



Anadolu karaçam ormanlarında bakının ölü örtü ve üst toprak özelliklerine etkileri

Koray Demir¹, Ceyhun Göl^{1*}

¹ Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, Çankırı, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 27/09/2022

Kabul Tarihi: 20/12/2022

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1180853>

* Sorumlu yazar:

drceyhungol@gmail.com

ÖZ

Bu araştırmada, yarı kurak bir ekosistem bulunan doğal Anadolu karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) ormanında bakının (Kuzey-Güney) üst toprak ve ölü örtü özelliklerine etkileri değerlendirilmiştir. Belirlenen iki örnekleme alanında (400 m²), 50x50 m kare sisteminde 60 örnekleme noktasında, üst toprak (0-15 cm) ve 25x25x10 cm ölçülerindeki metal çerçeveler ile alınan ölü örtü örnekleri incelenmiştir. Ayrıca her bir örnekleme alanında açılan toprak çukurunda horizon esasına göre alınan toprakların fiziksel ve kimyasal özellikler incelenmiştir. Kuzey bakı üst topraklarında organik madde %8,02, hacim ağırlığı 0,86 g cm⁻³, pH 6,69, güney bakıda organik madde %4,14, hacim ağırlığı 0,90 g cm⁻³, pH 7,31 dir. Kuzey ve Güney bakı üst toprakları kum, kil, organik madde, hacim ağırlığı, kireç ve toprak reaksiyon özellikleri bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde farklıdır (p<0,005). Kuzey bakılı orman altı ölü örtü miktarı ortalama 171,71 ton ha⁻¹, Güney bakıda 70,38 ton ha⁻¹ dir. Bakının ölü örtünün kimyasal özellikleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli değildir. Ölü örtü miktarı bakımından ise bakının etkisi istatistiksel olarak önemlidir.

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler: Anadolu karaçam, bakı, ölü örtü, kuraklık, Çankırı

The effects of slope aspect on litter and top soil properties in Anatolian black pine forests

ABSTRACT

In this study, the effects of slope aspect (North-South) on topsoil and forest floor properties were investigated in the Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) forest in the semi-arid ecosystem. The physical and chemical properties of the soils taken on the basis of horizon from the top soil (0-15 cm) and the soil pits dug in each sampling area at 60 points in the 50x50 m grid system in the two determined sampling areas (400 m²) were examined. In addition, forest floor samples taken with metal frames measuring 25x25x10 cm were examined. Soil organic matter was determined as 8.02%, bulk density 0.86 g cm⁻³, pH 6.69, in the northern aspect top soils, the same properties were determined as soil organic matter 4.14%, bulk density 0.90 g cm⁻³, pH 7.31, respectively. It was determined that the top soils of the North and South aspects were statistically significantly different in terms of sand, clay, organic matter, bulk density, lime and soil reaction properties (p<0.005). It was determined that the average amount of forest floor in the North aspect was 171.71 tons ha⁻¹, and 70.38 tons ha⁻¹ in the South aspect. It was determined that the effect of aspect on the chemical properties of forest floor was not statistically significant. But, in terms of the amount of forest floor, the effect of aspect was found to be statistically significant.

Key Words: Anatolian black pine, slope aspect, forest floor, drought, Çankırı

Bu makaleye atıf:

Demir, K., Göl, C., 2022. Anadolu karaçam ormanlarında bakının ölü örtü ve üst toprak özelliklerine etkileri. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 8(2), 89-97.



This article is licensed under CC BY-NC 4.0

1. Giriş

Karasal ekosistemlerin temel ögesi topraktır. Orman ekosistemlerinde toprak, mineral ana materyal ve organik ölü örtünün türlü ayrışma ürünlerinden oluşmaktadır (Çepel, 1995). Ölü örtü ve ayrışma ürünleri toprağın fiziko-kimyasal ve hidrolojik özelliklerini doğrudan etkileyen temel faktörlerden birisidir (Özhan, 1976; Aerts, 1997; Çakır ve ark., 2020; Liao et al., 2021; Peng et al., 2022). Aynı zamanda ölü örtü yağış havzalarının yağış/akış ve akarsu rejimlerini düzenlemektedir (Zengin, 1998). Ölü örtü, dökümle (yaprak/ibre, dal, kabuk, kozalak, çiçek, tomurcuk vb.) toprak yüzeyine ulaşan materyallerden oluşturmaktadır (Irmak, 1967; Irmak ve Çepel, 1974; Koray ve Tolunay, 2020). Ölü örtü dökümü ve ayrışması, besin maddelerinin toprak üstü ekosistemden toprak sistemine geçişini sağlayan en önemli süreçtir. Bu süreç, orman ekosisteminde uzun dönem besin durumunun korunmasını sağlamaktadır (Peng et al., 2022). Ölü örtü aynı zamanda karasal ekosistemlerde organik karbon döngüsünde önemli bir role sahiptir (Çakır and Akburak, 2017). Ölü örtü miktarını ve ayrışma özelliklerini araştırmak küresel karbon döngüsü ve karbon birikimi için de önemli bir parametredir. Orman ekosistemlerinde karbon canlı bitkisel kütlede, toprakta, ölü örtü ve ölü odunda birilmektedir (Amorim et al., 2022). Toprakta organik madde ve karbon depolanmasının önemli bir bölümü ölü örtü ile gerçekleşmektedir (Koray ve Tolunay, 2020). Çakır ve ark., (2019)'da karaçam ağaçlandırmalarında toplam dökümün 1,868-2,459 kgC/ha/yıl kadar karbon içerdiğini belirlemiştir.

Anadolu Karaçamı (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) yarı kurak ekosistemlerde ağaçlandırma çalışmalarına konu olan en önemli türdür (Yaltırık ve Efe, 2000). Ülkemizde Karaçam ormanları ölü örtü özellikleri üzerine birçok araştırma (Eruz, 1984; Karaöz, 1991; Zengin, 1998; Sevgi, 2003; Karatepe, 2004; Sarıyıldız et al., 2005; Çakır and Akburak, 2017; Çakır ve ark., 2019; Koray ve Tolunay, 2020) bulunmaktadır. Bu araştırmalarda yıllık döküm miktarı, morfolojik (renk, tekstür, kıvam, tabaka vb.) özellikleri, karbon içeriği, fauna, hidrolojik özellikleri, besin maddesi içeriği ve benzeri birçok konu araştırılmıştır. Yine bu araştırmalarda, ağaç türü, meşcere özellikleri, kapalılık, karışım oranları, ana kaya ve topoğrafik özellikler ile ölü örtü özellikleri arasındaki ilişkiler de incelenmiştir.

Toprak özellikleri ile jeomorfoloji (eğim, bakı, yükselti, arazi şekli vb.) arasında sıkı bir ilişki vardır. Özellikle bakı, güneşlenme süresi, nemlilik, buharlaşma, vejetasyon, erozyon gibi birçok hidro- ekolojik süreci doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Yüksek dağlık ekosistemlerde toprak ve ölü örtü özelliklerinin değişen ekosistem faktörleri ile doğrudan ilişkili olduğu ifade edilmektedir (Sarıyıldız ve ark., 2022). Kuzey yarı kürede, güneşe bakan yamaçlar daha fazla güneş radyasyonu almaktadır (Augustine and Capotondi, 2022). Sonuç olarak, bakı sıcaklık, nem ve buharlaşma gibi mikro iklim koşullarını güçlü bir şekilde etkilemektedir. Kuzey bakı daha soğuk ve daha yağışlıdır (Irmak ve Çepel, 1968; Çepel, 1995; Jasińska et al., 2019). Mikro iklimlerdeki farklılıklar, bitki örtüsü ve toprak mikroorganizma popülasyonlarında farklılıklara neden olur (Kantarıcı, 1980a; Çepel, 1995; Chu et al., 2016). Kuzey bakı vejetasyon yapısının daha kuvvetli olmasına bağlı olarak ölü örtü birikimi (Jasińska et al., 2019),

toprak organik madde miktarı (Kutiel, 1992), organik karbon miktarı (Sewerniak and Jankowski, 2017) ve nem (Chu et al., 2016) daha yüksektir. Liu et al., (2013)'de Kuzey bakıda vejetasyon, toprak, bitki besin maddesi ve nem daha yüksektir (Kantarıcı, 1980a; Çepel, 1995).

Yüksek dağ ekosistemlerinde mikro topoğrafyanın (bakı, eğim, yükselti vb.) ekosistem üzerine etkileri önem taşımaktadır (Çepel ve Dünder, 1980). Bunlar içerisinde bakı, ölü örtü birikim ve ayrışma koşullarını doğrudan etkilemektedir (Bot and Benites, 2015). Bakı, buharlaşma, gece gündüz sıcaklık farkı, güneş radyasyonunun niteliği ve niceliğini etkileyerek bir bölgedeki bitki örtüsünü, toprağa katılan organik madde miktarını ve toprak üstü ölü örtü özelliklerini etkilemektedir (Kantarıcı, 1980a; Çepel, 1995; Sarıyıldız ve ark., 2022). Bakı ile ölü örtü arasındaki ilişkiyi ortaya koyan birçok araştırma (Özhan, 1976; Kantarıcı, 1980a,1980b; Aerts, 1997; Sarıyıldız ve ark., 2005; Göl, 2009; Göl ve ark., 2010; Çakır ve ark., 2019; Jasińska et al., 2019) yapılmıştır. Bu araştırmalarda bakının ekosistem özelliklerinin doğrudan etkilediği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, yarı kurak bir ekosistemde doğal Anadolu Karaçam ormanlarında bakı faktörünün ölü örtü ve üst toprak özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

2.1 Araştırma alanının tanıtımı

Araştırma alanı, İç Anadolu Bölgesi, Çankırı ili, Eldivan İlçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Konum itibarıyla, 40°34'41" - 40°20'38" kuzey enlemleri ile 33°36'00" - 33°25'10" doğu boylamları arasındadır (Şekil 1-2). Çalışmanın ana materyalini; Ankara Orman Bölge Müdürlüğü, Çankırı Orman İşletme Müdürlüğü, Çankırı-Merkez Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde bulunan doğal Anadolu Karaçamının yetiştiği ormanlar oluşturmaktadır (Şekil 1-2), (OGM, 2021).

Araştırma alanı, Karadeniz nemli iklim kuşağından Orta Anadolu kurak iklim kuşağına geçiş zonu içerisinde yer almaktadır. Karadeniz ikliminin etkisi altında kalan yüksek dağlık bölgelerde kuru ormanlar ve geniş mera alanları, İç Anadolu kurak iklimin hâkim olduğu bölgelerde ise bozkır bitki örtüsü hakimdir (Anşin, 1983; Göl, 2002; OGM, 2011, 2015, 2021). Araştırmanın yürütüldüğü alan kuraklık, taşlılık, yüksek eğim ve sığ toprak gibi kötü doğal ekolojik özelliklere sahiptir. Araştırma alanında yıllık ortalama sıcaklık 10,5 °C, ortalama yıllık toplam yağış 486 mm'dir (MGM, 2019). Thornthwaite yöntemine göre, Eldivan Meteoroloji İstasyonu 1977-2000 yılları ölçüm değerleri (Anonim, 2001)'nden yararlanılarak araştırma alanının iklim tipi incelenmiştir. Thornthwaite iklim sınıflandırma modeline göre Eldivan D B' 1 d b' 3 rumuzu ile gösterilen "Kurak-yarı kurak, mezotermal, su fazlası yok veya pek az, denizel iklim etkisine yakın" bir iklim sınıfındadır (Özyuvacı, 1998).

Çankırı ilinin kuzeyi III. Zamanda oluşmuş Oligosen-Miyosen yaşta jips serileri ile kaplıdır. Bu oluşum kalın ve kırmızı renkli bir taban konglomerası ile başlar, bunu açık renkli ve aralarında jips yatakları da bulunan kil ve marnlar izler (Akyürek ve ark., 1988). Bölge toprakları, orta ve hafif bünyeli, orta alkali, az tuzlu, orta ve yüksek kireçli ve organik madde miktarı düşüktür. Yüksek eğimli ve erozyona uğramış alanlarda

SPSS® 20,0 paket programı kullanılarak hesaplanmıştır. Bakının ölü örtü bazı özelliklerine etkilerini belirlemek amacıyla tek yönlü varyans (one-way ANOVA) analizi ve bağımsız iki örnek için t-testi (Independent sample t-test) yöntemi kullanılmıştır ($p < 0,05$) (SPSS® 20.0).



Şekil 3. Araştırma alanı üst toprak (0-15 cm) örnekleme (a) ve ölü örtü örnekleme (b)

Ayrıca her iki bakıdan genel toprak morfolojik (renk, tekstür, horizon kalınlıkları, kök dağılışı, taşlılık vb.) özelliklerini belirlemek için iki adet toprak çukuru kazılmıştır. Toprak çukurlarında horizon dağılışına bağlı olarak 1 kg'lık torbalara doğal strüktürü bozulmuş toprak örnekleme yapılmıştır (Şekil 4).

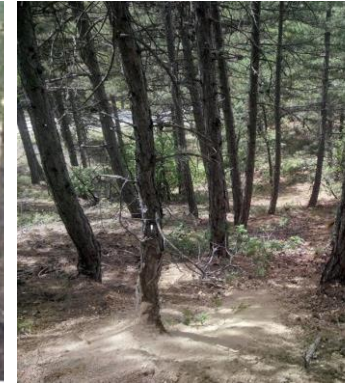
3. Bulgular

3.2 Araştırma alanı genel toprak özellikleri

Kuzey bakı araştırma alanı esmer orman toprağıdır. Toprak morfolojik gelişimi (kök dağılışı, horizon kalınlıkları ve sınırları, renk belirginlikleri, strüktürel gelişim vb) iyi, mutlak toprak derinliği 102 cm dir. Üst horizon toprakları granüler, alt horizon toprakları masif strüktürel yapıdadır. İnceleme zamanında toprak çukurunda tüm horizonlarda topraklar nemlice ve orta nemli yapıdadır. Orta taşlı ve orta derin-derin kök yayılışındadır. Kuzey bakı ormanı toprak türleri KuKB (Kumlu, Killi, Balçık) ve KuB (Kumlu Balçık) Balçık (B) (Çepel, 1995) olarak saptanmıştır. A_h horizonu toprakları hacim ağırlığı $0,92 \text{ g cm}^{-3}$ ve alt horizonlarda derinlikle $1,63 \text{ g cm}^{-3}$ kadar artmaktadır. Toprakların hacim ağırlığı değerleri Kuzey

bakıda $0,92-1,63 \text{ g cm}^{-3}$ arasındadır. Kuzey bakı orman topraklarının A_h horizonu organik madde miktarı (% 7,85), bu değer toprak çukurunda % 1,18-7,85 arasında değişmektedir. Kuzey bakı topraklarında kireç miktarı % 1,63-8,09 arasında değişim göstermiştir. Kuzey bakı toprakları pH değerleri en yüksek (7,68), en düşük (6,13)'dir ve bu duruma göre hafif alkali-hafif asit sınıfına (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000) girmektedir (Çizelge 1), (Demir ve Göl, 2018).

Güney bakı araştırma alanı orman toprakları esmer orman toprağıdır. Mutlak toprak derinliği 40+ cm dir. Üst horizon toprakları granüler, alt horizon toprakları masif strüktürel yapıdadır. İnceleme zamanında toprak çukurunda tüm horizonlarda topraklar nemlice ve orta nemli yapıdadır. Orta taşlı ve üst topraklarda ince kalın, alt topraklarda kalın kök dağılışı vardır. Güney bakı orman toprak türleri KuKB (Kumlu Killi Balçık) ve KuB (Kumlu Balçık) (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000) dir. Güney bakıda A_h horizonu toprakları hacim ağırlığı $0,99 \text{ g cm}^{-3}$ ve alt horizonlarda derinlikle $1,28 \text{ g cm}^{-3}$ kadar artmaktadır.



Şekil 4. Araştırma alanı Kuzey bakı (a-b), Güney bakı (c -d) örnekleme alanı ve toprak çukuru

Çizelge 1. Araştırma alanı Kuzey bakıda bulunan Anadolu karaçam ormanı toprak çukuru özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Bünye	Yapı	Nem	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻¹)	pH (1/2,5 saf su)	Kireç (%)	Organik Madde (%)
A _h	0 - 7	Hafif	Granüler	Nemlice	0,92	6,13	2,15	7,85
A _{cl}	7 - 22	Orta	Granüler	Nemlice	1,07	6,95	8,09	3,56
B _{st}	22-40	Orta	Masif	Nemlice	1,56	7,15	1,63	2,10
C _v	40+	Taşlı	Masif	Nemlice	1,63	7,68	3,72	1,18
Bakı	: Kuzey			Yükselti	:1283m		Fizyografi	: Orta dağlık
Relief	: Dalgalı			Eğim	: % 20-30		Erozyon	: Yok
Drenaj	: İyi			Yer Altı Suyu	: Yok		Geçirgenlik	: İyi
Nem	: Orta			Tuz veya Alkali	: Hafif ve orta alkali		Taşlılık	: Orta
Kök Dağılışı	: Üst toprak, ince ve kalın seyrek; Orta toprak, bol orta ve kalın; alt toprak, seyrek orta kökler							
Diğer Özellikler	: Kapalılık 2-3, Çürüntülü mul tipi humus, A1-A2 katı Çk							

Güney bakı orman toprakları Ah horizonu organik madde miktarı (%4,18), bu değer toprak çukurunda %0,17-4,18 arasındadır. Toprak reaksiyonları (pH) 7,07-7,71 arasında değişmekte ve genel olarak hafif alkali ve alkali (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000) özelliktedir. Güney bakı toprak çukurunda kireç

miktarları %1,75-4,48 arasında değişim göstermiştir. Bu bakıda üst topraklarda (0-15 cm) kireç miktarları ise % 0,29-14,57 arasındadır (Çepel, 1995; Kantarcı, 2000), (Çizelge 2), (Demir ve Göl, 2018).

Çizelge 2. Araştırma alanı Güney bakıda bulunan Anadolu karaçam ormanı toprak çukuru özellikleri

Horizon	Derinlik (cm)	Bünye	Yapı	Nem	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻¹)	pH (1/2,5 Saf Su)	Kireç (%)	Organik Madde (%)
A _h	0 - 7	Hafif	Granüler	Nemlice	0,99	6,77	1,75	4,18
A _{cl}	7 - 26	Orta	Granüler	Nemlice	1,15	6,72	1,93	2,16
B _{st}	26-62	Orta	Blok	Nemlice	1,17	7,32	3,46	0,56
C _v	62+	Taşlı	Masif	Nemlice	1,28	7,56	4,48	0,17
Bakı	: Güney			Yükselti	:1250m		Fizyografi	: Orta dağlık
Relief	: Dalgalı			Eğim	: % 40-50		Erozyon	: Yok
Drenaj	: İyi			Yer Altı Suyu	: Yok		Geçirgenlik	: İyi
Nem	: Orta			Tuz veya Alkali	: Hafif ve orta alkali		Taşlılık	: Orta
Kök Dağılışı	: Üst topraklarda ince - bol kök, orta derinlikte bol kalın kökler, alt topraklarda seyrek, kalın ve orta kökler							
Diğer Özellikler	: Kapalılık 2-3, Çürüntülü mul tipi humus, A1-A2 katı Çk,							

3.2 Araştırma alanı üst toprakların (0-15 cm) fiziksel ve kimyasal bazı özellikleri

Araştırma alanı kuzey bakılı orman ve güney bakılı ormanı üst topraklarının (0-15 cm) bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları tanımlayıcı istatistikleri Çizelge 3' te verilmiştir.

Bağımsız iki örnek t-testi ile kuzey bakılı ve güney bakılı ormanlarındaki bazı toprak özelliklerine ilişkin ortalamalar karşılaştırılmıştır (Çizelge 4). Buna göre; kum ve kil miktarı, organik madde, hacim ağırlığı, kireç ve toprak reaksiyonu (pH) iki bakıdaki orman kuruluşu toprakları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık vardır (p<0,05) (F:0,001, df:58) (Çizelge 4).

Kuzey bakı üst toprakları kum miktarı %48-67, kil miktarı %16-27 arasındadır. Üst toprakların organik madde miktarı

Kuzey bakıda en düşük %4,03, en yüksek %7,83, ortalama ise %6,30 olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlığı 0,46-1,18 g cm⁻¹, ortalama ise 0,86 g cm⁻¹ olarak belirlenmiştir. Kuzey bakı üst toprakları kireç miktarı %0,29-13,84, ortalama ise %2,46 dır. Toprak reaksiyonları 6,34-7,33 arasında değişirken, ortalama pH 6,69 dır (Çizelge 3).

Güney bakıda üst toprakların kum miktarı %57-70, kil miktarı %16-22 arasında değişmiştir. Güney bakıda üst toprakların organik madde miktarı en düşük %2,75 en yüksek %7,83 ortalama olarak %4,14 olarak belirlenmiştir. Hacim ağırlığı en düşük 0,59 g cm⁻¹, en yüksek 1,12 g cm⁻¹ dır. Ortalama hacim ağırlığı ise 0,90 g cm⁻¹ olarak belirlenmiştir. Güney bakı üst toprakları kireç miktarı %0,29-14,57, ortalama ise %6,34 dır. Toprak reaksiyonları 7,07-7,71 arasında değişirken, ortalama pH 7,31 dır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Kuzey ve Güney bakılı ormanın üst toprak (0-15 cm) özelliklerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler

Bakı (Yöney)	Değişkenler	Birim	N	Min.	Maks.	\bar{X}	SD	Çarpıklık	Basıklık	Cv (%)
Kuzey	Kum	%	30	48	67	55	4	0,70	0,61	7,98
	Kil	%	30	16	27	21	2	0,28	1,03	11,50
	Organik Madde	%	30	4,03	8,02	6,30	0,84	-0,50	0,60	13,34
	Hacim Ağırlığı	g cm ⁻¹	30	0,46	1,18	0,86	0,16	-0,64	1,00	18,22
	Kireç	%	30	0,29	13,84	2,46	3,72	2,27	4,25	151,24
	pH		30	6,34	7,33	6,69	0,72	-3,58	16,57	10,77
Güney	Kum	%	30	57	70	62	3	0,13	-0,38	5,13
	Kil	%	30	16,00	22,00	18,83	1,90	0,16	-0,82	10,06
	Organik Madde	%	30	2,75	7,83	4,14	0,98	1,93	6,38	23,55
	Hacim Ağırlığı	g cm ⁻¹	30	0,59	1,12	0,90	0,14	-0,55	-0,14	15,36
	Kireç	%	30	0,29	14,57	6,34	3,99	0,37	-0,65	62,99
	pH		30	7,07	7,71	7,31	0,13	0,65	1,86	1,79

\bar{X} = Aritmetik Ortalama, SD = Standart Sapma, Cv = Varyasyon Katsayısı

3.3 Araştırma alanı ölü örtü özellikleri

Değişkenler	Bakı	N	\bar{X}	SD	t	p<0,05
Kum	Kuzey	30	55,466	4,42	-7,181	0,000**
	Güney	30	62,633	3,21		
Kil	Kuzey	30	21,333	2,45	4,416	0,000**
	Güney	30	18,833	1,89		
Organik Madde	Kuzey	30	6,297	0,84	9,173	0,000**
	Güney	30	4,141	0,97		
Hacim Ağırlığı	Kuzey	30	0,856	0,15	-1,156	0,252 ^{ns}
	Güney	30	0,900	0,13		
Kireç	Kuzey	30	2,457	3,71	-3,896	0,000**
	Güney	30	6,336	3,99		
pH	Kuzey	30	6,685	0,72	-4,652	0,000**
	Güney B	30	7,307	0,13		

Araştırma alanı Kuzey-Güney bakıda bulunan doğal Anadolu karaçam ormanı altı ölü örtü özelliklerine ait bazı tanımlayıcı istatistikler Çizelge 5'te verilmiştir.

Araştırma alanı Kuzey ve Güney bakıda, ölü örtüyü tanımlayıcı yaprak (O_L), çürüntü (O_F) ve humus (O_H) tabakaları içermekte ve ayrıca ölü örtü reaksiyonları hafif asit-hafif alkalidir (Kantarıcı, 2000). Ölü örtü tüm örnek alanlarda kuru çürüntülü mul tipindedir (Çepel, 1995).

Kuzey bakı örnekleme alanından alınan 30 adet örnek noktasında ölü örtüde yaprak tabakası (O_L) 2-5cm, çürüntü tabakası (O_F) 2-6 cm ve humus tabakası (O_H) 1-3 cm kalınlıkları arasında değişim göstermiştir. Ölü örtü tabakasının altında A_h (organo-mineral) horizonu 0-7 cm kalınlığındadır. Güney bakı

örnekleme alanında ölü örtüde O_L 2-5 cm, O_F 2-6 cm ve O_H 2-3 cm, A_h horizonu 0-7 cm kalınlıkları arasındadır.

Kuzey bakılı Anadolu karaçam ormanında ölü örtü yaş ağırlık en düşük 65,28 ton ha⁻¹, en yüksek 378,24 ton ha⁻¹ ve hektarda ortalama ölü örtü yaş ağırlık 171,70 ton ha⁻¹ dir. Bu bakıda ölü örtü kuru ağırlığı ise en düşük 46,56 ton ha⁻¹, en yüksek 317,92 ton ha⁻¹ ve ortalama kuru ağırlık 132,28 ton ha⁻¹ dir (Çizelge 5).

Güney bakılı Anadolu karaçamı ormanında ölü örtü yaş ağırlık en düşük 36,17 ton ha⁻¹, en yüksek ise 118,24 ton ha⁻¹ bulunmuştur. Güney bakı örnek alanında ortalama 70,18 ton ha⁻¹ yaş ölü örtü miktarı tespit edilmiştir. Ölü örtü kuru ağırlık en düşük 26,72 ton ha⁻¹, en yüksek ise 86,56 ton ha⁻¹ ve ortalama 48,95 ton ha⁻¹ dir (Çizelge 5).

Kuzey bakıda ölü örtü nem miktarı en düşük %68,68, en yüksek %99,0, ortalama nem ise %90,71 dir. Güney bakı ölü örtülerinde en düşük nem %40,34, en yüksek %97,27, ortalama %72,39 dir (Çizelge 5).

Ölü örtünün reaksiyonlarına bakıldığında, Kuzey bakıda en düşük pH 5,11, en yüksek pH 6,13 ve ortalama pH 5,64 dür. Güney bakıda en düşük pH 5,07, en yüksek pH 6,21 ve ortalama pH 5,64 dür (Çizelge 5).

Ölü örtülerde elektriksel iletkenlik (EC) Kuzey bakıda 0,011-0,905 dS m⁻¹, Güney bakıda 0,312-0,657 dS m⁻¹ değerleri arasındadır. Tuzluluk ise; Kuzey bakıda %0,1-0,9 Güney bakıda %0,1-0,9, arasındadır. Her iki orman kuruluşu tuzluluk ortalama değerleri benzer özellik göstermiş Kuzey bakıda ortalama %0,49, güney bakıda ortalama %0,44 olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı bakılarda ölü örtü özelliklerine ait tanımlayıcı

Bakı	Ölü Örtü Özellikleri	N	Min.	Maks.	Ort.	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık	Var. Kat (%)	
Kuzey	Yaş Ağırlık	ton ha ⁻¹	30	65,28	378,24	171,71	84,01	0,73	-0,41	48,92
	Kuru Ağırlık	ton ha ⁻¹	30	46,56	317,92	132,28	76,52	0,81	-0,46	57,84
	Nem	%	30	68,68	99,00	90,71	9,57	-1,07	-0,15	10,55
	pH		30	5,11	6,13	5,64	0,29	-0,13	-0,94	5,14
	EC	dS cm ⁻¹	30	0,011	0,905	0,507	0,24	-0,07	-0,75	-
	Tuz	%	30	0,10	0,90	0,49	0,26	0,05	-1,22	53,06
Güney	Yaş Ağırlık	ton ha ⁻¹	30	36,17	118,24	70,38	20,99	0,31	-0,31	29,82
	Kuru Ağırlık	ton ha ⁻¹	30	26,72	86,56	48,95	13,94	0,55	0,41	28,82
	Nem	%	30	40,34	97,27	72,39	18,22	-0,11	-1,42	25,16
	pH		30	5,07	6,21	5,64	0,37	0,07	-1,31	6,56
	EC	dS cm ⁻¹	30	0,312	0,657	0,461	0,10	0,32	-1,09	-
	Tuz	%	30	0,10	0,90	0,44	0,29	0,28	-1,45	65,91

Bakıya göre ölü örtü özellikleri arasındaki ilişki incelendiğinde, kuzey bakıdaki yaş ve kuru ağırlığın (ton ha⁻¹) güney bakıya göre daha yüksek olduğu ve aradaki farkın istatistiksel açıdan önemi olduğu belirlenmiştir (p<0,005). Diğer

tarafından ölü örtü nem ve diğer bazı kimyasal özellikleri bakımından bakının etkilerinin istatistiksel bakımdan önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Bakının bazı ölü örtü özellikleri üzere etkileri (tek yönlü ANOVA, t-test)

Bakı	N	Ölü Örtü Özellikleri					
		Yaş Ağırlık (ton ha ⁻¹) Ort. ±Std. Hata	Kuru Ağırlık (ton ha ⁻¹) Ort. ±Std. Hata	Nem (%) Ort. ±Std. Hata	pH Ort. ±Std. Hata	EC (dS cm ⁻¹) Ort. ±Std. Hata	Tuz (%) Ort. ±Std. Hata
Kuzey	30	171,71±84,01 ^a	132,28±76,52 ^a	90,71±9,57	5,64±0,29	0,507±0,24	0,49±0,26
Güney	30	70,38±20,99 ^b	48,95±13,94 ^b	72,39±18,22	5,64±0,37	0,461±0,10	0,44±0,29
		t= 6,409 p=0,000	t= 5,866 p=0,000	t= 4,656 p=0,791	t= 0,012 p=0,122	t= 0,957 p=0,062	t= 0,593 p=0,273

Not: p<0,005, a > b, küçük harfler istatistiksel olarak önemli olduğunu gösterir.

4. Tartışma ve Sonuç

Yetiştirme ortamı şartlarının değişmesi orman yapısı, ölü örtü ve toprak özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Kuzey yarım kürede Kuzey bakının komşu Güney bakıya göre hava sıcaklığı, hava ve toprak neminin, güneşlenme şiddetinin ve rüzgar özellikleri farklıdır (Cantlon, 1953). Bu nedenle kuzey bakı vejetasyon özelliklerinde farklılık göstermektedir. Kuzey bakının kendine özgü mikro iklimi orman ve onun altında bulunan ölü örtü özelliklerini güney bakıya göre değiştirmektedir. (Kutiel, 1992)'de Akdeniz ekosisteminde kuzey bakıda bulunan toprakların organik madde, Na, Cl, K, ve toplam azot miktarlarının güney bakı topraklarından daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Bu durumun kuzey bakı vejetasyon yapısı ve ölü örtü ölü örtü özelliklerinden kaynaklandığını işaret etmiştir. Ölü örtü ise toprak yapısı ve biyolojik aktivitesini (Berg, 2018), toprak hidrolojik özelliklerini (Özhan, 1976; Schaap et al., 1997), besin döngüsünü (Shein et al., 2009) doğrudan etkilemektedir. Bu araştırma sonuçları da göstermiştir ki Kuzey bakı saf karaçam orman altı ölü miktarı, güney bakı ormanlarına göre daha yüksektir. Ölü örtü özelliklerini etkileyen temel faktörler ana kaya, vejetasyon ve iklimdir (Ponge et al., 2011; Bayrandvand et al., 2017). Çakır and Akburak (2017) aynı bölgede yürüttükleri çalışmalarında ölü miktarının değişiminde iklimsel faktörlerin etkili faktör olduğunu belirtmişlerdir. Aynı çalışmada saf ve karışık meşe (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl.), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) meşcerelerinde yıllık ölü örtü döküm miktarının % 62-86 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Liu et al., (2004) ve Liu et al., 2013'de, benzer ekolojik özelliklere sahip meşe ve kayın ormanlarında ölü örtü miktarı açısından önemli bir fark olmadığını belirtmişlerdir. (Badía-Villas ve Girona-García (2018)' da yükselti ve sıcaklığa bağlı olarak ölü örtü miktarı ve ayrışma hızının farklı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca toprak reaksiyonu ve toprak organik karbon miktarının da değiştiğini tespit etmişlerdir.

Kuzey bakı Anadolu Karaçam ormanları ölü örtü nem miktarları güney bakıdan daha yüksektir. Bu veriler sonucunda Anadolu karaçamı Kuzey bakılı ormanında ölü örtü birikimi ve ayrışma hızı daha yüksektir. Çünkü ayrışmayı etkileyen en önemli etkenlerden biri nemdir. Nemin yüksek olması ölü örtü ayrışmasının hızını yükseltmektedir. Gibos (2010)'da yürüttüğü çalışmada Güney bakıda sıcaklığın (1,5 °C) yüksek, nemin (%5) düşük ve solar radyasyonun (güneşlenme) (%20) yüksek olmasının ölü örtü özelliklerinin kuzey bakıya göre farklı olmasına neden olduğunu belirtmiştir. (Jasińska et al., 2019)'da kuzey bakıda ölü örtü dökümü ve birikiminin diğer bakılara göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. (Meentemeyer, 1978)'de ise küresel olarak sıcak bölgelerde ölü örtü ayrışma hızının daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Bu durumda yükselti ve nem miktarı ikincil etken faktörler olarak devreye girebilmektedir. Araştırmamızın yürütüldüğü bölge yarı kurak bir ekosistemde olması nedeni ile ölü örtü özelliklerini etkileyen faktörün bakıya bağlı olarak nemlilik olması düşünülmektedir. (Prescott et al., 2004; Zhou et al., 2008)'da nemliliğin toprak mikro organizma faaliyetlerini ve ölü örtü özelliklerini doğrudan etkilediğini ifade etmişlerdir.

Ölü örtü miktarı ve ayrışma hızına bağlı olarak Kuzey bakı orman üst topraklarında yapı gelişimine, toprak organik madde miktarı, pH ise nispeten düşüktür. Birçok araştırmacı (Çepel, 1995; Berg and McClaugherty, 2014; Cobo et al., 2002; Çakır

and Akburak, 2017) ölü örtü miktarının toprak organik karbon miktarını doğrudan etkilediğini ifade etmiştir. Bayrandvand et al., (2017)'de üst toprak yapısal gelişimin iklim ve ölü örtü miktarına bağlı olarak farklılaştığını belirtmiştir. Sevgi ve ark., (2011)'de Karaçam ormanlarında yürüttükleri çalışmada meşcere özelliklerinin liken ölü örtü pH'sına önemli etkide bulunmadığını ancak bakı ve yükseltinin önemli düzeyde farklılaştırdığını ortaya koymuştur.

Güney ve Kuzey bakılı orman kuruluşları ölü örtülerinde reaksiyon (pH) bakımından farklılık yoktur. Kuzey bakı ölü örtü reaksiyonları nispeten daha düşüktür.

Kuzey ve güney bakı orman altı ölü örtü EC ve tuz miktarları bakımından benzer özellikleri göstermektedir. Buna karşılık ölü örtü birikim miktarı, nem ve bir hektar alandaki toplam miktar bakımından farklılık göstermiştir.

Bu çalışmada, aynı ağaç türüne ait ormanlarda topoğrafik yapının (bakı) üst toprak ve ölü örtü bazı özelliklerini etkilediği anlaşılmıştır. Yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, daha önce yürütülen benzer araştırmalarla (Irmak ve Çepel, 1974; Mudrick et al., 1994; Vitousek et al., 1994; Scowcroft et al., 2000; Sarıyıldız and Anderson, 2003; Sarıyıldız ve ark., 2008) benzerlik göstermiş, bakının ölü örtü ve toprak özelliklerini doğrudan etkilediğini belirlenmiştir.

Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 2209-A 1919B11602812 No.lu Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projeleri tarafından desteklenmiştir. İstatistiksel analizlerin yapılmasında yardımcı olan Sayın Prof. Dr. İlker Ercanlı'ya teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aerts, R., 1997. Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*, 79, 439–449.
- Akyürek, B., Akbaş, B., Değer, Z., 1988. 1/100.000 Ölçekli Açınama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Servisi, Çankırı E-16 Paftası, MTA Gn. Md. Jeoloji Etüt Dairesi, Ankara.
- Amorim, H.C.S., Ashworth, A.J., Zinn, Y.L., SAuer, T.J., 2022. Soil Organic Carbon and Nutrients Affected by Tree Species and Poultry Litter in a 17-Year Agroforestry Site. *Agronomy*, 12, 641–654.
- Anonim, 2001. Eldivan meteoroloji istasyonu 1977-2000 yılları iklim verileri, Meteoroloji Genel Müdürlüğü Kayıtları, Ankara.
- Anşin, R. 1983. Türkiye'nin flora bölgeleri ve bu bölgelerde yayılan asal vejetasyon tipleri. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fak. Dergisi*, 2(6), 318-339.
- Augustine, J.A., Capotondi, A., 2022. Forcing for multidecadal surface solar radiation trends over Northern Hemisphere continents. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 127, e2021JD036342.
- Badía-Villas, D., Girona-García, A., 2018. Soil humusc hanges with elevation in Scots pine stands of theMoncayo Massif (NE Spain). *Applied Soil Ecology*. 123, 617-621.
- Bayrandvand, M., Kooch, Y., Hosseini, S.M., Alberti, G., 2017. Humus forms in relation to altiutude and forest type in the

- Northern mountainous regions of Iran. For. Ecol. Manag., 385, 78-86.
- Berg, B., 2018. Decomposing litter; limit values; humus accumulation, locally and regionally. Applied soil ecology 123, 494-508.
- Berg, B., McClaugherty, C., 2014. Plant litter, Decomposition, humus formation, carbon sequestration. Third Edition. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Blake, G. R., Hartge K. H., 1986. Bulk density and particle density. in: Methods of Soil Analysis Part1. Physical and Mineralogical Methods. P: 363-381. Asa. and Sssa. Agronomy Monograph No: 9 Madison, Wisconsin USA.
- Bot, A., Benites, J., 2015. The Importance of Soil Organic Matter, Key to Drought-resistant Soil and Sustained Food and Production. FAO, Rome.
- Bouyoucos, G. J. A., 1951. Recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal (Journal of American Society of Agronom) 43, 434-438.
- Cantlon, J.E., 1953. Vegetation and microclimates on north and south slopes of cusetunk mountain, New Jersey. Ecol. Monogr. 23, 241-270.
- Chu, H., Xiang, X., Yang, J., Adams, J., Zhang, K., Li, Y., Shi, Y., 2016. Effects of slope aspects on soil bacterial and arbuscular fungal communities in a boreal forest in China. Pedosphere 26, 226-234.
- Cobo, J.G., Barrios, E., Kass, D.C.L., Thomas, R.J., 2002. Decomposition and nutrient release by green manures in a tropical hillside agroecosystem. Plant Soil 240, 331-342.
- Çakır, M., Akburak, S., 2017. Litterfall and nutrients return to soil in pure and mixed stands of oak and beech. Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University 67(2), 185-200.
- Çakır, M., Akburak, S., Sargıncı, M., 2019. Çankırı Bölgesi Karaçam (*Pinus nigra* Arnold.) Meşcerelerinde Ölüörtü Ayırışması ile Mikroeklembacaklılar ve Mikrobiyal Aktivitenin Zamansal Değişimi ve Toprağa Verilen Besin Maddeleri. TÜBİTAK Proje Raporu, Proje No: 2150572, Ankara.
- Çakır, M., Çakır, F., Yalçıntekin, H.İ., 2020. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi Araştırma ve Uygulama Ormanında humus formlarının belirlenmesi ve değerlendirilmesi. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 6(2), 82-90.
- Çepel, N., 1995. Orman Ekolojisi, İ. Ü. Orman Fak. Yayınları, ISBN: 975-404-061-3, İstanbul.
- Çepel, N., DüNDAR, M., 1980. Bolu-Aladağ orman ekosistemlerinde Sarıçam'ın (*Pinus silvestris* L.) boy artımı ile relief ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A (30), 1.
- Demir, K., Göl, C., 2018 TÜBİTAK 2209-A 1919B11602812 No.lu Üniversite Öğrencileri Yurt İçi Araştırma Projesi sonuç raporu, Ankara.
- 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.
- Gibos, K.E., 2010. Effect of slope and aspect on litter layer moisture content of lodgepole pine stands in the eastern slopes of the Rocky Mountains of Alberta. Faculty of Forestry, University of Toronto.
- Göl, C., 2002. Çankırı Eldivan Yöresinde Arazi Kullanım Türleri ile Bazı Toprak Özellikleri Arasındaki İlişkiler, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Göl, C., 2009. The effects of land use change on soil properties and organic carbon at Dagdami river catchment in Turkey. Journal of Environmental Biology, 30(5), 825-830.
- Göl, C., Sezgin, M., Dölarlan, M. 2010. Evaluation of soil properties and flora under afforestation and natural forest in semi-arid climate of central Anatolia. Journal of Environmental Biology, 31(1), 21-31.
- Irmak, A. 1967. Türkiye orman toprakları ve ekoloji saharındaki araştırmalara toplu bir bakış, İ. Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B(II):1.
- Irmak, A., Çepel, N., 1968. Belgrad ormanında seçilen birer kayın, meşe ve karaçam meşceresinde yıllık yaprak dökümü miktarı ve bu yolla toprağa verilen besin maddelerinin tesbiti üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A (XVIII), 2.
- 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.
- Jasińska, J., Sewerniak, P., Markiewicz, M., 2019. Links between slope aspect and rate of litter decomposition on inland dunes. Catena, 172, 501-508.
- Kantarıcı, M.D., 1980a. Belgrad ormanı toprak tipleri ve orman yetiştirme ortamı birimlerinin haritalanması üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fak. İ.Ü. Yayın No: 2636, Fak.No: 275, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1980b. Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey yamacında Uludağ Göknaarı ibrelerindeki mineral madde miktarlarının yükselti-iklim kuşaklarına göre değişimi. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(30) 2,135-153.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlmi Ders Kitabı (2. baskı), İ.Ü. Yayın No: 4261, Orman Fakültesi Yayın No: 462, Çantay Basımevi, ISBN: 975-505-588 -7, İstanbul.
- Karaöz, Ö., 1991. Atatürk Arberatumu'ndaki Bazı İğne Yapraklı Plantasyonlarda Ölü Örtünün Kimyasal Özellikleri Üzerine Araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, A41(2), 68-86.
- Karatepe, Y., 2004. Gölcük (Isparta)'te Karaçam (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) Meşcerelerinin topraklarındaki toplam azot ve organik karbon ile ölü örtülerindeki toplam azot ve organik madde miktarlarının araştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, A(2), 1-16.
- Koray, E.Ş., Tolunay, D., 2020. Türkmen Dağı karaçam meşcerelerinde döküm ile ekosisteme giren besin maddesi miktarları. Türkiye Ormanlık Dergisi, 21(3), 201-214.
- Kutiel, P., 1992. Slope aspect effect on soil and vegetation in a Mediterranean ecosystem. Isr. J. Plant. Sci. 41, 243-250.
- Liao, C., Long, C., Zhang, Q., Cheng, X., 2021. Stronger effect of litter quality than micro-organisms on leaf and root litter C and N loss at different decomposition stages following a subtropical land use change. 36(4), 896-907.
- Liu, C., Westman, C.J., Berg, B., Kutsch, W., Wang, G.Z., Man, R., Ilvesniemi, H., 2004. Variation in litterfall-climate relationships between coniferous and broadleaf forests in Eurasia. Global Ecology and Biogeography 13(2), 105-114.

