

Meşe ve kayın meşcerelerinde toprak ve ölüörtü mikroeklembacıklı trofik gruplarının zamansal değişimi

Temporal variation of trophic groups of soil and litter microarthropods in oak and beech stands

 Meriç ÇAKIR¹,  Ender MAKİNECİ²

Özet

Toprak faunası, karasal ekosistemlerin önemli bir bileşenidir. Toprak faunasına ait trofik gruplar toprak oluşumunu, ölüörtü ayrışmasını, besin maddeleri ile karbon döngüsünü, mikrobiyal popülasyonları düzenleyerek ve net birincil üretimi artırarak etkilerler. Çürükçüller, yırtıcılar, otçullar ve hepçillerden oluşan trofik gruplar, çevresel değişkenlere tepki göstererek ekosistem süreçlerini etkilerler. Meşe (*Quercus petraea* L.) ve kayın (*Fagus orientalis* L.) meşcerelerinde yürütülen bu çalışmada, toprak faunasına ait trofik grupların yapısı hem meşe ve kayın meşcerelerinde hem de ölüörtü ve toprak içerisinde farklılık gösterirken, yıl içerisinde de farklılıklar belirlenmiştir ($p < 0.05$). Yıl içerisinde uygun olmayan ekolojik koşullarda ölüörtü ile toprak arasında geçiş yapmaktadırlar. Mevsimsel olarak ölüörtü ve toprakta bulunan su miktarındaki değişim, toprak ekosistemindeki trofik grupların dağılımını doğrudan etkilemektedir. Toprak ekosisteminde, farklı horizonlarda (ölüörtü ve üst toprak) bulunan trofik grupların miktarlarında önemli farklar olduğu tespit edilmiştir. Çürükçül ve yırtıcılar ölüörtü katmanında yoğunlaşırken, otçul ve hepçiller toprak katmanında yoğunlaşmışlardır. Ayrıca elde edilen sonuçlar toprak değişkenlerinin (esas olarak pH, EC, C, N, C:N oranı) toprağa ait iklimsel değişkenlerle (nem ve sıcaklık) birlikte trofik grupların dağılımını belirleyen ana faktörler olduğunu anlamamızı sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Toprak faunası, mikroeklembacıklı, trofik grup, *Quercus*, *Fagus*

Abstract

Soil fauna is an important component of terrestrial ecosystems. Soil fauna trophic groups influence soil formation, litter decomposition, nutrient and carbon cycling, microbial population regulation, and net primary production. Detritivore, predators, herbivores, and omnivores are trophic groups that influence ecosystem processes by responding to environmental variables. The structure of the trophic groups of soil fauna differs ($p < 0.05$) between oak (*Quercus petraea* L.) and beech (*Fagus orientalis* L.) stands, in litter and soil, and throughout the year, according to a study conducted on oak and beech stands. They pass between the litter and the soil during the year in unsuitable ecological conditions. The distribution of trophic groups in the soil ecosystem is directly affected by seasonal changes in the amount of litter and soil moisture. In soil ecosystems, there are significant differences in the amounts of trophic groups in different horizons (litter and upper soil layer). While detritivores and predators dwell in the litter layer, herbivores and omnivores dwell in the soil layer. Furthermore, the results obtained have allowed us to understand that soil variables (primarily pH, EC, C, N, and C:N ratio) are the primary factors that determine the distribution of trophic groups, along with soil climatic variables (humidity and temperature).

Keywords: Soil fauna, microarthropod, trophic group, *Quercus*, *Fagu*

Geliş Tarihi: 23.11.2022, Düzeltme Tarihi: 15.12.2022, Kabul Tarihi: 16.12.2022

Adres: ¹Çankırı Karatekin Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Çankırı

²İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Toprak İlmi ve Ekoloji Anabilim Dalı, Sarıyer/İstanbul

E-mail: mericcakir@karatekin.edu.tr

1. Giriş

Toprak faunası, toprağın temel fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile yapısını düzenlediği için karasal ekosistemlerin önemli bir bileşenidir (Cayuela ve ark., 2020; Coleman ve ark., 2018). Toprak faunasına ait trofik gruplar doğrudan veya dolaylı olarak toprak oluşumunu, ölü örtü ayrışmasını, besin maddeleri ile karbon döngüsünü, mikrobiyal popülasyonları düzenleyerek ve net birincil üretimi arttırarak etkilerler (Briones, 2018; Liu ve ark., 2019). Bu trofik gruplar içerisindeki canlılar, biyotik ve abiyotik faktörler arasındaki karmaşık etkileşimlerden ve bunların zamansal ve mekânsal değişimlerinden etkilenirler (Wu ve Wang, 2019).

Farklı bitki örtüsü altındaki ölü örtünün biyokütlesi ve besin bileşimi değişebilir (Çakır ve ark., 2020) ve toprak faunası topluluklarının bileşimini ve toprak biyolojik kalitesini doğrudan etkileyebilir (Çakır, 2019). Ayrıca, ölü örtü toprak organik maddesinin ana kaynağıdır ve çürükçül toprak faunasının besin kaynağını oluşturur. Ölü örtü kalınlığı ve kalitesi, yüksek tür zenginliği ve büyük biyoçeşitlilik ile ilişkilidir (Çakır ve Makineci, 2018). Ölü örtü miktarı ve kalitesinin toprak makrofaunasının miktarı üzerinde etkili olduğu belirtilirken (Çakır ve Makineci, 2021) toprak üstü bitki tür çeşitliliği ile toprakaltı faunasının çeşitliliği arasında pozitif ilişki olduğu bilinmektedir (Wardle, 2002). Orman ekosistemlerinde ağaç türünün ölü örtü, toprak özellikleri ve mikroklimayı etkilediği de bilinmektedir (Çepel, 1995).

Ağaç türündeki değişim, ekosistemlerin ölü örtü özelliklerini ve net birincil üretimini değiştirdiği için toprak biyolojik çeşitliliğini ve trofik yapısını etkileyen önemli bir faktördür. Aynı yetişme ortamında da olsa ağaç türündeki değişim, toprak (pH, EC, C ve N) (Sevgi ve ark., 2011) ve toprak iklim değişkenlerini (sıcaklık, nem ve solar radyasyon) değiştirebilir (Walthert ve Meier, 2017). Mikro iklimde meydana gelen bu değişiklik, toprakta yaşayan mikroeklem bacaklıların besin ağını etkileyerek miktarlarını ve trofik gruplarının komünite yapısını doğrudan etkiler (da Silva Santana ve ark., 2021). Çürükçüller, yırtıcılar, otçullar ve hepçillerden oluşan trofik gruplar, çevrelerinde meydana gelen değişikliklere farklı tepkiler verirler (Abgrall ve ark., 2019).

Bu çalışmanın amacı, Belgrad Ormanı doğal türlerinden olan meşe (*Quercus petraea* L.) ve kayın (*Fagus orientalis* L.) meşcerelerinde, ölü örtü ve toprakta yaşayan mikroeklem bacaklılara ait trofik grupların zamansal değişimleri ve bazı çevresel değişkenlerin bu trofik gruplar üzerindeki etkilerinin belirlenmesidir. Çalışmanın hipotezi mikroeklem bacaklılara ait trofik grupların miktarı ölü örtüde toprak ekosistemine kıyasla daha fazla olacaktır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Çalışma İstanbul ilinde bulunan Belgrad Ormanı içerisinde yer alan konum olarak 41°09'48" - 41°10'55" kuzey enlemleri ile 28°57'27" - 28°59'27" doğu boylamları arasında bulun Atatürk Arboretumu'nda, saf meşe (*Quercus petraea* L.) ve kayın (*Fagus orientalis* L.) meşcerelerinde yürütülmüştür (Şekil 1). Uzun dönem iklim verilerine göre (1980–2009), yaz aylarında orta düzeyde su açığı olan deniz iklimini göstermektedir; yıllık ortalama yağış 1111.4 mm ve ortalama yıllık sıcaklık 12.7°C dir (Akburak ve Makineci, 2016). Ortalama yüksek sıcaklık 17.8 °C ve ortalama düşük sıcaklık 9°C dir. Fakat, çalışmanın yapıldığı dönemde (Haziran 2009-Haziran 2010), yıllık yağış 1070.2 mm, yıllık ortalama sıcaklık 14.9°C, ortalama yüksek sıcaklık 26.3°C ve ortalama düşük sıcaklık 7°C dir (MGM, 2013).

Araştırma alanındaki toprak grubu luvisoldür (WRB, 2006). Toprak pH'sı 4.5 ile 5.0 arasındadır ve CaCO₃ yoktur. Genel toprak yapısı balçıktır. Büyüme mevsimi ortalama 7.5 aydır (230 gün). Doğu bakıda bulunan araştırma alanının rakımı 140 m ve eğimi %10-15 dir (Çakır ve Makineci, 2020).



Meşe



Kayın

Şekil 1. Çalışma alanında bulunan meşe ve kayın meşcerelerinin genel görünüşü.

Meşcereler baltalık kökenli olup, ortalama ağaç yaşı 55-60 dır. Ortalama ağaç boyu ve çapı sırasıyla Meşe için 17 m ve 10 cm, Kayın için 22m ve 18cm'dir.

2.2. Mikroeklembacaklıların örnekleme

Toprak mikroeklembacaklıları Haziran 2009 ve Mayıs 2010 ayları arasında aylık olarak hem ölüörtüde hem de üst toprakta olmak üzere iki farklı derinlikte örnekleştir. Böylelikle çalışma süresince her derinlikten toplamda 72 adet örnekleme yapılmıştır. Örneklemede 5 cm çapında ve 5 cm yüksekliğindeki çelik silindirler kullanılmıştır (Coleman ve ark., 2018; Meehan ve ark., 2006). Mikroeklembacaklılar her örnekleme zamanında üç çelik silindir ile örnekleştir. Silindirler ile alınan ölü örtü ve toprak örnekleri dikkatlice alüminyum folyo ile sıkıştırılmadan sarılarak laboratuvara getirilmiştir. Mikroeklembacaklılar çelik silindirler içerisinden Modifiye Berlesse hunisinde 4-5 gün ışığı altında bekletilerek çıkarılmıştır. Huni altındaki toplama kabı (20 cc'lik ağzı geniş cam kavanoz) içerisinde, %70'lik etil alkol + %2 gliserin konulmuştur (Joo ve ark., 2006). Toprak ve ölüörtü içerisinden çıkarılan mikroeklembacaklılar binoküler stereo mikroskop (Leica S8 APO) kullanılarak sayılmış, alttakım ve familya seviyesinde teşhis edilmiş ve trofik gruplara ayrılmıştır (Bruckner ve ark., 2000; Salmon ve ark., 2006). Teşhis anahtarı olarak Dindal (1990), Bei-Bienko ve ark. (1967) ve Krantz (1978)'dan faydalanılmıştır.

2.3. Ölüörtü ve toprağa ait değişkenlerin belirlenmesi

Meşe ve Kayın meşcerelerinde her örnekleme zamanı (12 ay) ölüörtü ve toprak örneği alınmıştır. Örnekler ağzı kapalı kaplarda aynı gün laboratuvara getirilmiş ve nem tayinleri yapılmıştır. Ölüörtü örnekleri 65°C'de toprak örnekleri ise 105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve nem miktarı (%) belirlenmiştir. Hava kurusu durumuna getirilen ölüörtü örnekleri öğütülerek, toprak örnekleri ise 2mm'lik elekten geçirilerek analize hazır hale getirilmiştir. Daha sonra ölüörtü ve toprak örneklerinde pH, EC, C ve N analizleri yapılmıştır (Karaöz, 1989; Karaöz, 1992). Karbon ve azot miktarları Dumas kuru yakma metoduna göre Leco Truspec 2000 analiz cihazında yapılmıştır. Ayrıca her örnekleme zamanı toprak ve ölüörtü sıcaklığı çelik uçlu toprak termometresi ile ölçülmüştür.

2.4. İstatistiksel analizler

Meşe ve kayın meşcerelerindeki mikroeklembacaklılara ait trofik gruplar ile toprak ve ölüörtüde elde edilen değişkenlere ait ve her bir örnekleme zamanı için elde edilen değerler tekrarlı ölçümlerde Varyans analizi (ANOVA) ile %95 güven düzeyinde ($\alpha=0.05$) karşılaştırılmıştır (SPSS, 2011).

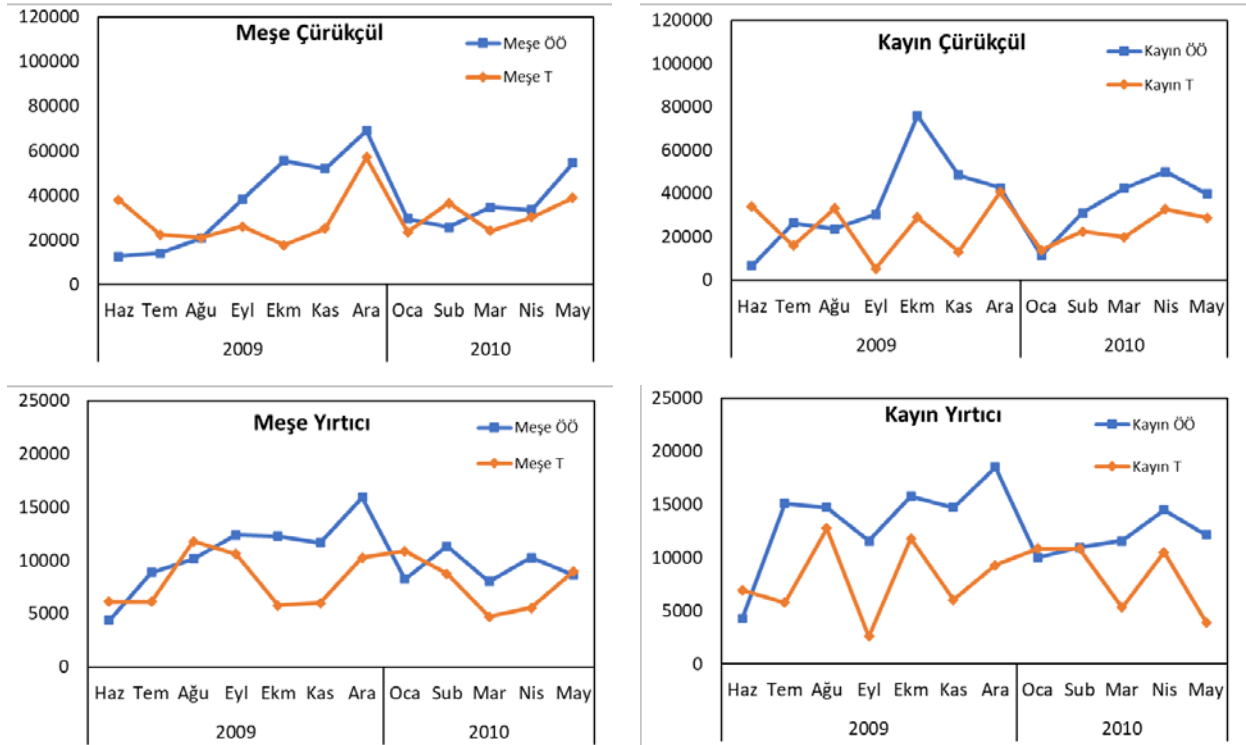
Mikroeklembacıklara ait trofik grupların, toprak ve ölüörtüdeki dağılımlarını etkileyen çevresel değişkenler ile olan ilişkilerini ortaya koymak için bolluk analizi (RDA) CANOCO versiyon 5.0 programı kullanılarak belirlenmiştir (Šmilauer ve Lepš, 2014).

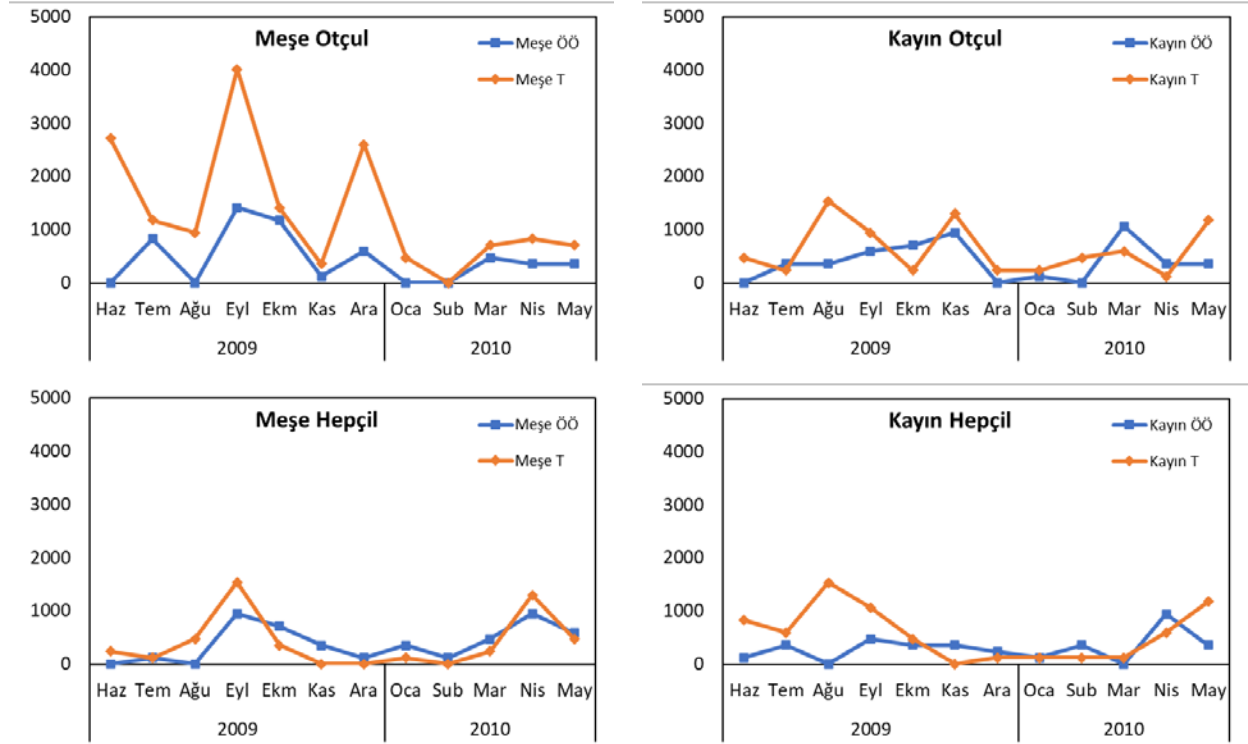
3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Ölüörtü ve toprakta bulunan mikroeklembacıklara ait trofik gruplar

Toprak faunasına ait trofik grupların yapısı hem meşe ve kayın meşcerelerinde hem de ölüörtü ve toprak içerisinde farklılık gösterirken, yıl içerisinde de farklılıklar göstermektedir (Şekil 2). Yıl içerisinde uygun olmayan ekolojik koşullarda ölüörtü ile toprak arasında geçiş yapmaktadırlar.

Genel olarak ağustos ayından sonra yağışların başlaması ile çürükçüller ve yırtıcıların miktarları artış göstermektedir. Ocak ayı gibi soğuk zamanlarda da miktarı azalış göstermektedir (Şekil 2).





Şekil 2. Meşe ve kayın meşcerelerinde ölü örtü ve toprakta bulunan mikroeklembacıklıların komünite yapıları.

Meşe meşceresindeki mikroeklembacıklıların trofik yapısındaki değişimde zamanın, hepçiller dışında diğer trofik gruplar üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunurken horizonun tüm trofik gruplar üzerinde etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Zaman ve horizonun birlikte incelendiğinde çürükçül ve hepçil mikroeklembacıklıların miktarlarındaki değişim üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Yıl içerisinde ölü örtüdeki çürükçüllerin miktarı, topraktaki çürükçüllerden %23 daha fazladır. Yırtıcı miktarı ise ölü örtüde, toprağa kıyasla %31 daha fazladır. Hepçillerin yıllık ortalama miktarı ölü örtü ve toprakta aynı iken otçulların miktarı toprakta ölü örtüdekilere kıyasla %202 daha fazla bulunmuştur (Çizelge 1).

Kayın meşceresindeki mikroeklembacıklıların trofik yapısındaki değişimde zamanın ve horizonun hem ayrı ayrı hem de birlikte etkili olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Kayın meşceresinde çürükçüllerin ölü örtüdeki miktarı, topraktaki miktarlarına kıyasla %52 daha fazlayken yırtıcıların miktarı %76 fazladır. Otçullar ve hepçillerin miktarı ise toprakta ölü örtüye kıyasla sırası ile %69 ve %92 daha fazladır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Meşe ve kayın ekosistemindeki mikroklembacaklıların komünite yapılarının (Ortalama (std. hata)) Tekrarlı Ölçümlerle Varyans Analizi (ANOVA) sonucu.

	Ölüörtü	Toprak	Zaman	Horizon	Zaman x Horizon
Meşe	(bry.m ⁻²)	(bry.m ⁻²)	<i>p</i> -değeri	<i>p</i> -değeri	<i>p</i> -değeri
Çürükçül	36891(3503)	29950(2546)	0.006	0.002	0.033
Yırtıcı	10506(670)	7993(643)	0.002	0.004	0.056
Otçul	426(99)	1288(273)	0.000	0.013	0.122
Hepçil	390(68)	390(88)	0.846	0.000	0.041
Kayın					
Çürükçül	37018(3659)	24216(2539)	0.000	0.002	0.003
Yırtıcı	14045(1182)	7957(4229)	0.001	0.003	0.020
Otçul	417(78)	707(123)	0.000	0.002	0.035
Hepçil	317(80)	608(103)	0.003	0.024	0.023

3.2. Ölüörtü ve toprak özelliklerinin trofik gruplar üzerindeki etkisi

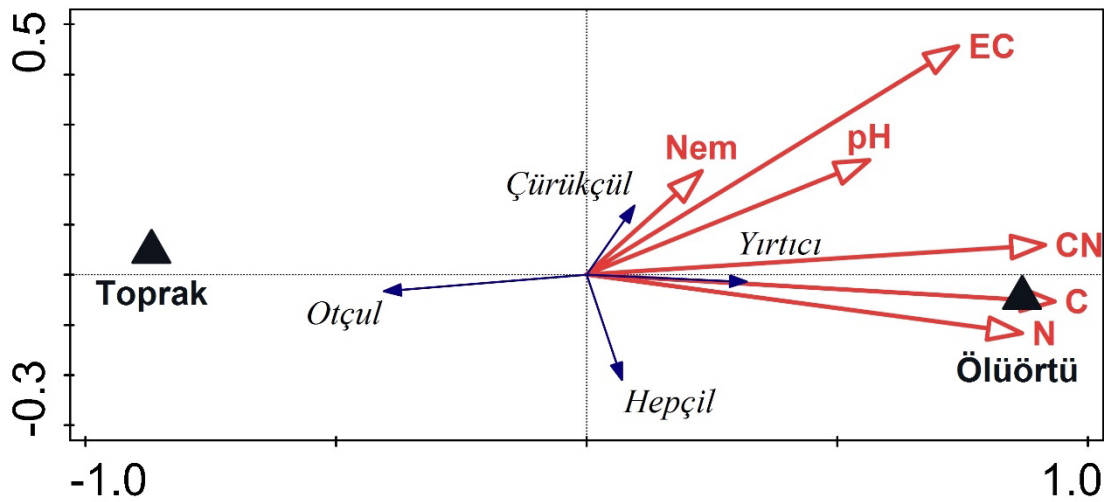
Mikroklembacaklıların yaşam alanlarının önemli kısmını ölüörtü oluşturduğu görülmektedir (Şekil 2, 3, 4). Mikroklembacaklılar özellikle kullanılabilir nemin olmadığı yaz ve kış aylarında toprak içerisine geçiş yaptıkları ve ölüörtü dökümü ile kaynak/enerji girişinin olduğu aylarda (eylül ve ekim) ölüörtüde miktarlarının arttığı belirlenmiştir. Yıl boyunca meşe ve kayın meşcerelerinde ölçülen değişkenlerin hem ölüörtü ve topraktaki değerleri (horizon) arasında hem de zamansal olarak farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 2). Ayrıca zaman ve horizon birlikte değerlendirildiğinde de önemli farklılık olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 2).

Çizelge 2. Ölüörtü ve toprak değişkenlerinin (Ortalama (std. hata)) Tekrarlı Ölçümlerle Varyans Analizi (ANOVA) sonucu.

	Ölüörtü	Toprak	Zaman	Horizon	Zaman x Horizon
Meşe			<i>p</i> -değeri	<i>p</i> -değeri	<i>p</i> -değeri
pH	5.35(0.04)	4.69(0.04)	0.000	0.016	0.011
EC (µS/cm)	581.87(23.34)	252.51(184.33)	0.000	0.001	0.000
Nem (%)	104.48(11.42)	27.14(2.57)	0.000	0.000	0.000
C (%)	31.99(1.01)	4.91(0.35)	0.000	0.000	0.000
N (%)	1.19(0.03)	0.64(0.01)	0.000	0.000	0.000
C/N	26.63(0.35)	7.46(0.43)	0.000	0.000	0.001
Kayın					
pH	6.02(0.06)	4.70(0.05)	0.000	0.017	0.030
EC (µS/cm)	799.25(25.63)	228.05(19.65)	0.000	0.000	0.000
Nem (%)	155.52(14.17)	25.41(2.02)	0.000	0.000	0.000

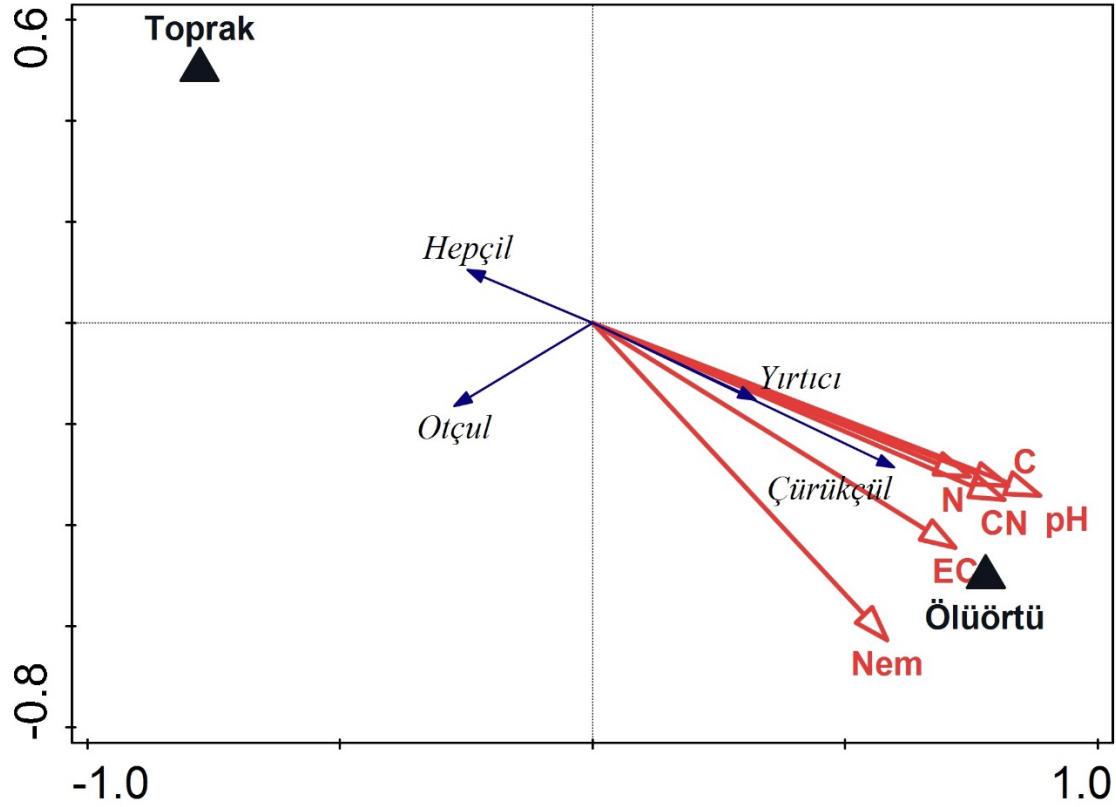
	Ölüörtü	Toprak	Zaman	Horizon	Zaman x Horizon
C (%)	34.64(0.77)	5.16(0.53)	0.000	0.001	0.002
N (%)	1.38(0.02)	0.63(0.01)	0.000	0.000	0.029
C/N	25.13(0.46)	7.77(0.56)	0.000	0.113	0.043

RDA analiz sonucuna göre meşe meşçeresinde yırtıcıların, çürükçüllerin ve hepçillerin miktarlarının ölüörtüde daha fazla olduğu otçulların ise sayıca toprakta (0-5 cm) ölüörtüye kıyasla daha fazla oldukları belirlenmiştir. Hepçillerin miktarı ise ölüörtü ve toprakta göreceli olarak eşittir (Çizelge 1 ve Şekil 3). Nem, EC ve pH çürükçüllerin dağılımını olumlu etkileyen çevresel değişkenler olduğu görülmektedir. Aynı şekilde karbon (C) ve azot (N) içeriği yırtıcıların dağılımını olumlu etkilediği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, hepçillerin dağılımında azot (N) etkili iken nemin etkisi azota kıyasla daha azdır (Şekil 3).



Şekil 3. Meşe meşçeresinde çevresel değişkenlerin ölüörtü ve topraktaki mikroeklembacıklıların trofik yapılarına etkisi.

Kayın meşçeresinde RDA analizi sonucuna göre çürükçüllerin ve yırtıcıların miktarları en fazla ölüörtüdedir. Hepçillerin miktarları ise toprakta, ölüörtüye kıyasla daha fazladır. Otçulların miktarı ise toprakta ölüörtüye kıyasla göreceli olarak daha fazladır (Çizelge 1 ve Şekil 4). Kayın meşçeresinde çürükçüllerin dağılımında karbon (C), azot (N), pH, EC ve nemin etkisi, yırtıcıların dağılımına olan etkisinden daha fazladır.



Şekil 4. Kayın meşceresinde çevresel değişkenlerin ölüörtü ve topraktaki mikroeklembacıkların trofik yapılarına etkisi.

4. Tartışma

4.1. Ölüörtü ve toprakta bulunan mikroeklembacıklara ait trofik gruplar

Ölüörtü ve toprak ekosisteminde bulunan mikroeklembacıkların büyük kısmını ayrıştırıcılar (Collembola ve Oribatid) ile yırtıcılar (Mesostigmata ve Chilopoda) oluşturmaktadır. Bu trofik grupların miktarları ve yıl içerisindeki dağılımlarını, ekosisteme ölüörtü dökümü ile giren kaynağın miktarı ve kalitesi etkilemektedir. Çalışma alanında yürütülen diğer bir çalışmada meşe ve kayın meşcerelerindeki ölüörtü miktarının farklılık gösterdiği ($p < 0.05$) ve sırasıyla yaklaşık 1096 g m^{-2} ve 1296 g m^{-2} olduğu belirtilmiştir (Çakır, 2013). Trofik gruplar arasında, çürükçüller, yüzeyde veya toprak içinde bulunan organik kalıntılarla beslendikleri için stres göstergeleri olarak kabul edilir (Paoletti ve ark., 2007). Çürükçüllerin miktarı organik madde miktarına doğrudan bağlıdır ve döküm zamanı artış gösterirken, kurak dönemde biyokütleleri ve komünite yapıları azalır (Bernaschini ve ark., 2016). Diğer taraftan trofik grupların örneklendiği derinliklerde de miktarları zamana göre farklılıklar göstermektedir (da Silva Santana ve ark., 2021). Çalışmada da meşe ve kayın ekosistemlerinde özellikle çürükçüllerin miktarlarının ölüörtü dökümünün

gerçekleştiği eylül ayından sonra arttığı ve ocak ayında azaldığı belirlenmiştir. Mikroeklembacaklıların yıl içerisindeki miktarlarındaki değişimi sıcaklık, nem ve besin miktarı etkilemektedir (Coleman ve ark., 2018). Şartların mikroeklembacaklılar için uygun olmadığı durumlarda ya profil boyunca aşağı doğru hareket ederler ya da uyku veya yumurta durumunda zor şartları geçirirler (Wallwork, 1970). Yırtıcılar genel avcıdırlar ve diğer trofik grupların popülasyonlarını düzenlerler (Scheu ve Setala, 2002). Çalışmada yırtıcıların miktarındaki artışın sayıca en yoğun trofik grup olan çürükçüllerin miktarındaki artış ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yırtıcıların miktarındaki değişimin zamansal olarak değiştiği fakat mevsimden çok etkilenmediği görülmüştür (Şekil 2). Bu bakımdan diğer trofik gruplardan farklılık göstermektedirler ve da Silva Santana ve ark. (2021) topraktaki yırtıcı miktarının, arazi kullanımı ve iklimden etkilenmediği fakat bazı yırtıcıların kurak dönemdeki diğer trofik grupların azalmasına bağlı olarak azaldığını belirtmişlerdir. Otçullar, net birincil üretimden olumlu etkilendikleri için ölüörtü dökümünün arttığı yağışlı mevsimde miktarları oransal olarak daha fazla artar (Krumins ve ark., 2015). Çalışmada meşe meşceresinde eylül ayında otçulların miktarı ölüörtüde hızlı artış göstermiştir. Hepçiller ölüörtü ve toprakta sayıca en az bulunan trofik grup olup, araştırmada miktarları nemli dönemlerde (ilkbahar ve sonbahar) artış göstermektedir.

Ölüörtünün ayrışması sonucunda toprak canlıları için yeni mikrohabitatlar oluşmaktadır. Bu mikrohabitatlar toprak canlıları için uygun yaşama alanları ve yiyecek sağlamaktadır (Wallwork, 1976). Farklı miktarlardaki ölüörtü, farklı kalınlıklarda yaşam alanları sunmaktadır ve canlı miktar ve çeşitliliğini değiştirmektedir (Çakır ve Makineci, 2018). Daha önce yapılan çalışmalar mikrohabitat çeşitliliği ile toprak canlılarının tür çeşitliliği arasında pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymuştur (Anderson, 1978).

4.2. Ölüörtü ve toprak özelliklerinin trofik gruplar üzerindeki etkisi

Mevsimsel değişimler ve bitki örtüsü toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkiler (Sauvadet ve ark., 2019) ve toprak faunasına ait komüniteler de bu şartlardan etkilenebilir (Meehan ve ark., 2020). Temel toprak değişkenlerinden biri olan pH, topraktaki trofik grupların aktivitesini doğrudan etkileyerek besin maddelerinin mevcudiyetini ve kimyasal reaksiyonları düzenler (Motavalli ve ark., 1995). Buna karşılık, toprak organik maddesini oluşturan karbon, toprak nem koşullarını ve ölüörtünün ayrışmasını iyileştirir, böylece mikroorganizmaların çoğalmasına ve toprak faunası için besin miktarının artmasına izin verir (Filser ve ark., 2016). Bununla birlikte mikroeklembacaklılar için en önemli faktör nemdir. Mikroeklembacaklıları oluşturan taksonların büyük bir kısmının vücudu yumuşak

ve renksiz olup kuraklığa dayanıklı değillerdir (Coleman ve ark., 2018). Bu yüzden şartlar uygun olduğunda daha nemli olan ölüörtüye, kurak şartlarda da toprak ekosistemine geçiş yapmaktadırlar. Yapılan çalışmada hem meşe hem de kayın meşceresinde, çürükçül ve yırtıcıların nemli olan ölüörtüde sayıca daha fazla olduğu belirlenmiştir. Ayrıca karbon ve azot bakımından daha zengin olan ölüörtü birçok mikroeklembacıklının beslenmesine imkân sağladığından çalışmada sayıca mikroeklembacıklılar bu katmanda fazla bulunmuştur.

5. Sonuç

Suyun mevcudiyeti, toprak içerisindeki trofik grupların gelişimi için hayati öneme sahiptir. Mevsimsel olarak ölüörtü ve toprakta bulunan su miktarındaki değişiklik, toprak ekosistemindeki trofik grupların dağılımını doğrudan etkilemektedir. Toprak ekosisteminin farklı horizonların da (ölüörtü ve üst toprak) yapılan örnekleme, farklı horizonlarda bulunan trofik grupların miktarlarında önemli farklar olduğunu göstermiştir. Çürükçül ve yırtıcılar ölüörtü katmanında yoğunlaşırken, otçul ve hepçiller toprak katmanında yoğunlaşmışlardır. Ayrıca elde edilen sonuçlar toprak ekosistemindeki çevresel değişkenlerin (esas olarak pH, EC, C, N, C:N oranı) toprağa ait iklimsel değişkenlerle (nem ve sıcaklık) birlikte trofik grupların dağılımını belirleyen ana faktörler olduğunu anlamamızı sağlamıştır.

Teşekkür

Bu makale, Meriç Çakır'ın doktora tezi sonuçlarını içermektedir. Ender Makineci yönetimindeki doktora tezi 2013 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde tamamlanmıştır. Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, Proje numarası: 3122 tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Abgrall, C., Forey, E., & Chauvat, M. (2019). Soil fauna responses to invasive alien plants are determined by trophic groups and habitat structure: a global meta-analysis. *Oikos*, 128(10), 1390-1401.
- Akburak, S., & Makineci, E. (2016). Thinning effects on soil and microbial respiration in a coppice-originated *Carpinus betulus* L. stand in Turkey. *iForest*, 9(5), 783-790.
- Anderson, J. (1978). Inter-and intra-habitat relationships between woodland Cryptostigmata species diversity and the diversity of soil and litter microhabitats. *Oecologia*, 32(3), 341-348.
- Bei-Bienko, G. Y., Blagoveshchenskii, D. I., Chernova, O. A., Datsig, E. M., Emel'yanov, A. F., Kerzhner, I. M., Loginova, M. M., & Martynova, E. F. (1967). *Keys to Insects of the European USSR* (Vol. 1). Akademiya Nauk.
- Bernaschini, M. L., Moreno, M. L., Pérez-Harguindeguy, N., & Valladares, G. (2016). Is litter decomposition influenced by forest size and invertebrate detritivores during the dry season in semiarid Chaco Serrano? *Journal of Arid Environments*, 127, 154-159.
- Briones, M. J. (2018). The serendipitous value of soil fauna in ecosystem functioning: the unexplained explained. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 149.
- Bruckner, A., Barth, G., & Scheibengraf, M. (2000). Composite sampling enhances the confidence of soil microarthropod abundance and species richness estimates. *Pedobiologia*, 44(1), 63-74.
- Cayuela, M. L., Clause, J., Frouz, J., & Baveye, P. C. (2020). Interactive feedbacks between soil fauna and soil processes. 8, 14.
- Coleman, D. C., Callahan, M. A., & Crossley Jr, D. (2018). *Fundamentals of soil ecology, 3rd Edition*. Academic Press.
- Çakır, M. (2013). *Toprak Eklembacaklılarının, Kayın ve Meşe Ekosistemindeki Mevsimsel Değişimi ve Ölü Örtü Ayrışmasına Etkileri* PhD thesis, Istanbul University, Science Institute (in Turkish, with English summary).]. İstanbul.
- Çakır, M. (2019). Belgrad Ormanının Toprak Biyolojik Kalite İndeksinin Mikroeklembacaklılar ile Belirlenmesi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 38-45.
- Çakır, M., Çakır, F., ve 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.

- Çakır, M., & Makineci, E. (2018). Community structure and seasonal variations of soil microarthropods during environmental changes. *Applied Soil Ecology*, *123*, 313-317.
- Çakır, M., & Makineci, E. (2020). Litter decomposition in pure and mixed *Quercus* and *Fagus* stands as influenced by arthropods. *The Journal of Forestry Research*, *31*(4), 1123–1137.
- Çakır, M., ve Makineci, E. (2021). Toprak Makrofaunasının Saf ve Karışık Meşcerelerdeki Komünite Yapıları. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, *23*(1), 226-235.
- Çepel, N. (1995). *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi.
- da Silva Santana, M., Andrade, E. M., Oliveira, V. R., Costa, B. B., Silva, V. C., de Freitas, M. d. S. C., Cunha, T. J. F., & Giongo, V. (2021). Trophic groups of soil fauna in semiarid: Impacts of land use change, climatic seasonality and environmental variables. *Pedobiologia*, *89*, 150774.
- Dindal, D. L. (1990). *Soil biology guide*. Wiley.
- Filser, J., Faber, J. H., Tiunov, A. V., Brussaard, L., Frouz, J., De Deyn, G., Uvarov, A. V., Berg, M. P., Lavelle, P., & Loreau, M. (2016). Soil fauna: key to new carbon models. *Soil*, *2*(4), 565-582.
- Joo, S. J., Yim, M. H., & Nakane, K. (2006). Contribution of microarthropods to the decomposition of needle litter in a Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantation. *Forest ecology and management*, *234*(1-3), 192-198.
- Karaöz, M. Ö. (1989). Toprakların bazı kimyasal özelliklerinin (pH, karbonat, tuzluluk, organik madde, total azot, yararlanılabilir fosfor) analiz yöntemleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, *39*(3), 64-82.
- Karaöz, M. Ö. (1992). Yaprak ve ölü örtü analiz yöntemleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, *42*(1-2), 57-71.
- Krantz, G. W. (1978). *A manual of acarology (2nd edition)*. Oregon St Univ Bookstores.
- Krumins, J. A., Krumins, V., Forgoston, E., Billings, L., & Van Der Putten, W. H. (2015). Herbivory and stoichiometric feedbacks to primary production. *PLoS ONE*, *10*(6), e0129775.
- Liu, Y., Wang, L., He, R., Chen, Y., Xu, Z., Tan, B., Zhang, L., Xiao, J., Zhu, P., & Chen, L. (2019). Higher soil fauna abundance accelerates litter carbon release across an alpine forest-tundra ecotone. *Scientific reports*, *9*(1), 1-12.
- Meehan, M. L., Barreto, C., Turnbull, M. S., Bradley, R. L., Bellenger, J.-P., Darnajoux, R., & Lindo, Z. (2020). Response of soil fauna to simulated global change factors depends on ambient climate conditions. *Pedobiologia*, *83*, 150672.

- Meehan, T. D., Drumm, P. K., Schottland Farrar, R., Oral, K., Lanier, K. E., Pennington, E. A., Pennington, L. A., Stafurik, I. T., Valore, D. V., & Wylie, A. D. (2006). Energetic equivalence in a soil arthropod community from an aspen–conifer forest. *Pedobiologia*, *50*(4), 307-312.
- MGM. (2013). *Ministry of Forestry and Water Affairs, General Directorate of Meteorology, Istanbul-Kireçburnu station climate data (2000-2013)*.
- Motavalli, P., Palm, C., Parton, W., Elliott, E., & Frey, S. (1995). Soil pH and organic C dynamics in tropical forest soils: evidence from laboratory and simulation studies. *Soil Biology and Biochemistry*, *27*(12), 1589-1599.
- Paoletti, M. G., Osler, G. H., Kinnear, A., Black, D. G., Thomson, L. J., Tsitsilas, A., Sharley, D., Judd, S., Neville, P., & D’Inca, A. (2007). Detritivores as indicators of landscape stress and soil degradation. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, *47*(4), 412-423.
- Salmon, S., Mantel, J., Frizzera, L., & Zanella, A. (2006). Changes in humus forms and soil animal communities in two developmental phases of Norway spruce on an acidic substrate. *Forest ecology and management*, *237*(1), 47-56.
- Sauvadet, M., Van den Meersche, K., Allinne, C., Gay, F., de Melo Virginio Filho, E., Chauvat, M., Becquer, T., Tixier, P., & Harmand, J.-M. (2019). Shade trees have higher impact on soil nutrient availability and food web in organic than conventional coffee agroforestry. *Science of The Total Environment*, *649*, 1065-1074.
- Scheu, S., & Setälä, H. (2002). Multitrophic interactions in decomposer food. *Multitrophic level interactions*, 223.
- Sevgi, O., Makineci, E., & Karaoz, O. (2011). The forest floor and mineral soil carbon pools of six different forest tree species. *Ekoloji*, *20*(81), 8-14.
- Šmilauer, P., & Lepš, J. (2014). *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*. Cambridge University Press.
- SPSS. (2011). IBM SPSS statistics base 20. *SPSS Incorporated, Chicago, IL*.
- Wallwork, J. A. (1970). *Ecology of soil animals*. McGraw-Hill.
- Wallwork, J. A. (1976). *The Distribution and Diversity of Soil fauna*. Academic Press.
- Walthert, L., & Meier, E. S. (2017). Tree species distribution in temperate forests is more influenced by soil than by climate. *Ecology and evolution*, *7*(22), 9473-9484.
- Wardle, D. A. (2002). *Communities and ecosystems: linking the aboveground and belowground components* (Vol. 34). Princeton University Press.

- WRB. (2006). *IUSS Working Group, World reference base for soil resources 2006. 2nd edition. World Soil Resources Reports No. 103.* FAO.
- Wu, P., & Wang, C. (2019). Differences in spatiotemporal dynamics between soil macrofauna and mesofauna communities in forest ecosystems: the significance for soil fauna diversity monitoring. *Geoderma*, 337, 266-272.