyans analizi sonuçları.

Ölçülen değer türü	Varyasyon kaynağı	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem düzeyi
0-120 cm Toprakta N_t (ton/ha)	Gruplar arası	119,568	3	39,856	728,979	0,000***
	Grup içi	0,437	8	0,05467		
	Toplam	120,005	11			
0-120 cm Toprakta C_{org} (ton/ha)	Gruplar arası	8712,708	3	2904,236	120,995	0,000***
	Grup içi	192,023	8	24,003		
	Toplam	8904,732	11			
Tüm ölü örtüde N_t (ton/ha)	Gruplar arası	0,03747	3	0,01249	12,516	0,002**
	Grup içi	0,07983	8	0,09978		
	Toplam	0,04545	11			
Tüm ölü örtüde organik madde (ton/ha)	Gruplar arası	348,246	3	116,082	22,693	0,000***
	Grup içi	40,922	8	5,115		
	Toplam	389,167	11			

** : p<0.01, *** : p<0.001

Çizelge 7. Duncan testi sonuçları.

ÖRNEK ALAN	Örnek sayısı	0-120 cm Toprakta N _t (ton/ha)				0-120 cm Toprakta C _{org} (ton/ha)	
		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 4	Grup 1	Grup 2
Gölcük Formasyonu	3	0,614				12,769	
Alüvyon	3		1,131			21,068	
Traki-andezit	3			2,869		17,800	
Andezit	3				8,568		79,076
ÖRNEK ALAN	Örnek sayısı	Tüm ölü örtüde N _t (ton/ha)			Tüm ölü örtüde organik madde (ton/ha)		
		Grup 1	Grup 2	Grup 3	Grup 1	Grup 2	
Traki-andezit	3	0,199			22,413		
Andezit	3		0,271		22,125		
Alüvyon	3		0,300	0,300		31,015	
Gölcük Formasyonu	3			0,354		34,497	

5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Çalışma alanındaki anakayaların tümü volkanik kökenli olup minerolojik özellikler bakımından birbirine yakındır. Alüvyon, çevredeki kayalardan aşınmış olan malzemenin birikmesi sonucunda oluştuğundan minerolojik içerik olarak diğer anakaya toprakları ile benzer özellikler göstermektedir. Yapılan tane çapı (tekstür) analizi sonucunda farklı anakayalardan oluşmuş olan toprakların kum, toz ve kil yüzdelerinin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Toprakların mutlak ve fizyolojik derinlikleri de 120 cm'den fazladır. Alüvyonda açılan toprak çukurlarında 45-50 cm'nin altında taban suyu tespit edilmiş olmasına rağmen, bu durum aşağı doğru kök gelişimini kısmen engellemiştir.

Traki-andezit, Gölcük Formasyonu ve Alüvyon anakayaları üzerinden alınan örnek alanlar kuytu ve korunaklı olan Gölcük Gölü Çanağı içerisinde yer almaktadır. Andezit anakayası üzerindeki örnek alan Gölcük Gölü'ne bakan yamaçta yer almasına rağmen kuytu ve korunaklı koşullar bu örnek alanda mevcut değildir. Bunun nedeni kuzeybatısındaki arazinin Ulukız Tepe (1566 m) haricinde yükseltisinin bu örnek alana göre daha düşük olması ve bu sebeple kuzey rüzgarlarına açık olmasıdır. Andezit üzerindeki örnek alanımız kuzey rüzgarlarının etkisi ile nemli, batı bakılı olmasından dolayı da sıcak koşulların etkisine maruz kalmaktadır. Nemli ve sıcak koşullar ölü örtünün ayrışmasını hızlandırmış, böylelikle topraktaki toplam azot ve organik karbon (%) değerleri dolayısıyla rezervleri traki-andezit, Gölcük Formasyonu ve alüvyon topraklarındakilere göre daha yüksek bulunmuştur.

Kantarıcı (1978-1979) Aladağ'da (Bolu) Uludağ Göknarı (*Abies bornmülleriana* Maaf.) ormanlarında yapmış olduğu çalışmada yükseltinin artması sonucunda topraktaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtüdeki toplam azot yüzde değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Sevgi (2003) Kaz Dağları'nda Karaçam ormanlarında yapmış olduğu çalışmada topraktaki (pedonlarda =1 m³) toplam azot ve organik karbon miktarı ile ölü örtüdeki toplam azot yüzde değerlerinin arttığını tespit etmiştir. Yapılan bu çalışmanın sonunda da aynı sonuçlar elde edilmiştir. Andezit anakayasası üstündeki meşcerenin diğer anakayalar üzerindeki meşcerelere göre en fazla 100 m daha yüksekte bulunmasına rağmen yukarıda açıklaması yapılan arazi yapısı dolayısıyla, yükseltinin topraktaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtüdeki toplam azot yüzde değerleri üzerindeki etkisi çok kuvvetli olmuştur.

Gölcük Gölü Çanağı içerisinde yer alan örnek alanlardaki bakı farklılıkları ölü örtünün ayrışma hızını etkilemiştir. Bu sebeple farklı anakayalardaki toprakların toplam azot ve organik karbon rezerv değerleri de birbirinden farklı çıkmıştır. Kuzey bakılı traki-andezit anakayasası topraklarındaki toplam azot rezerv değeri diğer ikisine göre daha yüksek tespit edilmiştir. Güney bakılı Gölcük Formasyonu topraklarındaki toplam azot ve organik karbon rezerv değerleri en düşük seviyede tespit edilmiştir. Alüvyon topraklarındaki organik karbon rezerv değerinin, traki-andezite göre daha yüksek olma nedeni; alüvyon topraklarında 45-50 cm'de taban suyunun bulunması ve bu sebeple kök sayısının bu seviyenin üzerinde artması olarak açıklanabilir.

Ölü örtülere ait toplam azot ve organik madde miktarının hektardaki rezerv değerleri, en yüksek Gölcük Formasyonu ikinci olarak alüvyon üzerindeki meşcerelerde tespit edilmiştir. Bunun sebebi; bu iki alanda ölü örtü ayrışmasının güç olması nedeniyle hektardaki ölü örtü miktarının diğer ikisine göre daha fazla miktarda bulunması olarak açıklanabilir. Traki-andezit üzerindeki meşcerenin ölü örtü miktarı andezit üzerindeki meşceredekinden daha az olmasına rağmen, organik madde rezerv değeri daha yüksek çıkmıştır. Bu durum traki-andezit üzerindeki meşcere ölü örtüsünün organik madde (%) değerinin, andezittekinden fazla olmasından kaynaklanmıştır. Andezit üzerindeki meşcere ölü örtüsünde toplam azot yüzde değerinin yüksek çıkması, hektardaki ölü örtü miktarı az olmasına rağmen, ölü örtüdeki toplam azot rezerv değerinin alüvyondaki değere yakın çıkmasına sebep olmuştur.

Bu çalışmanın sonucunda, Gölcük'teki Karaçam meşcerelerinin, farklı yetiştirme ortamı koşullarında topraklardaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtüdeki toplam azot ve organik madde miktarının hektardaki rezerv değerlerinin birbirinden farklı olduğu bulunmuştur. İlk paragrafta belirtildiği gibi anakayalar ve onlardan oluşan topraklar benzer

özelliğindedir. Dolayısıyla meşcerelerdeki değerlerin farklılık sebebi, anakaya farklılığından ziyade örnek alanların farklı bakılarda yer alması ve arazi yapısının etkisi ile açıklanabilir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1981. DSİ Meteoroloji 1971-78 Rasat Yıllığı. DSİ Basın ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası; Genel Yayın No: 899, Grup No: 111, Özel No: 24, Ankara.
- Anonim, 1997. Isparta Orman Bölge Müdürlüğü, Isparta Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez Orman İşletme Şefliği Amenajman Planı (1997-2006). Ankara.
- Çepel, N. 1988. Orman Ekolojisi. III. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3518, O.F.Yayın No: 399, İstanbul, s. 536.
- Eruz, E. 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşcerelerinin Boy Gelişimi ile Bazı Edafik ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 3244, O.F.Yayın No: 368, İstanbul, s. 72.
- Fakir, H. 1998. Isparta Gölcük Gölü Çevresi Florası Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, s. 89, (Yayınlanmamış).
- Gülçur, F. 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metodları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1970, O.F.Yayın No: 201, İstanbul, s. 225.
- Irmak, A., Çepel, N. 1974. Bazı Karaçam, Kayın ve Meşe Meşcerelerinde Ölü Örtünün Ayrışma ve Humuslaşma Hızı Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 1973, O.F.Yayın No: 204, İstanbul, s. 48.
- Kantarcı, M.D. 1978. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması (Almanca Özeti ile Birlikte). İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 28, 2: 60-116.
- Kantarcı, M.D. 1979. Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 2634, O.F. Yayın No: 274, İstanbul, s. 220.
- Kantarcı, M.D. 1991. Akdeniz Bölgesi'nin Yetiştirme Ortamı Bölgesel Sınıflandırması. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını, Sıra No: 668, Seri No: 64, Ankara, s. 150.
- Kantarcı, M.D. 2000. Toprak İlimi. İkinci Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü. Yayın No: 4261, O.F.Yayın No: 462, İstanbul, s. 420.

- Karaöz, Ö. 1988. Belgrad Ormanı'nda Bazı İğne Yapraklı ve Geniş Yapraklı Orman Ekosistemlerinin Önemli Edafik Özellikleri ile Bitkisel Kütle Karakteristikleri Bakımından Karşılaştırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 38, 1: 157-190.
- Karaöz, Ö. 1991a. Belgrad Ormanındaki Bazı İğne Yapraklı ve Geniş Yapraklı Orman Ekosistemlerine Ait Toprak Özelliklerinin Bir Metreküp Hacimdeki Değerlere Göre Karşılaştırılması. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 41, 1: 60-66.
- Karaöz, Ö. 1991b. Atatürk Arberatumu'ndaki Bazı İğne Yapraklı Plantasyonlarda Ölü Örtünün Kimyasal Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 41, 2: 68-86.
- Karaöz, Ö. 1993. Bazı Yerli ve Yabancı İğne Yapraklı Ağaç Türlerine Ait Plantasyonlarda Ölü Örtü Miktarı ile Bunlardaki Besin Maddesi Rezervleri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 43, 1: 93-115.
- Karaman, M.E. 1986. Burdur ve Dolaylarının Genel Stratigrafisi. Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi Dergisi, 2: 23-26.
- Kuşcu, M., Gedikoğlu, A. 1990. Isparta Gölçük Yöresi Pomza Yataklarının Jeolojik Konumu. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 37: 69-78.
- Sevgi, O. 2003. Bayramiç İşletmesi'nde (Kaz Dağları) Karaçam'ın (*Pinus nigra* Arn. supsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Yükseltiye Göre Beslenme Büyüme İlişkileri. İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlimi ve Ekoloji Programı Doktora Tezi, İstanbul, s. 221, (Yayınlanmamış).
- Utku, M. 1990. Isparta İklim Etüdü. T.C. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Araştırma ve Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı, Resim ve Teksir Atölyesi, Ankara, s. 149.

Ek Çizelge 1. Toprak örneklerinin toplam azot ve organik karbon değerleri.

Çukur no	Derinlik (cm)	Toplam azot (%)				Organik karbon (%)				Toplam azot (ton/ha)				Organik karbon (ton/ha)			
		Andezit	Traki-andezit	Gölcük Formasyonu	Alüvyon	Andezit	Traki-andezit	Gölcük Formasyonu	Alüvyon	Andezit	Traki-andezit	Gölcük Formasyonu	Alüvyon	Andezit	Traki-andezit	Gölcük Formasyonu	Alüvyon
I	0-5	0,071	0,064	0,025	0,042	0,908	1,391	0,469	0,803	0,342	0,261	0,096	0,177	4,374	5,678	1,799	3,375
	5-30	0,080	0,027	0,010	0,016	0,717	0,344	0,156	0,392	2,210	0,608	0,238	0,447	19,806	7,744	3,711	10,955
	30-60	0,070	0,023	0,006	0,006	0,506	0,074	0,140	0,103	2,340	0,712	0,150	0,191	16,918	2,292	3,508	3,286
	60-90	0,066	0,018	0,006	0,002	0,677	0,045	0,062	0,032	2,295	0,494	0,160	0,053	23,536	1,234	1,655	0,840
	90-120	0,050	0,018	0,002	0,002	0,391	0,039	0,127	0,065	1,757	0,528	0,048	0,048	13,737	1,143	3,067	1,552
	0-120								8,944	2,603	0,693	0,915	78,371	18,091	13,740	20,008	
II	0-5	0,107	0,034	0,033	0,044	1,492	0,704	0,799	1,023	0,450	0,131	0,133	0,180	6,282	2,716	3,210	4,175
	5-30	0,087	0,036	0,010	0,030	0,774	0,285	0,185	0,348	2,252	0,850	0,199	0,737	20,034	6,728	3,678	8,549
	30-60	0,053	0,030	0,006	0,007	0,634	0,062	0,140	0,124	1,642	0,843	0,154	0,190	19,644	1,742	3,602	3,369
	60-90	0,066	0,023	0,004	0,004	0,618	0,031	0,129	0,097	2,299	0,672	0,094	0,128	21,528	0,906	3,037	3,102
	90-120	0,048	0,014	0,002	0,004	0,565	0,086	0,068	0,096	1,755	0,418	0,053	0,096	20,657	2,569	1,816	2,311
	0-120								8,399	2,915	0,633	1,331	88,145	14,661	15,343	21,505	
III	0-5	0,075	0,050	0,030	0,053	1,132	0,869	0,608	0,796	0,309	0,159	0,073	0,219	4,671	2,760	1,477	3,288
	5-30	0,091	0,035	0,009	0,021	0,878	0,358	0,183	0,410	2,528	0,799	0,145	0,561	24,390	8,173	2,957	10,958
	30-60	0,076	0,028	0,006	0,006	0,718	0,175	0,075	0,158	2,678	0,935	0,106	0,198	25,300	5,845	1,320	5,216
	60-90	0,052	0,023	0,006	0,003	0,295	0,064	0,086	0,032	1,564	0,639	0,139	0,109	8,870	1,777	1,990	1,163
	90-120	0,036	0,016	0,002	0,002	0,21	0,06	0,058	0,036	1,282	0,558	0,054	0,059	7,481	2,093	1,560	1,065
	0-120								8,361	3,090	0,517	1,146	70,712	20,648	9,304	21,690	

Ek Çizelge 2. Toprak örneklerinin tane çapı (tekstür) analizi sonuçları.

Çukur no	Derinlik (cm)	Andezit				Traki-andezit				Gölcük Formasyonu					Alüvyon			
		Kum %	Toz %	Kil %	Toprak türü	Kum %	Toz %	Kil %	Toprak türü	Kum %	Toz %	Kil %	Toprak türü	Kum %	Toz %	Kil %	Toprak türü	
I	0-5	84,2	5,0	10,8	KuB	70,9	15,2	13,9	KuB	78,5	10,1	11,4	KuB	85,1	6,4	8,5	BKu	
	5-30	83,11	8,08	8,81	KuB	70,97	12,13	16,90	KuKB	82,5	7,5	10,0	KuB	83,0	8,4	8,6	KuB	
	30-60	85,15	9,08	5,77	BKu	71,93	13,17	14,90	KuB	80,1	8,5	11,4	KuB	86,2	5,5	8,3	BKu	
	60-90	81,05	9,11	9,84	KuB	72,97	13,15	13,88	KuB	80,1	10,1	9,8	KuB	86,2	5,1	8,7	BKu	
	90-120	73,84	11,19	14,97	KuB	74,13	13,47	12,40	KuB	80,6	10,1	9,3	KuB	84,6	5,0	10,4	KuB	
II	0-5	83,1	6,0	10,9	KuB	74,0	13,6	12,4	KuB	83,6	6,6	9,8	KuB	85,0	8,9	6,1	BKu	
	5-30	87,18	5,04	7,78	BKu	71,00	12,12	16,88	KuKB	85,3	5,0	9,7	BKu	86,9	4,4	8,7	BKu	
	30-60	87,18	5,04	7,78	BKu	72,95	12,15	14,90	KuB	81,6	8,6	9,8	KuB	86,6	4,6	8,8	BKu	
	60-90	81,04	9,52	9,44	KuB	74,03	13,13	12,84	KuB	78,5	13,1	8,4	KuB	87,2	2,0	10,8	BKu	
	90-120	78,98	8,12	12,90	KuB	78,11	9,07	12,82	KuB	79,6	11,1	9,3	KuB	83,6	5,2	11,2	KuB	
III	0-5	83,1	6,1	10,8	KuB	69,0	15,6	15,4	KuKB	78,5	12,1	9,4	KuB	85,2	7,0	7,8	BKu	
	5-30	81,09	8,08	10,83	KuB	73,01	12,12	14,87	KuB	85,6	6,0	8,4	BKu	87,0	6,5	6,5	BKu	
	30-60	78,98	8,12	12,90	KuB	69,89	13,17	16,94	KuKB	87,3	2,8	9,9	BKu	87,7	3,0	9,3	BKu	
	60-90	73,89	9,14	16,97	KuKB	75,99	11,14	12,87	KuB	76,4	14,1	9,5	KuB	87,7	5,0	7,3	BKu	
	90-120	75,76	8,31	15,93	KuKB	73,96	12,15	13,89	KuB	81,3	10,6	8,1	KuB	89,7	4,4	5,9	BKu	