



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



DOKTORA TEZİ

**TOPRAK EKLEMBACAKLILARININ (*Arthropoda*) BOLU-
ALADAĞ GÖKNAR (*Abies bornmulleriana* Mattf.)
EKOSİSTEMİNDEKİ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ**

Ahmet DUYAR

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Toprak İlmî ve Ekoloji Programı

Danışman

Prof. Dr. Ender MAKİNECİ

Ekim, 2014

İSTANBUL

Bu çalışma 24/10/2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Toprak İlimi ve Ekoloji Programında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi:



İmza

Prof. Dr. Ender MAKİNECİ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi
(Danışman)



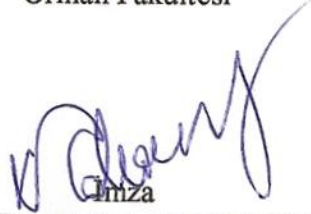
İmza

Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



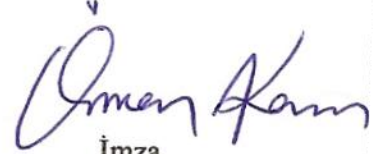
İmza

Prof. Dr. Oktay YILDIZ
Düzce Üniversitesi
Orman Fakültesi



İmza

Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY
İstanbul Üniversitesi
Orman Fakültesi



İmza

Prof. Dr. Ömer KARA
Karadeniz Teknik Üniversitesi
Orman Fakültesi

Bu alışma, Orman Genel Müdürlüğü'nün "Uludağ Göknarı Ormanlarında, l örtü ve Toprak İçindeki Karbon Miktarının Tespiti (Bolu Yöresi rneği)" isimli ve 08.6301/2007-2010-2014 numaralı Araştırma Projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

“Toprak Eklembacaklılarının (*Arthropoda*) Bolu-Aladağ Gökmar (*Abies bornmulleriana* Mattf.) Ekosistemindeki Mevsimsel Değişimi” isimli bu çalışma, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Toprak İlmi ve Ekoloji Programı’nda doktora tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun belirlenmesinden sonuçlandırılmasına kadar geçen süredeki her aşamada değerli bilgi ve katkılarını esirgemeyen, danışman hocam sayın Prof. Dr. Ender MAKİNECİ’ye şükranlarımı sunarım.

Çalışmalarım süresince, tezin yazımında yardımlarını esirgemeyen sayın hocalarım Prof. Dr. M. Ömer KARAÖZ, Prof. Dr. Doğanay TOLUNAY, Prof. Dr. Oktay YILDIZ’a, istatistiksel değerlendirmelerdeki yardım ve önerileri için Doç. Dr. Kürşad ÖZKAN ve Yard. Doç. Dr. Emrah ÖZDEMİR’e ve sınıflandırma konusundaki önerileri için Yard. Doç. Dr. Meriç ÇAKIR’a teşekkürlerimi arz ederim.

Çalışmalarımın başından sonuna kadar emek ve yardımlarını gördüğüm, Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü’nde görev yapan tüm mesai arkadaşlarıma ve laboratuvar desteklerinden dolayı, Orman Toprak ve Ekoloji Araştırmaları Enstitüsü Müdürlüğü’ndeki meslektaşlarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Ekim, 2014

Ahmet DUYAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	xi
ÖZET.....	xii
SUMMARY	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR	5
2.1. TOPRAK FAUNASININ ÇEŞİTLİLİĞİ.....	5
2.2. TOPRAK EKLEMBACAKLILARI	8
2.2.1. Hexapoda (Altıbacaklılar).....	11
2.2.1.1. Collembola (Kuyruklaşıçrayanlar).....	12
2.2.1.2. Protura (Duyargabacaklılar)	13
2.2.1.3. Diplura (Çatalkuyruklular).....	14
2.2.1.4. Insecta (Böcekler)	15
2.2.2. Arachnida (Örümceksiler).....	17
2.2.2.1. Araneae (Örümcekler)	17
2.2.2.2. Opiliones (Otuçerler).....	18
2.2.2.3. Pseudoscorpionida (Yalancıakrepler)	18
2.2.2.4. Acarina (Akarlar)	19
2.2.3. Myriapoda (Çokbacaklılar)	23
2.2.3.1. Diplopoda (Kırkayaklar)	23
2.2.3.2. Chilopoda (Çıyanlar).....	24
2.2.3.3. Symphyla (Yumuşak kırkayaklar)	24
2.2.3.4. Pauropoda (Çatal antenli kırkayaklar)	25
2.3. EKLEMBACAKLILARIN MEVSİMSSEL VE MEKÂNSAL DEĞİŞİMİ....	25
3. MALZEME VE YÖNTEM	29

3.1.	ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI.....	29
3.1.1.	Mevkii	29
3.1.2.	Jeoloji ve Toprak Özellikleri.....	30
3.1.3.	İklim Özellikleri	31
3.1.4.	Orman Toplamları.....	33
3.2.	UYGULANAN YÖNTEMLER	33
3.2.1.	Örnek Alanların Seçimi.....	33
3.2.2.	Örnekleme Takvimi ve Örnek Sayısı	34
3.2.3.	İklim Verilerinin Ölçülmesi	34
3.2.4.	Eklembacaklıların Araziden Örneklenmesi	35
3.2.4.1.	<i>Orman Zeminindeki Eklembacaklıların Araziden Örneklenmesi</i>	35
3.2.4.2.	<i>Ölü Örtü ve Topraktaki Mikroeklembacaklıların Örneklenmesi</i>	36
3.2.5.	Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Alınması	36
3.2.6.	Laboratuvar Yöntemleri	37
3.2.6.1.	<i>Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinden Mikroeklembacaklıların Çıkartılması</i>	37
3.2.6.2.	<i>Eklembacaklı Taksonlarının Teşhisi ve Sınıflandırılması</i>	37
3.2.6.3.	<i>Toprak Analizleri</i>	38
3.2.6.4.	<i>Ölü örtü analizleri</i>	38
3.2.7.	Değerlendirme Yöntemi ve İstatistik	39
4.	BULGULAR	41
4.1.	TOPRAK SICAKLIK VE NEMİ	41
4.2.	ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİ	42
4.2.1.	Ölü Örtü Özelliklerinin Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi.....	42
4.2.1.1.	<i>Ölü Örtü Miktarı</i>	42
4.2.1.2.	<i>Ölü Örtü Reaksiyonu (pH)</i>	43
4.2.1.3.	<i>Azot (N_t)</i>	44
4.2.1.4.	<i>Karbon (C).....</i>	45
4.2.1.5.	<i>Karbon/Azot (C/N) Oranı</i>	46
4.2.1.6.	<i>Fosfor (P).....</i>	46
4.2.1.7.	<i>Potasyum (K)</i>	47
4.2.1.8.	<i>Kalsiyum (Ca).....</i>	48
4.2.1.9.	<i>Magnezyum (Mg)</i>	49
4.2.2.	Toprak Özelliklerinin Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi	49
4.2.2.1.	<i>Toprak Tane Çapları (kum, toz ve kil oranları).....</i>	49

4.2.2.2.	<i>Toprak Hacim Ağırlığı</i>	50
4.2.2.3.	<i>Toprak Reaksiyonu (pH)</i>	51
4.2.2.4.	<i>Azot (N_i)</i>	52
4.2.2.5.	<i>Organik Karbon (C)</i>	53
4.2.2.6.	<i>Karbon/Azot (C/N) Oranı</i>	53
4.2.2.7.	<i>Yarayırlı Fosfor (P)</i>	54
4.2.2.8.	<i>Değiştirilebilir Potasyum (K)</i>	55
4.2.2.9.	<i>Değiştirilebilir Kalsiyum (Ca)</i>	55
4.2.2.10.	<i>Değiştirilebilir Magnezyum (Mg)</i>	56
4.3.	GÖKNAR EKOSİSTEMİNDEKİ TOPRAK EKLEMBACAKLILARI	57
4.3.1.	<i>Ölü Örtüdeki Eklem Bacaklıların Değişimi</i>	60
4.3.1.1.	<i>Eklem Bacaklıların Ölü Örtü Özellikleri ile İlişkisi</i>	60
4.3.1.2.	<i>Ölü Örtüdeki Eklem Bacaklıların Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi</i>	61
4.3.2.	<i>Topraktaki Eklem Bacaklıların Değişimi</i>	68
4.3.2.1.	<i>Eklem Bacaklıların Toprak Özellikleri ile İlişkisi</i>	68
4.3.2.2.	<i>Topraktaki Eklem Bacaklıların Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi</i>	69
4.3.3.	<i>Orman Zeminindeki Eklem Bacaklıların Değişimi</i>	75
4.3.3.1.	<i>Orman Zeminindeki Eklem Bacaklıların Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi</i>	75
4.3.4.	<i>Eklem Bacaklıların Yaşama Ortamlarına Dağılımı</i>	81
4.3.5.	<i>Eklem Bacaklıların Beslenme Tiplerine Dağılımı</i>	83
4.3.6.	<i>Eklem Bacaklıların Biyolojik Çeşitliliği</i>	85
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	90
5.1.	<i>TOPRAK SICAKLIĞI VE NEMİ</i>	90
5.2.	<i>ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN MEVSİM VE YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ</i>	91
5.3.	GÖKNAR EKOSİSTEMİNDEKİ TOPRAK EKLEMBACAKLILARI	96
5.3.1.	<i>Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Eklem Bacaklıların Dağılımı Üzerine Etkisi</i>	97
5.3.2.	<i>Eklem Bacaklıların Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi</i>	102
5.3.3.	<i>Eklem Bacaklılarının Yaşama Ortamlarına Dağılımı</i>	107
5.3.4.	<i>Eklem Bacaklıların Beslenme Tiplerine Dağılımı</i>	109
5.3.5.	<i>Eklem Bacaklıların Biyolojik Çeşitliliği</i>	110
	KAYNAKLAR	115

EKLER.....	138
EK 1. Ölü örtü özellikleri ile eklembacaklıların korelasyonu.	139
EK 2. Ölü örtüde yaşayan eklembacaklılar arası korelasyonlar.	142
EK 3. Toprak özellikleri ile eklembacaklıların korelasyonu.	144
EK 4. Toprakta yaşayan eklembacaklılar arası korelasyonlar.	147
EK 5. Orman zemininde yaşayan eklembacaklılar arası korelasyonlar.	149
EK 6. Ölü örtüdeki eklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	151
EK 7. Topraktaki eklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	156
EK 8. Orman zeminindeki eklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	161
ÖZGEÇMİŞ.....	166

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1: Toprak faunasının vücut uzunluğuna göre sınıflandırılması.....	6
Şekil 2.2: Toprak solucanı (65 cm).	6
Şekil 2.3: Toprak besin ağının kaynakları.	8
Şekil 2.4: Bazı toprak eklembacaklılarının sistematigi.	9
Şekil 2.5: Ölü örtüden çıkartılmış mikroeklembacaklılar.....	10
Şekil 2.6: Toprakta bulunan Collembola familyalarının bazıları.	13
Şekil 2.7: Protura ve Diplura.	15
Şekil 2.8: Toprakta yaşayan Insecta takımlarının bazıları.....	16
Şekil 2.9: Toprakta yaşayan bazı Arachnida takımları; a) Araneae, b) Opiliones, c) Pseudoscorpionida.	18
Şekil 2.10: Toprakta yaşayan bazı Acarina taksonları; a) Oribatida, b) Mesostigmata, c) Prostigmata.	22
Şekil 2.11: Toprakta yaşayan bazı Myriapoda takımları; a) Diplopoda, b) Chilopoda, c) Symphyla.	25
Şekil 3.1: Çalışma alanı haritası.	30
Şekil 3.2: Hava sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	32
Şekil 3.3: Araştırmada kullanılan çukur tuzaklar.	35
Şekil 3.4: Ölü örtü ve toprak örneklemeşi.	36
Şekil 4.1: Toprak sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	41
Şekil 4.2: Ölü örtü miktarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	43
Şekil 4.3: Ölü örtü reaksiyonunun mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	44
Şekil 4.4: Ölü örtüde N oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	45
Şekil 4.5: Ölü örtüde C oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	45
Şekil 4.6: Ölü örtü C/N oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	46

Şekil 4.7: Ölü örtüde P oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	47
Şekil 4.8: Ölü örtüde K oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	48
Şekil 4.9: Ölü örtüde Ca oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	48
Şekil 4.10: Ölü örtüde Mg oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	49
Şekil 4.11: Toprak tane çaplarının yükselti basamaklarına göre değişimi.	50
Şekil 4.12: Hacim ağırlıklarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	51
Şekil 4.13: Toprak reaksiyonunun (pH) mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	52
Şekil 4.14: Toprakta Nt oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	52
Şekil 4.15: Toprakta C oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	53
Şekil 4.16: Toprakta C/N oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	54
Şekil 4.17: Toprakta değiştirilebilir P oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	55
Şekil 4.18: Toprakta değiştirilebilir K oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	55
Şekil 4.19: Toprakta değiştirilebilir Ca oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	56
Şekil 4.20: Toprakta değiştirilebilir Mg oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	57
Şekil 4.21: Eklem Bacaklıların ölü örtü özellikleri ile ilişkisine ait CCA grafiği.....	60
Şekil 4.22: Ölü örtüde yaşayan eklem Bacaklıların a) mevsim ve b) yükseltiye bağlı değişimine ait CCA grafiği.....	62
Şekil 4.23: Ölü örtüdeki Acarina alt sınıfı taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi. .	63
Şekil 4.24: Ölü örtüdeki Myriapoda alt şubesi sınıflarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	64
Şekil 4.25: Ölü örtüdeki Insecta alt sınıfının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	65
Şekil 4.26: Ölü örtüdeki Collembola alt sınıfı familyalarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	66
Şekil 4.27: Toprak özellikleri ile eklem Bacaklıların ilişkisine ait CCA grafiği.	68
Şekil 4.28: Toprakta yaşayan eklem Bacaklıların a) mevsim ve b) yükseltiye bağlı değişimine ait CCA grafiği.	70
Şekil 4.29: Topraktaki Acarina alt sınıfı taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	71
Şekil 4.30: Topraktaki Myriapoda alt şubesi sınıflarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi. .	72
Şekil 4.31: Topraktaki Insecta alt sınıfının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi..	73

Şekil 4.32: Topraktaki Collembola altsınıfı familyalarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	74
Şekil 4.33: Topraktaki Diplura ve Protura taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	75
Şekil 4.34: Orman zeminindeki bazı Arachnida takımlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	76
Şekil 4.35 Orman zeminini üzerinde yaşayan eklembacaklıların a) mevsim ve b) yükseltiye bağlı değişimine ait CCA grafiği.	77
Şekil 4.36: Orman zeminindeki Myriapoda taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	78
Şekil 4.37: Zeminindeki Insecta taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.....	79
Şekil 4.38: Orman zeminindeki Collembola taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	80
Şekil 4.39: Eklembacaklıların yaşama ortamlarına dağılımı.	83
Şekil 4.40: Eklembacaklıların Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi'nin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	87
Şekil 4.41: Eklembacaklıların taksonomik zenginliğinin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	89

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 3.1: Çalışma alanının bazı coğrafi özellikleri.	29
Tablo 3.2: Bolu meteoroloji istasyonuna ait uzun yıllık ortalama değerler.	31
Tablo 3.3: Hava sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	32
Tablo 3.4: Yükselti basamaklarına ait meşcere özellikleri.	34
Tablo 4.1: Toprak sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	41
Tablo 4.2: Ölü örtü miktarının değişimi.	42
Tablo 4.3: Ölü örtü reaksiyonunun değişimi.....	43
Tablo 4.4: Ölü örtüde Nt oranları.....	44
Tablo 4.5: Ölü örtüde C oranları.....	45
Tablo 4.6: Ölü örtü C/N oranları.....	46
Tablo 4.7: Ölü örtüde P oranları.	47
Tablo 4.8: Ölü örtüde K oranları.....	47
Tablo 4.9: Ölü örtüde Ca oranları.	48
Tablo 4.10: Ölü örtüde Mg oranları.	49
Tablo 4.11: Toprak tane çaplarının yükseltiye bağlı değişimi.	50
Tablo 4.12: Toprakların hacim ağırlıklarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.	50
Tablo 4.13: Toprak reaksiyonu (pH).....	51
Tablo 4.14: Toprakta Nt oranları.	52
Tablo 4.15: Toprakta organik C oranları.....	53
Tablo 4.16: Toprakta C/N oranları.....	54
Tablo 4.17: Toprakta yarıyışlı P oranları.	54
Tablo 4.18: Toprakta değiştirilebilir K oranları.	55
Tablo 4.19: Toprakta değiştirilebilir Ca oranları.	56

Tablo 4.20: Toprakta değiştirilebilir Mg oranları.	56
Tablo 4.21: Eklembacaklıların Sınıflandırması.	58
Tablo 4.22: Eklembacaklıların yaşam ortamlarına dağılımı.	82
Tablo 4.23: Eklembacaklılarının mevsime bağlı olarak beslenme tiplerine dağılımı.	84
Tablo 4.24: Eklembacaklılarının yükseltiye bağlı olarak beslenme tiplerine dağılımı.	85
Tablo 4.25: Eklembacaklıların çeşitlilik indekslerinin ortamlara göre değişimi.	85
Tablo 4.26: Eklembacaklılara ait Shannon-Wiener İndeksi (H').	86
Tablo 4.27: Eklembacaklıların taksonomik zenginliği (S').....	88

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler	Açıklama
Ah	: Ah horizonu-humusça zengin en üst toprak horizonu
C	: Karbon
Ca	: Kalsiyum
GA	: Yaşlı göknar meşceresi
H'	: Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi
K	: Potasyum
Mg	: Magnezyum
N	: Azot
N_t	: Toplam azot
P	: Fosfor
pH	: Asitlik ölçü birimi
r	: Korelasyon katsayısı
S'	: Taksonomik Zenginlik

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
CCA	: Kanonik Uyum Analizi
diğ.	: Diğerleri
FAO	: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
g/l	: Gram/litre
g/m²	: Gram/metrekare
m	: Metre
mg/kg	: miligram/kilogram
MTA	: Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
Ort	: Ortalama
P	: İstatistiksel olasılık
Sh	: Standart hata
Ss	: Standart sapma
vb.	: ve benzeri
UV	: Ultraviyole

ÖZET

DOKTORA TEZİ

TOPRAK EKLEMBACAKLILARININ (*Arthropoda*) BOLU-ALADAĞ GÖKNAR (*Abies bornmulleriana* Mattf.) EKOSİSTEMİNDEKİ MEVSİMSEL DEĞİŞİMİ

Ahmet DUYAR

İstanbul Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr. Ender MAKİNECİ

Orman ekosistemlerinde, besin döngüsünün en önemli bileşeni, ölü örtü ayrışmasıdır. Toprak eklembacaklıları, ölü örtünün parçalanması ve ayrışması sürecinde, birincil ve ikincil tüketiciler olarak rol almaktadır. Toprak ekosistemindeki eklembacaklıların miktarı, çeşitliliği ve toplum yapısı; yetiştirme ortamının fiziksel, kimyasal ve iklim özelliklerinin değişimine çok hızlı tepki vermektedir.

Bu çalışmada, ülkemizin önemli orman ağaç türlerinden olan, Uludağ Göknaarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ekosistemindeki, toprak eklembacaklılarının mevsimsel değişiminin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma, Bolu Aladağ ormanlarında, 1200-1600 metre yükseltiler arasındaki (4 yükselti basamağı halinde) saf göknar meşcerelerinde yürütülmüştür. Örnekler üst mineral toprak (0–5 cm), ölü örtü ve zemin üzerinden (çukur tuzak) ayrı ayrı alınmıştır. Ayrıca, örnek alanlara ait toprak, ölü örtü ve iklim özellikleri de incelenmiştir.

Toprak ekosisteminde, eklembacaklıların yaşama ortamına ait özellikleri ve ilişkileri tespit edilmiştir. Eklembacaklıların miktar ve çeşitliliğinin; mevsim ve yükseltiye bağlı değişimleri değerlendirilmiştir. Eklembacaklıların toprak katmanlarına dağılımı ve yaşama ortamı tercihleri ortaya konmuştur. Ayrıca, eklembacaklıların beslenme tiplerine dağılımları ve biyolojik çeşitlilikleri de saptanmıştır.

Çalışma sırasında, sıcaklık ve nem gibi iklim özelliklerine ek olarak, bazı toprak ve ölü örtü özellikleri mevsim ve yükseltiye bağlı olarak farklı bulunmuştur. Eklembacaklıların ortalama miktarı toprakta 90116, ölü örtüde 167716 ve çukur tuzakta 4437 olmak üzere toplam 262269 birey/m² dir. Yaşama ortamlarında, eklembacaklıların miktar ve çeşitliliği üzerine en etkili faktör, mevsime bağlı olarak değişen sıcaklık ve nemdir. Yaşama ortamlarına göre, Shannon-Wiener İndeksi (H') ve Taksonomik Zenginlik (S') değerleri ölü örtü (H'= 2,96; S'= 45), toprak (H'= 2,63; S'= 30) ve çukur tuzak (H'= 2,22; S'= 22) şeklinde sıralanmaktadır.

Ekim 2014, 167 Sayfa.

Anahtar kelimeler: Besin ağı, biyolojik çeşitlilik, çukur tuzak, Shannon Wiener İndeksi, Collembola

SUMMARY

Ph.D. THESIS

SEASONAL VARIATION OF SOIL ARTHROPODS (*Arthropoda*) IN FIR (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ECOSYSTEMS IN BOLU-ALADAG

Ahmet DUYAR

Istanbul University

Graduate School of Science and Engineering

Department of Soil Science and Ecology

Supervisor: Prof.Dr. Ender MAKİNECİ

In the forest ecosystems, the most important component of nutrient cycling is litter decomposition. Soil arthropods have a role as primary and seconder consumers in process of litter decay and decomposition. Abundance, diversity and community structure of arthropods in soil ecosystem; give rapid response to change of physical, chemical and climatic characteristics of site.

In this study, to determine of seasonal changes of soil arthropods was aimed in Uludağ Fir (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ecosystem which is an important forest tree species in Turkey. Study was conducted in pure fir stands at 1200-1600 m altitudes (4 elevation gradients) in Aladağ, Bolu. The samples were taken separately from top mineral soil (0–5 cm), forest floor and intact point of surface soil and forest floor (pitfall traps). Also, soil, forest floor and climate characteristics in sample plots were evaluated.

Arthropods' characteristics and their relationships with site properties were determined in the soil ecosystem. Abundance and diversity of arthropods were also evaluated according to seasons and altitudes. The distribution in soil layers and habitat preferences of the arthropods have been revealed. In addition, distribution in trophic levels and biological diversity of arthropods were determined.

During the study, some characteristics of soil and forest floor, in addition to climatic conditions such as temperature and humidity, were significantly different depending on

seasons and altitudes. The average abundance of arthropods was 90116 in the soil, 167716 in the forest floor and 4437 in the pitfall traps; and was 262269 individuals/m² in total. The most effective factors on the abundance and diversity of arthropods were temperature and humidity that changes depending on the season in their habitats. Shannon-Wiener Index (H') and Species Richness (S') values were arranged in forest floor ($H'= 2.96$; $S'= 45$), in the soil ($H'= 2.63$; $S'= 30$) and in the pitfall traps ($H'= 2.22$; $S'= 22$) according to their habitats.

October 2014, 167 Pages.

Keywords: Food web, biodiversity, pitfall trap, Shannon Wiener Index, Collembola

1. GİRİŞ

Karasal ekosistemlerin yaklaşık %40'ını oluşturan ormanlar, klimaks bitki örtüsü ağaçlar olmakla birlikte; sayısız canlı ve cansız varlığın etkileşim halinde bulunduğu, dinamik sistemlerdir (Çepel, 1988; Matthews ve diğ., 2000). Ekosistemlerde üreticiler olan yeşil bitkiler kendi hayatlarını sürdürürken, fotosentez ile güneş enerjisini ve diğer inorganik besinleri dokularında biriktirirler. Bu sayede, sistemdeki diğer canlıların temel enerji ve besin ihtiyacını da karşılamaktadırlar. Tüketiciler, heterotrof organizmalar olup, büyük çoğunluğu hayvan türlerinden oluşur ve genelde birincil ve ikincil tüketiciler olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Otobur hayvanlardan oluşan birincil tüketiciler, enerji kaynağı olarak yeşil bitkilerin yapısında biriken organik maddeleri kullanırken, ikincil tüketiciler etobur hayvanlardan oluşur ve yaşamlarını birincil tüketicileri yiyerek sürdürürler (FAO, 2013). Ayrıştırıcılar ise bakteri ve mantarlardan oluşan heterotrof canlılar olup, enerji ihtiyaçlarını karşılarken, ayrıştırdıkları organik maddelerin içerdiği mineral besin elementlerini bitkilerin yararlanacağı iyon formunda toprağa salarak besin döngüsünün tamamlanmasına katkı sağlamaktadırlar (Yücel, 1999; Porazinska ve diğ., 2003).

Orman ölü örtüsü, orman ekosisteminde mineral toprağın üzerini örten ve çoğunlukla yaprak, meyve ve dal döküntüleri ile hayvansal atıklardan meydana gelen, organik bir tabakadır (Karaöz, 1991). Ölü örtü, toprağın ana horizonlarından birisi olarak kabul edilir (Çepel, 1988). Ölü örtü ve bunun ayrışma ürünleri; toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri üzerinde önemli role sahiptir. Toprağın strüktürünü düzenler, su tutma kapasitesini ve geçirgenliğini artırır. Aynı zamanda toprağın bitki besin maddesi deposudur. Toprak organik maddesi, mikroorganizmalar ve diğer toprak faunası için barınma ve beslenme ortamıdır (Irmak ve Çepel, 1974).

Orman ekosisteminde farklı ekosistem bileşenleri, tüm biyo-jeo-kimyasal süreçler için kombine edilir ve ekosistem metabolizmasını yansıtır. Toprak organizmaları biyolojik toprak kalitesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişkenleri birleştirerek nesnel ölçütler sağlarlar. Bu nedenle, toprak faunası, toprak kalitesindeki değişimleri ve

ekosistemlerin uzun vadeli sürdürülebilirliğini değerlendirmek için uygun bir biyolojik gösterge olarak kabul edilir (Breure ve diğ., 2005; Rocha ve diğ., 2010; Menta, 2012).

Orman toprağı, üzerini kaplayan ölü örtü ile birlikte, biyolojik çeşitliliğin en önemli kaynaklarından birini temsil etmektedir. Bakteri ve mantar gibi ayrıştırıcılar dışında, protozoadan nematoda, mikroskobik akarlardan küçük memelilere kadar değişik boyutlarda hayvan çeşitliliğini barındırmaktadır (Battigelli ve Berch, 2002). Toprak ekosisteminde, eklembacaklıların oluşturduğu besin zinciri, makrofaunanın da dâhil olduğu besin ağının, temel bağlantısıdır. Toprak faunası içerisindeki eklembacaklılar, ekosistem süreçlerinde inanılmaz görevlere sahiptirler (Faber ve van Wensem, 2012). Boyutlarının küçüklüğü ve gizlenme davranışları nedeniyle, çeşitliliği ve topluluk yapıları halen çok az bilinmektedir. Fakat bunlar, ölü örtünün ayrışması, ayrıştırıcıların kontrolü, besin döngüsü, biyolojik çeşitliliğe katkısı ve sürdürülebilir orman yönetimi açısından çok büyük öneme sahiptirler (Carlton ve Robison, 1998; Kelly ve Samways, 2003). Bu temel fonksiyonlarının yanında iyi bir toprak kalite düzenleyicileridirler (Sackett ve diğ., 2010).

Toprak eklembacaklıları, toprak ve ölü örtü içerisinde yaşayan küçük boyutlu hayvanlardır (Swift ve diğ., 1979). Vücut boyut ve şekilleri ile çeşitli organ ve kısımları toprak içerisindeki farklı katman ve derinliklerde yaşamalarına imkân sağlayacak biçimdedir. Bir kısmı orman zemini üzerinde yaşarken, bir kısmı da ölü örtü ve toprak içerisindeki mevcut boşluk ve gözenekler içerisinde barınarak yaşamaktadırlar (Lavelle ve Spain, 2001). Tamamı heterotrof beslenen bu canlılar, çok çeşitli trofik (besin zinciri) seviyelerde yer almaktadırlar. Başlıca beslenme tipi grupları; canlı bitkilerle beslenen otçullar, ölü bitki ve hayvan kalıntıları ile beslenen çürükçüller, her çeşit besin maddesi ile beslenen hepçiller ve diğer hayvanları avlayarak beslenen yırtıcılardır (Crossley, 1977). Ayrıca, yalnızca mantar, bakteri veya nematodlar ile beslenen özelleşmiş tüketiciler de bulunmaktadır. Bu canlıların tümü bir şekilde doğrudan veya dolaylı olarak toprak makrofaunasının besin kaynağını oluşturmaktadırlar. Bu nedenle, toprakta yaşayan canlıların iç içe geçmiş beslenme seviyeleri “besin ağı” olarak tanımlanmaktadır (Moore ve Ruiter, 2000; Ruiter ve diğ., 2005).

Doğal toprağın heterojen yapısı, organizmalara doğal nişler oluşturarak zamansal ve mekânsal değişimlerin oluşmasını sağlar. Bununla birlikte, besin ağı yapısında oluşan

değişimler ve buradaki heterojen yapı ile eklembacaklı toplumlarının değişimi birçok çalışmada ortaya konmuştur (Berg ve Bengtsson, 2007; Tamme ve diğ.,2010). Tahmin edilebilir faaliyetleri ve yukarıda belirtilen özelliklerinden dolayı, toprak mikroeklembacaklıları, toprakta biyoindikator sistemler olarak kullanılmaktadır (Kampichler ve Geissen, 2005).

Yükselti, arazi yapısı, bakı ve eğim gibi fizyografik faktörler; sıcaklık, nem ve yağış miktarı gibi iklim değişkenleri; habitat yapısı, ölü örtü miktarı ve toprak besin maddeleri gibi yaşama ortamına ait değişkenlerin farklılığı eklembacaklıların miktar ve çeşitliliğini etkilemektedir (Townsend ve diğ., 2008).

Bu çalışmada, Ülkemizin önemli orman ağacı türlerinden olan, Uludağ Göknaarı (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ekosistemindeki toprak eklembacaklılarının mevsimsel değişiminin ortaya konması amaçlanmıştır. Göknaarın tam kapalılıkta saf meşcereler kurduğu tüm yükselti basamakları, çalışmaya konu edilmiştir. Böylece ekosistemdeki ekolojik özelliklerle eklembacaklıların etkileşimlerinin belirlenebileceği, ayrıca tespit edilen taksonlarla ülkemiz biyolojik çeşitliliğine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Bu nedenlerle, aşağıdaki hipotezler (H_0) test edilmiştir:

- Eklembacaklıların miktarı ve çeşitliliği, mevsimlere göre değişmemektedir.
- Eklembacaklıların miktarı ve çeşitliliği, yükselti basamaklarına göre değişmemektedir.
- Eklembacaklıların miktarı ve çeşitliliği, toprak ve ölü örtü özelliklerine göre değişmemektedir.
- Eklembacaklıların miktarı ve çeşitliliği, toprak ekosistemlerindeki farklı ortamlara göre değişmemektedir.

Bu hipotezleri test etmek için, dört farklı yükselti basamağında üçer adet örnekleme alanı oluşturulmuş, her mevsimde bir defa olmak üzere, dört mevsim örnek alınmıştır. Örnekleme alanları üst mineral toprak, ölü örtü ve zemin üzeri olmak üzere, üç farklı ortamda yapılmıştır. Örnekleme sırasında, hem eklembacaklılar, hem de yaşama ortamına ait özellikler örneklenmiştir. Örnek alanlardan elde edilen verilerle eklembacaklıların

eşitliliği, miktarı ve toplum yapıları belirlenmiş; mevsime, yükseltiye göre değişimleri ve ortamların fiziksel ve kimyasal özellikleriyle etkileşimleri ortaya konmuştur.

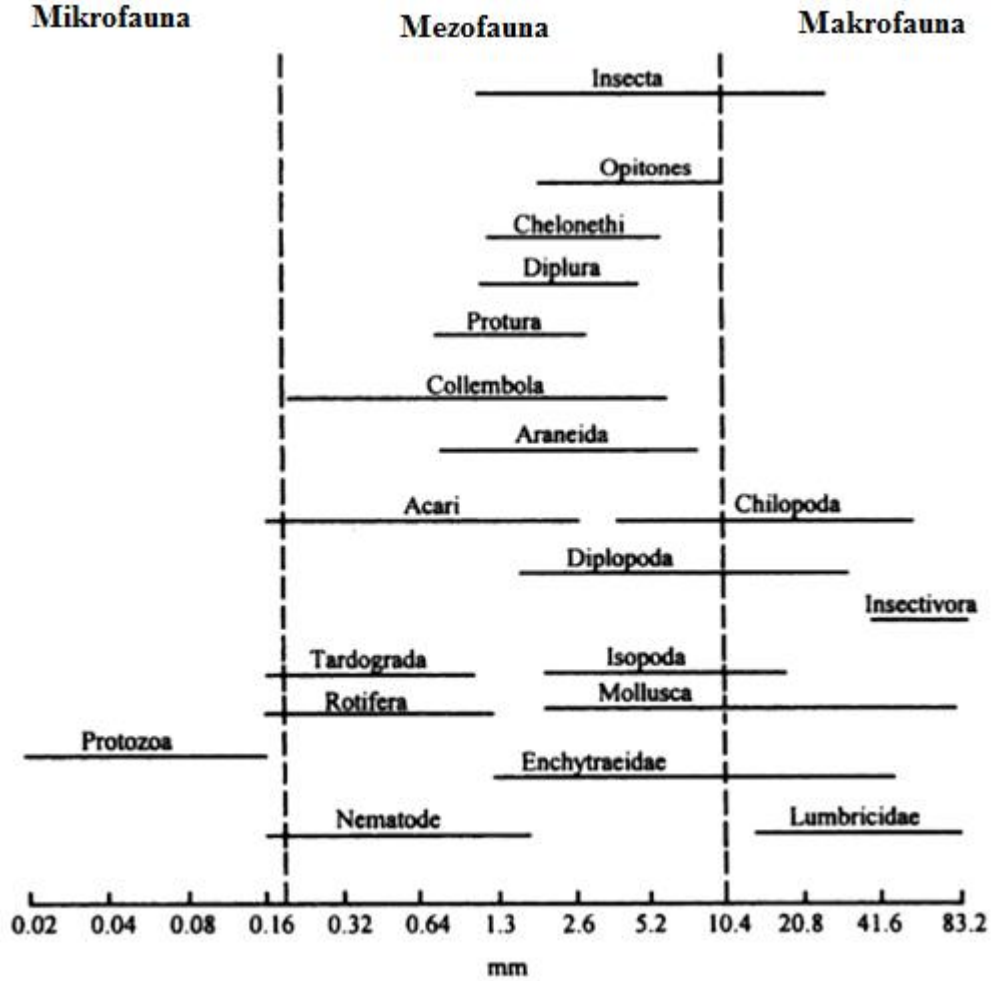
2. GENEL KISIMLAR

Bütün ekosistemleri oluşturan canlılar üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olarak üç alt bileşene ayrılmaktadır. Bu bileşenler karmaşık bir şekilde birbirlerine bağlıdırlar. Üreticiler (yeşil bitkiler) sistem için organik madde halinde enerji ve besin sağlarken, tüketiciler ve ayrıştırıcılar organik maddeleri parçalayarak besin döngüsünün devamlılığını sağlarlar (Wardle, 2002; Wang ve diğ., 2011). Bunun sonucunda ekosistemde otobur odaklı ve ayrıştırıcı tabanlı besin ağları meydana gelir. Topraküstü ve toprakaltı ekosistem yaklaşımları birlikte incelendiğinde, toplum ve ekosistem seviyesindeki süreçlerin anlaşılması sağlanır (Çakır, 2013). Farklı toplumların rol aldığı biyolojik çeşitlilik, madde, enerji ve besinin akışı ve çevrimindeki biyolojik faaliyetler ile ekosistem süreçlerinin istikrarında önemli bir etkidir (Coleman ve Rieske, 2006). Mikrobiyal biyolojik çeşitlilikte meydana gelen değişim veya popülasyonlarındaki bir azalma, bazı organik bileşiklerin daha uzun sürede parçalanmasına neden olacak şekilde, mikrobiyal topluluğun ayrıştırma özelliklerinde azalmaya yol açabilir. Ayrıca toprak faunasının bazı grupları ekosistemdeki besin akışlarında önemli rol oynamaktadır. Bu tipteki organizmaların kaybı madde, enerji ve besin döngüsü içerisindeki bazı süreçlerin kaybolmasına neden olacaktır (Ruiter ve diğ., 1998). Ancak, birçok ekolojik çalışmada topraküstü canlıların etki ve etkileşimleri çalışılmasına rağmen toprakaltı canlılar ve ekosistem süreçlerine olan etkileri yeteri kadar çalışılmamıştır (Bardgett ve diğ., 2005; Çakır, 2013).

2.1. TOPRAK FAUNASININ ÇEŞİTLİLİĞİ

Orman ekosisteminde toprak faunası çok geniş bir biyoçeşitlilik göstermektedir. Bu biyoçeşitlilik; genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem veya toplum çeşitliliği olmak üzere üç önemli kavramı içermektedir (Aslan, 2007). Faunanın büyük bir kısmını omurgasızlar oluşturmaktadır. Bu hayvanların boyutları (Şekil 2.1) protozodan (5–30 µm), birkaç metre boyutlarındaki Dev Avustralya Solucanı'na kadar değişebilmektedir (Jones ve diğ., 1994; Matz ve Kjelleberg, 2005). Ülkemiz topraklarında da çeşitli boyutlarda omurgasızlar yaşamaktadır (Şekil 2.2). Toprak faunasının ekosistem süreçlerindeki rolleri, özellikle bitkisel kaynaklı organik maddenin ayrıştırılması,

toprağın fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine etkileridir (Vu ve Nguyen, 2000; Menta, 2012). Ayrışma, özellikle ölü örtü ayrışması, karasal ekosistemlerde besin döngüsünün en önemli sürecidir. Ayrışma süreci sonucunda toprağa karışan bitki besin maddeleri ekosistemin devamlılığı bakımından hayati bir öneme sahiptir (Çakır, 2013).



Şekil 2.1: Toprak faunasının vücut uzunluğuna göre sınıflandırılması (Crossley ve Coleman 1999).



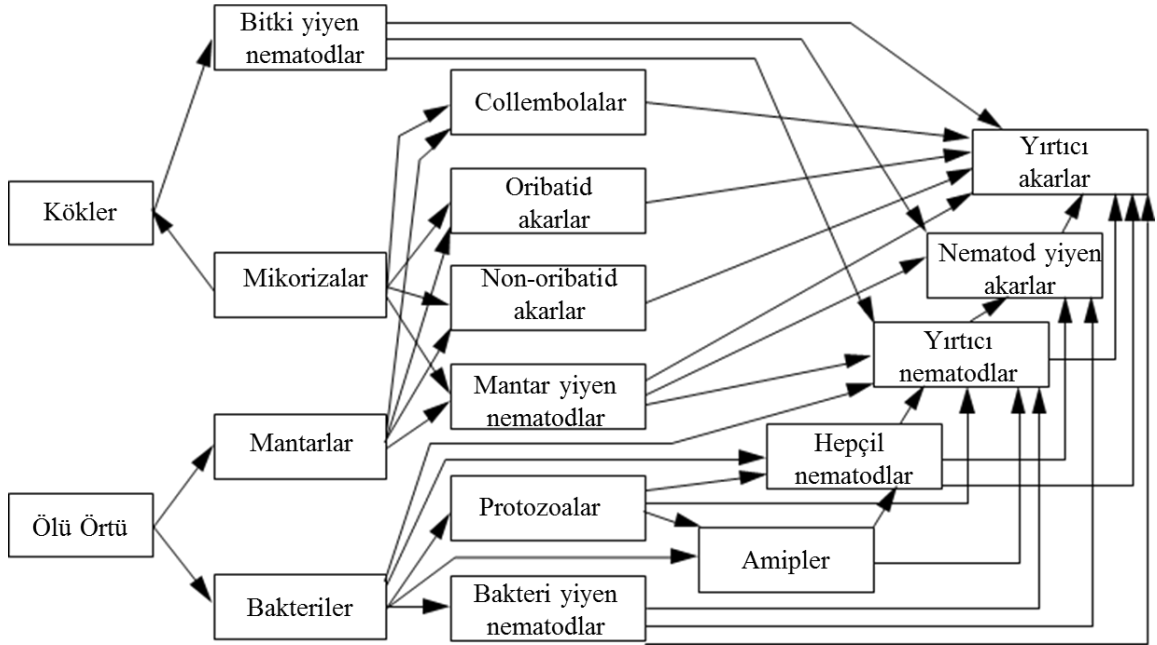
Şekil 2.2: Toprak solucanı (65 cm). (Foto: Ahmet DUYAR)

Canlılar vücut yapılarına uygun mikro habitatlarda yaşamaktadır. Mikrofaunanın (protozoa, küçük nematodlar) üyeleri toprak tanecik ve topakları etrafındaki su filmlerinde yaşarlar. Mezofauna, hava ile dolu gözenekleri ve doğal oyuntuları tercih etmektedir. Bunların aksine makrofauna toprak veya ölü örtüyü oyarak kendisine yuva yapabilecek güçte olduğundan, toprak strüktürünü de geniş ölçüde etkiler (Lavelle ve Spain, 2001). Makrofauna araziden genellikle elle veya tuzaklarla toplanabilir ve popülasyonun bireyleri genellikle kolay ölçülüp, değerlendirilebilir. Mezofauna çalışmalarında ise canlıları elde etmek için özel ayırma işlemlerine, inceleme ve tasnif için de mikroskop tekniğine gerek duyulur (Leather, 2005). Vücut boyutuna bağlı olan sınıflandırma şüphesiz önemlidir. Mezofaunanın çok büyükleri makrofauna, çok küçük bireyleri ise mikrofauna ile benzer özellikler göstermektedir. Bununla birlikte, sınıflandırmanın böyle olması ekosistemin değerlendirilmesinde önemli faydalar sağlar (Crossley ve Coleman 1999).

Toprak ekosistemi içindeki hayvanlar, çeşitli seviyelerdeki karışık besin ağı içerisinde bulunurlar (Şekil 2.3). Bazı toprak hayvanları; otobur (herbivor) olup, bir kısmı canlı kök ve yapraklar ile beslenen taksonlar olsa da, çoğunluğu ölü bitki materyali üzerinde tamamen bitkisel beslenmektedir. Diğerleri ise etobur (karnivor) olup, parazit veya yırtıcıdır. Toprak faunasının besin ağı içerisindeki madde ve enerji akışları hakkındaki bilgiler yeterli değildir. Ayrıca hayvansal biyokütle, beslenme oranlarına ve asimilasyon verimliliğine değer biçmek çok zordur (Moore ve de Ruiter, 1991; Moore ve de Ruiter, 2000). Toprak içerisindeki besin ağının analizinde canlıların çeşitliliği, oluşturdukları toplumlar ile besin kaynaklarının özellikleri ve miktarları üzerinde durulur. Bu besin ağının bileşiminde karmaşık yapılar ve tam olarak tanımlanmamış “kayıp bağlantılar” olduğu ifade edilmektedir (Scheu ve Setälä, 2002). Toprak ekosisteminin anlaşılması için, içerisindeki canlı toplulukları, türler arası ilişkileri, kaynak kullanımı ile zamansal ve mekânsal dağılımları gibi çalışmalara ihtiyaç vardır.

Eklembacalıların toprak ekosistemindeki rolü, genel olarak orman ekosistemlerinin ayrışma kısmının düzenleyicisi olarak görülmektedir (Crossley, 1977). Onlar bunu, organik madde ve mikroflora ile beslenerek doğrudan gerçekleştirirler. Dolaylı olarak; toprağın karıştırılması, mikroflora için kaliteli ortam sağlanması, organik maddeye

mikroorganizma aşılması, mikrofloranın seçilerek yenilmesi ve mikroflora popülasyonunun yaşlanması vb. faaliyetleriyle etkilemektedir olarak ifade edilmektedir. Ayrıca, toprak eklembacaklıları dışkılarıyla, bir yandan toprağın özelliklerini düzenlerken, bir yandan da mikrofloranın yerleşmesi için uygun geniş yüzeyli ortamlar sağlamaktadır (Webb, 1977).



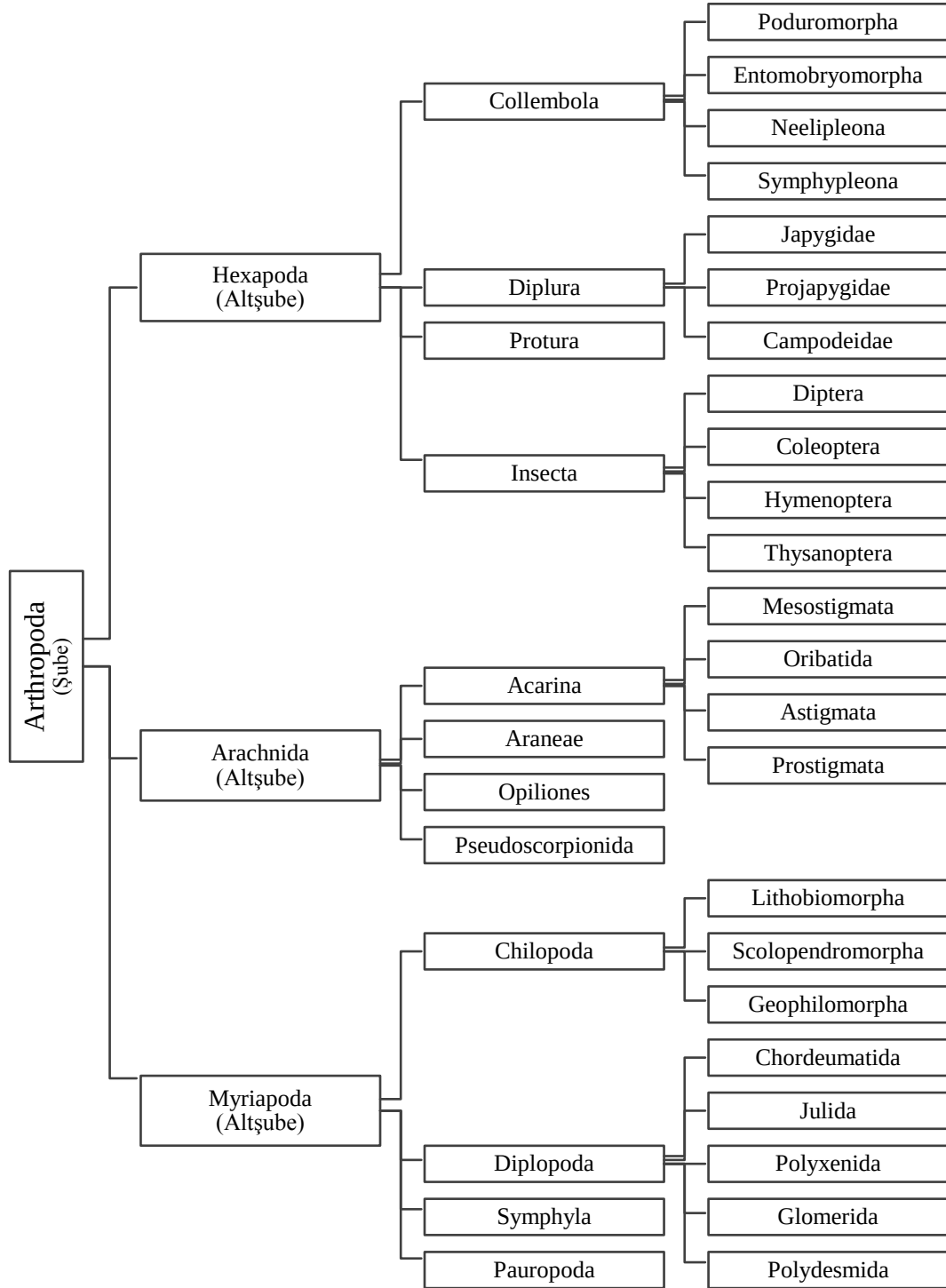
Şekil 2.3: Toprak besin ağının kaynakları (Bardgett, 2005).

Toprak canlıları çok sayıda ve çok çeşitlidirler. Karasal şubeleri içeren türlerin yelpazesi çok geniştir. Birçok türün taksonomileri ile birlikte ekosistemdeki rolleri, habitatları, biyolojileri ve araştırma yöntemleri çok farklıdır. Bu nedenle aynı habitatı paylaşan canlı topluluklarının, fonksiyonel gruplar halinde incelenmesi, anlamlı sonuçlar verecektir. Örnek olarak; mikroeklembacaklı popülasyonlarının yaklaşık olarak %10'u araştırılmış ve araştırılan türlerin sadece %10'u tanımlanabilmiştir (André ve diğ., 2002). Hem biyoçeşitliliğin belirlenmesi, hem de ekosistemin anlaşılması için, toprak faunasının araştırılması gereklidir (Lavelle, 1996).

2.2. TOPRAK EKLEMBACAKLILARI

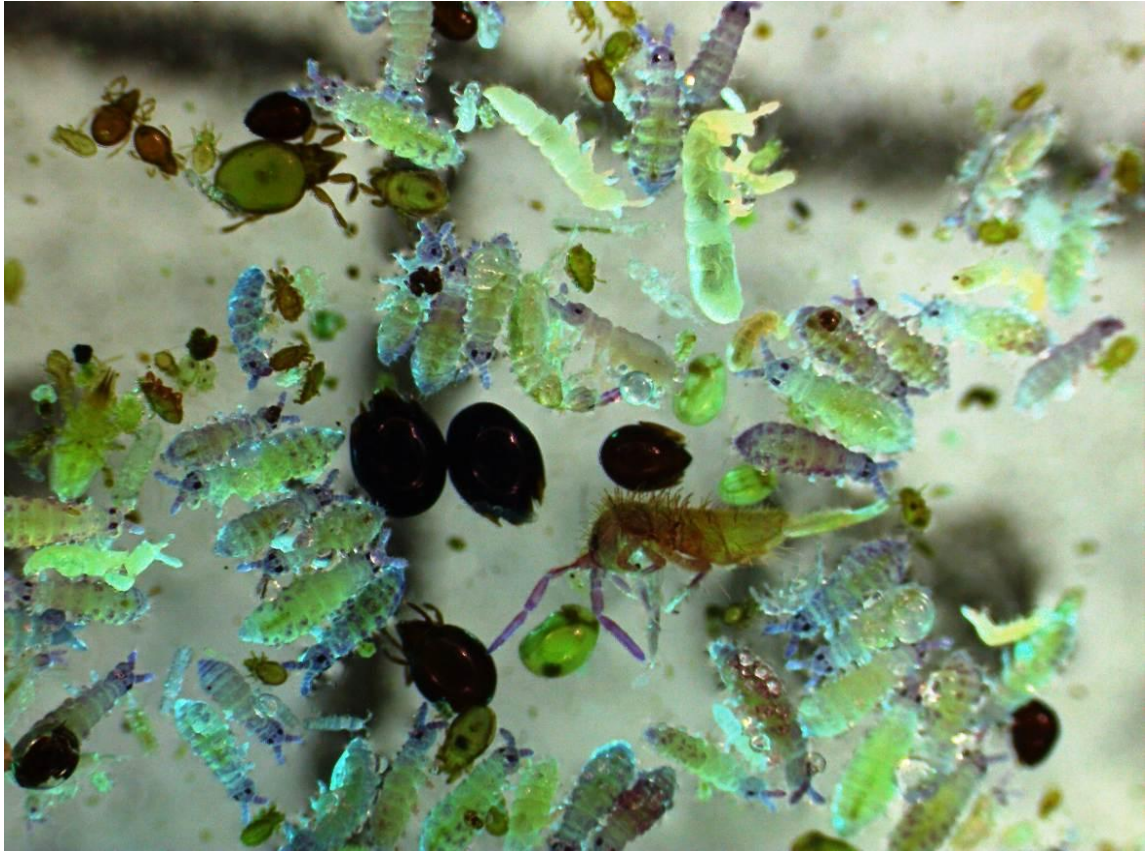
Arthropoda (Eklembacaklılar), bilimsel sınıflandırmada, hayvanlar âleminin bir milyondan fazla tanımlanmış türü içeren en geniş şubesidir. Toprakta yaşayan altşubeleri; Chelicerata (Keliserliler = örümcekler, akarlar, akrepler vb.), Hexapoda

(Altıbacaklılar = böcekler, çatakkuyruklar, duyargabacaklar vb.) Myriapoda (Çokbacaklılar = çıyanlar, kırkayaklar vb.) olarak tanımlanmaktadır (McGavin, 2002; Rota-Stabelli ve diğ., 2011) (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Bazı toprak eklembecaklılarının sistematigi (Giribet ve Edgecombe, 2013).

Eklembacaklı taksonlarının üreme ve beslenme davranışlarının yanı sıra, ışık ve nem gibi fizyolojik ihtiyaçları toprak içerisindeki yerleşme konumlarını dikte etmektedir. Vücut boyut ve şekilleri ile çeşitli organ ve kısımları toprak içerisindeki farklı ortam ve derinliklerde yaşamalarına imkân sağlayacak biçimde şekillenmiştir (Şekil 2.5). Bir kısmı orman zemini üzerinde yaşarken, bir kısmı da toprak ve ölü örtü içerisindeki mevcut boşluk ve gözenekler içerisinde barınarak yaşamaktadırlar (Lavelle ve Spain, 2001).



Şekil 2.5: Ölü örtüden çıkartılmış mikroeklembacaklılar (Foto: Ahmet DUYAR).

Toprak ekosisteminde yaşayan eklembacaklılar, burada bulunma derecesi veya farklı yaşam dönemlerinde mikro habitattan faydalanması ile tanımlanır. Keseböcekleri (Thaumetopoeidae) gibi, bazı böcek taksonları toprak ve ölü örtüyü sadece pupa dönemini geçirmek için kullanır (Duyar, 2003). Pupalarının yırtıcılara besin olması ihtimali dışında toprak ekosisteminde bir rolü olmadığı için, toprak eklembacaklıları içerisinde değerlendirilmezler. Sinek (Diptera) gibi bazı böcekler ise yumurtalarını ölü örtü içerisine bırakır ve larvaları ayrılmış organik madde ile beslenir, fakat ergin dönemlerini yerüstünde geçirirler. Larvaların toprak besin ağında hem fungivor

(mantarla beslenen), hem de av olmaları nedeniyle, önemli toprak eklembacaklılarından (McAlpine, 1990; Teskey, 1990). Collembola ve akarlar toprak ekosistemi içerisinde besin döngüsünde önemli görev üstlenmektedirler. Bunlar daha büyük organik parçaları parçalama kabiliyetleri ve toprak mantarları, algler ve mikrofauna üzerindeki beslenme aktiviteleridir. Bununla birlikte, daha alçak yükseltilerdeki ekosistemlerin tersine, biyolojileri ve ekosistem süreçlerine katkıları biyotik etkileşimlerden daha çok büyük ölçüde abiyotik (fiziksel çevre koşulları gibi) koşullarca kontrol edilir (Hogg ve diğ., 2006). Bu canlıların dağılım ve sayılarındaki değişimler, özellikle artışlar, toprak organik maddesinin hangi oranda parçalanacağı kadar biyotik ve abiyotik dengeyi arttırabilir (Bokhorst ve diğ., 2008).

Bazı toprak eklembacaklı taksonları yaşamlarını periyodik olarak toprak üstünde geçirirler, örneğin kadife akar (Trombididae) familyasına ait bireyler sadece üremek için toprak üstüne çıkarlar. Bu açıdan toprak altı besin ağı yerüstü sistemler ile bağlantılıdır ve besin akışının izlenmesi çok zordur. Toprak içinde kalıcı olarak yaşayan canlıların bile yaşam döngüleri farklı derinliklerde geçebilmektedir (Coleman ve diğ., 2004).

Toprak eklembacaklıları, hayatının tamamını veya bir bölümünü, toprak ekosistemine bağlı geçiren canlılardır (Meyer, 1994). Mikroeklembacaklılar, gövde uzunluğu 0,2–10,0 mm arasında ve genişliği 0,1–2,0 mm arasında değişen, mezofaunanın önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Şekil 2.1). Makroeklembacaklılar ise vücut genişlikleri 2,0 mm'den büyük olan makrofauna grubundadırlar (Crossley ve Coleman, 1999).

Toprak ekosisteminde etkin olarak yer alan eklembacaklıların, önemli taksonlarından bazıları aşağıda açıklanmıştır.

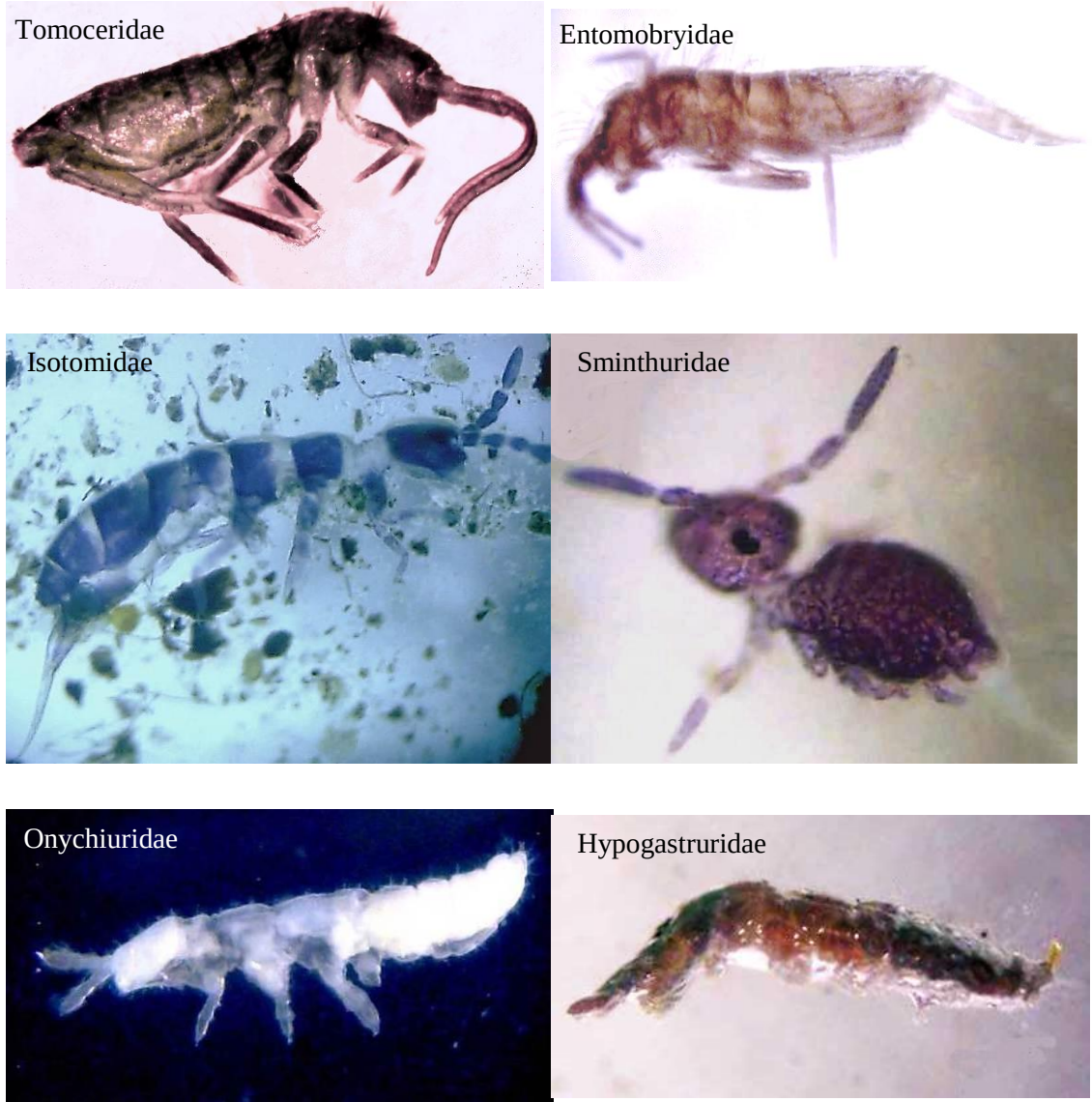
2.2.1. Hexapoda (Altıbacaklılar)

Eklembacaklıların altşubesi olan Hexapoda (altıbacaklılar), Entognatha (içtençeneliler) ve Ectognatha (dıştançeneliler) şeklinde iki sınıfa ayrılmaktadır. İçtençeneliler sınıfı, Collembola, Diplura ve Protura alt sınıflarına ayrılırken, dıştançeneliler sınıfını ise Insecta (böcekler) oluşturmaktadır (Engel ve Grimaldi, 2004; Rehm ve diğ., 2011).

2.2.1.1. *Collembola (Kuyruklaşıçrayanlar)*

Collembola, Hexapoda (altıbacaklılar) altşubesinin Entognatha (içtençeneliler) sınıfına ait altsınıflardan birisidir (Şekil 2.6). Söz konusu altsınıfa ait 4 takımdan Poduromorpha ve Entomobryomorpha uzun bir vücut şekline sahip iken, Symphypleona ve Neelipleona küremsi bir vücuda sahiptir (Machida, 2006; Gullan ve Cranston, 2009). Dünya genelinde kutup bölgelerinden tropiklere kadar, neredeyse tüm karasal ekosistemlere yerleşmiş ve topraklarda serbest yaşayan eklembacaklılardır (Vu ve Nguyen, 2000). Küçük boyutlu (0,2–2,0 mm genişliğinde), yumuşak vücutlu, bileşik veya basit gözlüdürler. Collembola'nın yaygın adı “kuyruklaşıçrayanlar”dır. Altı bölümlü karınlarının birinci segmentin alt tarafında, kanlarındaki su ve mineral dengesini sağlayan benzersiz bir ventral tüpe (collophore) sahiptirler, dördüncüsünde türlere göre değişik biçim ve boyutlarda sıçramalarına yarayan bir organ (furkula) ve altıncısında ise cerci (bazı familyalarda yoktur) bulunur (Gullan ve Cranston, 2009). Toprak faunasının en bol bulunan üyeleridirler, sayıları 100.000 birey/m² veya daha fazla olabilir. Bazı türleri mantar, ölü örtü, bitki kökleri ve mikroorganizmalarla beslenmesine rağmen (Deharveng ve Bedos, 2004; Wiwatwitaya ve Takeda, 2005; Larsen, 2007), Collembolalar genel olarak çürükçül sınıfta düşünülürler (Medianero ve diğ., 2007). Orman ekosistemi içerisinde, ağaç tepelerinden yer örtücü bitkilere, ölü örtüden toprağın derinliklerine kadar geniş bir yayılım gösterirler. Zemin üzerinde ve ölü örtü içerisinde yaşayan formlarda genellikle iyi gelişmiş furkula bulunur. Toprağın derin katmanlarında yaşayan türlerde ise genel olarak furkula bulunmaz veya basit haldedir. Aynı zamanda genel olarak renk pigmentleri ve gözleri yoktur (Bei-Bienko ve diğ., 1967; Petersen, 2002).

Collembola taksonlarında hem eşeyli hem de eşeysiz üreme çeşitleri görülebilmektedir. Çiftleşme davranışı Symphypleona takımında görülebilmektedir (Kozłowski ve Aoxiang, 2006). Çoğunlukla derin toprak tabakalarında yaşayan birçok Collembola taksonları ise eşeysiz (partenogenez) üremektedir. Bu durum, popülasyonun genetik çeşitliliğine zarar vermekte ve çevresel tehlikelere karşı toleransı etkilemektedir. Collembola altsınıfında eşeysiz üreme, dişi üreme organlarında ve yumurtalarda simbiyotik yaşayan ve taşınan Wolbachia cinsi bakterilerin kontrolü altındadır (Werren ve diğ., 1995).



Şekil 2.6: Toprakta bulunan Collembola familyalarının bazıları (Foto: Ahmet DUYAR).

2.2.1.2. *Protura (Duyargabacaklılar)*

Duyargabacaklılar (Protura) boyları <2mm olan toprak içerisinde yaşayan eklembacaklılardır. Hexapoda (altıbacaklılar) altşubesinin Entognatha (içtençeneliler) sınıfına ait 3 altsınıftan birisidir (Şekil 2.7). Dünya genelinde tanımlanmış 7 familyası ve 748 türü bulunmaktadır (Szeptycki, 2007; Meyer, 2009). Antensiz ve gözsüz oluşları ile kolayca tanınırlar. Protura dünya genelinde çok asidik olmamak şartıyla, başta toprak olmakla beraber, ölü örtüde, kara yosunlarında ve çürüntü odun içinde bulunurlar. Proturaların beslenmesi ve ekolojisine ait çok az bilgi bulunmakla birlikte, mikorizal mantarlar, ölü akarlar ve mantar sporları üzerinde beslendiği belirlenmiştir (Tipping, 2013). Bazı türlerinin iğnemi ağız parçaları

sayesinde mantar hiflerini ve ağaç köklerini emerek beslendikleri bildirilmektedir (Evans ve diğ., 2003). Sayıları 235 ile 18000 birey/m² arasında olduğu belirtilmiştir (Marra ve Edmonds, 2005; Pass ve Szucsich, 2011).

Protura, toprağın üst kısımlarında ve bazen de ölü örtüde bulunan ve mevsimsel değişimleri toprak nemine bağlı olan canlılardır (Bogdanović ve Blesić, 2011). Ramel (2005) bazı taksonların göçmen olup kışın sığ katmanlarda, yaz mevsimlerinde ise daha derin katmanlarda bulunduklarını; Whalen ve Sampedro (2010) toprakta 10 cm'den daha derinde bulunmadıklarını ifade etmektedir. Toprak yüzeyine yakın yaşayan, uzun bacaklara sahip Proturalar, genellikle yılda bir nesil verirler. Daha derinde yaşayan ve daha kısa bacaklı taksonlarda ise üreme faaliyetleri mevsime bağlı olmayıp yıl boyunca görülmektedirler (Ramel, 2005).

2.2.1.3. *Diplura (Çatalkuyruklular)*

Hexapoda (altıbacaklılar) altşubesinin Entognatha (içtençeneliler) sınıfının Diplura altsinifi, tanımlanmış 800 türü içermektedir. Çatalkuyruklular (Diplura) ortalama 2,0–5,0 mm uzunluğunda küçük, ilkel eklembacaklılardır (Kristensen, 1991; Brown, 2000). Uzun antenlere ve karınlarında iki duyu organına (cerci) sahiptirler (Şekil 2.7). Bu hayvanlar uzun, dar vücut şekilleri, anten ve duyu organları ile toprak içerisinde yaşamaya uyum sağlamışlardır. Birçok Diplura edafiktir, fakat bazıları ışığı sevmeyen cryptozoanlardan olup (kryptos+zoon, saklanan+hayvan), günü kabuk veya taşların altında ve nemli topraklarda geçirirler (Lock ve diğ., 2010). Tropikal ve ılıman topraklarda düşük yoğunluklarda bulunurlar. Genellikle nemli topraklarda bulunurlar ve burada Campodeidae çoğunlukla çürüntülerle beslenirler, fakat bazıları avcıdır. Japygidae familyasına ait türler ise tümüyle yırtıcılıkla beslenir (Blesiã, 2000). Familyalar en bariz olarak arkalarındaki bir çift uzantı halindeki duyusal organlardan tanınırlar. Campodeidae familyası ipliksi duyusal organa sahipken, Japygidae familyası kısaç şekilli duyu organına sahiptir (Ferguson, 1990; Graening ve diğ., 2014).



Şekil 2.7: Protura ve Diplura (Foto: Ahmet DUYAR).

2.2.1.4. *Insecta (Böcekler)*

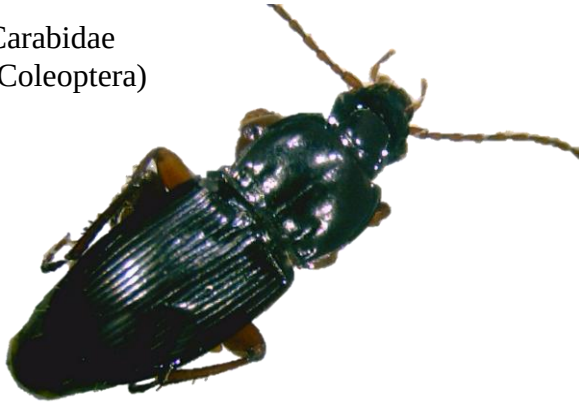
Toprak ekosisteminde bulunan böcek takımları (Şekil 2.8) içerisindeki en geniş takım olan Coleoptera (kırankanatlılar); yırtıcı, otobur ve çürükçül taksonları içermektedir. Bazıları sürekli, bazıları geçici ve birçoğu ise kısa süreli toprak sakini olarak toprak besin ağında yer alırlar. Carabidae familyası, dünya genelinde bilinen 40.000 civarında türe sahiptir ve ılıman kesimlerde yılda bir generasyon vermektedir. Doğal ortamlarda genellikle yırtıcılardır (Cutler ve diğ., 2012; Ghoneim, 2014). Çukur tuzaklarda en çok yakalanan ve toprak yüzeyinde aktif olan kırankanatlılardır (Coleman ve Rieske, 2006). Larva döneminde toprak ile ölü örtü içinde bulunurlar ve Tullgren ekstraktörü ile çıkarılabilirler (Bell, 1990). Cepkenli böcekler (Staphylinidae) yaygın ve büyük bir familyadır ve Türkiye’de bilinen 1520 türü vardır (Tezcan ve Anlaş, 2009). Işık tuzağı, çukur tuzaklar ve Tullgren ekstraktörü ile elde edilebilirler. Birçok türü (larva ve ergin) avcıdır fakat birkaç türü saprofagdır. Erginleri toprak yüzeyinde hızlı koşuculardır. Çürüyen bitkiler veya leşler Staphylinidae familyasını cezbeder (Newton, 1990).

Diptera (sinekler), dünya genelinde tanımlanmış en fazla türe sahip böcek takımlarından biridir. Çok geniş yayılım alanına sahiptirler. Çoğunluğu, gelişimlerinin farklı evrelerini,

kara ve sulak alanlar olarak, farklı habitatlarda geçirmektedir. Bazı sinek taksonları tüm hayatını toprak içerisinde geçirirken, bir kısmı ise ergin dönemine kadar toprak ve çürüntü tabakalarında yaşamaktadır (McAlpine, 1990; Frouz, 1999). Sinek larvaları nemi çok sever, parazit ve etçil larvalar konukçunun vücut sıvısı içerisinde, diğer pek çok çürükçül larva ise ıslak haldeki organik madde ve toprak içerisinde bulunur (McAlpine, 1990). Sinek larvalarının tamamı bacaksızdır (Meyer, 1994). Larvalar toprak ve ölü örtüden yüzdürme veya ısı-ışık yöntemleri ile çıkarılmaktadır. Toprakta yaşayan Diptera taksonlarının biyolojik gösterge olarak kullanım olanakları mevcuttur (Frouz, 1999).

Thysanoptera (Kırpıkanatlılar), çok küçük (<3 mm) böceklerdir. Toprak ve ölü örtü içerisinde yaygın olarak bulunurlar (Wang ve Tong, 2012). Çoğu türler bitki dokuları ile beslenirken (Lewis, 1991), bazı türler akar gibi küçük toprak omurgasızlarını avlayarak beslenirler (Meyer, 1994). Bulundukları ortamda miktarları, toprak derinliğine ve mevsime bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Rodriguez-Saona ve diğ., 2010).

Carabidae
(Coleoptera)



Staphlinidae
(Coleoptera)



Thysanoptera



Diptera



Şekil 2.8: Toprakta yaşayan Insecta takımlarının bazıları (Foto: Ahmet DUYAR).

Hymenoptera (zarkanatlılar) takımının toprak ekosistemi açısından önemli familyalarından birisi karıncalar (Formicidae)'dır. Karıncaların dünya genelinde yatay yayılışı kadar dikey yayılışı da ekolojik faktörler ile ilişkilidir. Dikey yayılışları, Alp'lerde 3000 metre iken, Himalayalar'da ise 4800 metreye ulaşmaktadır (Kıran ve Aktaş, 2006). Karıncalar sosyal böceklerdir, genellikle büyük yuvalarda koloniler halinde yaşarlar. Bazı türler otobur, yırtıcı ve çürükçül beslenmeler gösterebilirler de, çoğu türleri hepçildir (Turguter ve Ülgentürk, 2007).

2.2.2. Arachnida (Örümceksiler)

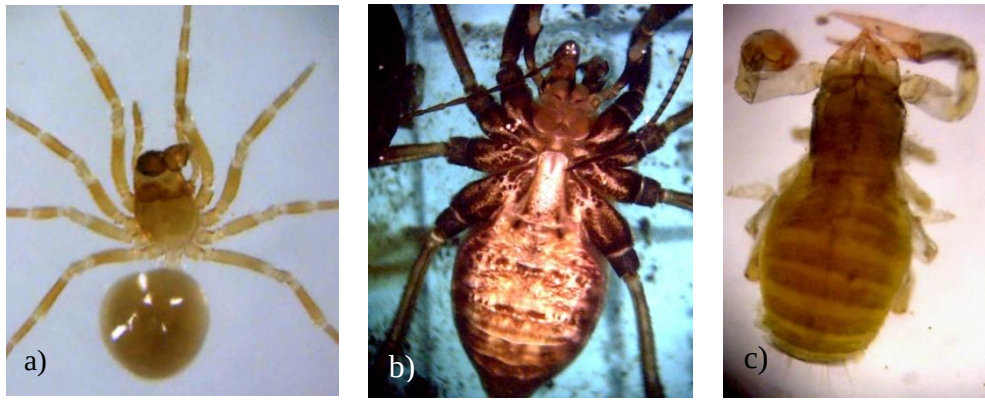
Arachnida (Örümceksiler) sınıfı, Arthropoda (eklembacaklılar) şubesinin Chelicerata (keliserliler) altşubesine dâhildir. Tamamı bir çift kelisere ve dört çift bacağa sahiptir. Keliser, örümceksiler sınıfına ait eklembacaklıların besinlerini kavramaya yarayan ağız parçalarının bir bölümünü oluşturmaktadır ve ucu sivri diken, kısaç, çengel biçimli bir yapıdır (Zonstein, 2003). Örümcekler, akarlar, akrepler ve yalancı akrepler bu sınıfın toprakta yaşayan en yaygın takımlarından bazılarıdır (Dindal, 1990).

2.2.2.1. Araneae (Örümcekler)

Araneae (Örümcekler) bir avcı gruptur. Eşeyli olarak üremektedirler. Türler arasında değişimle birlikte dişiler 10-1500 adet civarında yumurta bırakırlar. Ömürleri, 1-3 yıl veya daha fazla olabilmektedir (tarantulalar 15 yıldan fazla) (Spiders, 2014). Yalnız yaşayan avcılardır, avlarını ağlarında bekleyerek veya aktif olarak kovalayarak yakalarlar. Kutuplar hariç bütün karasal ekosistemlerde yaşarlar. Birçok tür yerüstü habitatlarda yaşar, fakat bazı türler gizlenerek ölü örtü ve toprak içerisinde yaşamaktadır (Dondale, 1990). Bazı küçük örümcekler edafiktir. Ölü örtüde yaşayan bazı küçük örümcekler ise mikroeklembacaklılar içerisinde yer alır. Örümcekler aktif veya "otur ve bekle" yani sakin avcılar olabilirler. Kurt örümcekleri (Lycosidae) ölü örtüde ve toprak yüzeyinde bulunan yaygın avcılardır ve genellikle açtıkları çukur içerisinde bekleyerek avlanırlar. Kurt örümcekleri tarım alanlarında toprak içerisinde bulunan dikkat çekici avcılardır (Wu ve diğ., 2009).

Ölü örtü ve toprakta yaşayan küçük örümceklerin (Linyphiidae) ekolojileri hakkında çok az bilgi mevcuttur (Şekil 2.9). Örümcekler hakkında en fazla bilgi ağ yapan türler ile zıplayan örümcekler (Attidae) hakkındadır (Foelix, 2011). Küçük örümceklerin sayısı en fazla yapraklı ormanlar altındaki ölü örtüde bulunmaktadır (yaklaşık 100

birey/m²). Habitat kullanımları ve av seçimleri tam olarak bilinmemektedir. Laboratuvar şartlarında ise örümceklerin avlarını seçtikleri görülmüştür. Orman zemininde örümcek sayısı arttığında, burada yaşayan eklembacaklı popülasyonunu etkilediği savunulmaktadır. Lawrence ve Wise (2000) deneysel çalışmalarında örümceklerin ölü örtü ayrışmasında tümüyle etkili olduklarını bulmuşlardır. Örümcekler deney alanından çıkarıldığında Collembola popülasyonu artmıştır. Daha sonra ise ölü örtü keselerinde ayrışma hızlanmıştır. Bu sonuç avcı olan örümceklerin, ayrıştırıcı toplum üzerinde düzenleyici rol oynadığını ve ayrışmaya dolaylı etkileri olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.9: Toprakta yaşayan bazı Arachnida takımları; a) Araneae, b) Opiliones, c) Pseudoscorpionida (Foto: Ahmet DUYAR).

2.2.2.2. *Opiliones (Otbiçerler)*

Opiliones (Otbiçerler) ormanlık alanlarda en fazla bulunan hassas ve gizlenerek yaşayan Araknidlerdir. Vücutları küçük (1-7 mm) fakat bacakları aşırı uzundur (Şekil 2.9). Eşeyli olarak çoğalırlar. Dişiler 60-210 yumurta bırakırlar (Machado ve Oliveira, 1998; Glime, 2013). Opiliones, genellikle yılda bir nesil verir (Todd, 1949). Çoğunlukla bitki ve ağaç yapraklarında veya zemin yüzeyinde ve açık alanlarda yaşarlar. Küçük ve kısa bacaklı türler ölü örtü içerisinde veya küçük boşluklarda yaşarlar (Edgar, 1990). Opiliones taksonunun zehir bezleri olmamasına rağmen çoğunlukla avcıdırlar. Buldukları omurgasız hayvanları yerler. Gün ışığında da aktif avcılardır, fakat alacakaranlıkta (gün doğumu ve batımında) daha çok görülürler (Todd, 1949).

2.2.2.3. *Pseudoscorpionida (Yalancıakrepler)*

Pseudoscorpionida (Yalancıakrepler) yakın akrabaları olan akreplerin kuyruksuz ve iğnesiz hallerinin küçük (2-8 mm boyunda) kopyalarıdır. Çoğalmalarında, eşeyli üreme yaygındır. Dişiler genellikle 20-40 yumurta bırakırlar. Erginleri 3-4 yıl kadar

yaşayabilirler (Jacobs, 2013). Güney ve kuzey kutbu hariç dünyadaki bütün karasal alanlar boyunca bulunmaktadır. Yalancı akrepler birçok habitatta bulunmalarına rağmen, sayıları çok fazla değildir. Yalancı akreplerin en önemli iki habitat özelliği, yüksek nem ve uygun küçük çatlaklar olarak belirtmiştir. Ölü örtü ve toprak örnekleri içerisinde Tullgren hunisi ile ekstrakte edilebilirler. Gizlenerek yaşayan yalancı akrepler ise, küçük boyutlarıyla ağaç kabuklarının ve taşların altında saklanırlar. Küçük çatlak ve boşlukların içerisinde kolayca geçebilirler. Orman yaprak örtüsü, ağaç kabukları, ayrışan kütükler, mağaralar, küçük memeli yuvaları ve benzer ortamlar bu özellikleri sağlamaktadır (Coleman ve diğ., 2004). Beslenme davranışları yırtıcılık olup, nematod Enchytraeidae ve küçük eklembacaklılar ile beslenirler (Muchmore, 1990).

2.2.2.4. *Acarina (Akarlar)*

Akarlar, Arachnida (Örümceksiler) sınıfının Acarina takımına ait canlılardır. Toprakta yaşayan akarlar toprak mikroeklembacaklıların geniş dağılımlı bir grubudur (Franzluebbers, 2003). Ormanlar, çayırlar, bataklıklar ve kıyı gibi farklı habitatlardaki çok çeşitli tipteki topraklarda en fazla bulunan mikroeklembacaklılardır. Verimli orman topraklarında, Tullgren hunisi ile ekstrakt edilen 100 g örnek içerisinde 100 cinse ait 500 akar bulunabilmektedir. Bu yüksek çeşitlilik, farklı beslenme, üreme ve yayılma stratejileri ile ortaya çıkan, üç veya daha fazla trofik (besin zinciri) seviyede katılımcıyı içerebilir. Genellikle uzmanlar akarları öncelikle alttakım düzeyinde değerlendirirler (Krantz, 1978; Dindal, 1990; Coleman, 2000).

Akarların toprak içerisinde en çok görülen dört alttakımı vardır. Bunlar, Oribatida, Prostigmata, Mesostigmata ve Astigmata alttakımlarıdır. Topraktaki akar türlerinin nişleri veya ekolojik gereksinimleri hakkında çok az bilgi bulunmaktadır (Sylvain ve Buddle, 2010). Akar alttakımları da bitkilerde patojen olarak bulunan mantarları tüketerek ekosistem içerisinde önemli rol oynarlar. Toprak üstü birincil üretiminin yüksek olduğu ekosistemlerde (meralar ve otlaklar gibi) kök bölgesinde nematod miktarı çok fazla bulunmaktadır ve nematodla beslenen (nematofagus) eklembacaklılar (aralarında akarlar da vardır) bitkiler ile beslenen nematodlar ile beslenmektedirler (Gerson ve diğ., 2003).

Oribatida taksonu, toprak faunası içerisinde en fazla sayıya sahip mikroeklembacaklılardanır (Cao ve diğ., 2011). Çoğunlukla küçük (< 1 mm)

boyutludurlar. Genellikle genç bireyleri farklı fenotiplere (polimorfizm) sahiptir ve birçok genç birey yetişkinlere benzememektedir. Morfolojik farklılıklarına rağmen genç ve yetişkin bireyler aynı çeşit kaynaklar ile beslenirler (Coleman ve diğ., 2004). Oribatidler diğer akarlar göre, daha uzun yaşayabilirler (Ptyctima 3 yıldan fazla), göreceli olarak yavaş ürerler ve yılda 1–3 nesil verirler. Her yumurtlamada 1-6 yumurta bırakırlar. Bazı taksonlar (Nothrus, Nanhermanniidae, Malaconothridae ve Trhypochthoniidae) partenogenez (eşeysiz) çoğalır (Schneider, 2005).

Oribatida diğer mikroeklembacıklılardan farklı olarak genellikle kalsiyumca zengin dış iskelete sahiptirler (Şekil 2.10). Bu özellikleri ile kırkayaklara, tespihböcekleri ve salyangozlara benzemektedirler. Oribatidlerin birçoğu esmer ve kahverengi olmasına rağmen bazı ilkel türleri neredeyse renksizdirler. Dış iskeletleri açık renkli türler de yüksek miktarda kalsiyum içerir. Kalsiyumun kimyasal formu başlıca kalsiyum karbonat, kalsiyum oksalat veya kalsiyum fosfattır (Kuhnelt, 1961; Coleman ve diğ., 2004).

Oribatida tipik toprak akarlarıdır ve orman topraklarındaki yoğunlukları 50.000-500.000 birey/m² dir. Sayıca en fazla, sırası ile iğne yapraklı ormanlar, yaprak döken ormanlar, çayırlar, çöller ve tundralarda bulunurlar. İşlenmiş tarım arazilerinde Oribatida popülasyonu 25000 birey/m²'ye düşebilir (Mitchell ve Parkinson, 1976). Basit bir sınıflandırmada Oribatid akarlar, mantarla beslenenler, bitkisel materyali ayrıştıranlar veya her ikisi ile beslenenler olarak ayrılırlar (Kuhnelt, 1961). Oribatid akarlar, orman tabanındaki ölü örtü ayrışması ve besin döngüsü sürecine; doğrudan ölü örtünün parçalanmasını sağlayarak veya dolaylı olarak mikrobiyal popülasyonu etkileyerek katkıda bulunurlar (Coleman ve diğ., 2004). Wickings ve Grandy (2011), Oribatid akarların karbon mineralizasyonunu enzim aktiviteleri ile %20 arttırarak, ayrışma süresince ölü örtünün kimyasal yapısını değiştirdiğini belirtmişlerdir. Kalsiyum döngüsü bir istisna olabilir, çünkü Oribatid akarlar ölü örtü ile gelen kalsiyumun önemli bir kısmını bünyesinde depolamaktadırlar (Fisk ve diğ., 2006).

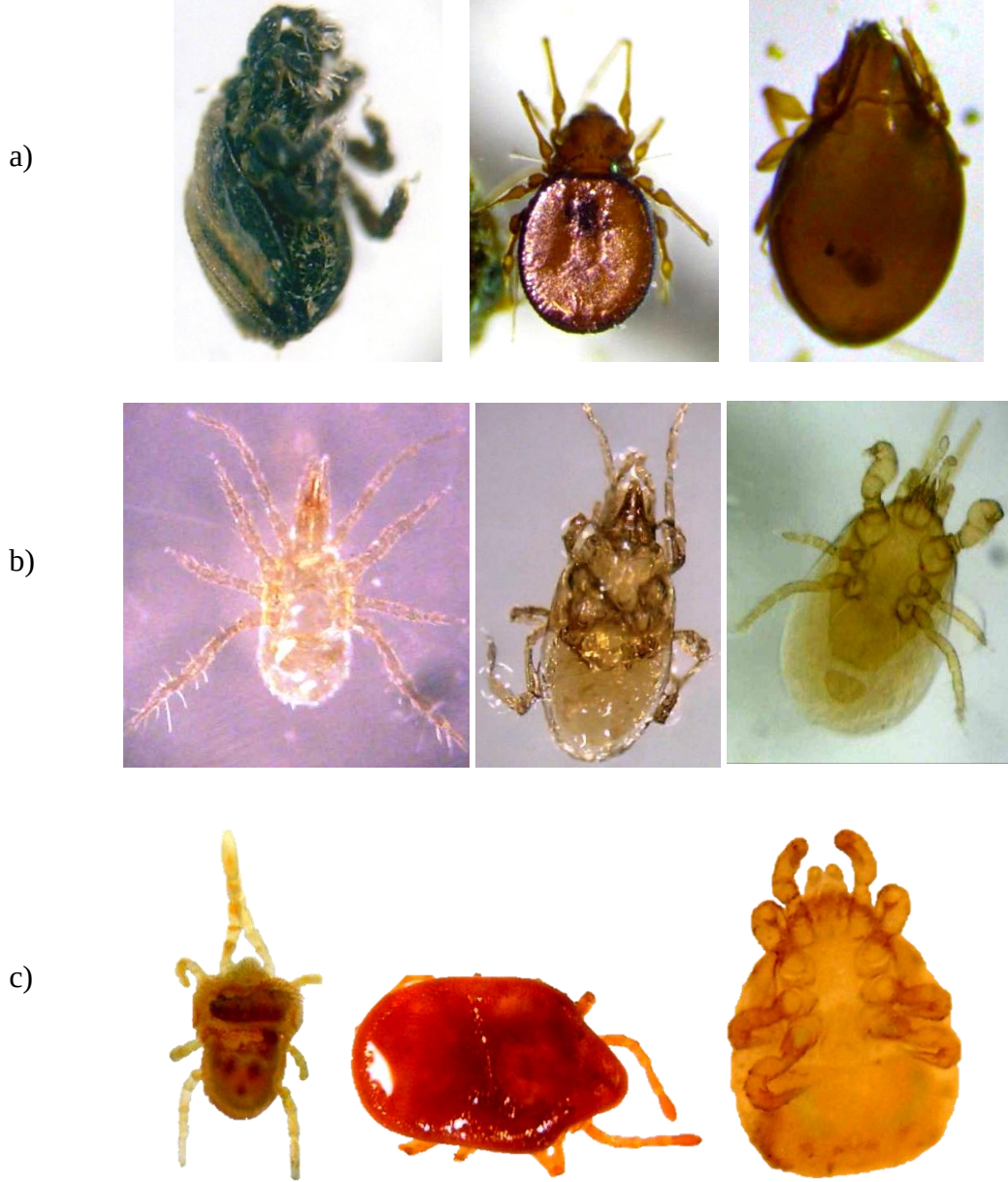
Prostigmata toprakta yaşayan çok çeşitli türler içermektedir. Toprak ekosisteminde Oribatidadan sonra en çok bulunan akar alttakımıdır (Önen ve Koç, 2011). Yaşama ortamlarına göre miktarları büyük değişkenlik göstermektedir (merada 5-95 bin, ormanda 20-120 bin birey/m²). Hem eşeyli hem de eşeysiz üreme görülebilmektedir.

Yılda birkaç kez döl verirler. Yumurta bırakma sayıları birkaç taneden birkaç bin taneye kadar değişebilmektedir. Prostigmata geniş tür çeşitliliğine sahiptir ve beslenme habitatları ile stratejileri değişiklik gösterir. Toprak içerisinde yaşayan türlerin çoğu yırtıcıdır ve bitki ve hayvanlar üzerinde parazit olarak beslenenler de vardır. Fakat bazı familyalar; mikroorganizmalarla, mantar ve bitkiler ile beslenen taksonları da içermektedir (Kentley, 1990). Mantarla beslenen türler (Eupodidae familyası üyeleri gibi) fırsatçıdır, yani kaynakların değişmesi veya bozulması durumunda hızlı üreme yeteneğindedirler. Bazı küçük yırtıcı türler, çeşitli hallerde mantarla da beslenebilirler. Mantarla beslenen birçok Prostigmatik akar, küçük ve basit mantar hiflerini delebilecek ağız parçalarına sahiptir (Walter, 1988). Elde edilen birçok türün sindirim sisteminde, çiğnenmiş yumuşak mantarsal besin içerdiği görülmüştür. Hem mantarlar ile hem de nematodlar ile beslenen Prostigmatalar genellikle küçüktürler. Toprakta bulunan Prostigmata akarların önemlerinin belirlenmesi, sayıları artsa dahi çok zordur. Prostigmatik akarların biyokütleleri genellikle azdır, toplam akar kütlesine ve toplam solunuma oranlandığında da elde edilen değer küçüktür (Kentley, 1990).

Mesostigmata, toprak içerisinde Oribatida ve Prostigmata alttakımlarına kıyasla daha az bulunur. Mesostigmata üyelerinin birçoğu omurgalı ve omurgasız canlılar üzerinde iç veya dış parazit olarak yaşarlar (Krantz, 1978), bazıları toprak ekosistemi içerisinde serbest yırtıcılardır. Üreme sistemlerinde, hem eşeyli hem de eşeysiz üreme görülebilmektedir (Krantz ve Ainscough, 1990). Mesostigmata bireyleri neredeyse hepsi mezofaunanın yırtıcıları olmasına rağmen, birkaç türü fungivordur ve bazı durumlarda sayıları çok fazla olabilir. Bazı taksonlar (Uropodidae) çeşitli besinlerle beslenen hepçildirler, nematodlar, mantarlar ve ergin böcekler ile beslenirler (Gerson ve diğ., 2003). Tarım ekosistemlerinde büyük sayılara ulaşabilirler (Mueller ve diğ., 1990).

Bol ölü örtü ile kaplı orman tabanı çok çeşitli Mezostigmatik akar içerir. Ölü örtüde bulunan türler göreceli olarak büyüktürler, eklembacaklılar ve yumurtaları ile beslenirler. Toprak içerisinde yaşayan Mezostigmatik akarlar küçük, renksiz ve nematofagdırlar. Toprak içerisindeki bireylerin boyutları küçüldükçe toprak derinliğindeki sayıları artmaktadır. Orman tabanında bulunan üyeleri ölü örtüde ve humus katmanında bulunur. Daha küçük türler humus ve mineral toprakta

bulunmaktadır (Krantz ve Ainscough, 1990). Birçok Mesostigmata türü, çeşitli böcek türleri ve toprak yetiştirme ortamı ile yakın ilişki içerisinde (Minor ve Cianciolo, 2007).



Şekil 2.10: Toprakta yaşayan bazı Acarina taksonları; a) Oribatida, b) Mesostigmata, c) Prostigmata (Foto: Ahmet DUYAR).

Toprak içerisinde en az bulunan akarlar Astigmata olmasına rağmen bazı habitatlarda bol miktarda bulunabilirler (Coleman ve diğ., 2004). Yaşam döngüleri oldukça kısadır (birkaç gün–birkaç hafta). Dişiler 800 kadar yumurta bırakabilirler. Serbest yaşayan Astigmatalar organik maddenin fazla olduğu nemli ortamları tercih ederler. Toprak Astigmatalarının birçoğu mikrobiyal canlılar ile beslenirler. Ağız kısıkaçları (chelicerae)

bitkisel materyali, mantarları ve algleri çiğneme yeteneğindedir. Gıdadan faydalanma verimlilikleri, çoğu Oribatida taksonundan daha yüksektir. Anoetidae familyasına ait bireylerde ağız kısıkaçları küçülmüş; ağız parçaları (palpi) ise mikrobiyal kolonileri filtreleyerek beslenme şeklinde değişime uğramıştır (Philips, 1990).

2.2.3. Myriapoda (Çokbacaklılar)

Myriapoda (Çokbacaklılar) eklembacaklılar şubesinin bir altşubesidir. Birbirine ekli kısa bölümlerden oluşan vücutları uzun silindir (bazen yassı) şeklinde olup, 5 çift veya daha fazla bacak taşırlar. Bir çift antenleri vardır. Genellikle her bir gövde bölümünde bir çift bacak bulunmasına rağmen Diplopodalarda iki çift bacak bulunur (Şekil 2.11). Toprak ekosisteminde Diplopoda, Chilopoda, Symphyla ve Pauropoda isimli 4 sınıfı bulunur (Edgecombe ve Giribet, 2007; Costa Neto, 2007; Stoev ve diğ., 2010). Çoğalmalarında eşeyli üreme esas olmakla birlikte, eşeysiz üreme de yaygındır. Diplopoda ve Chilopoda sınıfları, birkaç milimetreden 35 santimetreye kadar değişen boyutları ile hem makroeklembacaklılar hem de mikroeklembacaklılar arasında yer almaktadırlar. Genellikle basit gözlere sahip olmalarına rağmen, bazı taksonlar kördür. Mikroeklembacaklılar grubunda yer alan, Symphyla ve Pauropoda sınıfları minik çıyanlar şeklinde olup, gözleri ve renk pigmentleri bulunmamaktadır (Minelli ve Golovatch, 2001).

2.2.3.1. *Diplopoda (Kırkayaklar)*

Diplopoda (Kırkayaklar) her bir gövde bölümünde 2 çift bacak taşıyan Myriapoda sınıfıdır. Çürükçül beslenen (saprofak) bu canlılar, ılıman ve tropikal yapraklı ormanlardaki bitkisel atıkların en önemli tüketicileridirler. Bazıları tamamen ölü örtü içerisinde yaşarken, diğerleri toprakta veya cryptozoan olarak yaşarlar (Hoffman, 1990). Dış görünüşleri bakımından kabaca gruplandırıldığında; (1) boru şeklinde, daire biçimli formda; (2) basık ve (3) top şeklini alabilen morfolojileri ile 3 gruba ayrılırlar (Mikhaljova ve Golovatch, 2004). Kırkayaklar neme ihtiyaç duymalarına rağmen, kurak ve yarı kurak alanlarda da bulunurlar. Sıcak ve kurak şartlardan ölü örtü altında saklanarak korunurlar. Eğer bulundukları çevre göreceli olarak düşük nem içeriyor ise, kırkayaklar kurumaya karşı hassastır. Çünkü epidermleri suyu tutacak katmandan yoksundur, solunum sistemleri kapalı değildir, üreme ve dışkılama sırasında önemli miktarda su kaybedebilirler (Hoffman, 1990).

Diplopoda (Kırkayaklar) ılıman ve tropikal bölgelerin yüksek yağmur alan ve kalsiyumca zengin alanlarında bol bulunurlar. Kırkayaklar kalsiyum döngüsünde çok önemli olabilmektedirler. Kireçli dış iskeletleri ile yüksek yoğunluklara ulaştıklarında önemli kalsiyum deposu olabilirler. Kırkayaklar dökülen yaprakların ana tüketicilerinden olup yapraklı ormanlardaki ölü örtüdeki kalsiyumun %15-25'lik kısmının girişini sağlayabilirler. Ayrışmaya olan katkıları ile azot mineralizasyonunu hızlandırırlar (Fujimaki ve diğ., 2010). Kırkayaklar seçici beslenirler, yüksek polifenollü yaprak örtüsünden kaçınır ve yüksek kalsiyum içeren yaprakları tercih ederler. Özümseme etkinliği (besinden faydalanma oranı) yüksek olmasına rağmen yeni düşen yapraklardan genellikle kaçınırlar (David ve Gillon, 2002).

2.2.3.2. Chilopoda (Çıyanlar)

Chilopoda (Çıyanlar) toprak ve ölü örtü habitatlarındaki yaygın avcılardır. Hepsi uzun, basık ve aktif formludurlar. Çıyanlar, ormanlardan çöllere kadar olan, birçok yaşam ortamında bulunurlar. Büyük çöl çıyanı (Scolopendromorpha) 15 cm uzunlukta iken, tropikal çıyanlar 30 cm'yi geçebilirler (Levis, 2007). Lithobiomorpha takımı, yapraklı ormanların ölü örtüsünde yaygın bulunan kahverengi, yassı çıyanlardır. Geophilomorpha takımı ise uzun ve ince bir vücut yapısına sahiptir. Çıyanlar orman habitatlarında, solucanlar, Enchytraeidler ve Diptera larvaları vb. omurgasızlar ile beslenirler (Lock ve Dekoninck, 2001). Kırkayaklar gibi çıyanlar da düşük nem koşullarında, epidermlerinden su kaybederler. Nemli habitatlar arayarak kurumadan kaçınırlar. Çöl ve kumul habitatlarında, günlük aktivitelerini nemli zamanlara göre ayarlarlar. Bütün çıyanlar avcıdır. Fakat bazen sindirim sistemlerinde bitkisel maddelerde görülebilir. Çıyanlar hızlı hareket eden canlılardır, Collembola gibi küçük avlarını aktif olarak takip ederler ve yakalarlar (Marx ve diğ., 2012).

2.2.3.3. Symphyla (Yumuşak kırkayaklar)

Symphyla (Yumuşak kırkayaklar) 2–8 mm boyunda, beyaz, gözsüz, bir çift antenli çok bacaklı eklembacaklılardır (Minelli ve Golovatch, 2001; Stoev ve diğ., 2010) ve küçük çıyanlara benzerler (Şekil 2.11). Bunları çıyanlardan ayıran bazı özellikleri vardır. Symphylanın 12 vücut segmenti ve 12 çift bacağı vardır. Çıyanların ise en az 15 çift bacakları vardır ve öndeki ilk çift ayak, zehirli diş şeklinde değişime uğramıştır (Edwards, 1990). Scolopendrellidae ve Scutigrellidae olmak üzere iki familyada

incelenirler (Lock, 2010). Symphyla edafik faunadandır ve orman, mera ve tarım topraklarında yaşarlar. Hepçildirler ve bulabildikleri yumuşak, bitki ve hayvan dokularını yerler (Edwards, 1990).



Şekil 2.11: Toprakta yaşayan bazı Myriapoda takımları; a) Diplopoda, b) Chilopoda, c) Symphyla (Foto: Ahmet DUYAR).

2.2.3.4. *Pauropoda (Çatal antenli kırkayaklar)*

Pauropoda (Çatal antenli kırkayaklar) küçük boyutlu (0,5 -1,9 mm uzunluğunda) olup, 8-11 çift bacağa sahiptir. Symphyladan morfolojik olarak ayıran en belirgin özellikleri, çatalı antenleridir. Beyaz, sarımsı renkli ve kör olan Pauropoda, yarı edafik faunanın özelliklerini gösterir. Pauropoda dünya genelinde bütün topraklarda bulunmakla birlikte, özellikleri çok iyi bilinmemektedir. Orman topraklarında, ölü örtü tabakasının altında ve mineral toprakta yaşarlar, ayrıca tarım topraklarında da görülürler. Genellikle Pauropodaların mantar ile beslendikleri kabul edilir, fakat yırtıcı da olabilirler (Scheller, 1990).

2.3. EKLEMBACAKLILARIN MEVSİMSEL VE MEKÂNSAL DEĞİŞİMİ

Tüm canlılar gibi, toprak eklembecaklı taksonlarının da farklı ekolojik istekleri bulunmaktadır. Eklembecaklılar toprak ekosisteminde oldukça dinamiklerdir, ekolojik koşullara ve ekosistem özelliklerine göre zamansal ve mekânsal değişimler gösterebilirler (Koehler ve Melecis, 2010). Örnek olarak, soğuk mevsimde birçok tür ölü örtüye doğru giderken bahar mevsimini takiben bu olay tersine dönmektedir (Yamazaki 2010). Ekosistemlerde tür dağılımını etkileyen genel faktörler; iklim, habitat yapısı ve verimliliği, habitat alanı ve izolasyon gibi biyocoğrafik faktörlerdir (Wettstein ve Schmid, 1999). Ulyshen (2011), mevsimsel değişimlerin, özellikle ılıman yapraklı

orman ekosistemlerinde, diğer orman ekosistemlerine nazaran daha önemli değişimlere sebep olduğunu ve bu durumun eklembacaklı dağılımı ve çeşitliliğini oldukça etkilediğini ifade etmektedir.

Eklembacaklıların mevsimsel değişimleri, farklı mevsimlerde farklı toprak mikro iklim koşullarının oluşumu, kaynak varlığının değişimi ve besin ağındaki değişim gibi koşullardan önemle etkilenmektedir. Ormanı mesken edinen eklembacaklı türlerinin 1/5 i veya daha fazla oranı saproxylic (odun ayrıştırıcı) olup, doğrudan veya dolaylı olarak ölü ya da ölmekte olan oduna bağımlıdırlar (Grove, 2002). Özellikle, ölü örtünün nem durumunun nemliden kuruya doğru değişimi, mantar toplumlarının kompozisyonu için önemlidir (Unterseher ve diğ., 2005). Mantar toplumlarındaki değişim, eklembacaklılar üzerinde de etkili olduğundan hatta bazı mantar türleri ile eklembacaklı türleri arasında belirgin bir ilişki olabileceğinden (Jonsell ve diğ., 2005; Johansson ve diğ., 2006), bu tür ilişkiler muhtemelen orman ekosistemlerinde eklembacaklı tür çeşitliliğini etkileyebilmektedir.

Boyutlarının küçüklüğü nedeniyle, eklembacaklıların çeşitliliği ve toplum yapısı, çok küçük mesafeler içerisindeki farklı nişlerde önemli değişimler gösterebilmektedir (Schneider, 2005). Sıcaklık ve nem gibi ekolojik farklılıklar eklembacaklıların hayat döngüsünü düzenlemektedir (Logan, 2006). Aynı yöredeki yükselti farklılıkları, yerel iklim başta olmak üzere, biyotik ve abiyotik pek çok ekosistem özelliğini değiştirebilmektedir. Yükseltinin ortam değişkenleri üzerindeki etkisi ile ilgili olarak, Körner (1999) “yükseltiye bağlı değişimler, doğanın kurduğu arazi denemeleri olarak düşünülebilir” şeklinde bir ifade kullanmıştır.

İklimdeki değişkenlik, birçok ayrıştırıcı toplumların yapı ve kompozisyonundaki değişimi düzenlemektedir (Sanders ve diğ., 2007). Birçok araştırmada elde edilen sonuçlar çoğu eklembacaklı taksonunun yükselti ile özel etkileşimlere sahip olduğunu, bazılarının miktar ve zenginliği yükselti ile kuvvetli ilişkili iken, bazılarının zayıf veya ilişkisiz olduğu ifade edilmektedir. Ek olarak, farklar bulunsu bile yükselti ile eklembacaklı miktar ve zenginliği arasında en alt ve en üst yükseltilerde azalan orta bölümlerde artan bir ilişki söz konusudur (Nogues-Bravo ve diğ., 2008).

Yükseltiye bağılı olarak çok geniş bir aralıkta meydana gelen iklimsel değişimler eklembacaklı toplumlarının yapısını (tür sayısı gibi) değiştirebildiği gibi belirli bir türün faaliyet oranını da etkilemektedir (Pennings ve Silliman, 2005). Başlıca, sıcaklıktaki değişim türlerarası etkileşimleri değiştirir (Morelissen ve Harley, 2007; O'Connor, 2009) ve besin kaynaklarının ulaşılabilirliğini etkiler (Sanders ve diğ., 2007). Tek bir alanda sıcaklıktaki küçük ölçekli bir değişim dahi birçok eklembacaklı grubunun faaliyet oranını, miktar ve toplum yapısının değişimini yönlendirebilir (Niemela ve diğ., 1996; Cerdá ve diğ., 1998).

Genel olarak yükselti değişimine bağılı gözlenen başlıca değişimler; sıcaklık, yağış türü (yağışın yağmur veya kar olarak düşüşü), atmosferik gazların kısmi basınçları, rüzgâr hızı ve farklı dalga boylarında UV radyasyonu girdisi gibi ekolojik özelliklerdir (Barry, 1992). Yükseltiye bağılı değişimler, sadece bu ekolojik değişkenlerle sınırlı değildir. Ayrıca, besin maddesi varlığı, besin maddesi kalitesi, doğal düşmanların baskısı ve türler arası rekabet olarak sayılabilir. Bu değişimlerin bir ya da bir kaç yükseltiye bağılı olarak türlerin miktar ve toplumsal yapılarında değişimlerine sebep olabilmektedir. Eklembacaklıları da içine alan birçok hayvanın yükselti arttıkça sayılarının azalması genel bir durum olup, bunun olası sebepleri; 1) yükseklerde habitat alanının daralması, 2) kaynak dağılımının azalması, 3) artan zorlu yaşama ortamı koşulları, değişken ve güvenilir olmayan ekolojik etkenler ve 4) yükseklerde birincil üretimin azalmasıdır. Bununla birlikte doğal olarak, rekabet, yırtıcılar ve değişen zamanlama gibi diğer süreçlerde etkilidir (Lawton ve diğ., 1987).

Bu değişimlerin sayısı arttırılabilir, örnek olarak, ılıman orman ekosistemlerinde eklembacaklı toplumlarının dikey yayılışının araştırıldığı çalışmalar, bu yayılışların birçok faktörün denetiminde olduğunu göstermektedir. Bunların başlıcaları, (1) zaman (orman yaşı, mevsim ve gün içindeki örnekleme zamanı); (2) orman yapısı (ağaç boyu, düşey yaprak kompleksi, bitki yüzeyinin yapısı, ağaç kovukları) (3) bitki tür kompozisyonu (bitki dağılımı, istilacı türler); (4) iklim (ışıklanma süresi, sıcaklık, rüzgâr hızı, nem); (5) kaynak kullanımı (yaprak kütlesi, şeker, odun, epifitler, leş, dışkı, kurban-av, konukçu); (6) türler arası etkileşimler (yırtıcılık, parazitlik, rekabet) ve (7) lojistik koşullar (dağılma yetenekleri, oluşum alanlarına yakınlık, açık uçuş-hareket zonları) olarak sıralanmaktadır (Ulyshen, 2011).

Yükselti ile türlerin varlığının değişimi iç içe etkileşimler içerir ve hem türler arasındaki hem de yükselti ile meydana gelen değişimlere bağlı olarak değişmektedir. Yükseltiye bağlı iklimsel değişimlere toleranslı türler, birçok yükseltide bulunabildiği gibi, daha az toleranslı olanlar, ancak belirli yükseltilerde bulunabilirler (Lawton ve diğ., 1987). Yukarıda sayılan tüm değişkenlere ek olarak yönetim rejimi, vejetasyon yapısı ve habitat parçalanmasının etkileri, dağlık bölgedeki eklembacaklıların yaşama ve üremelerini doğrudan etkileyen bir ekolojik ortam oluşturmaktadır (Wettstein ve Schmid, 1999). Ayrıca yükselti arttıkça, eklembacaklı habitatının çeşitliliği daha yeknesak ve sınırlı bir durum almaktadır (Hodkinson, 2005).

Toprak eklembacaklılarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimlerine ek olarak, mevsim şartlarına göre toprak tabakaları içerisinde dikey göçler de yaptıkları belirlenmiştir (Mitrovski- Bogdanović ve Blesić, 2007; Bogdanović ve Blesić, 2011).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Çalışmanın yapıldığı araştırma alanının tanıtımı ile birlikte yetiştirme ortamı özelliklerine ait genel bilgiler ve araştırmanın yürütülmesinde kullanılan; arazi çalışmaları kapsamındaki örnekleme yöntemleri, laboratuvarında uygulanan ekstraksiyon ve analiz yöntemleri ile elde edilen verilerin değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler aşağıda ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

3.1. ARAŞTIRMA ALANININ GENEL TANITIMI

3.1.1. Mevkii

Araştırma, Bolu il merkezinin güneyinde ve doğu–batı doğrultusunda uzanan Aladağ kütlesindeki saf göknar (*Abies bornmulleriana* Mattf.) ormanlarında yapılmıştır. Çalışma alanı 31°35'33" - 31°37'40" doğu boylamları ve 40°37'05" - 40°39'36" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 3.1).

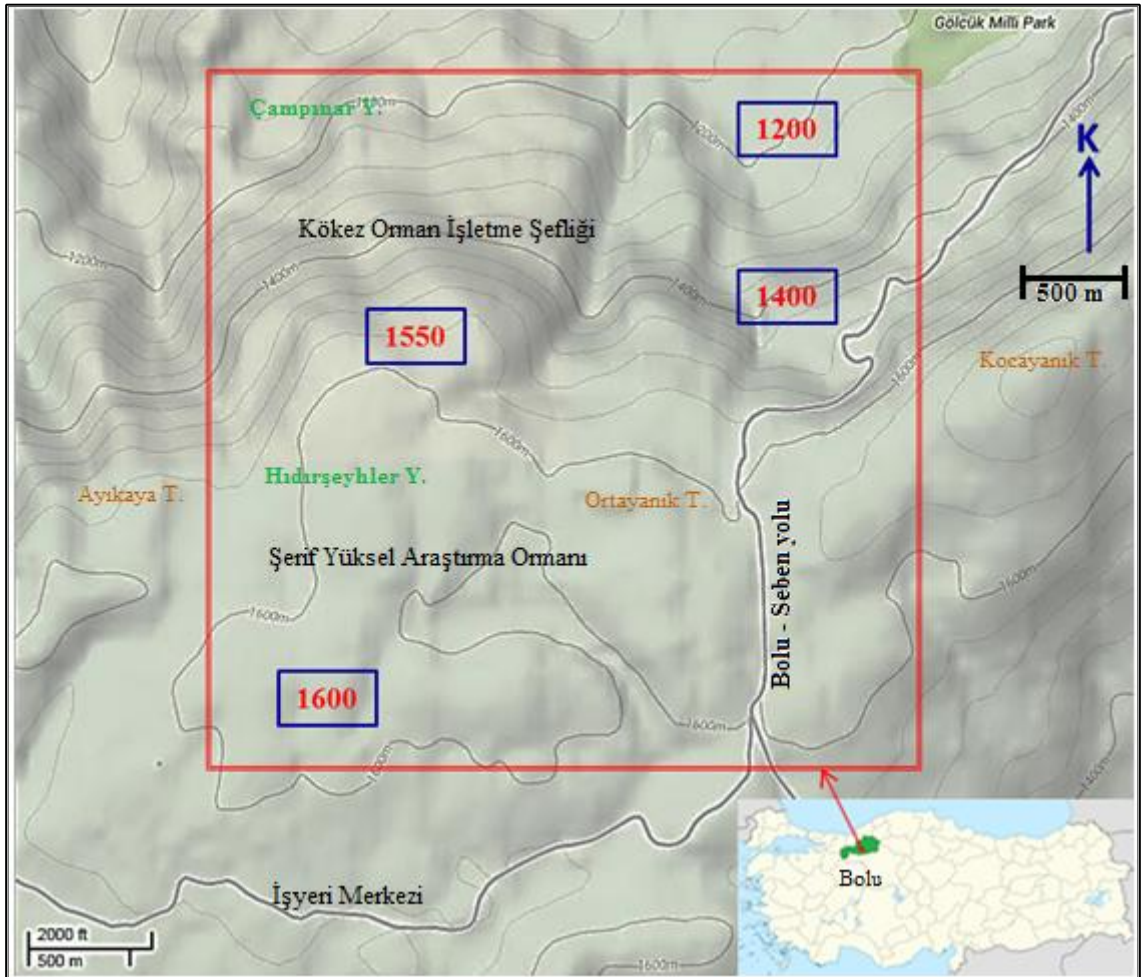
Aladağ kütlesi su ayırım çizgisinin kuzey yamacı 800-1634 m olup, Bolu Ovası'na devamlı sayılabilecek bir eğimle inmektedir. Kuzey yamaçta göknarın saf meşcereler kurduğu çalışma alanı, yeryüzü şekli bakımından orta ve üst yamaçta yer almaktadır. Araştırma alanının bulunduğu kuzey bakı birkaç dere ile yarılmıştır. Eğim orta yamaçlarda genellikle çok dik (%40-80), üst yamaçlarda dik (% 25-40) olarak sınıflandırılmıştır. Orta yamacın alt kesimi 1100-1300 m, üst kesimi 1300-1500 m yükseltilerde olup, üst yamaçlar 1500-1634 m yükseltiler arasındadır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1: Çalışma alanının bazı coğrafi özellikleri.

Yükselti Basamağı (m)	Yükselti Aralığı (m)	Yeryüzü Şekli	Ortalama Eğim (%)	Bakı	Plan Ünitesi
1200	1100-1300	Orta yamaçların alt kesimi	40-80	Kuzey	Kökez
1400	1300-1500	Orta yamaçların üst kesimi	40-80	Kuzey	Kökez
1550	1500-1600	Üst yamaç	25-40	Kuzey	Kökez
1600	1600-1500	Plato	5-10	Güney	Araştırma Ormanı

Aladağ kütlesi 1634 m yükseltiye ulaşarak zirve yaptıktan sonra, ortalama 1550 m yükseltili bir plato halini almaktadır. Aladağ'ın Bolu'ya bakan kuzey yamacında 1000 m yükseltilerden başlayan göknar ormanı, zirveden sonra güneye bakan plato üzerinde de 1500 m yükseltiye kadar devam etmektedir (Tablo 3.1).

Örnek alanlar GA (yaşlı göknar meşceresi) meşcere tipinde saf göknar ormanlarından seçilmiş olup, Aladağ kütlesi su ayırım çizgisinin kuzey yamacı olan Kökez Orman İşletme Şefliği'nin 44, 45 ve 63 numaralı bölmeleri ile plato üzerinde yer alan Şerif Yüksel Araştırma Ormanının 17 numaralı bölmesinde yer almaktadır (OGM, 2014).



Şekil 3.1: Çalışma alanı haritası.

3.1.2. Jeoloji ve Toprak Özellikleri

Aladağ kütlesinin genel yapısı üst kretase döneminde şekillenmiştir. Araştırma alanı esas itibariyle bir andezit masifidir (MTA, 1964). Andezit masifi aşağıdan yukarıya (800-1634 m) doğru devamlılık göstermektedir. Andezit kayalar; porfirik dokulu

(kayacı oluşturan tanelerin farklı boylarda olması), labrador ve andezit minerallerince zengin ve yer yer ileri derecede değişime uğramış durumdadır. Genel olarak, toprak tipi boz esmer orman toprağıdır. Üst mineral toprakta (0–5 cm) ortalama taşlılık %26, toprak miktarı ise 474 g/l'dir. Toprakların kil içeriğı, yükselti ile birlikte artarken, toprağın pH değeri yükselti ile birlikte azalma eğiliminde olup, toprak hafif asitlikten orta asitliğe dönüşmektedir (Kantarıcı, 1979).

3.1.3. İklim Özellikleri

Bolu meteoroloji istasyonundan (742 m) sağlanan uzun süreli (1960–2012) gözlem ve ölçüm verileri Tablo 3.2’de sunulmuştur. Tablo 3.2’e göre en sıcak ($>16^{\circ}\text{C}$) dönem 6.–9. aylardır ve yağış miktarı da aynı şekilde 7.–9. aylarda en azdır. Bolu meteoroloji istasyonundan sağlanan uzun süreli (1960–2012) gözlem ve ölçüm verilerine göre, Erinç formülü ile yapılan hesaplamalarda Bolu’da yarı nemli ($\bar{I}_m=32$) bir iklimin hâkim olduğunu ve 1200 m yükselti için de iklim tipi ($\bar{I}_m=51$) nemli olarak belirlenmiştir. Fakat 1300 metreden itibaren başlayan sis kuşağı nedeniyle (Kantarıcı, 1979), daha nemli ve serin bir iklim ortaya çıktığı için, Erinç formülü 1400 ($\bar{I}_m=61$) ve 1600 ($\bar{I}_m=73$) metre yükselti için çok nemli iklim tipini vermektedir.

Tablo 3.2: Bolu meteoroloji istasyonuna ait uzun yıllık ortalama değerler.

Bolu İlinde Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler (1960 - 2012)													
Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.
Ortalama Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	0,7	2,0	5,0	9,8	14,0	17,4	19,9	19,7	16,1	11,8	6,9	3,1	10,5
En Yüksek Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	5,3	7,1	11,3	16,7	21,4	24,8	27,4	27,8	24,4	19,2	13,2	7,5	17,2
En Düşük Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	-3,3	-2,5	-0,1	4,0	7,7	10,6	12,8	12,9	9,7	6,4	2,0	-0,8	5,0
Güneşlenme Süresi (s)	2,1	2,6	4,1	5,2	7,1	8,4	9,1	8,5	7,1	4,6	3,3	2,0	5,3
Yağışlı Gün Sayısı	15,4	14,4	14,8	14,0	13,8	11,6	6,4	5,6	7,1	10,2	11,6	15,4	11,7
Aylık Toplam Yağış Miktarı (mm)	57,7	45,4	52,0	51,7	60,1	52,7	31,0	25,2	27,1	42,9	45,8	63,4	555,6
Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1960 - 2012)													
En Yüksek Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	19,8	20,8	28,0	31,8	34,4	37,0	39,3	39,8	37,3	34,4	26,2	23,5	31,0
En Düşük Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	-24,3	-24,0	-17,8	-10,0	-2,3	2,2	4,4	3,2	0,4	-5,8	-19,6	-22,6	-9,7

Bolu meteoroloji istasyonundan (742 m) sağlanan uzun süreli (1960–2012) gözlem verilerine bağlı olarak, Thorthwaite sistemine göre yapılan değerlendirmede; 1200 m yükselti için B2 C2' s a' simgeleriyle tanımlanan nemli, düşük sıcaklıkta, yazın orta derecede su noksanı olan, kısmen deniz etkisi altında bir iklim tipidir. 1400 m yükselti için B2 C2' r b4' simgeleriyle tanımlanan nemli, düşük sıcaklıkta, su noksanı olmayan veya pek az olan, kısmen deniz etkisi altında bir iklim tipi de benzer özellikler

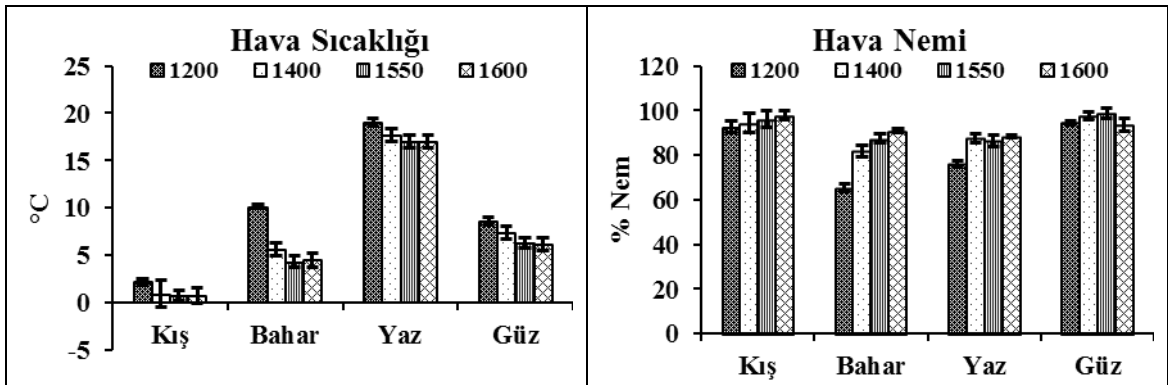
gösterdiği belirlenmiştir. 1600 m yükseltide ise A C2' r b4' simgeleriyle tanımlanan çok nemli, düşük sıcaklıkta, su noksanı olmayan veya pek az olan, kısmen deniz etkisi altında bir iklim tipi tespit edilmiştir. Yağış etkenliğinin alt yamaçlarda yarı nemliden, üst yamaçlarda çok nemliye değişmesinin yanında sıcaklık etkenliği ve yağış rejiminde de farklar olacağı hesap edilmiştir. Kantarcı (1979) çalışmasında ortaya koyduğu yükselti basamaklarının sınırları, bu çalışmada yükselti basamaklarının sınırları olarak alınmıştır. Ek olarak, Tolunay (1997) 1600 metre yükselti platonun, Bolu'ya göre daha serin ve yağışlı olduğunu belirtmektedir.

Bolu meteoroloji istasyonundan (742 m) sağlanan uzun süreli (1960–2012) verilere dayanılarak, yükseltilere göre hesaplanan iklim tiplerine ait sonuçlar; Tablo 3.3'te verilen hava sıcaklık ve nemi değerleri ile örtüşmektedir (Şekil 3.2).

Tablo 3.3: Hava sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.

Yükselti (m)	Mevsim					
	Kış	Bahar	Yaz	Güz	Ort.	P
Örnekleme mevsimine ait ortalama hava sıcaklığı (°C)						
1200	2,18 a B	10,14 b B	19,06 c B	8,56 b A	9,98	0,000
1400	0,90 a A	5,63 b A	17,67 c A	7,35 b A	7,89	0,000
1550	0,71 a A	4,31 b A	17,00 d A	6,27 c A	7,07	0,000
1600	0,72 a A	4,46 b A	16,98 c A	6,16 b A	7,08	0,000
Ort.	1,13	6,13	17,68	7,09	8,01	0,000
P	0,012	0,000	0,045	0,088	0,007	
Örnekleme mevsimine ait ortalama hava bağıl nemi (%)						
1200	92,5 b A	65,4 a A	76,1 a A	94,5 b A	82,1	0,000
1400	94,3 b A	81,9 a B	87,6 a B	97,8 b A	90,4	0,000
1550	96,0 b A	87,5 a C	86,5 a B	98,8 b A	92,2	0,000
1600	97,8 b A	90,9 a C	88,4 a B	93,6 ab A	92,7	0,020
Ort.	95,2	81,4	84,6	96,1	89,3	0,000
P	0,205	0,000	0,008	0,189	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.



Şekil 3.2: Hava sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

1600 m rakımlı örnek alanlar civarında, Şerif Yüksel Araştırma Ormanı'nda Araştırma Enstitüsüne ait basit bir meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Ancak istasyonun cihazlarının kalibre olmadığı ve bazı sensörlerinin arızalı olduğu bilindiği için, verileri bu çalışmada kullanılmamıştır.

3.1.4. Orman Topluları

Araştırma alanı genel itibarıyla Uludağ Göknaarı ormanları ile kaplıdır. Ancak orman toplumu tür bileşimine, yer yer farklı ağaç ve çalı türleri de katılmaktadır. Ormanın tür bileşimi üzerinde bakının etkisi görülmektedir. Güney yamaçta Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kuzey yamaçta ise Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) serpili olarak meşcere yapısına dâhil olmaktadır. Adi Ardiç (*Juniperus communis* L.), Çoban Püskülü (*Ilex colchica* Poj.) gibi çalı türleri de yetişme ortamı şartlarına bağlı olarak göknar meşceresinde yer alabilmektedir (Kantarıcı, 1979). Göknaar, değişik yaşlı kuruluş yapısı nedeniyle, yer yer tek tabakalı yer yer de çok tabakalı tepe çatısı oluşturmaktadır. İşletme yöntemi olarak seçme uygulanmaktadır.

3.2. UYGULANAN YÖNTEMLER

3.2.1. Örnek Alanların Seçimi

Araştırma alanı olarak, Aladağ'ın kuzey yamacında, Kantarcı (1979) tarafından belirlenmiş olan 1200 m, 1400 m ve 1550 m yükselti basamakları ve ek olarak plato üzerinde 1600 m yükseltide olmak üzere toplam dört farklı yükselti basamağı seçilmiştir (Wikipedia, 2011; Google, 2014). Örnek alan seçiminde, göknarın saf meşcere kurduğu, bulunduğu yükselti basamağını temsil eden ve yeterli büyüklüğe sahip (kenar uzunlukları yaklaşık 100 m olan üçgen biçimde) alanlar belirlenmiştir. Böylece her bir yükselti basamağında, üç tekrarlı örnek alanlar oluşturulmuştur. Örnek alandaki ölçümler 20x20 m=400 m² alanda gerçekleştirilmiştir.

Yükselti basamaklarındaki örnek alanların meşcere tipleri göknar yaşlı seçme kuruluşu (GA) yapısındadır. Örnek alanların aktüel yapıları da GA meşcere tipindedir. Yükselti basamaklarının özelliklerine bağlı olarak ortalama göğüs çapı, boy, hektardaki göğüs yüzeyi ve ağaç sayılarında farklılıklar görülmektedir. Ağaç çapları arttıkça ağaç sayısı azalmakta, fakat tepe çatıları genişlemektedir (Tablo 3.4). Tüm örnek alanlar 3 kapalılıktadır.

Tablo 3.4: Yükselti basamaklarına ait meşcere özellikleri.

Yükseltiler (m)	Ortalama Göğüs Yüksekliğindeki Çap (cm)	Göğüs Yüzeyi (m ² /ha)	Tepe Genişliği (m)	Ortalama Boy (m)	Üst Boy (m)	Ağaç Sayısı (adet/ha)
1200	26±15 a	42,8±11,7 a	4,9±0,3 a	15,0±6,5 a	22,7±4,6 a	617±76 a
1400	40±23 c	55,5±2,0 ab	6,4±0,8 b	21,4±10,6 b	32,3±3,1 a	367±80 a
1550	38±19 bc	52,5±2,7 ab	6,0±0,3 ab	21,2±9,1 b	29,7±4,6 a	408±38 a
1600	33±15 b	63,5±5,0 b	5,1±0,9 a	21,7±6,4 b	29,0±1,9 a	608±201 a
Ort.	34,3	53,6	5,6	19,8	28,4	500
P	0,000	0,029	0,049	0,000	0,069	0,058

Aynı sütunda aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel önemli ($P<0,05$) fark yoktur.

3.2.2. Örneklem Takvimi ve Örnek Sayısı

Örneklemler, 2010 yılı Şubat ayının üçüncü, Mayıs, Ağustos ve Kasım aylarının ilk haftalarında birer defa olmak üzere dört mevsim gerçekleştirilmiştir.

Her bir örneklem noktasından birer adet olmak üzere; analiz için ölü örtü ve toprak örnekleri, silindirle toprak hacim örneği, mikroeklembacaklıları elde etmek için bir silindir ölü örtü, bir silindir de toprak örneği alınarak bir set oluşturulmuştur. Bir örneklem döneminde, 4 yükselti basamağında, üçer örnek alanda, ikişer örneklem noktasından toplam altışar set örnek olmak üzere 24 set örnek alınmıştır. Ayrıca, orman zemini üzerindeki eklembacaklıların elde edilmesi için 4 yükseltide, 3 örnek alanda, 3 tekrarlı olarak, 9'ar adet çukur tuzak yerleştirilerek 36'şar adet örnek alınmıştır.

3.2.3. İklim Verilerinin Ölçülmesi

Eklembacaklıların örneklendiği her noktada, örneklem anında toprak sıcaklıkları çelik uçlu dijital toprak termometreleri ile belirlenmiştir (Begum ve diğ., 2011).

Toprak neminin belirlenmesi için, eklembacaklıların örneklendiği yerden, bir miktar toprak, hava almayan kapaklı kaplar ile laboratuvara getirilmiştir. Yaş olarak tartılan toprak örnekleri, 105 °C sıcaklıkta etüv içerisinde sabit ağırlığa kadar kurutulduktan sonra tartılarak, yaş ve kuru ağırlıkları farkına göre, nem içeriği belirlenmiştir (Begum ve diğ., 2011).

3.2.4. Eklembacklıların Araziden Örnekleme

3.2.4.1. Orman Zeminindeki Eklembacklıların Araziden Örnekleme

Orman zemini üzerinde yaşayan ve hareket eden eklembacklıları, toplamak ve çeşitliliklerini izlemek için kullanılan en uygun örnekleme tekniği çukur tuzaklardır (Greenberg ve McGrane, 1996; Bruehl ve diğ., 1999; Paulson, 2005). Çukur tuzaklarla yakalanan, tüm eklembacklılar (makro ve mikro) tasnif edilerek değerlendirmeye alınmıştır (Ojala ve Huhta, 2001; Goehring ve diğ., 2002; Santos ve diğ., 2007; Querner ve Bruckner, 2010; Adkins ve Rieske, 2013).

Her bir örnek alanda merkez ağacın etrafında 4 m mesafede üçgen oluşturacak şekilde çukurlar kazılmıştır. Bu çukurların içine, ağız çapı 10 cm, derinliği 8 cm olan etiketli plastik kaplar, ağız ölü örtü seviyesinin hizasında kalacak şekilde yerleştirilmiştir (Medianero ve diğ., 2007; Santos ve diğ., 2007; Negro ve diğ., 2010; Poveda ve diğ., 2012). İçine düşen canlıların vücut yapılarına zarar vermeden toplamak için %70 etil alkol, %2 gliserin (Leather, 2005; Coleman ve Rieske, 2006; Santos ve diğ., 2007) karışımı konulmuştur. Küçük memelilerin düşmesini ve üstten yabancı madde girişini engellemek için kapların üzerlerine 20x20 cm ölçülerinde ve zeminden 3 cm yukarıda kalmasını sağlayacak ayakları olan birer kontrplak çatı konulmuştur (Şekil 3.3) (Leather, 2005; Medianero ve diğ., 2007). Kaplar 24 saat sonra toplanarak, ağızları kapalı halde laboratuvara sevk edilmiştir (Goehring ve diğ., 2002; Coleman ve diğ., 2004).



Şekil 3.3: Araştırmada kullanılan çukur tuzaklar (Foto: Ahmet DUYAR).

3.2.4.2. *Ölü Örtü ve Topraktaki Mikroeklembacaklıların Örneklenmesi*

Mikroeklembacaklıların araziden örneklenmesinde bozulmamış ölü örtü ve toprak örnekleri için 5 cm çapında çelik silindirler kullanılmıştır (Meehan ve diğ., 2006). Ölü örtü örnekleri, dikey konumda ölü örtü üzerine yerleştirilen çelik silindirin, mineral toprak seviyesine kadar bastırılması ile toprak örneği de, ölü örtü örneğinin alındığı yerden, 0–5 cm mineral toprak derinliğinden, 5x5 cm silindirle alınmıştır (Robertson ve diğ., 1999; Coleman ve diğ., 2004). Silindir toprağa yalnızca üstten bastırılmış, çekiç kullanılmamıştır. Her yükseltideki 3 örnek alanda ikişer örnek olmak üzere, 6 ölü örtü ve 6 toprak örneği alınmıştır.

Mikroeklembacaklıların örneklediği silindirler, toprak içerisindeki nemi, doğal gözenek yapısını ve canlıların yollarını koruyacak şekilde, alüminyum folyo ile kaplanmıştır. Örnekler, etiketlenerek, kasalara yerleştirilip, laboratuvara taşınmıştır. Laboratuvarıda bekletilmeden, aynı gün ekstraksiyon işlemine başlanmıştır.

3.2.5. *Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinin Alınması*

Ölü örtü örnekleri, her bir örnekleme noktasında 20x20 cm = 400 cm² alandan toplanmıştır. Ölü örtüde yaprak, çürüntü ve humus tabakaları belirgin sınırlar oluşturmadığı için tamamı birlikte ölü örtü olarak alınmıştır. Örnekler polietilen torbalara konup etiketlenerek, laboratuvara sevk edilmiştir.

Toprak örnekleri ölü örtü örneklerinin alındığı yerlerin ortasından 0–5 cm mineral toprak derinliğinden, 5x5 cm silindirle hacim örneği alınmıştır. Diğer analizler için de aynı yerden ve aynı derinlikten sıyırma yöntemiyle örnek alınıp polietilen torbalara konulup etiketlenerek laboratuvara sevk edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4: Ölü örtü ve toprak örnekleme (Foto: Ahmet DUYAR).

3.2.6. Laboratuvar Yöntemleri

Arazideki örnek alanlardan toplanarak, laboratuvara getirilen toprak ve ölü örtü örnekleri aşağıda detaylı olarak açıklanan yöntemlere göre ekstraksiyon, analiz ve incelemeye tabi tutulmuştur.

3.2.6.1. *Ölü Örtü ve Toprak Örneklerinden Mikroeklembacaklıların Çıkartılması*

Toprak örnekleri içerisindeki mikroeklembacaklılar, ısı kullanılarak bir toplama sıvısı içerisinde biriktirilirler (Moldenke, 1994; Covell, 2003) veya sıvıya batmamaları özelliği kullanılarak yüzdürme metodu kullanılır (Coleman ve diğ., 2004). Yüzdürme metodu daha çok, organik madde içeriği az olan derin toprak örneklerine uygundur. Bu çalışmada, toprak canlılarının ısı ve ışıktan kaçarak toprağın derinliklerine doğru hareket etmesi prensibine dayanan modifiye Tullgren hunisi kullanılmıştır (Crossley ve Blair, 1991; Robertson ve diğ., 1999; Coleman ve diğ., 2004).

Araziden çelik silindirler ile alınan ölü örtü ve toprak örnekleri Tullgren hunisine ters çevrilmiş bir pozisyonda yüzey katmanı aşağı gelecek şekilde yerleştirilerek, 6 gün boyunca 25 Watt lambanın sağladığı ışık ve ısı altında bekletilmiştir (Dombos, 2002). Böylece eklembacaklılar topraktaki doğal kanalları kullanarak, alttaki toplama kabında %70'lik etil alkol + %2 gliserin içeren sıvı içerisinde birikmişlerdir (Coleman ve diğ., 2004; Joo ve diğ., 2006).

3.2.6.2. *Eklembacaklı Taksonlarının Teşhisi ve Sınıflandırılması*

Hem çukur tuzaklardan, hem de ölü örtü ve toprak örneklerinden elde edilen eklembacaklı örneklerinin teşhis, tasnifleri ve sayımları laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Özellikle mikroeklembacaklılar, çıplak gözle tanımlanamayacak kadar küçük oldukları için, tüm örnekler 10x–160x büyütmeli, binoküler stereo mikroskop (Leica S8 APO) kullanılarak teşhis ve tasnif edilerek sayılmıştır (Bruckner ve diğ., 2000, Salmon ve diğ., 2006). Sınıflandırma, alttakım ve familya seviyesinde, fonksiyonel gruplar esas alınarak yapılmıştır (Bird ve diğ., 2000; Bird ve diğ., 2004; Salmon ve diğ., 2006; Joo ve diğ., 2006; Meehan ve diğ., 2006; Santos ve diğ., 2007). Ancak nadir bulunan taksonlar, takım veya sınıf düzeyinde değerlendirmeye alınmıştır.

Eklembacaklıların sınıflandırmasında, teşhis anahtarı olarak Dindal (1990)'ın (Soil Biology Guide), Moldenke ve diğ. (1988)'nin (Invertebrates of the HJ Andrews Experimental Forest), Meyer (1994)'in (Kwik-Key to Soil-Dwelling Invertebrates) ve Bei-Bienko ve diğ. (1967)'nin (Keys to Insects of the European USSR) kitapları kullanılmıştır.

3.2.6.3. Toprak Analizleri

Karbon ve azot analizleri, CN analiz cihazında (Leco Truspec 2000) kuru yakma metoduna göre belirlenmiştir. Azot oranı toplam azot (N_t) olarak tespit edilmiştir. Araştırma alanı toprakları $CaCO_3$ içermediği için, bulunan karbon değeri organik karbon (C_{org}) olarak belirlenmiştir.

Hacim Ağırlığı, hacim silindiriyle alınan toprak örnekleri önce $105^{\circ}C$ sıcaklıkta kurutulurken fırın kurusu ağırlıkları belirlenmiştir. Fırın kurusu ağırlıkların örnek hacmine oranıyla örnek hacim ağırlıkları g/l olarak bulunmuştur.

Tane çapı, Bouyoucos hidrometre yöntemine göre; toprak türlerinin belirlenmesi ise, uluslararası tane çapları üçgenine göre yapılmıştır (Bouyoucos, 1951; Gülçur, 1974).

Toprak reaksiyonu (pH), 1/2,5 oranında toprak/su oranında cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Jackson, 1979).

Toprak örneklerinde değiştirilebilir potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) tayini amonyum asetat metodu kullanılarak yapılmıştır (Chapman ve Pratt, 1961; Jackson, 1962; Kacar, 1994). Hazırlanan toprak çözeltilerinde, potasyum miktarı Jenway PFP 7 alev fotometresi, kalsiyum ve magnezyum miktarları ise Perkin-Elmer 3110 atomik absorpsiyon spektrometresi ile ölçülmüştür.

Yarayışlı fosfor (P) asit reaksiyonlu topraklarda değiştirilmiş “Bray ve Kurtz No. 1” yöntemine göre Spektronik 20D kolorimetre cihazında belirlenmiştir (Ülgen ve Ateşalp, 1972).

3.2.6.4. Ölü örtü analizleri

Ölü örtü miktarı, ölü örtü örnekleri $65^{\circ}C$ sıcaklıkta etüv içerisinde sabit ağırlığa kadar kurutulup tartılarak belirlenmiştir.

Karbon (C) ve azot (N_t), kuru yakma yöntemine göre, Leco Truspec CN elementer analiz cihazında tayin edilmiştir.

Ölü örtü reaksiyonu, 1/10 oranında ölü örtü/su oranında cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür (Jackson, 1979).

Fosfor tayini “vanadamolibdofosforik sarı renk metodu” ile Spektronik 20D kolorimetre cihazında belirlenmiştir (Kaçar ve İnal 2008).

Potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) Nitrik-perklorik asit ile yaş yakılan ölü örtü örneklerinde (Kacar ve İnal 2008) potasyum (K) Jenway PFP 7, alev fotometresi ile kalsiyum (Ca) ve magnezyum (Mg) miktarları ise Perkin-Elmer 3110 atomik absorpsiyon spektrometre ile ölçülmüştür.

3.2.7. Değerlendirme Yöntemi ve İstatistik

Örneklerden elde edilen eklembacaklı sayıları birey/m² olarak değerlendirmeye alınmıştır (Wiwatwitaya ve Takeda, 2005). İstatistiksel analizler SPSS istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır.

Ölçüm, sayım ve analizler yoluyla elde edilen veriler, mevsim ve yükselti basamakları için, ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Verilere ait ortalama değerler ile ortalamaların karşılaştırılmasına ait istatistikler Mevsim X Yükselti çapraz tabloları halinde sunulmuştur. Ortalamalara ait standart hata (Sh) değerleri ise grafikler üzerinde gösterilmiştir.

Verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesinde, değişkenler arasında korelasyon analizi yapılarak önemli ($P < 0,05$) ilişkiler belirlenmiştir. Mevsim, yükselti ve ortam bağımsız değişkenlerine bağlı değişim gösteren verilerin arasındaki farklar, varyans analizi ile belirlenmiş, anlamlı ($P < 0,05$) farklara Duncan testi uygulanmıştır. Eklembacaklıların hem mevsimlere ve yükseltilere dağılımlarının, hem de toprak ve ölü örtü özelliklerine göre değişimlerinin belirlenmesi için ordınasyon tekniğine dayalı (Canonical Correspondence Analysis = Kanonik Uyum Analizi) CCA kullanılmıştır (Lepš ve Šmilauer, 2003; Kavgacı ve diğ., 2008; Özkan ve diğ., 2010).

Ayrıca örnek alanlardan elde edilmiş toprak eklembacaklılarının biyolojik çeşitliliğini ortaya koymak için; Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') (Denklem 3.1) ve takson

sayısını ifade eden taksonomik zenginlik (S') (Magurran, 2004; Aslan, 2007; Gülsoy ve Özkan, 2008) kullanılmıştır.

Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H');

$$H' = -\sum p_i \ln(p_i) \quad (3.1)$$

Burada;

p_i : i'ninci türün birey sayısının toplam birey sayısına oranını,

$\ln$: doğal logaritma tabanını göstermektedir.

4. BULGULAR

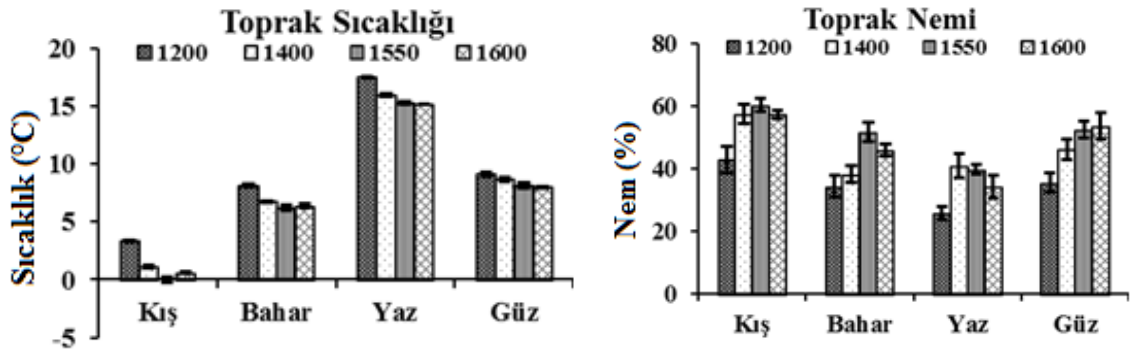
4.1. TOPRAK SICAKLIK VE NEMİ

Hem yükseltilere, hem de mevsimlere göre toprak sıcaklığı farkları istatistiksel açıdan anlamlı ($P<0,01$) bulunmuştur (Tablo 4.1). Yükseltiye bağlı değişimde ise sıcaklıklar, genel olarak yükselti artışı ile azalma eğilimindedir. Fakat 1600 metredeki en yüksek örnek alanlar, düz plato üzerinde yer aldığı için, bazen bu kuralın dışında kalmaktadır (Şekil 4.1). Yapılan korelasyon analizine göre, toprak sıcaklığı toprak nemi ve ölü örtü miktarı ile anlamlı ($P<0,01$) negatif ilişkilidir (EK 1).

Tablo 4.1: Toprak sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.

Yükselti (m)	Mevsim					
	Kış	Bahar	Yaz	Güz	Ort.	P
Ortalama toprak sıcaklığı (°C)						
1200	3,35 a D	8,12 b C	17,48 d C	9,10 c C	9,51	0,000
1400	1,10 a C	6,75 b B	15,95 d B	8,65 c B	8,11	0,000
1550	0,00 a A	6,20 b A	15,25 d A	8,15 c A	7,40	0,000
1600	0,60 a B	6,35 b A	15,15 d A	7,98 c A	7,52	0,000
Ort.	1,26	6,85	15,96	8,47	8,14	0,000
P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,509	
Ortalama toprak nemi (%)						
1200	42,8 b A	34,3 ab A	25,9 a A	35,5 b A	34,6	0,005
1400	57,5 b B	38,1 a AB	40,9 a B	46,1 a B	45,6	0,001
1550	60,2 b B	51,6 b C	39,8 a B	52,5 b B	51,0	0,001
1600	57,2 c B	46,0 b BC	34,2 a B	53,6 bc B	47,8	0,000
Ort.	54,4	42,5	35,2	46,9	44,8	0,000
P	0,006	0,004	0,001	0,001	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.1: Toprak sıcaklık ve neminin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

Toprak neminin ortalaması %44,8'dir. Ortalama toprak nemi toprak sıcaklığı ve kum oranı ile anlamlı ($P<0,01$) negatif ilişkili olmasına rağmen, kil oranı ve ölü örtü miktarı ile pozitif ilişkilidir (EK 3). Toprak nemi hem yükselti basamakları hem de mevsimler için yapılan karşılaştırmada farklılık göstermektedir. Doğal bir sonuç olarak en yüksek toprak nemi kış mevsiminde, en düşük ise yaz mevsiminde bulunmuştur (Şekil 4.1). Genel olarak yükselti arttıkça toprak nemi artmakla birlikte 1600 metre yükseltideki örnek alanlar güney bakılı olduğu için güz mevsimi dışındaki diğer mevsimlerde 1550 metredekinden daha az toprak nemine sahiptir. Fakat Duncan ayırım testinde bu farklar ayrı gruplar halinde yer almamıştır (Tablo 4.1).

4.2. ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİ

4.2.1. Ölü Örtü Özelliklerinin Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

4.2.1.1. Ölü Örtü Miktarı

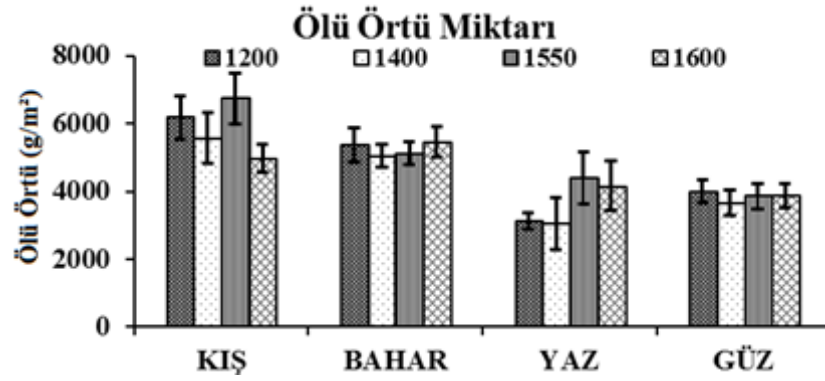
Örneklenen ölü örtüler yaprak, çürüntü ve humus tabakalarının tümünü içeren çürüntülü mul tipindedir. Örnek alanlardan toplanan ölü örtünün ortalama miktarı 4664 g/m^2 'dir. Ölü örtü miktarlarının yükseltiye bağlı değişimi karşılaştırıldığında incelenen her mevsimde yükselti basamakları ölü örtü miktarı bakımından fark göstermemektedir. Bununla birlikte, 1600 metre yükselti basamağı hariç diğer yükselti basamaklarında ölü örtü miktarı mevsimler arasında farklıdır (Tablo 4.2).

Tablo 4.2: Ölü örtü miktarının değişimi.

Ölü örtü miktarı (g/m^2)	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
	KIŞ	6183 a B	5585 a C	6749 a B	4968 a A	5871	0,211
	BAHAR	5369 a B	5055 a BC	5121 a AB	5467 a A	5253	0,948
	YAZ	3117 a A	3042 a A	4398 a A	4162 a A	3680	0,249
	GÜZ	3993 a A	3671 a AB	3864 a A	3871 a A	3850	0,938
	Ort.	4665	4338	5033	4617	4664	0,338
	P	0,001	0,018	0,014	0,135	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

Yükselti arasında en fazla ölü örtü miktarlarına güz ve bahar mevsimleri hariç 1550 metre yükselti basamağında rastlanmıştır. Mevsime bağlı değişim ise 1600 metre yükselti dışındaki tüm yükselti basamaklarında en yüksek ölü örtü miktarı kış mevsiminde tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Ölü örtü miktarı toprak sıcaklığıyla anlamlı ($P<0,01$) negatif ($r=-0,520$), toprak nemi ile de pozitif ($r=0,316$) ilişkilidir (EK 1).



Şekil 4.2: Ölü örtü miktarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

4.2.1.2. Ölü Örtü Reaksiyonu (pH)

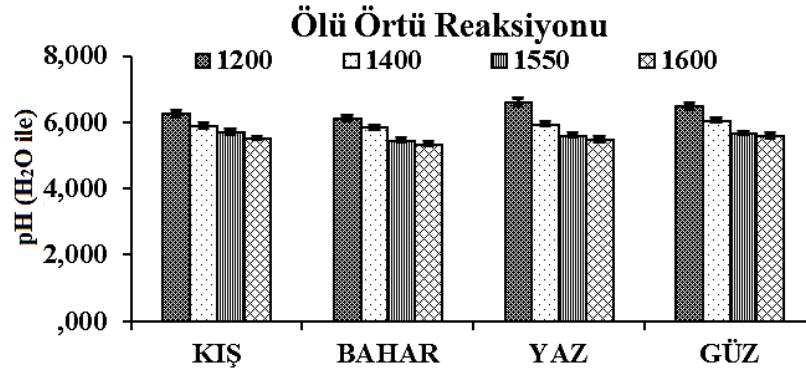
Ortalama ölü örtü pH değeri toprak sıcaklığı, Ca ve Mg oranı ile pozitif ilişkili olduğu halde, toprak nemi, C ve P oranlarıyla anlamlı ($P<0,05$) negatif ilişki göstermektedir (EK 1). Ölü örtü pH değerinin ortalaması 5,86 pH olarak bulunmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3: Ölü örtü reaksiyonunun değişimi.

pH (H ₂ O ile)	Mevsimler	Yükselti (m)				Ort.	P
		1200	1400	1550	1600		
	KIŞ	6,25 c AB	5,92 b A	5,70 ab B	5,52 a A	5,85	0,000
	BAHAR	6,13 c A	5,85 b A	5,47 a A	5,35 a A	5,70	0,000
	YAZ	6,62 c C	5,95 b A	5,62 a AB	5,48 a A	5,92	0,000
	GÜZ	6,48 c BC	6,07 b A	5,68 a B	5,62 a A	5,96	0,000
	Ort.	6,37	5,95	5,62	5,49	5,86	0,000
	P	0,008	0,182	0,041	0,060	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

Tüm mevsimlerde en yüksek ölü örtü reaksiyonu 1200 metre yükseltide ortalama 6,37 pH değerindedir. Genel olarak ölü örtü reaksiyonu asit ve hafif asit karakterdedir. Tüm mevsimlerde yükselti arttıkça ölü örtü pH değerinin düştüğü tespit edilmiştir. Yükseltiye bağlı olarak ölü örtü reaksiyonunun belirgin değişkenliği gözlenmektedir (Şekil 4.3). Farklı yükseltilerde mevsimsel değişim incelendiğinde 1400 ve 1600 metrede bir farklılık görülmezken, 1200 ve 1550 metre yükseltide fark belirlenmiştir. Genel olarak ölü örtü reaksiyonu sonbahar mevsiminde diğer mevsimlere nazaran daha yüksektir.



Şekil 4.3: Ölü örtü reaksiyonunun mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I=standart hata).

4.2.1.3. Azot (N_t)

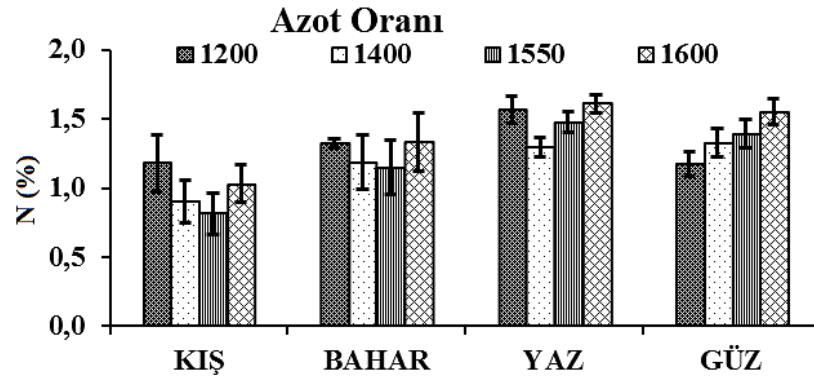
Ölü örtüde toplam azot oranı ortalama %1,27 olarak ölçülmüştür. Ölü örtü azot oranı toprak sıcaklığı, C, P ve Ca oranları ile pozitif, toprak nemi, ölü örtü miktarı ve Mg oranı ile negatif, anlamlı ($P<0,01$) ilişki göstermektedir (Ek 1).

Tablo 4.4: Ölü örtüde N_t oranları.

	Mevsimler	Yükselti (m)				Ort.	P
		1200	1400	1550	1600		
Toplam Azot (%N)	KİŞ	1,18 a A	0,90 a A	0,82 a A	1,03 a A	0,98	0,434
	BAHAR	1,32 a A	1,19 a A	1,15 a AB	1,34 a AB	1,25	0,824
	YAZ	1,57 a A	1,30 a A	1,48 a B	1,61 a B	1,49	0,075
	GÜZ	1,17 a A	1,32 a A	1,40 a B	1,55 a B	1,36	0,082
	Ort.	1,31	1,18	1,21	1,38	1,27	0,126
	P	0,115	0,143	0,014	0,030	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

Şekil 4.4'deki N oranının mevsim ve yükseltiye bağlı dağılımını gösteren grafik incelendiğinde; N oranı kıştan yazı doğru artış gösterirken, güz mevsiminde düşüş eğilimine girdiği görülmektedir. Tüm mevsimlerde ölü örtü N oranı yükseltiye bağlı farklılık göstermemektedir. Bununla birlikte 1400 metreden sonraki yükseltilerde mevsimlere bağlı değişim ortaya çıkarken en alt iki yükseklik kademesinde (1200 ve 1400 m) ölü örtü N oranı mevsimlere bağlı fark göstermemektedir. Genel olarak en yüksek yükseltide (1600 m) ve yaz mevsiminde en fazla N oranları belirlenmiştir (Tablo 4.4).



Şekil 4.4: Ölü örtüde N oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

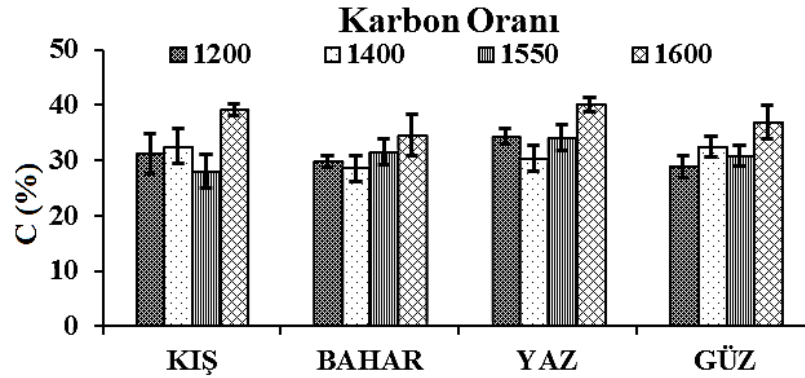
4.2.1.4. Karbon (C)

Ölü örtü C oranı ortalaması % 32,72 olarak bulunmuştur (Tablo 4.5). Ölü örtü C oranı, pH değeri, Mg oranı ve ölü örtü miktarı ile negatif, N, P, K ve Ca oranları ile anlamlı ($P < 0,01$) pozitif ilişkilidir (EK 1). Her yükselti basamağındaki ölü örtü C oranında mevsimsel değişim ortaya çıkmamıştır (Tablo 4.5). Yine de yaz mevsimi genel itibarıyla nispeten daha yüksek orana sahiptir. Ayrıca, 1600 metre yükseltideki ölü örtünün C oranı, diğer yükseltilerdeki C oranlarından %40 daha yüksektir (Şekil 4.5).

Tablo 4.5: Ölü örtüde C oranları.

Karbon (%C)	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
Karbon (%C)	KIŞ	31,27 a A	32,57 a A	28,02 a A	39,12 a A	32,74	0,050
	BAHAR	29,76 a A	28,60 a A	31,53 a A	34,62 a A	31,13	0,509
	YAZ	34,43 a A	30,33 a A	34,18 a A	40,14 b A	34,77	0,010
	GÜZ	28,83 a A	32,48 a A	30,79 a A	36,90 a A	32,25	0,115
	Ort.	31,07	31,00	31,13	37,70	32,72	0,000
	P	0,335	0,667	0,374	0,443	0,211	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.5: Ölü örtüde C oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

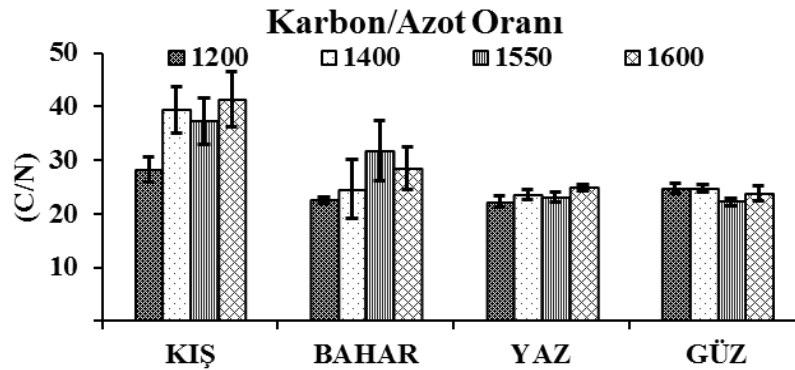
4.2.1.5. Karbon/Azot (C/N) Oranı

Her mevsimde de yükseltiiler arasındaki C/N oranlarında farklılık tespit edilmemiştir. Buna karşılık, her yükselti basamağında da ölü örtü C/N oranları mevsimsel olarak farklıdır. C/N oranı kış mevsiminde diğer mevsimlere nazaran daha yüksek orandadır (Tablo 4.6). Ölü örtü ortalama C/N oranı 27,68 olarak bulunmuştur. Ölü örtü C/N oranı toprak sıcaklığı, N ve Ca ile anlamlı ($P<0,01$) negatif ($r= -0,549$) ilişkili iken, toprak nemi ve ölü örtü miktarı ile anlamlı ($P<0,01$) pozitif ilişki tespit edilmiştir (EK 1). Şekil 4.6'deki C/N oranının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimini gösteren grafik incelendiğinde; C/N oranının kış mevsiminden yaza doğru azaldığı görülmektedir.

Tablo 4.6: Ölü örtü C/N oranları.

C/N	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
C/N	KIŞ	28,18 a B	39,41 a B	37,30 a B	41,36 a B	36,56	0,162
	BAHAR	22,53 a A	24,59 a A	31,79 a AB	28,44 a A	26,84	0,280
	YAZ	22,22 a A	23,51 a A	23,11 a A	24,97 a A	23,45	0,177
	GÜZ	24,74 a AB	24,75 a A	22,28 a A	23,77 a A	23,88	0,299
	Ort.	24,42	28,07	28,62	29,63	27,68	0,059
	P	0,026	0,000	0,020	0,005	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.6: Ölü örtü C/N oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

4.2.1.6. Fosfor (P)

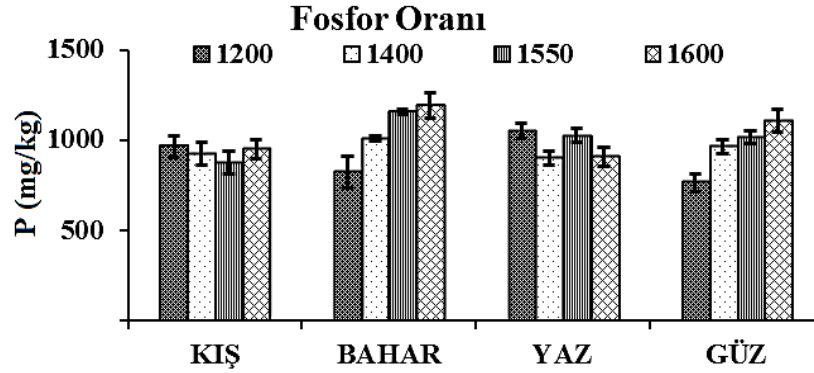
Ölü örtüde P oranı ortalama 978 mg/kg'dır. Ölü örtü P oranı C ve N ile anlamlı ($P<0,01$) pozitif korelasyon ($r>0,303$) göstermekle birlikte, pH değeri ile negatif ilişkilidir (EK 1). Bahar ve güz mevsimlerinde yükseltiiler arasında farklılıklar görülmekle beraber, yaz ve kış mevsimlerinde ölü örtü P oranları yükseltiiler arasında farklılık göstermemektedir. Farklılık görülen mevsimlerde P oranında, yükselti ile doğrusal değişen belirgin eğilim vardır (Tablo 4.7). Yükselti basamakları arasında 1400

metre yükselti basamağı hariç, diğer tüm yükselti basamaklarında mevsimsel değişim farklı olup, genel olarak bahar mevsiminde yüksek P oranları belirlenmekle beraber, mevsimler arasında belirgin bir eğilim yoktur (Şekil 4.7).

Tablo 4.7: Ölü örtüde P oranları.

Fosfor (P) (mg/kg)	Mevsimler	Yükselti (m)				Ort.	P
		1200	1400	1550	1600		
	KIŞ	967 a BC	925 a A	875 a A	950 a AB	929	0,701
	BAHAR	825 a AB	1008 ab A	1158 b C	1192 b C	1046	0,004
	YAZ	1050 a C	900 a A	1025 a B	908 a A	971	0,227
	GÜZ	767 a A	967 ab A	1017 b B	1108 b BC	965	0,033
	Ort.	902	950	1019	1040	978	0,016
	P	0,017	0,843	0,002	0,010	0,096	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.7: Ölü örtüde P oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

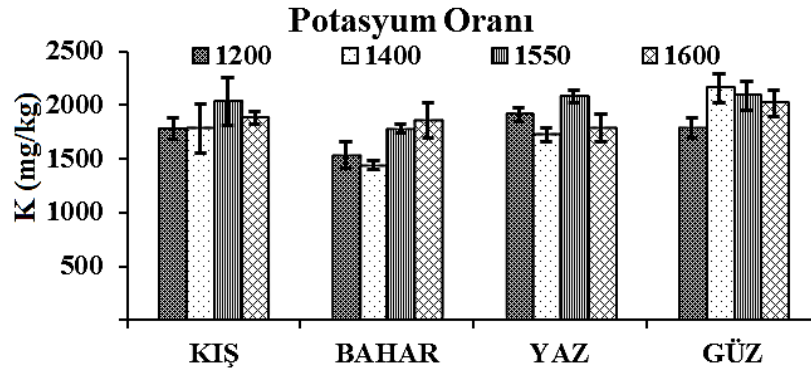
4.2.1.7. Potasyum (K)

Ortalama değerlere göre yapılan korelasyon analizinde ölü örtü K oranı, C oranı ile pozitif ($r=0,254$) anlamlı ($P<0,05$) ilişkilidir (EK 1). Tablo 4.8 ve Şekil 4.8’de görüldüğü üzere ölü örtüde K oranının ortalaması 1853 mg/kg’dır. Farklı yükselti basamakları için ölü örtü K oranının mevsimsel değişimi farklılık göstermemekte, yükselti basamaklarındaki değişim ise sadece bahar mevsiminde önemlidir ($P=0,048$).

Tablo 4.8: Ölü örtüde K oranları.

Potasyum (K) (mg/kg)	Mevsimler	Yükselti (m)				Ort.	P
		1200	1400	1550	1600		
	KIŞ	1783 a A	1785 a A	2034 a A	1879 a A	1870	0,544
	BAHAR	1534 ab A	1438 a A	1780 ab A	1857 b A	1652	0,048
	YAZ	1913 a A	1724 a A	2082 a A	1788 a A	1876	0,107
	GÜZ	1791 a A	2155 a A	2088 a A	2018 a A	2013	0,569
	Ort.	1755	1776	1996	1885	1853	0,064
	P	0,074	0,090	0,356	0,620	0,006	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.8: Ölü örtüde K oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

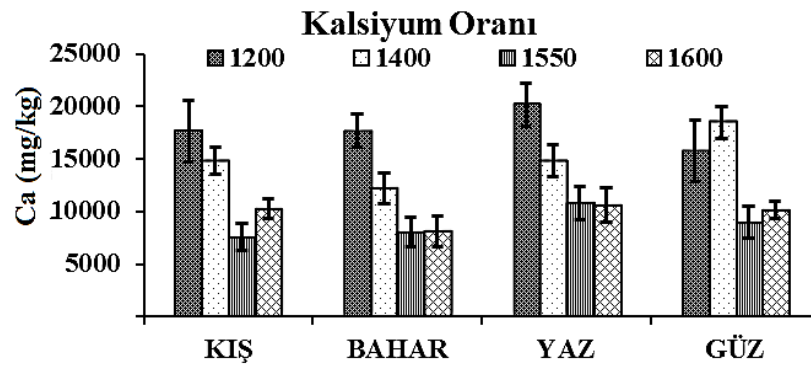
4.2.1.8. Kalsiyum (Ca)

Ölü örtüde Ca oranının ortalaması 12888 mg/kg olup, tüm yükseltelerde, mevsimsel farklılık bulunmamıştır. Fakat her mevsimde yükselti basamakları arasında farklılık olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.9). Genelde alt yükseltelerde (1200 ve 1400 m) Ca oranları üst yükseltelere (1550 ve 1600 m) nazaran yaklaşık iki kat daha fazladır (Şekil 4.9). Ölü örtü Ca oranı toprak nemi, ölü örtü miktarı ve C/N oranı ile önemli ($P<0,05$) negatif, pH, N, C ve Mg oranları ile pozitif ilişki göstermektedir (EK 1).

Tablo 4.9: Ölü örtüde Ca oranları.

	Mevsimler	Yükselti (m)				Ort.	P
		1200	1400	1550	1600		
Kalsiyum (Ca) (mg/kg)	KIŞ	17684 c A	14855 bc A	7555 a A	10259 ab A	12588	0,014
	BAHAR	17659 b A	12197 a A	8033 a A	8113 a A	11501	0,002
	YAZ	20178 b A	14843 ab A	10825 a A	10587 a A	14108	0,004
	GÜZ	15748 ab A	18510 b A	8990 a A	10179 a A	13357	0,037
	Ort.	17817	15101	8851	9785	12888	0,000
	P	0,653	0,437	0,422	0,504	0,322	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.9: Ölü örtüde Ca oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

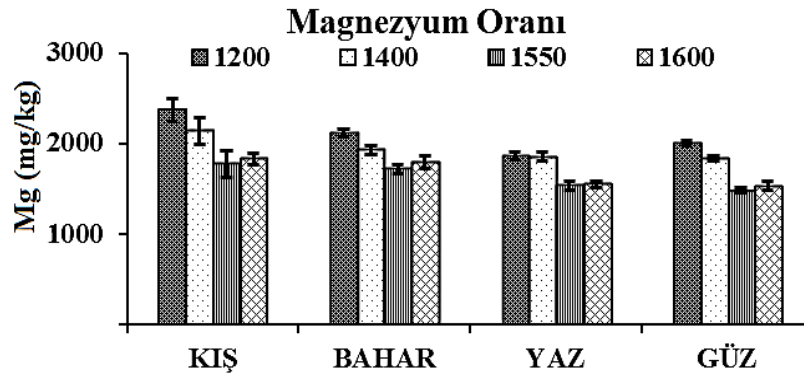
4.2.1.9. Magnezyum (Mg)

Kış mevsimi, diğer mevsimlere kıyasla en yüksek ölü örtü Mg oranına sahiptir (Şekil 4.10). Fakat sadece 1200 ve 1600 metre yükseltilerde mevsimsel değişimler farklılık göstermektedir. Buna karşılık, her mevsimde yükseltiler arasındaki fark önemli ($P<0,01$) olup, genel olarak 1200 ve 1400 metrelerde daha yüksek değerler tespit edilmiştir. Ölü örtüde Mg oranı ortalama 1833 mg/kg'dır (Tablo 4.10). Ölü örtünün ortalama Mg oranı; toprak sıcaklığı, N ve C oranları ile anlamlı ($P<0,05$) negatif ilişkili iken pH ve Ca ile pozitif ilişkilidir (EK 1).

Tablo 4.10: Ölü örtüde Mg oranları.

Magnezyum (Mg) (mg/kg)	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
	KIŞ	2371 b C	2138 ab A	1777 a A	1830 a B	2029	0,007
	BAHAR	2120 b B	1928 ab A	1718 a A	1798 a B	1891	0,006
	YAZ	1864 b A	1855 b A	1536 a A	1549 a A	1701	0,001
	GÜZ	2005 b AB	1833 b A	1483 a A	1530 a A	1713	0,000
	Ort.	2090	1938	1628	1677	1833	0,000
	P	0,001	0,292	0,060	0,001	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.10: Ölü örtüde Mg oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

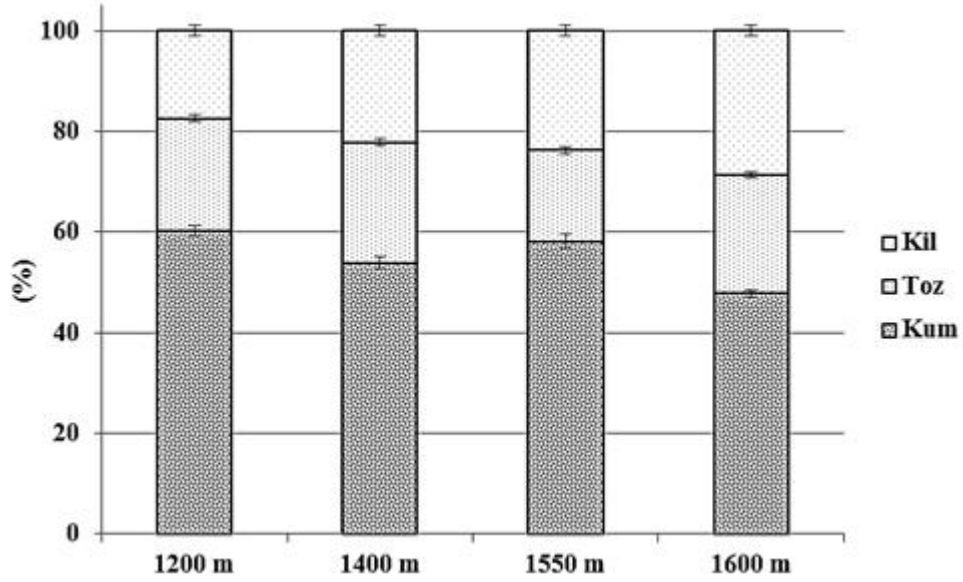
4.2.2. Toprak Özelliklerinin Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

4.2.2.1. Toprak Tane Çapları (kum, toz ve kil oranları)

Örnek alanlardan örneklenen toprakların ortalama kum, toz ve kil oranları sırası ile %55, %22 ve %23 olup, kum toz ve kil oranlarının yükseltiye bağlı olarak farklılık ($P=0,000$) göstermektedir (Tablo 4.11). Toprak örnekleri içerisindeki kil miktarlarının 1200 metreden 1600 metre yükseltiye kadar, yaklaşık %55'lik bir artış göstermektedir (Şekil 4.11).

Tablo 4.11: Toprak tane çaplarının yükseltiye bağlı değişimi.

Yükselti (m)	1200	1400	1550	1600	Ortalama	P
Kum (%)	60c	54b	58c	48a	55	0,000
Toz (%)	22b	24b	18a	24b	22	0,000
Kil (%)	18a	22b	24b	28c	23	0,000

**Şekil 4.11:** Toprak tane çaplarının yükselti basamaklarına göre değişimi (I =standart hata).

4.2.2.2. Toprak Hacim Ağırlığı

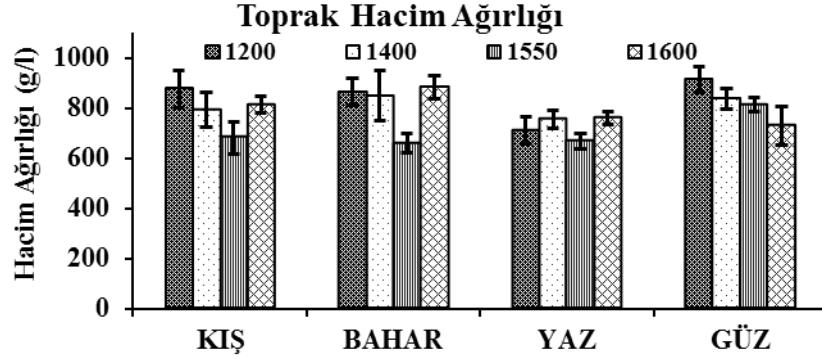
Toprakların hacim ağırlığı ortalaması 788 g/l olarak bulunmuştur (Tablo 4.12). Hiçbir yükseltelerde mevsimler arasında farklılık olmadığı gibi hiçbir mevsimde de yükseltiiler arasında farklılık bulunmamıştır. Genel ortalamalar üzerinden değerlendirildiğinde ise 1550 m yükselti diğerlerinden farklı ($P=0,009$) tespit edilmiştir (Şekil 4.12). 1200 m yükseltide hacim ağırlığı en fazla, 1550 m de ise en az olup, aralarında yaklaşık %20 fark vardır.

Tablo 4.12: Toprakların hacim ağırlığlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.

	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
Toprak Hacim Ağırlığı (g/l)	KIş	877 a A	793 a A	683 a A	815 a A	792	0,201
	BAHAR	864 a A	849 a A	659 a A	884 a A	814	0,074
	YAZ	711 a A	754 a A	668 a A	762 a A	724	0,317
	GÖZ	914 a A	839 a A	813 a A	729 a A	824	0,133
	Ort.	842	809	706	798	788	0,009
	P	0,111	0,733	0,063	0,169	0,074	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

Toprakların hacim ağırlığı, toz oranı ile pozitif; toprak nemi, kum, N, C, C/N, Ca ve Mg oranları ile negatif ilişkilidir (EK 3).



Şekil 4.12: Hacim ağırlıklarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

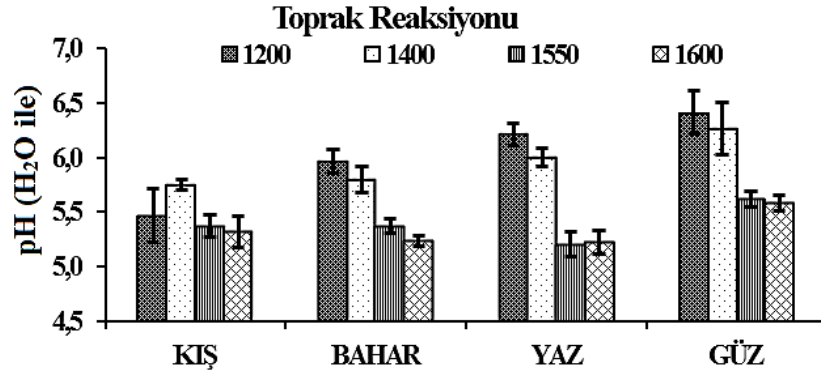
4.2.2.3. Toprak Reaksiyonu (pH)

Ortalama toprak reaksiyonu 5,67 pH olup, toprağın toz oranı ve toprak katyonları ile pozitif, kil oranı ve ölü örtü miktarı ile önemli ($P < 0,01$) negatif ilişki göstermektedir (EK 3). Buna ek olarak, pH değerinin yükselti ile ters orantılı ve kıştan güze doğru mevsimler boyunca da artış eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 4.13). 1200 ve 1550 metre yükseltilerde toprak reaksiyonu mevsimler arasında farklılık göstermekle birlikte, kış mevsimi dışındaki tüm mevsimlerde toprak reaksiyonu yükselti basamakları arasında farklıdır (Tablo 4.13).

Tablo 4.13: Toprak reaksiyonu (pH).

	Mevsimler	Yükselti (m)				Ort.	P
		1200	1400	1550	1600		
pH (H ₂ O ile)	KIŞ	5,47 a A	5,75 a A	5,37 a AB	5,32 a A	5,48	0,236
	BAHAR	5,97 b AB	5,80 b A	5,37 a AB	5,23 a A	5,59	0,000
	YAZ	6,22 b B	6,00 b A	5,20 a A	5,22 a A	5,66	0,000
	GÜZ	6,42 b B	6,27 b A	5,62 a B	5,58 a A	5,97	0,002
	Ort.	6,02	5,95	5,39	5,34	5,67	0,000
	P	0,006	0,070	0,033	0,064	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.13: Toprak reaksiyonunun (pH) mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I=standart hata).

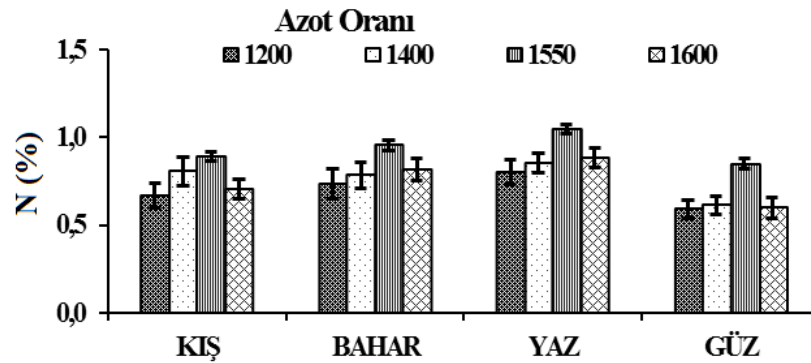
4.2.2.4. Azot (N_t)

Şekil 4.14'deki toprak toplam azot oranının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimini gösteren grafik incelendiğinde; N oranı kıştan yaz doğru artış gösterirken, güz mevsiminde düşüş eğilimine girdiği görülmektedir. Toprakta N oranının ortalama değeri %0,79 bulunmuştur ve C, K, Ca, Mg, toprak nemi ve kum oranı ile pozitif, toz oranı ile negatif ilişkilidir (EK 3).

Tablo 4.14: Toprakta N_t oranları.

	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
N_t (%)	KİŞ	0,67 a A	0,81 a A	0,89 a AB	0,71 a AB	0,77	0,075
	BAHAR	0,73 a A	0,78 a A	0,96 a B	0,82 a B	0,82	0,147
	YAZ	0,80 a A	0,85 a A	1,05 b C	0,89 a B	0,90	0,026
	GÜZ	0,59 a A	0,61 a A	0,85 b A	0,60 a A	0,66	0,004
	Ort.	0,70	0,76	0,94	0,75	0,79	0,000
	P	0,209	0,102	0,000	0,014	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.14: Toprakta N_t oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I=standart hata).

Yükselti farklılıklarından kaynaklanan değişimler, yaz ve güz mevsimlerinde gözlenmiştir. Güz mevsiminde ortalama değer %0,66, yaz mevsiminde ise %0,90 olup,

en düşük ve en yüksek değerleri göstermektedirler. 1550 ve 1600 metre yükseltilerde ise mevsimsel farklar önemlidir ($P<0,05$), bu yükseltilerde en yüksek toprak N oranı yaz mevsiminde bulunmuştur (Tablo 4.14).

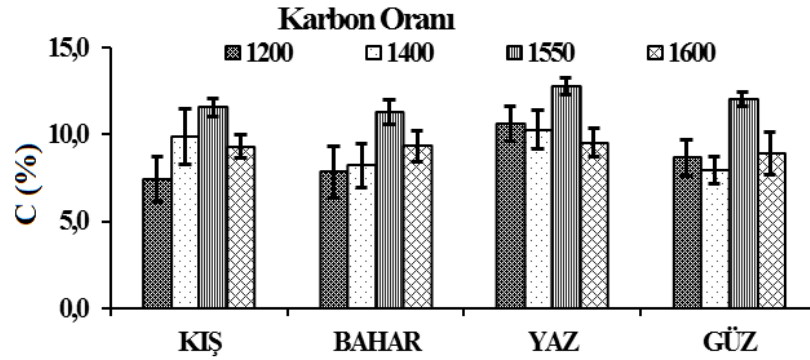
4.2.2.5. Organik Karbon (C)

Toprak C oranı bakımından sadece güz mevsiminde, önemli ($P=0,023$) yükselti farkları belirlenmiştir. Diğer mevsimlerde yükseltiler arasında farklılık bulunmamakla birlikte, her yükselti basamağında mevsimler arasında da farklılık yoktur (Şekil 4.15). Tüm mevsimlerde yükselti basamakları arasında en yüksek ortalama oran (%11,91) 1550 metre yükseltide bulunmuştur. C oranının ortalaması %9,72'dir (Tablo 4.15). Toprak C oranı diğer toprak özelliklerinden toz oranı ile negatif, toprak nemi, kum oranı, N, K, Ca ve Mg ile ise pozitif ilişkilidir (EK 3).

Tablo 4.15: Toprakta organik C oranları.

Organik Karbon (%C)	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
Organik Karbon (%C)	KIŞ	7,40 a A	9,90 a A	11,56 a A	9,29 a A	9,54	0,099
	BAHAR	7,83 a A	8,20 a A	11,30 a A	9,31 a A	9,16	0,160
	YAZ	10,65 a A	10,27 a A	12,77 a A	9,53 a A	10,8	0,090
	GÜZ	8,67 a A	7,94 a A	12,01 b A	8,90 a A	9,38	0,023
	Ort.	8,64	9,08	11,91	9,26	9,72	0,000
	P	0,279	0,442	0,252	0,970	0,104	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.15: Toprakta C oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

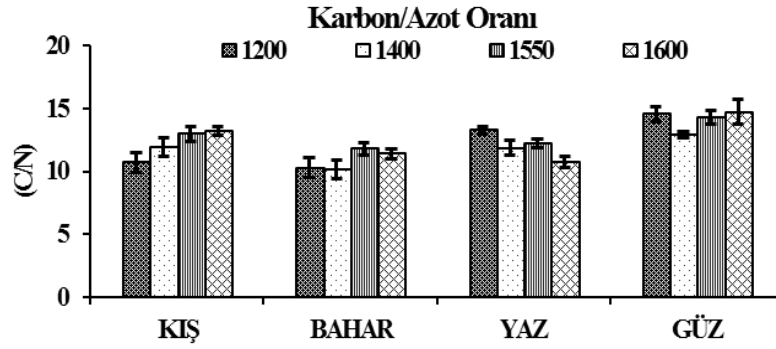
4.2.2.6. Karbon/Azot (C/N) Oranı

Toprak C/N oranı ortalama 12,30'dur. Tüm yükseltilerde mevsimler arasında farklılıklar tespit edilmiştir (Şekil 4.15). Fakat sadece yaz mevsiminde yükseltiler arasında toprak C/N oranları bakımından önemli ($P=0,006$) fark görülmektedir (Tablo 4.16).

Tablo 4.16: Toprakta C/N oranları.

C/N	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
	KIŞ	10,70 a A	11,94 a AB	12,96 a AB	13,21 a B	12,20	0,053
	BAHAR	10,28 a A	10,12 a A	11,79 a A	11,38 a A	10,89	0,189
	YAZ	13,26 c B	11,83 ab AB	12,19 bc A	10,73 a A	12,00	0,006
	GÜZ	14,58 a B	12,9 a B	14,27 a B	14,71 a B	14,11	0,202
	Ort.	12,20	11,70	12,80	12,51	12,30	0,064
	P	0,000	0,039	0,008	0,001	0,000	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

**Şekil 4.16:** Toprakta C/N oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

4.2.2.7. Yarayırlı Fosfor (P)

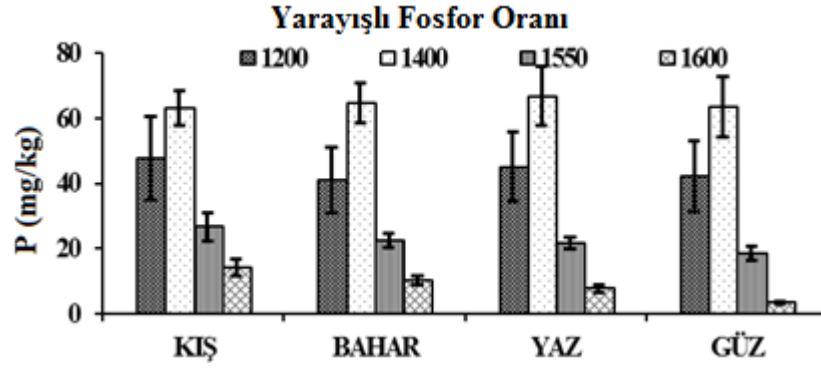
Toprakta yarayırlı P oranı tüm mevsimlerde yükselti arasında farklılık göstermektedir (Tablo 4.17). Yükselti basamakları içerisinde 1400 metre her mevsimde en yüksek toprak P oranına sahip yükseltidir (Şekil 4.17).

Tablo 4.17: Toprakta yarayırlı P oranları.

Yarayırlı Fosfor (P) (mg/kg)	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
	KIŞ	47,7 bc A	63,2 c A	26,7 ab A	14,2 a C	37,9	0,001
	BAHAR	40,9 b A	64,6 b A	22,6 a A	10,3 a BC	34,6	0,000
	YAZ	45,0 b A	66,8 c A	21,6 a A	7,6 a AB	35,2	0,000
	GÜZ	42,2 b A	63,6 b A	18,4 a A	3,5 a A	31,9	0,000
	Ort.	43,9	64,5	22,3	8,9	34,9	0,000
	P	0,974	0,987	0,254	0,001	0,684	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

Mevsimler arasında ise sadece 1600 metre yükseltide önemli ($P=0,001$) fark ortaya çıkmıştır. Toprakta fosforun ortalama oranı 34,9 mg/kg'dır. Toprak P oranları kil oranı ile negatif ($r = -0,504$), kum oranı, pH değeri, Ca ve Mg ile önemli ($P<0,01$) pozitif ilişki göstermektedir (EK 3).



Şekil 4.17: Toprakta değiştirilebilir P oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

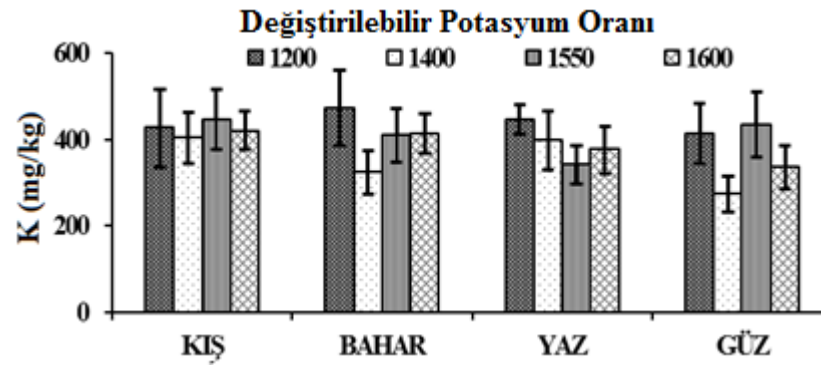
4.2.2.8. Değiştirilebilir Potasyum (K)

Toprakta değiştirilebilir K oranının ortalaması 396 mg/kg'dır (Tablo 4.18). Ortalama değerler bakımından toprakta K oranı pH, N, C, Ca ve Mg ile korelasyon göstermektedir (EK 3). Her mevsimde toprakta K oranının yükseltiye bağlı değişimi, her yükselti basamağında da mevsimsel değişim farklılık göstermemiştir (Şekil 4.18).

Tablo 4.18: Toprakta değiştirilebilir K oranları.

	Mevsimler	Yükselti (m)				Ort.	P
		1200	1400	1550	1600		
Değiştirilebilir Potasyum (K) (mg/kg)	KİŞ	427 a A	404 a A	447 a A	421 a A	424	0,975
	BAHAR	473 a A	324 a A	410 a A	414 a A	405	0,427
	YAZ	447 a A	398 a A	341 a A	377 a A	391	0,555
	GÜZ	414 a A	274 a A	435 a A	336 a A	365	0,252
	Ort.	440	348	408	387	396	0,211
	P	0,945	0,312	0,652	0,604	0,565	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.18: Toprakta değiştirilebilir K oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

4.2.2.9. Değiştirilebilir Kalsiyum (Ca)

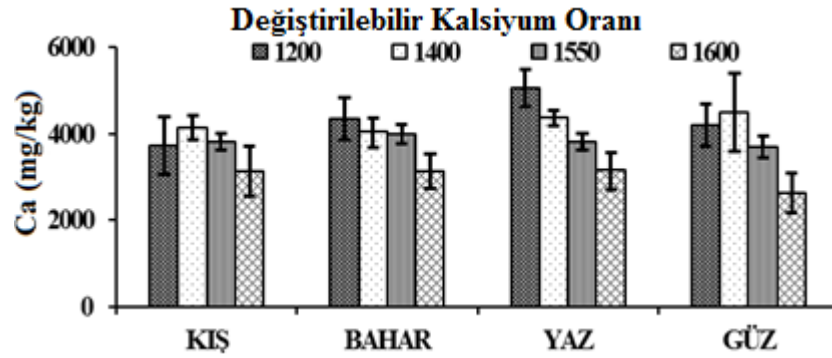
Toprakta değiştirilebilir Ca oranının ortalaması 3856 mg/kg'dır. Sadece yaz mevsiminde yükselti basamakları arasındaki toprak Ca oranı önemli ($P = 0,004$).

farklıyken, her yükselti basamağında mevsimsel değişim fark göstermemiştir (Tablo 4.19). Ortalama toprak Ca oranı kil oranı ile negatif ($r = -0,423$), kum oranı, pH ve diğer besin elementleri ile önemli ($P < 0,01$) pozitif ilişkilidir (EK 3). Tüm mevsimlerde genel olarak yükseklik arttıkça toprak Ca oranı azalma eğilimindedir (Şekil 4.19).

Tablo 4.19: Toprakta değiştirilebilir Ca oranları.

Değiştirilebilir Kalsiyum (Ca) (mg/kg)	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
	KIŞ	3717 a A	4131 a A	3822 a A	3133 a A	3701	0,513
	BAHAR	4346 a A	4035 a A	3985 a A	3129 a A	3874	0,158
	YAZ	5064 c A	4358 bc A	3822 ab A	3146 a A	4097	0,004
	GÜZ	4200 a A	4489 a A	3693 a A	2632 a A	3753	0,146
	Ort.	4332	4253	3830	3010	3856	0,000
	P	0,358	0,920	0,820	0,061	0,604	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.



Şekil 4.19: Toprakta değiştirilebilir Ca oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

4.2.2.10. Değiştirilebilir Magnezyum (Mg)

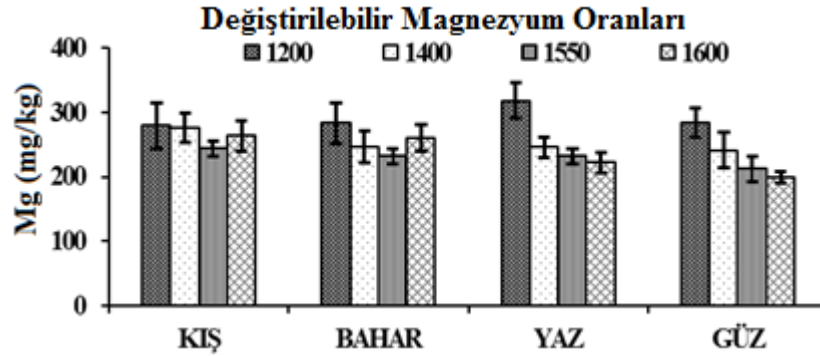
Yükselti basamaklarındaki ortalama Mg oranları 230 mg/kg (1550 m) ile 291 mg/kg (1200 m) arasında değişmekle beraber her yükseltide, mevsimsel farklılıklar bulunmamıştır (Tablo 4.20).

Tablo 4.20: Toprakta değiştirilebilir Mg oranları.

Değiştirilebilir Magnezyum (Mg) (mg/kg)	Mevsimler	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	P
	KIŞ	279 a A	275 a A	244 a A	263 a A	265	0,752
	BAHAR	283 a A	246 a A	232 a A	261 a A	255	0,463
	YAZ	318 b A	245 a A	232 a A	222 a A	254	0,007
	GÜZ	284 b A	241 ab A	212 a A	199 a A	234	0,038
	Ort.	291	252	230	236	252	0,001
	P	0,772	0,708	0,443	0,061	0,239	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.

Toprakta değiştirilebilir Mg oranları genel olarak fazla değişkenlik göstermeyen bir eğilimdedir (şekil 4.20). Güz ve yaz mevsiminde yükselti arasındaki farklar ($P < 0,01$) önemlidir. Toprakta Mg oranı ortalaması 252 mg/kg'dır ve kil oranı ile negatif ($r = -0,371$), kum oranı, pH ve diğer besin elementleri ile önemli ($P < 0,01$) pozitif ilişkilidir (EK 3).



şekil 4.20: Toprakta değiştirilebilir Mg oranlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

4.3. GÖKNAR EKOSİSTEMİNDEKİ TOPRAK EKLEMBACAKLILARI

Çalışma alanındaki göknar ekosisteminde, araştırma boyunca, 336 örnekten toplam 74539 adet mikro ve makro toprak eklembacaklısı elde edilmiştir. Bu eklembacaklıların 6 sınıf ve 28 takıma ait 90 farklı taksondan oluştuğu belirlenmiştir. Az sayıda ve nadir bulunan taksonlar bağlı bulundukları sınıf veya takım adı altında birleştirilerek ifade edilmişlerdir. Akar (Acarina) taksonları da alttakım seviyesinde değerlendirmeye alınmıştır (Tablo 4.21).

Bu taksonların miktarları, yıl içerisinde mevsim ve yükselti basamaklarına göre farklılıklar göstermiştir. Eklembacaklıların metrekaresindeki ortalama birey sayısı; toprakta 90116, ölü örtüde 167716 ve orman zemini üzerinde 4437 olmak üzere toplam 262269 olarak tespit edilmiştir. Eklembacaklıların farklı ortamlardaki (ölü örtü, toprak ve orman zemini) miktarlarının yükselti ve mevsime bağlı değişimi ile birlikte, ölü örtü ve toprak özellikleriyle ilişkileri de araştırılmıştır.

Tablo 4.21: Eklembacaklıların Sınıflandırması

Âlem	Şube	Alt şubeler	Sınıflar	Alt Sınıflar	Takım/Alttakım	Familyalar	Kod	Adı	Beslenme tipi
Animalia	Arthropoda	Chelicerata	Arachnida	-	Araneae	-	Aran	Örümcekler	Yırtıcı
				-	Opiliones	-	Opil	Otbiçerler	Yırtıcı
				-	Pseudoscorpionida	-	Pseu	Yalancı akrepler	Yırtıcı
				Acarina	Mesostigmata	8 takson-	Meso	Akarlar	Yırtıcı
					Oribatida	28 takson-	Orib	Kabuklu akarlar	Çürükçül
					Astigmata	4 takson	Asti	Akarlar	Çürükçül
					Prostigmata	14 takson	Pros	Akarlar	Yırtıcı
		Myriapoda	Chilopoda	-	Lithobiomorpha		Chil	Çıyanlar	Yırtıcı
					Scolopendromorpha				Yırtıcı
					Geophilomorpha				Yırtıcı
			Diplopoda	-	Chordeumatida		Dipl	Kırkayaklar	Çürükçül
					Julida				Çürükçül
					Polyxenida				Çürükçül
					Glomerida				Çürükçül
					Polydesmida				Çürükçül
			Symphyla	-	Symphyla	-	Symp	Yumuşak kırkayak	Hepçil
			Pauropoda	-	Pauropoda	-	Paur	Çatal antenli kırkayaklar	Çürükçül

Tablo 4.21 (Devam):

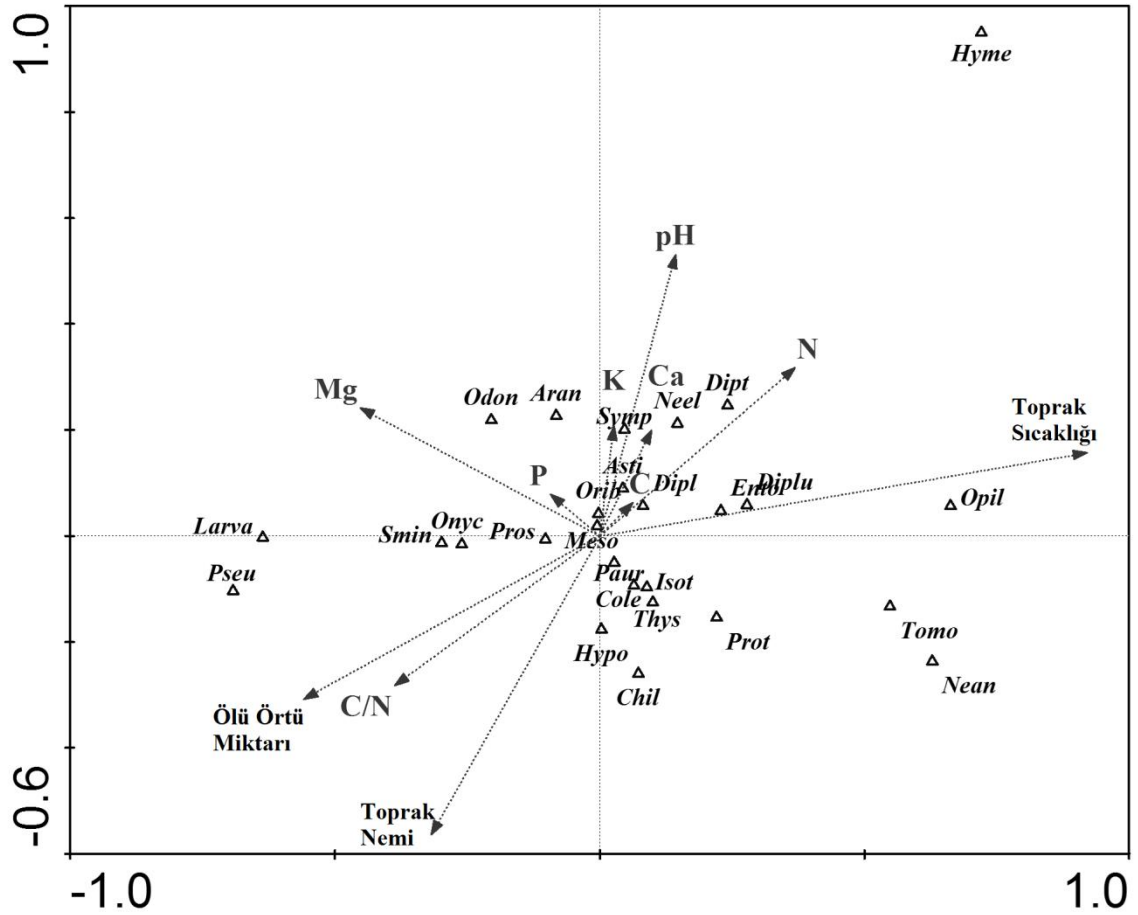
Âlem	Şube	Alt şubeler	Sınıflar	Alt Sınıflar	Takım/Alttakım	Familyalar	Kod	Adı	Beslenme tipi
Animalia	Arthropoda	Hexapoda	Ectognatha	Pterygota	Diptera	Muscidae	Dipt	Karasinekler	Hepçil
						Phoridae		Kambursinekler	Hepçil
						Tipulidae		Çayır sivrisinekleri	Hepçil
						Psychodidae		Güve sinekleri	Hepçil
					Coleoptera	Carabidae	Cole	Koşucu böcekler	Yırtıcı
						Staphylinidae		Cepkenli böcekler	Yırtıcı
					Hymenoptera	Formicidae	Hyme	Karıncalar	Yırtıcı
						Ichneumonidae		Parazit arılar	Yırtıcı
					Thysanoptera	-	Thys	Kirpikkanatlılar	Çürükçül
					Larva	-	Larva	Böcek larvası	Hepçil
			Entognatha	Collembola	Poduromorpha	Neanuridae	Nean	Kuyrukla sıçrayanlar	Çürükçül
						Onychiuridae	Onyc		Çürükçül
						Hypogastruridae	Hypo		Çürükçül
						Odontellidae	Odon		Çürükçül
					Entomobryomorpha	Entomobryidae	Ento		Çürükçül
						Isotomidae	Isot		Çürükçül
						Tomoceridae	Tomo		Çürükçül
					Neelipleona	Neelidae	Neel		Çürükçül
					Symphyleona	Sminthuridae	Smin		Çürükçül
				-	Diplura	Japygidae	Diplu	Çatalkuyruklular	Hepçil
						Projapygidae			Hepçil
						Campodeidae			Hepçil
					Protura	-	Prot	Duyargabacıklılar	Çürükçül

4.3.1. Ölü Örtüdeki Eklembacaklıların Değişimi

4.3.1.1. Eklembacaklıların Ölü Örtü Özellikleri ile İlişkisi

Ölü örtü özellikleri ile eklembacaklıların korelasyonunu gösteren (EK 1) ve Şekil 4.21'teki CCA grafiğinden yararlanılarak, eklembacaklı taksonlarının ölü örtünün bazı özellikleri ile ilişkileri belirlenmiştir.

Ölü örtü miktarı ile Prostigmata, böcek larvası, Onychiuridae, Hypogastruridae ve Sminthuridae taksonları pozitif, Tomoceridae ve Neelidae taksonları negatif ilişkilidir. Toprak sıcaklığı ile Entomobryidae, Tomoceridae ve Diplura taksonlarının miktarı pozitif; Pseudoscorpionida, Prostigmata, böcek larvası, Onychiuridae ve Sminthuridae taksonlarının miktarları ile negatif ilişki göstermiştir. Toprak nemi, Onychiuridae ve böcek larvalarının miktarı ile pozitif; Entomobryidae ve Diplura taksonlarının miktarları ile negatif ilişkilidir (EK 1).



Şekil 4.21: Eklembacaklıların ölü örtü özellikleri ile ilişkisine ait CCA grafiği.

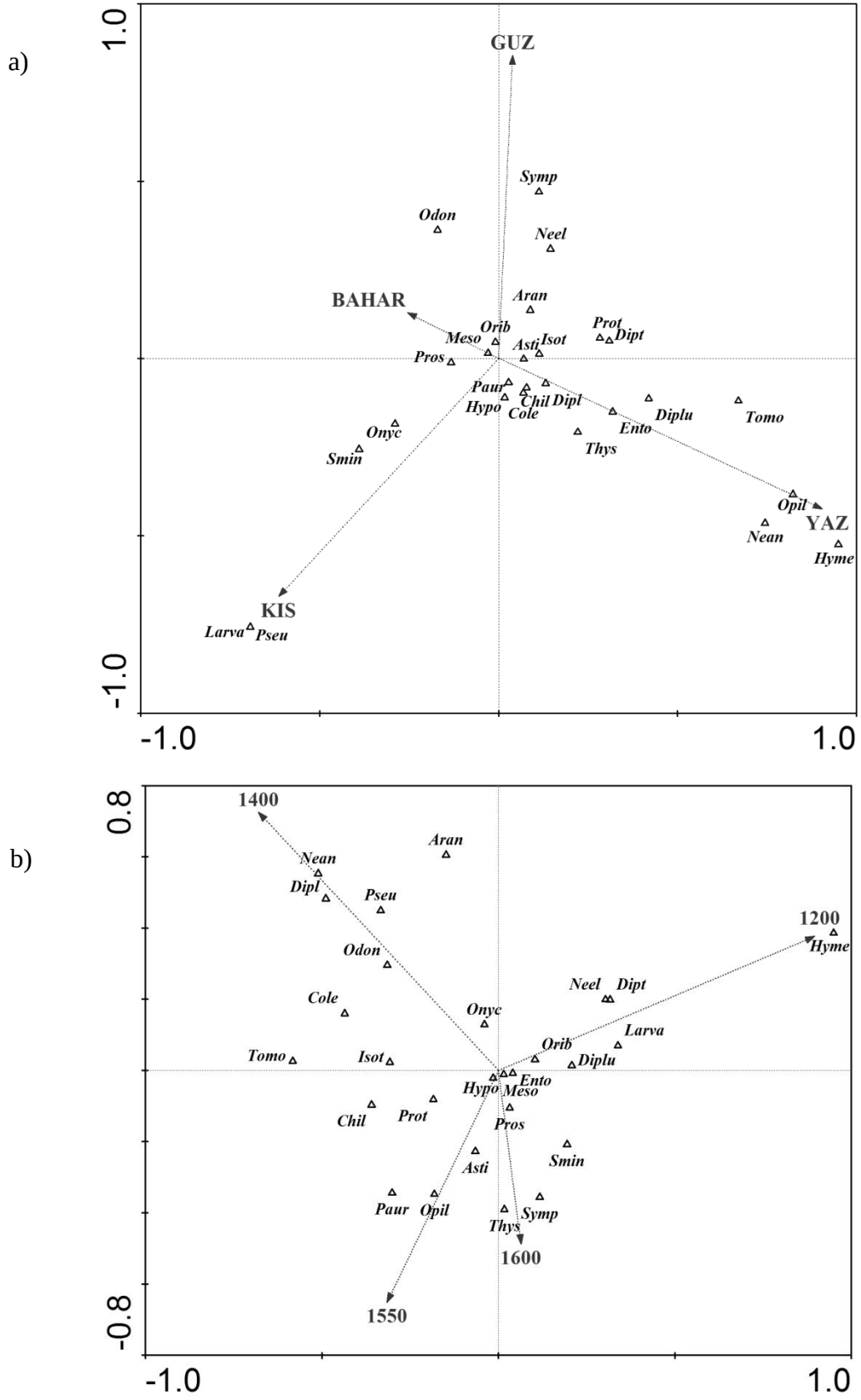
pH değeri Oribatida, Entomobryidae, Neelidae ve Diplura ile N oranı Astigmata, Diptera ve Entomobryidae ile C/N oranı böcek larvası ve Onychiuridae ile P oranı Araneae ile Mg oranı böcek larvası ve Onychiuridae ile pozitif ilişkilidir. N oranı Onychiuridae ile C/N oranı Entomobryidae ve Neelidae ile P oranı Oribatida ile K oranı Neanuridae ve Coleoptera ile Ca Thysanoptera ile pH değeri Chilopoda ve Thysanoptera ile negatif ilişkilidir (EK 1).

4.3.1.2. *Ölü Örtüdeki Eklem Bacaklıların Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi*

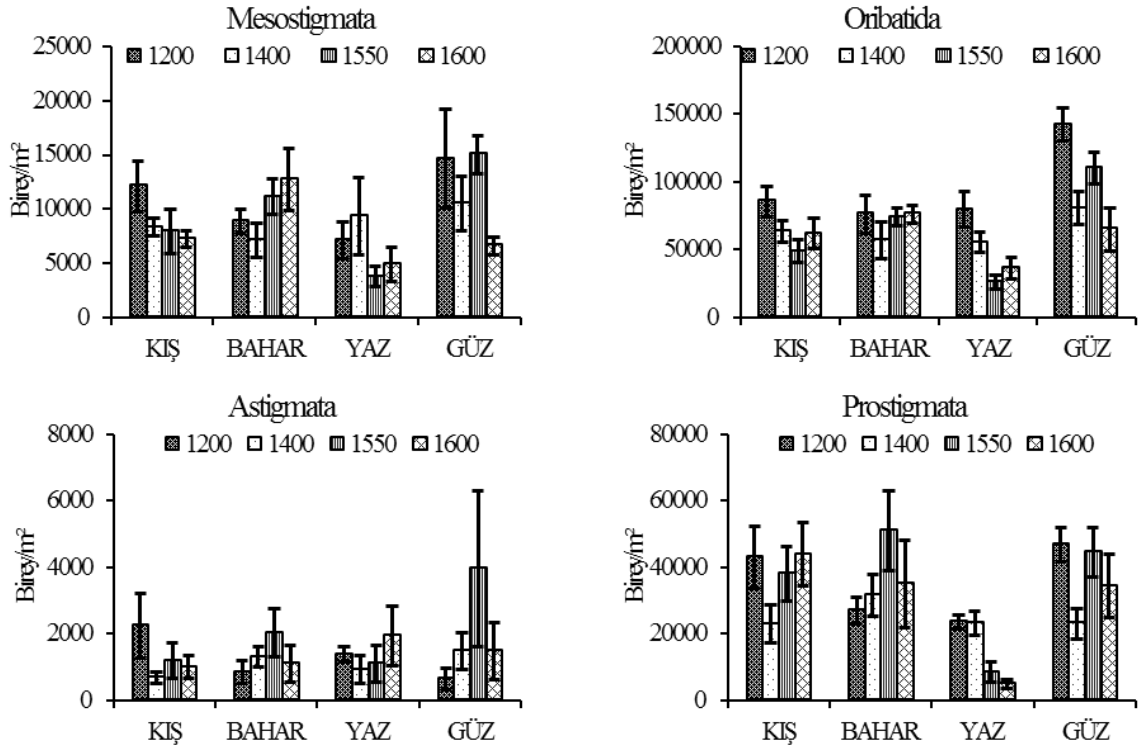
Mevsim ve yükselti değişimlerinin ölü örtüdeki mikroeklem bacaklıların miktarı ve çeşitliliği üzerindeki etkilerini ortaya koymak için ordınasyon tekniğine dayalı CCA analizi uygulanmıştır (Şekil 4.22).

Ölü örtüdeki eklem bacaklıların mevsim ve yükseltilere göre miktarlarını gösteren EK 6'daki tablo ve Şekil 4.22'deki CCA grafiği birlikte değerlendirildiğinde, Arachnida sınıfına ait Araneae, Opiliones ve Pseudoscorpionida takımları çok az sayıda (toplam 141 birey/m² ve %0,08) bulunarak, mevsim ve yükseltiye bağlı değişim göstermemişlerdir. Eklem bacaklı taksonları arasındaki ilişkiler açısından bakıldığında ise Araneae ile Diplopoda ve Isotomidae ($P<0,05$); Opiliones ile Tomoceridae önemli ($P<0,01$) pozitif ($r=0,530$) ilişkili bulunmuştur (EK 2).

Acarina takımları, genel toplamda ölü örtüde en fazla bulunan (113153 birey/m² ve %67,25) eklem bacaklılardır. Mesostigmata alttakımı hiçbir mevsimde yükselti arasında farklılık göstermediği halde, 1550 ve 1600 metre yükseltideki örnek alanlarda mevsimler arasında fark ortaya çıkmıştır ve yaz mevsiminde en az miktarda bulunmuşlardır (EK 6). Mesostigmata Oribatida, Prostigmata, Chilopoda, Odontellidae, Isotomidae ve Neelidae ile pozitif ilişkilidir (EK 2). Oribatida alttakımı yaz ve güz mevsimlerinde, yükselti arasında farklılık göstermiş olup, tüm mevsimlerde en fazla bireye 1200 metre yükseltide rastlanmıştır (Şekil 4.23). Yükselti basamaklarındaki mevsimsel değişimlerde ise 1200 ve 1550 metre yükseltide mevsimler arasında farklılık vardır. Tüm mevsim ve yükselti içerisinde en yüksek iki değer güz mevsiminde 1200 metre yükseltide 142150 birey/m² ve 1550 metre yükseltide 110019 birey/m² olarak bulunmuştur (EK 6). Oribatid akarlar, Mesostigmata ve Prostigmata gibi yırtıcı akarlar ile ($r>0,507$) ve Onychiuridae, Hypogastruridae, Isotomidae, Neelidae ($r=0,203$) ve Diplura ($r=0,337$) ile pozitif ilişkilidir (EK 2).



Şekil 4.22: Ölü örtüde yaşayan eklembacaklıların a) mevsim ve b) yükseltiye bağlı değişimine ait CCA grafiği.

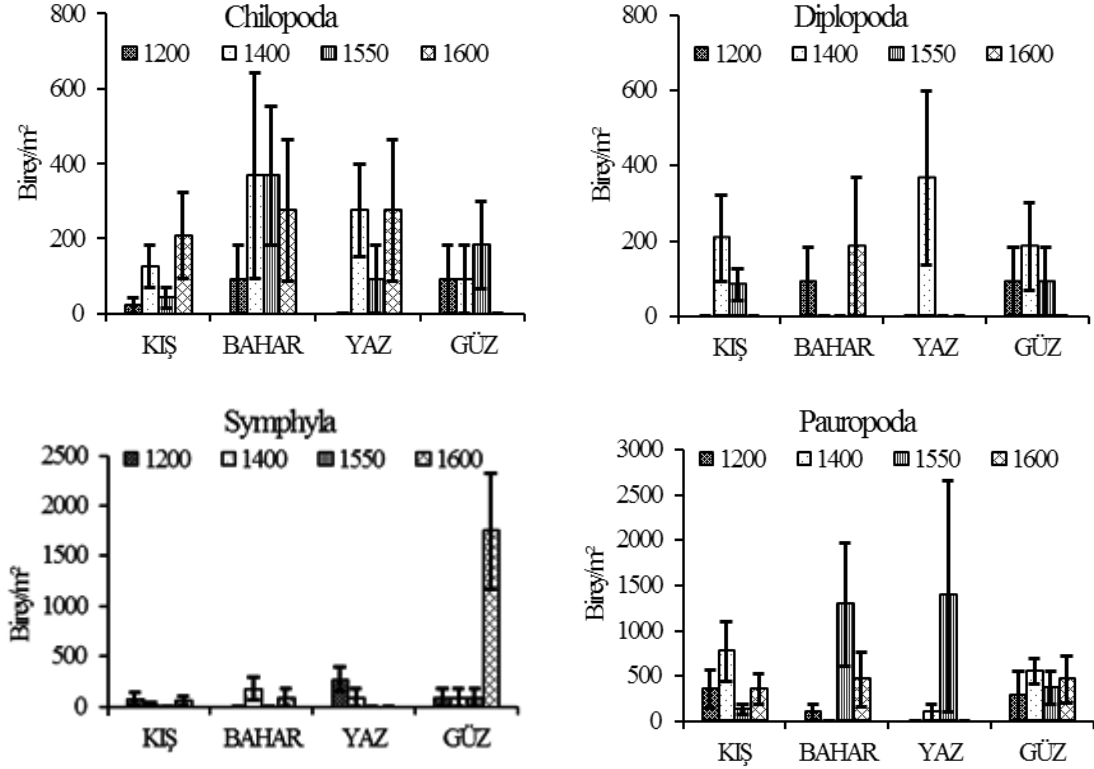


Şekil 4.23: Ölü örtüdeki Acarina altsınıfı taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

Prostigmata alttakımı ortalama miktarı 31304 birey/m² olup, mevsim ve yükselti basamaklarına dağılımında en az birey yaz mevsiminde (14937 birey/m²) tespit edilmiştir. Aynı zamanda yaz mevsiminde yükselti arasında farklılık olup, 1200 m ve 1400 metre yükseltide (ort= 23246), diğer iki yükseltideki (ort= 6629) birey sayılarından çok daha yüksek miktarda birey belirlenmiştir. Bununla beraber, Prostigmata taksonunun miktarı 1400 metre yükselti dışındaki tüm yükselti basamaklarında, mevsimsel farklılık göstermektedir (EK 6). Prostigmata, diğer üç akar grubu ile ve Onychiuridae taksonu ile pozitif ilişkilidir (EK 2).

Myriapoda altşubesinin ölü örtüdeki miktarları değerlendirildiğinde toplamı 827 birey/m² ile %0,51 oranındadır. Chilopoda ve Diplopoda sınıflarının tüm mevsim ve yükselti basamaklarına dağılımları arasında istatistiksel öneme sahip farklılık oluşmamıştır. Fakat Chilopoda ile Mesostigmata ve Coleoptera; Diplopoda ile Araneae ve Odontellidae pozitif ilişkilidir. Symphyla sınıfı, güz mevsiminde, 1600 metre yükseltideki birey sayısı, ortalama birey sayısının yaklaşık 10 katı olarak kaydedilmiştir. Söz konusu birey sayısı ile hem mevsimler, hem de yükselti basamakları

arasında fark bulunmuştur (Şekil 4.24). Pauropoda sınıfı ise yalnızca 1400 metre yükselti basamağında, mevsimler arasında farklıdır (EK 6).

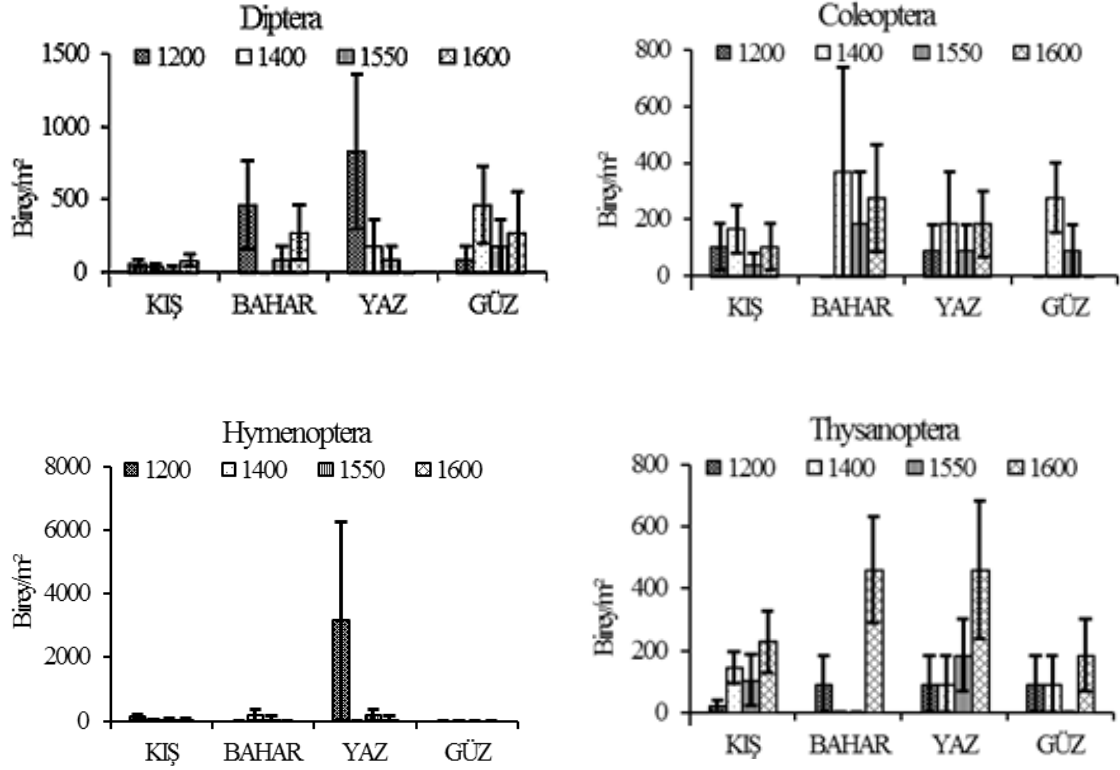


Şekil 4.24: Ölü örtüdeki Myriapoda altşubesi sınıflarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

Ölü örtüde yaşayan Insecta sınıfı taksonlarının diğer eklembacaklılarla korelasyonu incelendiğinde; Coleoptera ile Chilopoda ve Tomoceridae; Diptera ile Astigmata, Entomobryidae ve Diplura pozitif ilişkili iken, böcek larvası Onychiuridae ile anlamlı ($P < 0,01$) pozitif ($r = 0,623$), Neelidae ve Protura ile önemli ($P < 0,05$) negatif ($r = -0,205$ ve $-0,201$) ilişkilidir (EK 2).

Insecta sınıfı taksonlarının mevsim ve yükselti basamaklarına göre değişimi değerlendirildiğinde, toplam 924 birey/m² ile toplum popülasyonuna katkısı %0,54 kadardır. Böcek larvaları tüm yıl boyunca sadece kış mevsiminde örneklenebilmiştir ve birey sayıları yükselti basamaklarına göre de farklılık göstermiştir. Thysanoptera takımı, sadece bahar mevsiminde yükselti basamaklarına göre değişimde farklı olup, diğer mevsim ve yükselti basamaklarına dağılımlarında fark bulunamamıştır (EK 6). Ölü örtüde varlıkları tespit edilen, Diptera, Coleoptera ve Hymenoptera takımlarına ait

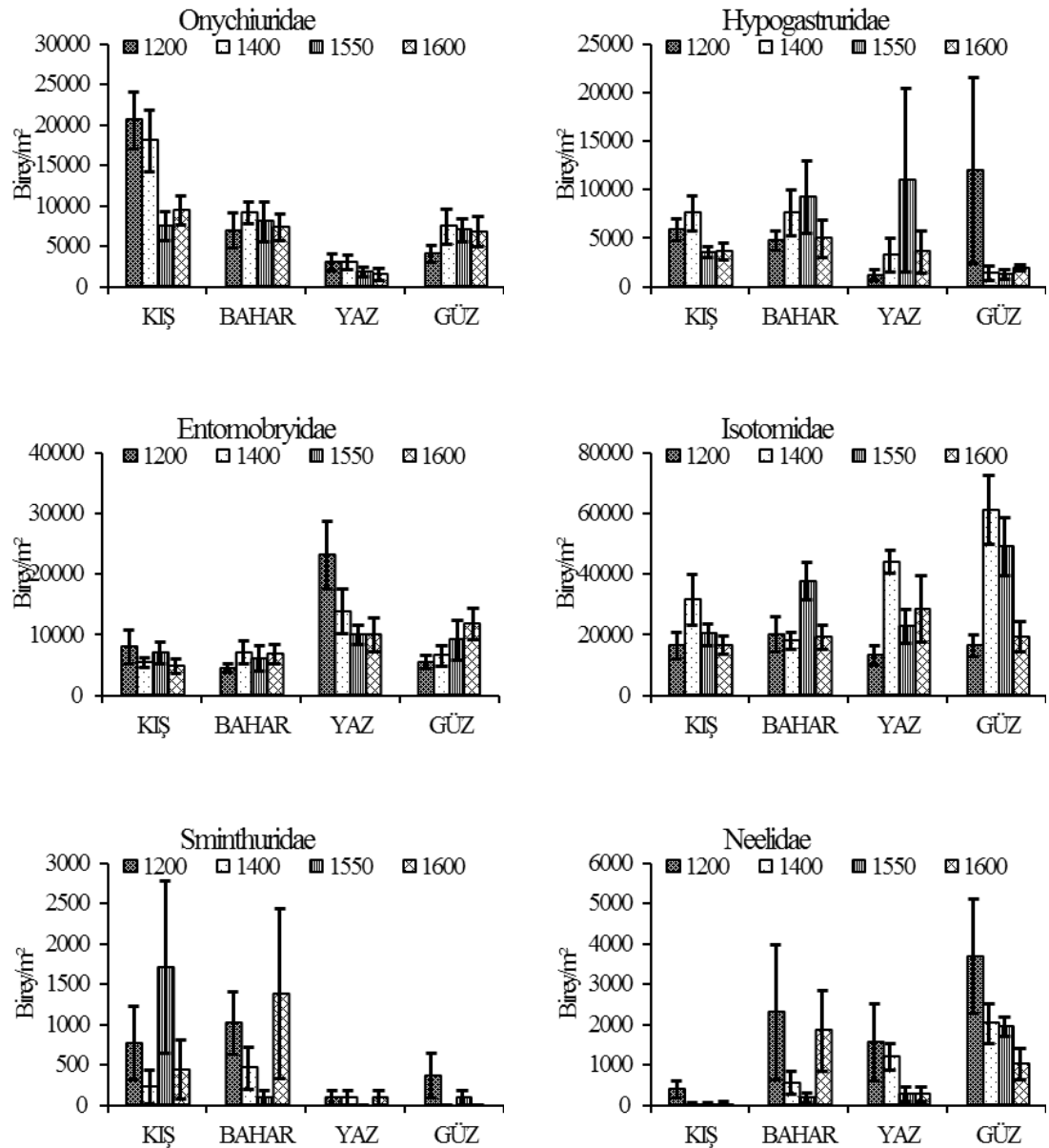
bireylerin mevsim ve yükselti basamaklarına göre değişimlerinde istatistiksel açıdan dikkate değer farklılık yoktur (Şekil 4.25).



Şekil 4.25: Ölü örtüdeki Insecta alt sınıfının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

Collembola alt sınıfının ölü örtüdeki toplam miktarı 50740 birey/m² ve tüm eklembacaklılar içindeki payı %30,3'dir. Collembola alt sınıfı familyalarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimleri incelendiğinde, Onychiuridae familyasının birey sayıları kış mevsiminde yükselti basamaklarına göre farklı değişim göstermiştir ve alt yükselti basamaklarında (1200 ve 1400 m) daha fazla birey tespit edilmişlerdir. Aynı şekilde 1550 metre yükselti basamağı dışındaki tüm yükseltelerde birey sayıları mevsimlere göre farklı olup, genellikle yaz mevsiminde en az, kış mevsiminde ise en fazla sayıda birey bulunmuştur. Hypogastruridae familyası, yalnızca 1400 metre yükseltide mevsimler arasında farklı bulunmuştur (Şekil 4.26). Entomobryidae familyası sadece 1200 metre yükseltide mevsimlere göre farklı olup, diğer yükseltelerde mevsimlere göre ve tüm mevsimlerde de yükselti arasında farklı değildir. Genellikle yaz mevsiminde en fazla sayıda birey bulunmuştur (EK 6).

Isotomidae familyası bireyleri, kış mevsimi dışındaki tüm mevsimlerde yükselti basamaklarına göre farklıdır. Ortalama en fazla birey, 1400 metre yükseltide (38653 birey/m²), en az ise 1200 metre yükseltidedir (16387 birey/m²). Tomoceridae familyası 1200 m yükselti ile kış ve bahar mevsiminde çok az sayıda bulunmuştur. Güz mevsiminde yükselti arasında ve 1400 m yükseltide mevsimler arasında fark tespit edilmiştir. Yaz mevsiminde tüm yükselti lerde en fazla birey bulunmaktadır (EK 6).



Şekil 4.26: Ölü örtüdeki Collembola alt sınıfı familyalarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

Collembola familyalarının, ölü örtüde yaşayan diğer toprak eklembacaklıları ile korelasyonu değerlendirilmiştir. Neanuridae ile Entomobryidae ve Tomoceridae; Onychiuridae ile Oribatida, Prostigmata ve böcek larvası; Hypogastruridae ile Oribatida ve Diplura; Odontellidae ile Mesostigmata, Diplopoda, Isotomidae ve Sminthuridae; Entomobryidae ile Diptera, Neanuridae, Tomoceridae ve Diplura; Isotomidae ile Araneae, Mesostigmata, Oribatida, Astigmata, Odontellidae, Tomoceridae ve Protura; Tomoceridae ile Opiliones, Coleoptera, Neanuridae, Entomobryidae ve Isotomidae; Neelidae ile Mesostigmata, Oribatida pozitif ilişkili olduğu halde, böcek larvası ile ise negatif ilişkilidir (EK 2).

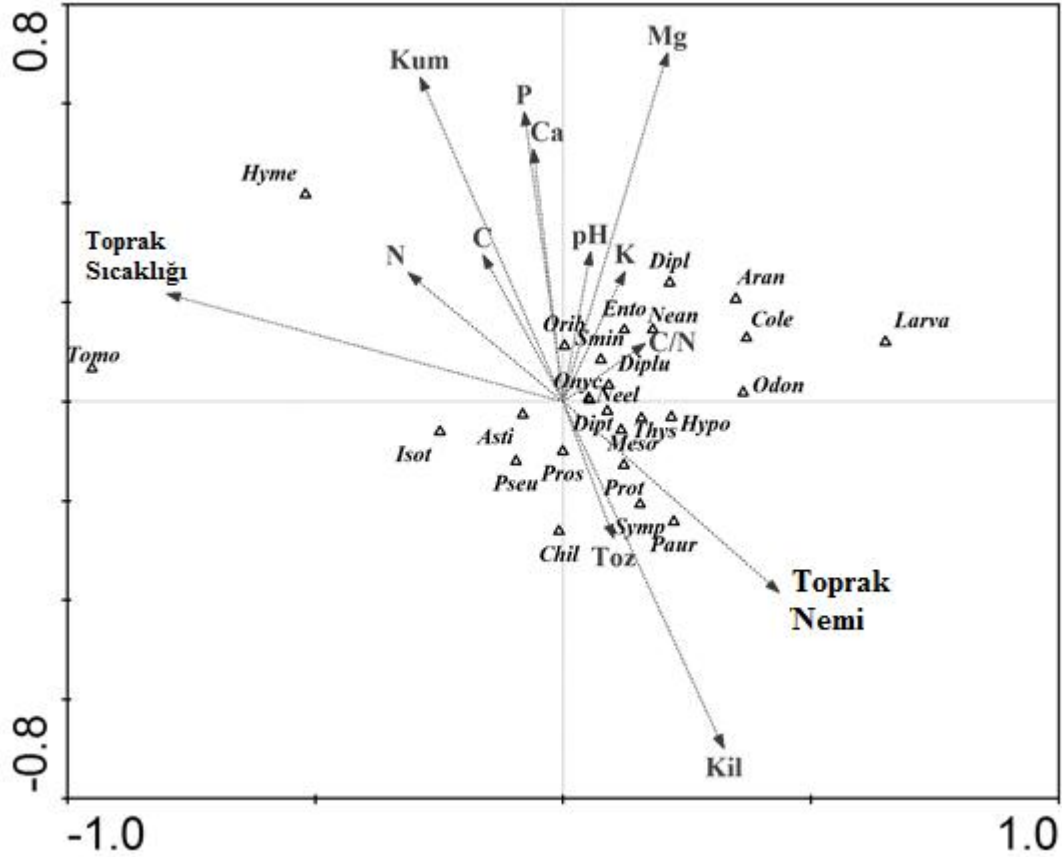
Ölü örtüde yaşayan Diplura ve Protura takımlarına ait taksonlarının toplamı 1931 birey/m² ve oranı %1,18 olup, mevsime ve yükselti basamaklarına dağılımları farklı değildir (EK 6). Bununla beraber, diğer eklembacaklılar ile ilişkilerinde, Diplura ile Oribatid akarlar, Diptera, Hypogastruridae ve Entomobryidae taksonları pozitif ilişkili bulunmuştur. Protura taksonu da Astigmata, Thysanoptera ve Isotomidae ile pozitif, böcek larvası ile negatif ilişkilidir (EK 2).

Mikroeklembacaklıların ölü örtüdeki mevsim ve yükseltiye bağlı değişimlerinin ortalamaları (Ek 6) ve Şekil 4.22'deki CCA grafiği birlikte değerlendirildiğinde, eklembacaklıların bazı mevsim ve yükselti tercihlerinde anlamlılık belirlenmiştir. Pseudoscorpionida ve böcek larvaları yalnızca kış mevsiminde, Onychiuridae kış mevsiminde daha fazla, Sminthuridae taksonu ise kış ve bahar mevsimlerinde en fazla miktarda tespit edilmiştir. Mesostigmata taksonu en çok güz de olmakla birlikte, bahar mevsiminde de fazlaca bulunmaktadır. Yaz mevsimi Entomobryidae ve Tomoceridae taksonları tarafından daha fazla tercih edilmiştir. Bununla birlikte, Prostigmata yaz mevsiminde diğer mevsimlere nazaran en azdır. Oribatida, Symphyla, Isotomidae ve Neelidae taksonları da en fazla güz mevsiminde bulunmuşlardır. Yükselti tercihlerinde ise, istatistiksel analiz sonuçları önemli ($P < 0,05$) olanlar; 1200 metre yükselti Oribatida ve Neelidae taksonlarınca ağırlıklı olarak tercih edilmiştir. Isotomidae taksonu 1400 metre yükseltide daha fazla bulunmakla beraber, 1550 metre yükselti de sayıca fazladır. 1600 metre yükseltide ise, Symphyla ve Thysanoptera taksonları bulunmaktadır. Diğer taksonlar belli bir yükselti basamağında anlamlı dağılım göstermemektedirler.

4.3.2. Topraktaki Eklem Bacaklıların Değişimi

4.3.2.1. Eklem Bacaklıların Toprak Özellikleri ile İlişkisi

Toprak özellikleri ile eklem bacaklıların korelasyonunu gösteren tablo (EK 3.) ve Şekil 4.27'deki ordınasyon grafiğinden yararlanılarak, eklem bacaklı taksonlarının bazı toprak özellikleri ile anlamlı ilişkileri belirlenmiştir.



Şekil 4.27: Toprak özellikleri ile eklem bacaklıların ilişkisine ait CCA grafiği.

Toprak sıcaklığının artışı Oribatida, Prostigmata, Hymenoptera, Onychiuridae ve Isotomidae taksonları ile pozitif; böcek larvası ve Odontellidae taksonunun miktarlarıyla ise negatif ilişki göstermektedir. Toprak nemi Oribatida, Prostigmata ve Hymenoptera taksonlarının miktarları ile negatif ilişkilidir. Toprak hacim ağırlığı, Astigmata, Isotomidae ve Tomoceridae taksonları ile negatif ilişkilidir. Toprağın kum içeriği Onychiuridae, Oribatida, Hymenoptera, Isotomidae ve Entomobryidae taksonları ile pozitif, kil içeriği ise Oribatida, Hymenoptera ve Entomobryidae ile negatif ilişkili bulunmuştur. Toz içeriği, Symphyla ve Diptera ile pozitif ilişki göstermektedir. Toprak

reaksiyonu (pH) Prostigmata ve Neelidae ile pozitif böcek larvası ile negatif ilişkilidir (EK 3; Şekil 4.27).

N oranı Diplopoda, Onychiuridae, Oribatida ve Isotomidae ile C oranı Onychiuridae, Isotomidae, Mesostigmata, Oribatida ve Coleoptera ile C/N oranı Araneae ve Diptera ile pozitif ve N oranı Symphyla ile negatif ilişkilidir. P oranı Neanuridae ve Entomobryidae ile Ca oranı Oribatida, Coleoptera ve Neelidae ile Mg oranı Mesostigmata, Oribatida, Coleoptera, Entomobryidae ve Neelidae ile pozitif, Mg oranı Chilopoda ile negatif ilişkilidir (EK 3; Şekil 4.27).

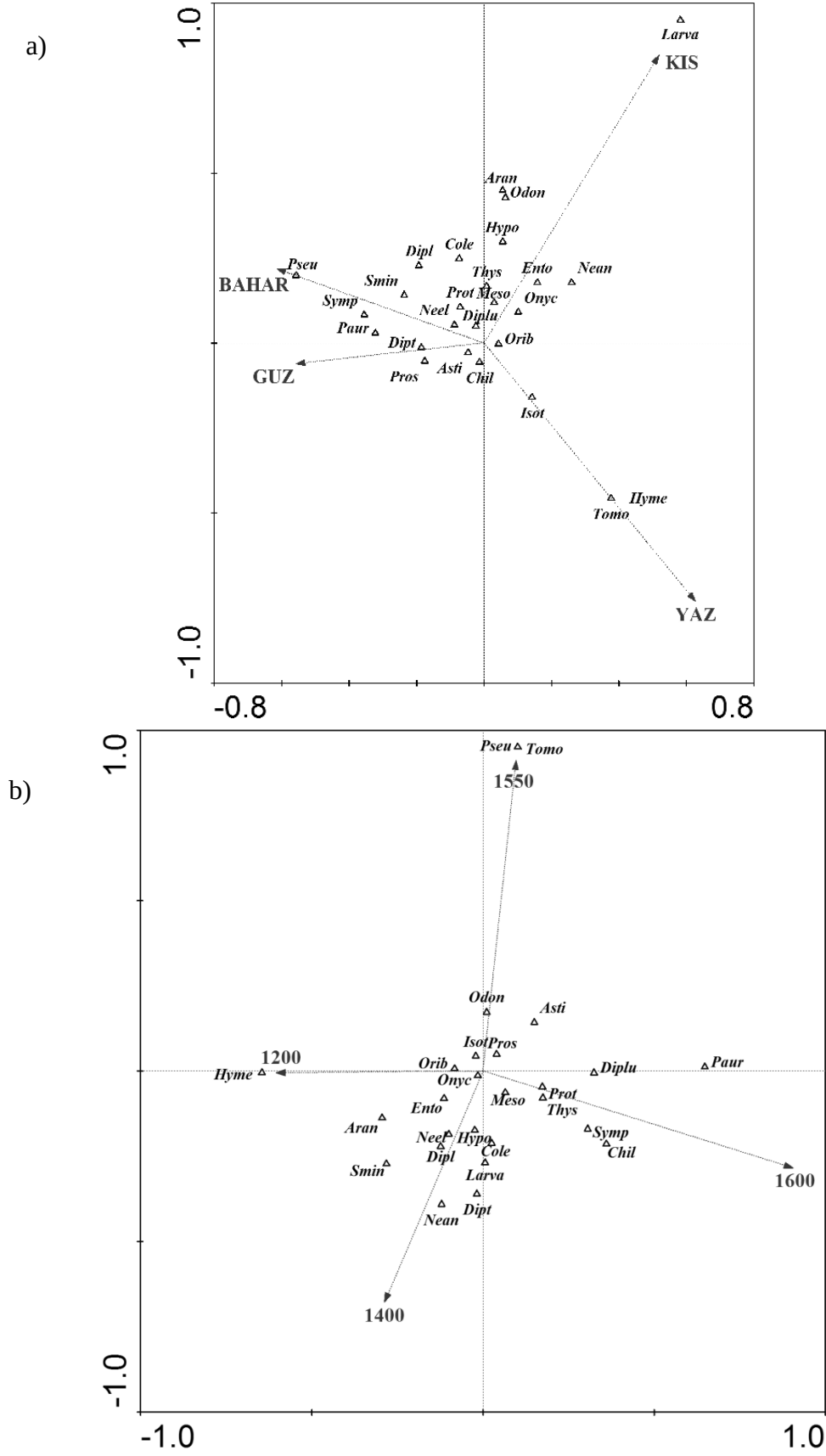
4.3.2.2. Topraktaki Eklem Bacaklıların Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

Topraktaki mikroeklem bacaklıların miktarı ve çeşitliliği üzerindeki mevsim ve yükselti değişimlerinin etkilerini ortaya koymak için ordinasyon tekniğine dayalı CCA analizi uygulanmıştır (Şekil 4.28).

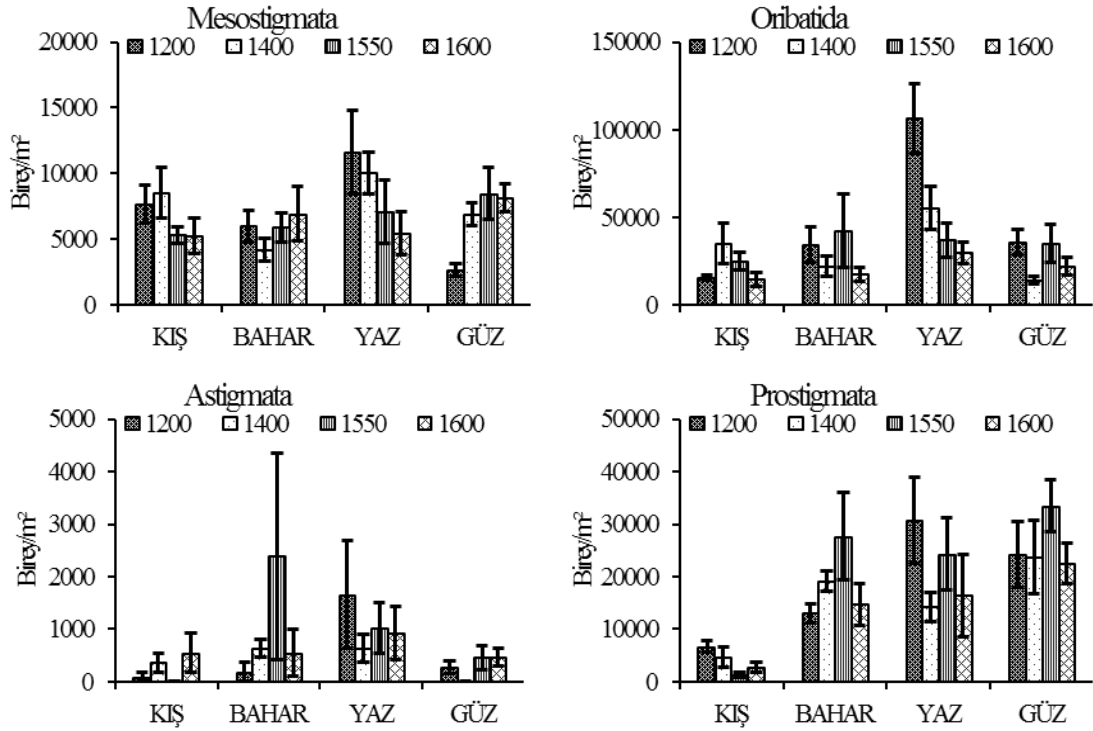
Örneklerden elde edilen ortalama eklem bacaklı sayısı 90116 birey/m²'dir. EK 7'deki tablo ve Şekil 4.28'deki CCA grafiği birlikte değerlendirildiğinde, topraktaki eklem bacaklıların mevsim ve yükseltilere göre değişimleri görülmektedir.

Arachnida sınıfına ait Araneae ve Pseudoscorpionida takımları çok az sayıda olup, mevsim ve yükseltiye bağlı anlamlı değişim de göstermemişlerdir. Opiliones ise toprak ortamında hiç yoktur (EK 7).

Acarina alt sınıfı bireyleri toplam 58857 birey/m² ve %65,10 oranı ile toprakta en fazla bulunan eklem bacaklı grubudur. Mesostigmata alttakımı, güz mevsiminde yükselti basamakları arasında farklı olup, 1200 metre yükseltide en az miktarda bulunmaktadır. Yükselti basamakları içerisinde ise 1200 m ve 1400 metre yükseltilerde mevsimler arasında farklılık vardır. Bu iki yükselti basamağında en yüksek miktarlar yaz mevsimindedir. Oribatida, yaz mevsiminde yükseltilere bağlı fark göstermektedir ve 1200 ve 1400 m yükseltilerde en fazla birey bulunmaktadır. Benzer olarak 1200 ve 1400 m yükseltilerde, mevsimler arasında farklılık olup, en fazla birey yaz mevsiminde örneklenmiştir. Prostigmata, mevsimler içerisinde sadece kış mevsiminde yükselti basamaklarına göre farklı bulunmuştur. Yükselti basamaklarında ise, 1600 metre haricinde tüm yükseltilerde mevsime bağlı değişimde farklılıklar saptanmıştır (EK 7). Tüm yükseltilerde en az sayıdaki birey kış mevsiminde belirlenmiştir (Şekil 4.29).



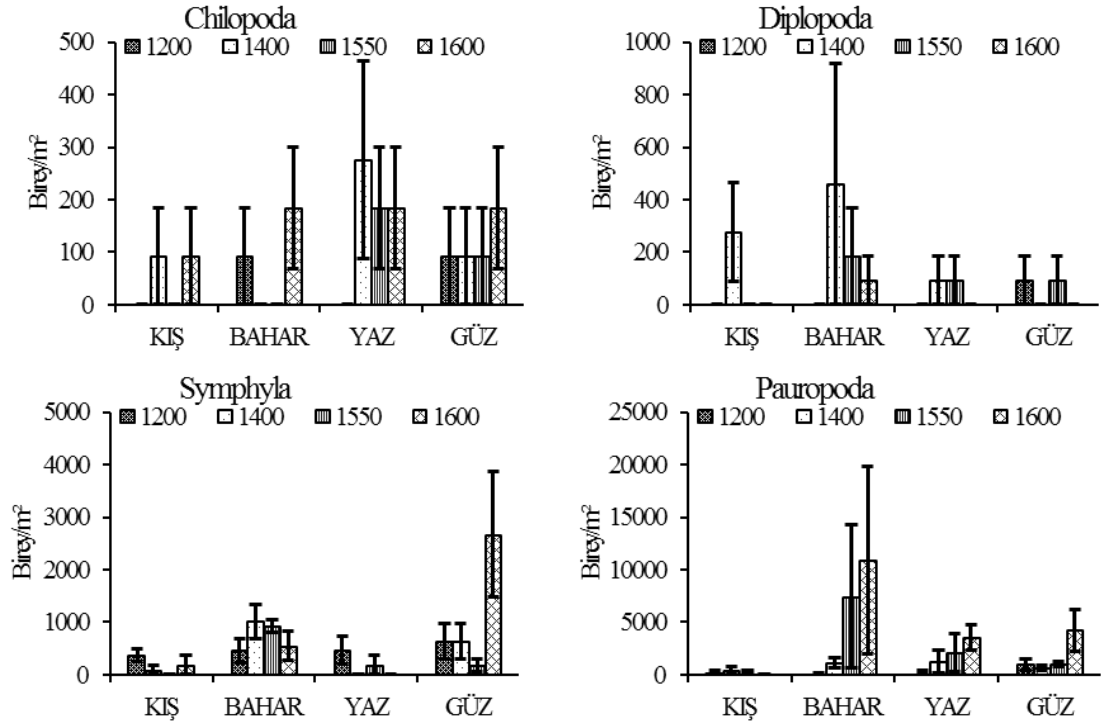
Şekil 4.28: Toprakta yaşayan eklembacaklıların a) mevsim ve b) yükseltiye bağlı değişimine ait CCA grafiği.



Şekil 4.29: Topraktaki Acarina altsinifı taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

Topraktaki akar alttakımlarının diğer eklembacaklılarla ilişkisinde; Mesostigmata alttakımı ile Oribatida, Hymenoptera, Thysanoptera, Onychiuridae, Isotomidae ve Neelidae taksonları; Oribatida alttakımı ile tüm akar alttakımlarına ilaveten Hymenoptera, Onychiuridae, Entomobryidae, Isotomidae ve Diplura; Astigmata ile Oribatida, Prostigmata ve Onychiuridae; Prostigmata ile ise Oribatida, Astigmata, Hymenoptera ve Isotomidae taksonları pozitif korelasyon göstermektedir. Prostigmata alttakımı ile de böcek larvası arasında ($P < 0,05$) negatif ($r = -0,211$) ilişki vardır (EK 4).

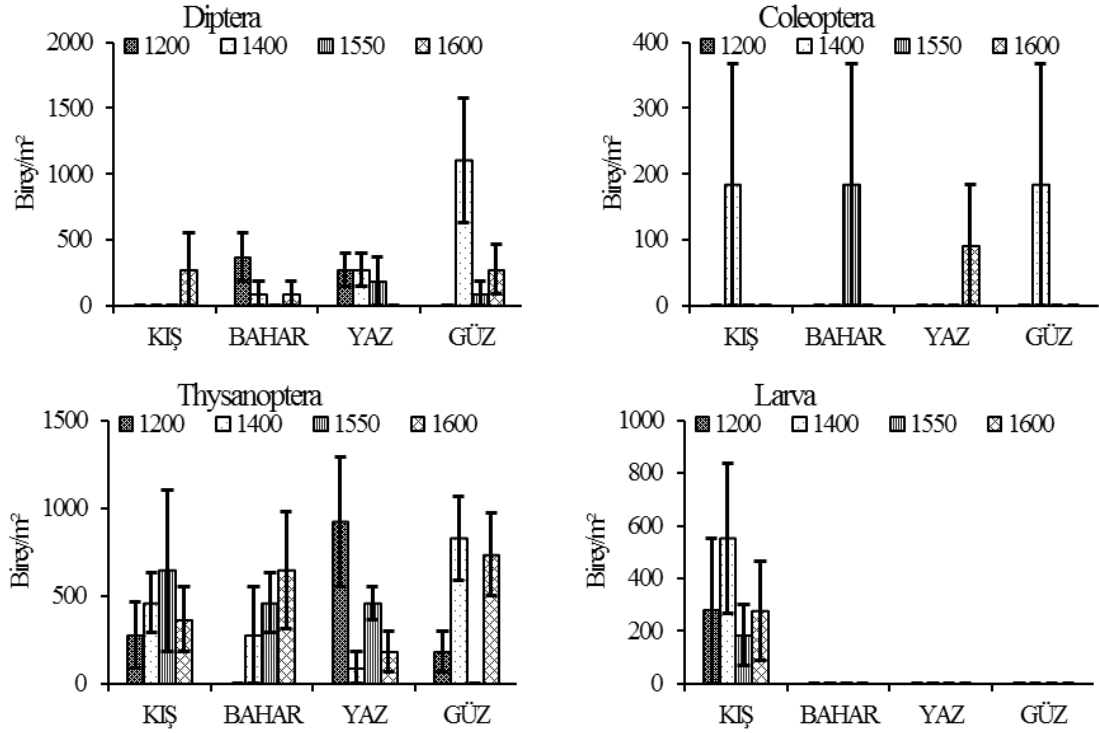
Myriapoda altşubesinin topraktaki tüm eklembacaklı topluluğu içerisindeki payı 2848 birey/m² ile %3,57'dir. Chilopoda ve Diplopoda sınıfları toprak içerisinde nadiren ve az sayıda yer almaktadır (Şekil 4.30). Aynı zamanda, mevsim ve yükseltiye bağlı değişimlerinde farklılık yoktur. Symphyla sınıfı hiçbir mevsimde yükseltiye bağlı farklılık göstermediği halde, 1200 metre yükselti dışındaki tüm yükseltilerde mevsimsel anlamlı ($P < 0,05$) farklılık bulunmuştur. Genellikle en az birey sayısı kış ve yaz mevsimlerinde saptanmıştır. Pauropoda sınıfı ise hem mevsim hem de yükseltiye bağlı değişimlerinde farklılık göstermemiştir (EK 7). Chilopoda ile Isotomidae, Tomoceridae ve Protura; Pauropoda ile Coleoptera ve Diplura pozitif ilişkilidir (EK 4).



Şekil 4.30: Topraktaki Myriapoda altşubesi sınıflarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

Insecta sınıfı taksonları toprakta çok az miktarda (ortalama 730 birey/m²; %0,84) bulunmaktadır. Mevsim ve yükseltiye bağlı olarak topraktaki değişiminde, Diptera takımı yıl içerisinde sadece güz mevsiminde ve 1400 metre yükseltide farklıdır. Ayrıca Diptera, Odontellidae ve Tomoceridae ile pozitif ilişkilidir. Thysanoptera takımı, Mesostigmata ve Symphyla ile pozitif ilişkili olduğu gibi (EK 4), hem yaz hem de güz mevsiminde yükselti basamakları arasında farklıdır (EK 7). Yükselti basamakları içerisinde ise sadece 1200 metrede mevsimler arasında farklılık ortaya çıkmıştır (Şekil 4.31).

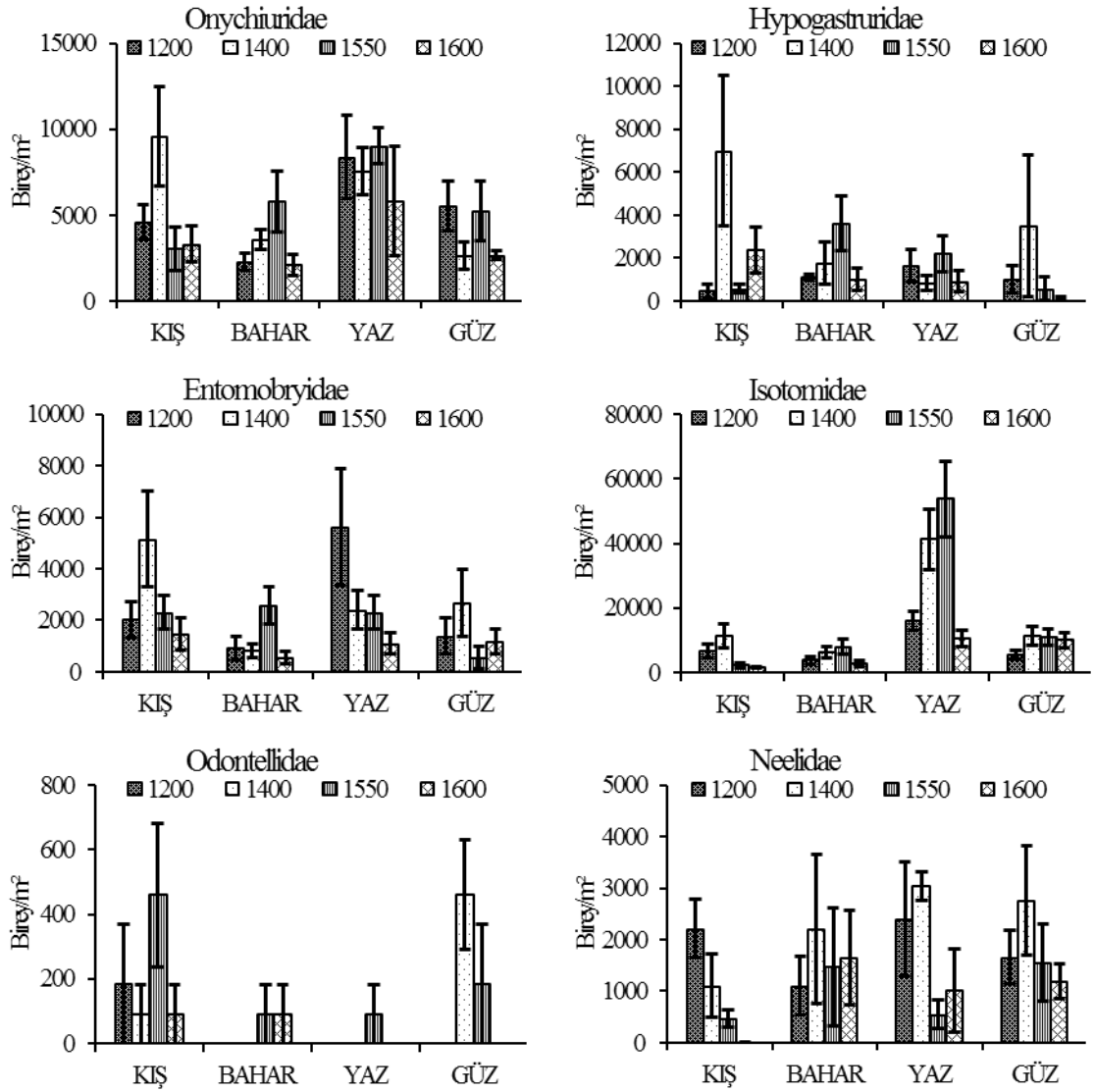
Topraktaki Collembola sınıfının miktarları 23382 birey/m² ve toplum içindeki oranı %25,50 olup, familyaların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimleri incelendiğinde ise, Onychiuridae familyası sadece 1400 metre yükselti basamağında mevsimler arasında değişim göstermiştir. Kış ve yaz mevsimlerinde diğer mevsimlerden daha fazla birey saptanmıştır (EK 7). Diğer taksonlarla ilişkisinde de; Araneae, Mesostigmata, Oribatida, Astigmata, Diplopoda, böcek larvası, Entomobryidae ve Isotomidae ile pozitif ilişkilidir (EK 4). Hypogastruridae familyası yalnızca 1550 m yükseltide mevsimler arasında farklı olup, en az kış ve güz mevsimlerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.32).



Şekil 4.31: Topraktaki Insecta alt sınıfının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

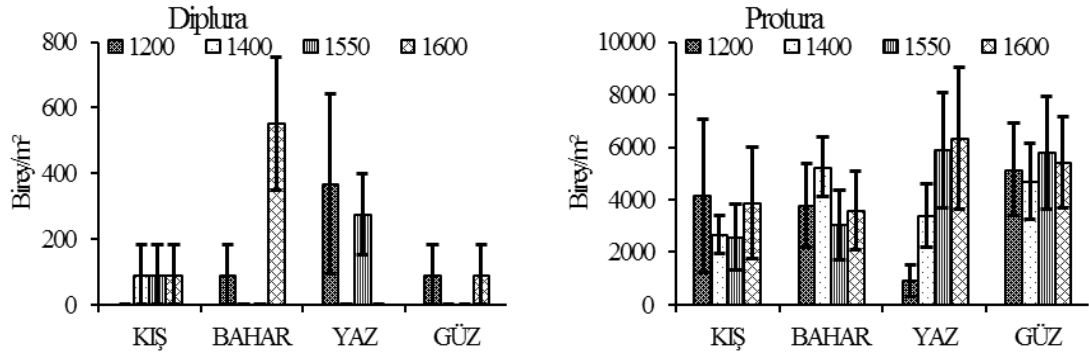
Entomobryidae familyası bireyleri yalnızca bahar mevsiminde yükseltilere göre anlamlı ($P=0,023$) farklılık göstermiştir. En fazla birey (2577 birey/m^2) 1550 metre yükseltide belirlenmiştir. Isotomidae familyası bireyleri tüm yükselti basamaklarında mevsimler arasında farklı bulunmuştur. Tüm yükseltilerde en fazla birey yaz mevsiminde olup, ortalama olarak 30450 birey/m^2 'dir (EK 7). Kış ve yaz mevsimlerinde de yükseltiler arasında farklılık vardır (Şekil 4.32). Entomobryomorpha takımına ait familyaların diğer gruplarla ilişkileri irdelendiğinde; Entomobryidae ile Araneae, Oribatida, böcek larvası ve Neanuridae; Isotomidae ile Mesostigmata, Oribatida, Prostigmata, Chilopoda, Neanuridae ve Tomoceridae pozitif ilişkidir (EK 4).

Neelidae familyası bireyleri hiçbir yükselti basamağında mevsimler arasında farklı değildir. Fakat kış mevsiminde yükseltiler arasında anlamlı ($P=0,010$) farklıdır. Kış mevsiminde en fazla birey (2209 birey/m^2) 1200 metre yükseltide olduğu halde, 1600 metrede birey bulunmamıştır. Sminthuridae, Tomoceridae ve Neanuridae taksonları toprakta çok nadirdirler ve ne mevsim ne de yükseltiye bağlı değişim göstermemişlerdir (EK 7).



Şekil 4.32: Topraktaki Collembola alt sınıfı familyalarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

Diplura ve Protura takımlarının toprak içerisindeki toplam miktarı ortalama 4269 birey/m² ve %4,96 oranındadır. Diplura takımı, Oribatida, Pauropoda ve Hymenoptera ile pozitif ilişkilidir. Fakat Diplura her mevsim ve yükseltide tespit edilememiştir. 1600 metre yükseltide mevsimler arasında ve bahar mevsiminde ise yükseltiiler arasında farklılıklar vardır. En yüksek miktar bahar mevsiminde 1600 metre yükseltide 552 birey/m² olarak saptanmıştır. Protura takımı ise her mevsimde ve tüm yükseltide bulunmakla birlikte (Şekil 4.33), mevsim ve yükseltiye bağlı değişim sergilememiştir (EK 7). Protura takımı diğer eklem bacaklılardan sadece Chilopoda ve Sminthuridae ile pozitif ilişkili bulunmuştur (EK 4).



Şekil 4.33: Topraktaki Diplura ve Protura taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

Topraktaki mikroeklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimlerinin ortalamaları (Ek 7) ve Şekil 4.28'deki CCA grafiği birlikte ele alınmış ve eklembacaklıların bazı mevsim ve yükseltileri tercihlerinde farklılık belirlenmiştir. Oribatida 1200 metre, Neelidae 1400 metre, Isotomidae ise hem 1400 hem de 1550 metre yükseltide en fazla bulunarak, farklılık göstermiştir. Kış mevsiminde Prostigmata en az bulunurken, böcek larvası en fazla bulunmuştur. Entomobryidae taksonu hem kış, hem de yaz mevsiminde en fazla miktarda belirlendiği halde, Oribatida, Onychiuridae ve Isotomidae taksonları en fazla yaz mevsiminde belirlenmiştir. Symphyla taksonu ise, güz mevsimini tercih etmiştir.

4.3.3. Orman Zeminindeki Eklembacaklıların Değişimi

Orman zemini üzerinde yaşayan eklembacaklılar çukur tuzaklar kullanılarak toplanmıştır ve bu örnekler, hem makroeklembacaklıları hem de mikroeklembacaklıları içermektedir. Elde edilen örneklerde makro ve mikro boyuttaki tüm eklembacaklılar teşhis ve tasnif edilmiştir. Boyut sınıflandırmasında Crossley ve Coleman (1999)'a göre tespit edilen makroeklembacaklılar grubu; Araneae, Opiliones, Pseudoscorpionida, Chilopoda, Diplopoda, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera ve Tomoceridae taksonlarını içermektedir. Makroeklembacaklılar grubunda yer alan takım ve sınıfların küçük boyutlu taksonları, ölü örtü ve toprak örnekleri içerisinde elde edilen mikroeklembacaklılar grubunda da yer alabilmektedir.

4.3.3.1. Orman Zeminindeki Eklembacaklıların Mevsim ve Yükseltiye Bağlı Değişimi

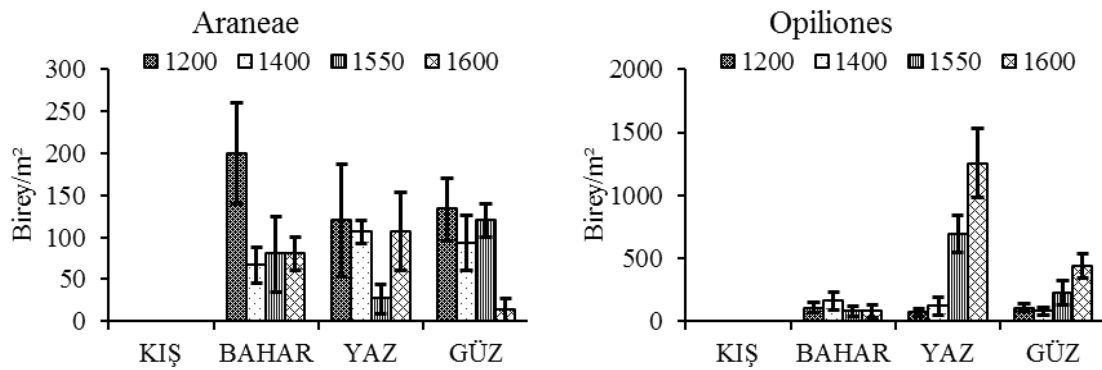
Orman zemini üzerindeki eklembacaklıların mevsim ve yükseltilere göre miktarlarını gösteren EK 8'teki tablo ve Şekil 4.34'deki CCA grafiği birlikte değerlendirildiğinde,

zeminin karlı olduğu kış şartlarında uygulanan çukur tuzaklarda hiçbir canlı bulunamamıştır. Diğer dönemlerde ise çeşitli sayılarda eklembacaklı taksonları elde edilmiştir.

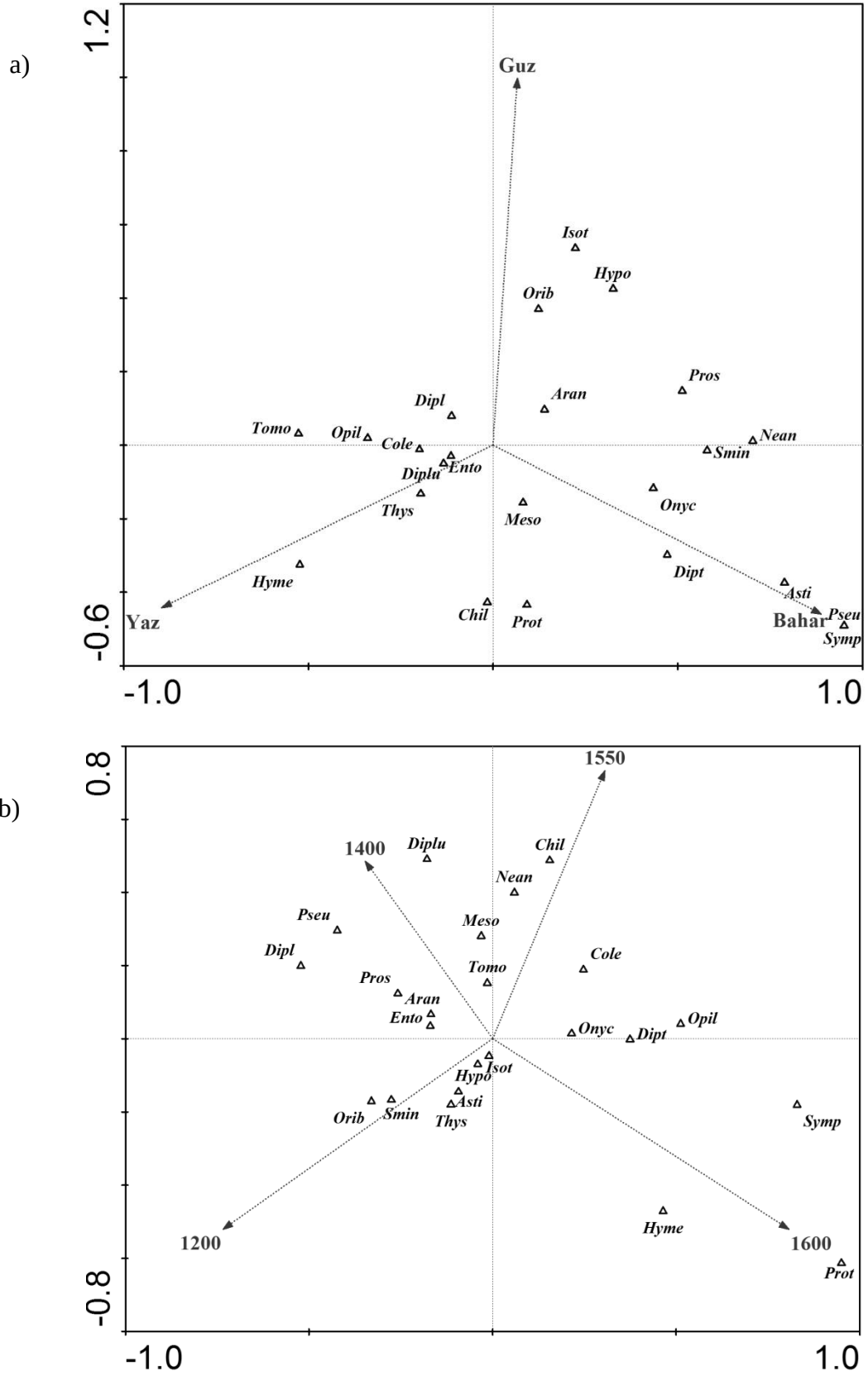
Arachnida sınıfına ait üç takımın (Araneae, Pseudoscorpionida ve Opiliones), çukur tuzaklarla elde edilen eklembacaklılar arasındaki miktarı 289 birey/m² ve oranı %6,74'tir (EK 8).

Arachnida sınıfından Pseudoscorpionida takımı bireyleri çok az sayıda olup, mevsim ve yükseltiye bağlı anlamlı değişim bulunamamıştır. Araneae takımı tüm yükselti basamaklarında mevsimler arasında önemli ($P<0,05$) farklıdır. Ancak, mevsimler içerisinde yalnızca güz mevsiminde, yükselti arasında farklılıklar görülmüştür. Güz mevsiminde en az birey 1600 metre yükseltide (13 birey/m²), en fazla birey 1200 metre yükseltide (133 birey/m²) bulunmuştur (EK 8). Araneae takımı Oribatida, Prostigmata, Chilopoda, Coleoptera, Hymenoptera, Entomobryidae, Isotomidae, Sminthuridae ve Diplura ile pozitif ilişkilidir (EK 5).

Opiliones takımının miktarları mevsim ve yükseltilere göre çeşitlilik göstermektedir. Yaz ve güz mevsiminde, yükselti basamakları arasında farklılıklar olup, her iki mevsimde de en fazla birey 1600 metre yükseltide bulunmuştur (Şekil 4.35). Opiliones taksonunun birey sayısı, 1550 ve 1600 m yükseltide mevsimler arasında farklıdır. Bu iki yükseltide en çok bireyin yaz mevsiminde bulunduğu belirlenmiştir (EK 8). Opiliones ile Coleoptera, Entomobryidae, Tomoceridae ve Protura pozitif ilişkilidir (EK 5).



Şekil 4.34: Orman zeminindeki bazı Arachnida takımlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

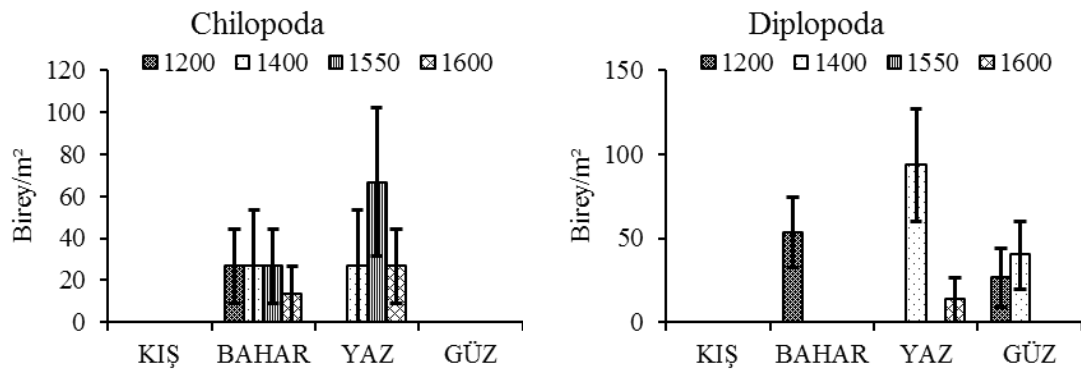


Şekil 4.35 Orman zemini üzerinde yaşayan eklembacaklıların a) mevsim ve b) yükseltiye bağlı değişimine ait CCA grafiği.

Acarina alt sınıfına ait taksonların, orman zemini üzerindeki eklembacaklıların sayısal miktarına katkısı 778 birey/m² ve oranı %16,92 olmuştur. Mesostigmata alttakımı akarlarına ait birey sayılarında, her mevsimde yükselti arasında farklılık yoktur. 1200 ve 1600 m yükseltilerde mevsimler arasında farklılık vardır. Genellikle bahar ve yaz mevsimlerinde diğer mevsimlerden daha fazla birey bulunmuştur (EK 8). Mesostigmata ile Astigmata, Chilopoda, Coleoptera, Neanuridae, Entomobryidae ve Tomoceridae taksonları pozitif ilişkilidir (EK 5).

Oribatida taksonu sadece güz mevsiminde yükselti arasında farklı olup, tüm mevsimlerde 1200 m yükseltide en fazla bireye rastlanmıştır. Diğer yandan, tüm yükselti basamaklarında mevsimler arasında farklılık ortaya çıkmıştır (EK 8). Bunu yanında Oribatid akarlar, Araneae, Prostigmata, Hypogastruridae, Entomobryidae, Isotomidae ve Sminthuridae taksonları ile pozitif ilişkili olduğu bulunmuştur. Prostigmata taksonu, mevsimler arasında sadece güz mevsiminde yükselti arasında farklı iken, 1400 metre yükselti dışındaki diğer üç yükseltide de mevsimler arasında farklılıklar bulunmuştur. Prostigmata taksonu, Araneae, Oribatida, Diplopoda, Hypogastruridae, Isotomidae ve Sminthuridae ile pozitif ilişkilidir (EK 5).

Orman zemini üzerinde yaşayan ve çukur tuzaklar ile örneklenen Myriapoda taksonları toplam 31 birey/m² ve %0,76 olup, çok az miktardadır (EK 8). Chilopoda bahar ve yaz mevsiminde genellikle her yükseltide bulunduğu halde, Diplopoda taksonu çok daha düzensiz ortaya çıkmıştır (Şekil 4.36).

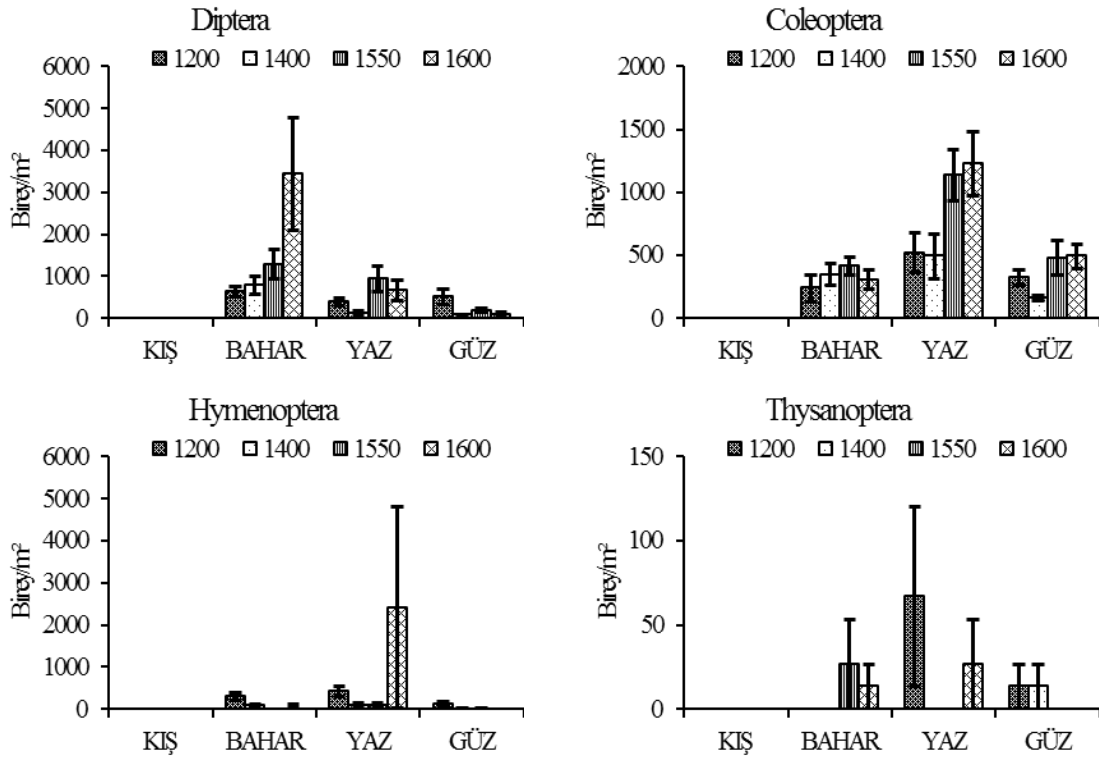


Şekil 4.36: Orman zeminindeki Myriapoda taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

Insecta sınıfına ait takımlardan Diptera taksonu, kış haricindeki tüm mevsimlerde, yükselti basamakları arasında farklı, hem de tüm yükselti basamaklarında mevsimler

arasında farklı bulunmuştur (Şekil 4.37). Tüm yükselti basamaklarında, en yüksek sayıdaki birey bahar mevsiminde saptanmıştır (EK 8).

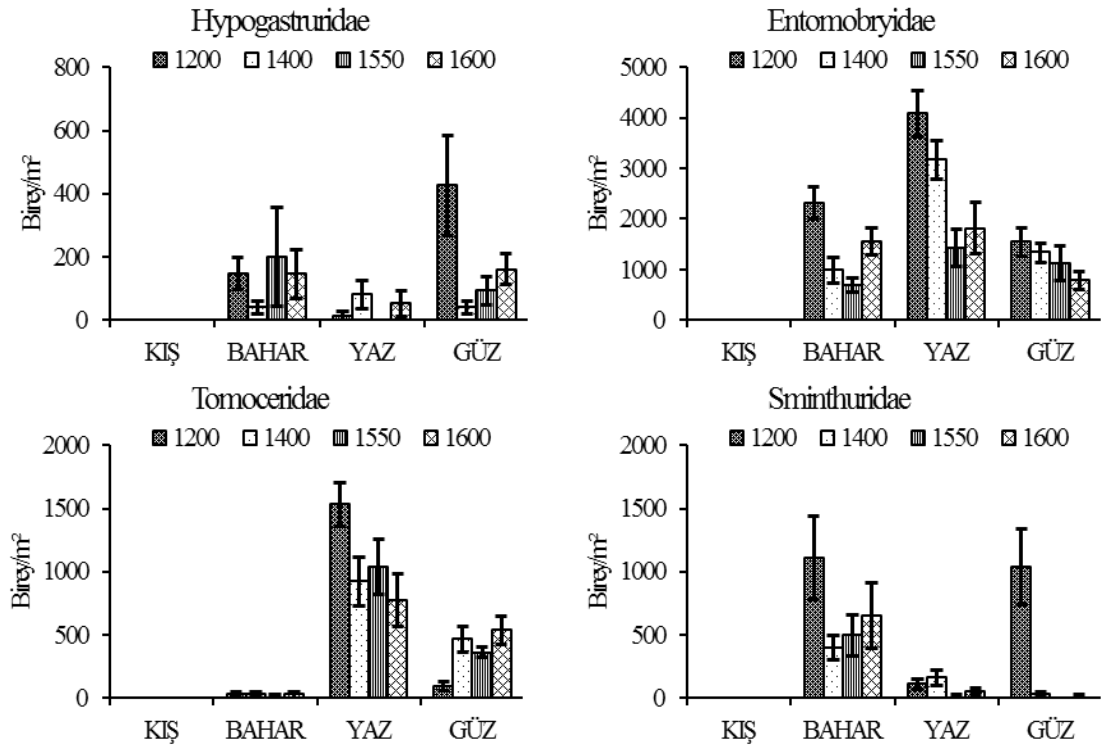
Coleoptera takımına ait taksonlar, tüm yükselti basamaklarında mevsimsel açıdan farklıdır ve yaz mevsiminde en fazla birey belirlenmiştir. Mevsimler içerisinde ise yaz ve güz mevsimlerinde yükselti arasında farklılık olup, üst yükseltelerde (1550 m ve 1600 m) daha fazla birey bulunmuştur (EK 8). Coleoptera, Araneae, Opiliones, Mesostigmata, Chilopoda, Entomobryidae ve Tomoceridae taksonları ile ilişkilidir. Hymenoptera takımı, (Formicidae=Karıncı) familyasına ait bireyler 1600 m yükselti dışındaki tüm yükseltelerde mevsimsel farklılık göstermiş olup, tüm yükseltelerde en fazla birey yaz mevsiminde örneklenmiştir. Ayrıca Araneae ve Chilopoda taksonları ile pozitif korelasyon belirlenmiştir (EK 5).



Şekil 4.37: Zeminindeki Insecta taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

Collembola sınıfının bazı familyaları, çukur tuzaklarda ya hiç görülmemiş veya nadiren belirlenmiş olup, mevsim ve yükseltiye bağlı anlamlı değişimleri yoktur. Hypogastruridae familyasına ait bireyler tüm çalışma boyunca sadece güz mevsiminde ve 1200 metre yükseltide diğer mevsim ve yükseltilere nazaran farklı bulunmuştur.

Entomobryidae familyası bireyleri, bahar ve yaz mevsimlerinde yükselti arasında farklıdır ve tüm mevsimler içerisinde 1200 metre yükseltide en fazla birey tespit edilmiştir. Tüm yükselti basamaklarında da mevsimler arasında farklılık olup, yaz mevsiminde en yüksek sayıda bireye rastlanmıştır. Isotomidae taksonu güz mevsiminde, yükselti arasında farklıdır. Bununla birlikte, yükselti arasında ise 1200 ve 1600 m yükseltilerde mevsimsel farklılıklar vardır. Tomoceridae taksonu, güz mevsiminde yükselti arasında farklıdır. Her yükseltide mevsimler arasında farklılık olup, bireylerin en bol bulunduğu mevsim yaz mevsimidir. Sminthuridae familyasına ait bireyler her yükseltide, mevsimsel açıdan farklıdır. Mevsimler arasında en yüksek birey sayısı bahar mevsiminde görülmektedir (EK 8). Bununla beraber güz mevsiminde de yükselti arasında farklılık vardır (Şekil 4.38).



Şekil 4.38: Orman zeminindeki Collembola taksonlarının mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I = standart hata).

Collembola sınıfına ait bazı taksonların diğer eklembacaklılarla ilişkisi değerlendirildiğinde; Hypogastruridae ile Oribatida, Prostigmata, Neanuridae, Isotomidae ve Sminthuridae; Entomobryidae ile Araneae, Opiliones, Mesostigmata, Oribatida, Diplopoda, Coleoptera, Thysanoptera, Isotomidae, Sminthuridae ve Diplura; Tomoceridae ile Opiliones, Mesostigmata, Diplopoda, Coleoptera ve Entomobryidae

pozitif ilişkilidir. Sminthuridae ise Arachnida, Onychiuridae, Hypogastruridae, Entomobryidae ve Isotomidae ile pozitif ilişkili olduğu halde, Tomoceridae ile negatif ilişkilidir (EK 5).

Orman zeminindeki mikroeklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimlerinin ortalamaları (Ek 8) ve Şekil 4.35'deki CCA grafiği birlikte ele alınmış ve eklembacaklıların bazı mevsim ve yükseltileri tercihlerinde farklılık belirlenmiştir. Araneae, Oribatida, Entomobryidae ve Sminthuridae taksonları 1200 m yükseklikte, Diplura taksonu 1400 m, Coleoptera 1550 ve 1600 m, Opiliones ve Diptera, 1600 metre yükselti basamaklarını tercih etmişler ve bu yükselti basamaklarında en fazla miktarda bulunmuşlardır (EK 8).

Kış mevsiminde çukur tuzaklarda eklembacaklı belirlenememiştir. Eklembacaklıların diğer 3 mevsimdeki dağılımında, Astigmata, Pseudoscorpionida, Diptera ve Sminthuridae taksonları bahar mevsiminde, Opiliones, Chilopoda, Coleoptera, Entomobryidae ve Tomoceridae taksonları yaz mevsiminde ve Hypogastruridae ve Isotomidae taksonları da güz mevsiminde daha fazla miktarda bulunmaktadır. Ayrıca, Mesostigmata güz, Prostigmata ise yaz mevsiminde en az bulunmuştur (EK 8).

4.3.4. Eklembacaklıların Yaşama Ortamlarına Dağılımı

Yaşama ortamlarının eklembacaklıların miktarı ve çeşitliliği üzerindeki etkilerini ortaya koymak için ordinasyon tekniğine dayalı CCA analizi uygulanmıştır. Şekil 4.39'deki CCA grafiği ve Tablo 4.22 birlikte değerlendirildiğinde, eklem bacaklıların bazı ortamları daha fazla tercih ettikleri ve bu ortamlarda daha fazla miktarda bulundukları görülmektedir.

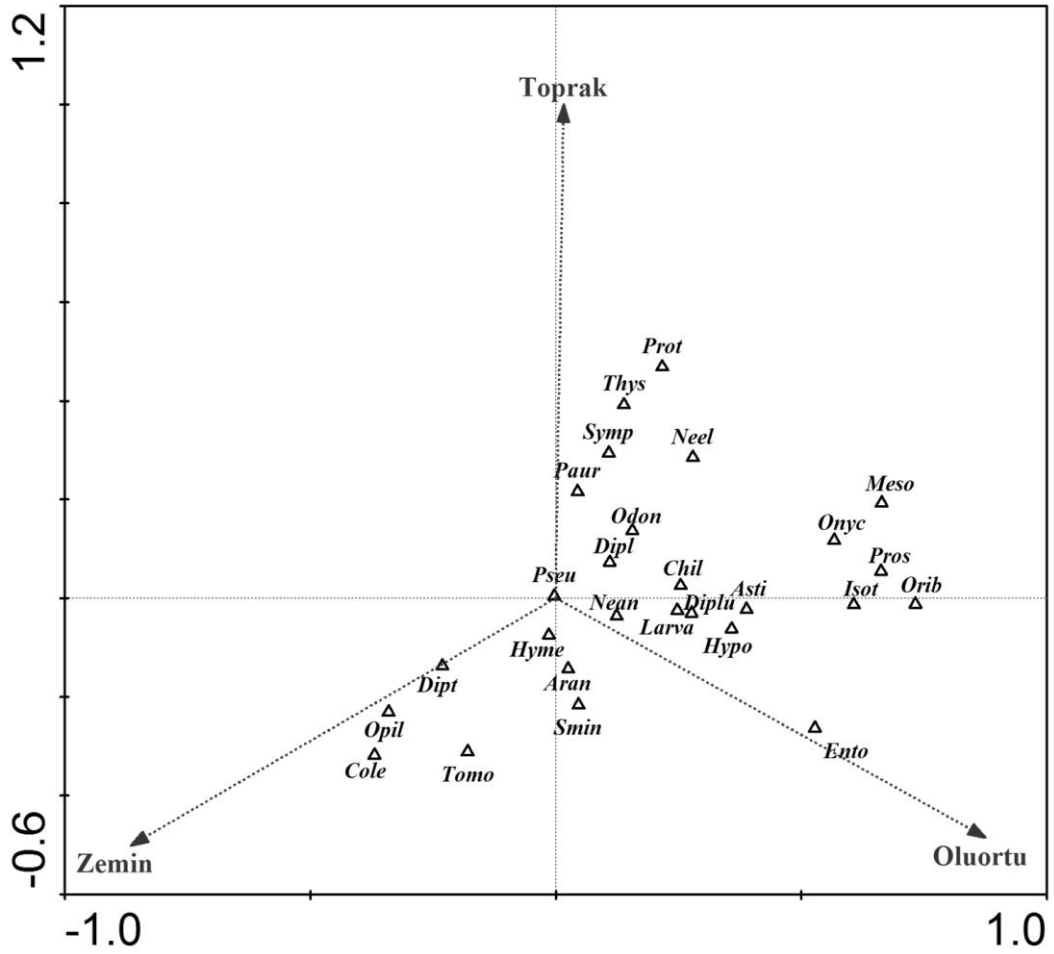
Ağırlıklı olarak toprak ortamını tercih eden eklembacaklılar Symphyla, Pauropoda, Thysanoptera, Neelidae ve Protura taksonlarıdır. Araneae, Mesostigmata, Oribatida, Astigmata, Prostigmata, böcek larvası, Onychiuridae, Hypogastruridae, Entomobryidae, Isotomidae ve Diplura taksonlarına ait bireyler öncelikli olarak ölü örtü ortamını tercih etmişlerdir. Opiliones, Diptera, Coleoptera ve Tomoceridae taksonları ağırlıklı olarak çukur tuzaklar yoluyla elde edilmişlerdir. Nispeten daha iri gövdeli bireyler olup, genelde orman zemini üzerinde serbest yaşamayı tercih etmektedirler (Tablo 4.22).

Chilopoda ve Odontellidae taksonları hem toprakta hem de ölü örtüde bulunurken, Sminthuridae taksonu da, ölü örtü ve orman zemini üzerinde en fazla bulunmaktadır (Şekil 4.39).

Tablo 4.22: Eklembacaklıların yaşam ortamlarına dağılımı (Ort±Ss).

	Toprak		Ölü Örtü		Orman Zemini		P
	Birey/m ²	%	Birey/m ²	%	Birey/m ²	%	
Aran	23±111a	0,00	113±432b	0,07	96±116ab	1,62	0,042
Opil	0±0a	0,00	23±178a	0,01	284±457b	4,79	0,000
Pseu	6±56a	0,00	5±31a	0,00	6±25a	0,10	0,995
Meso	6881±4257b	7,60	9198±5806c	5,48	204±309a	3,44	0,000
Orib	33863±31653b	38,20	71201±36061c	42,42	741±1095a	12,51	0,000
Asti	638±1509b	0,70	1451±1977c	0,87	18±73a	0,30	0,000
Pros	17475±14935b	19,00	31304±21084c	18,67	74±140a	1,25	0,000
Chil	98±226b	0,10	157±311b	0,09	18±54a	0,30	0,000
Dipl	86±343a	0,10	81±236a	0,05	19±50a	0,32	0,076
Symp	523±1027b	0,60	177±549a	0,11	4±28a	0,07	0,000
Paur	2140±7209b	2,40	411±991a	0,25	0±0a	0,00	0,001
Larva	81±300a	0,10	203±499b	0,12	0±0a	0,00	0,000
Dipt	190±466a	0,20	197±502a	0,12	760±1497b	12,83	0,000
Cole	40±200a	0,00	135±332a	0,08	511±501b	8,63	0,000
Hyme	12±79a	0,00	248±1920a	0,15	301±2066a	5,08	0,421
Thys	408±579c	0,50	141±268b	0,08	13±60a	0,22	0,000
Nean	75±296a	0,10	277±1500a	0,17	16±87a	0,27	0,084
Onyc	5075±4334b	5,60	7597±6749c	4,53	6±25a	0,10	0,000
Hypo	1789±3479b	2,00	5174±8953c	3,09	117±240a	1,98	0,000
Odon	109±285b	0,10	86±282b	0,05	0±0a	0,00	0,001
Ento	2065±2579a	2,30	8713±7176b	5,20	1736±1336a	29,31	0,000
Isot	12699±16859b	14,00	27128±19615c	16,18	141±241a	2,38	0,000
Tomo	6±56a	0,00	251±654b	0,15	484±593c	8,17	0,000
Neel	1524±1911c	1,70	1087±1848b	0,65	0±0a	0,00	0,000
Smin	40±144a	0,00	427±1096b	0,26	339±596b	5,72	0,001
Diplu	109±285a	0,10	241±462b	0,14	26±59a	0,44	0,000
Prot	4160±4214c	4,60	1690±2799b	1,01	2±16a	0,03	0,000
TOPLAM	90116	100	167716	100	4437	100	

Satırlarda aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel önemli (P<0,05) fark yoktur.



Şekil 4.39: Eklembacaklıların yaşama ortamlarına dağılımı.

4.3.5. Eklembacaklıların Beslenme Tiplerine Dağılımı

Trofik seviyeler, canlıların besin zinciri veya besin ağı içindeki beslenme tipleridir. Göknaar ekosistemindeki toprak eklembacaklıları topluluklarını oluşturan bireyler çürükçüller, hepçiller ve yırtıcılar olarak üç beslenme tipi halinde tasnif edilmiştir. Ölü örtü ve toprak ortamlarında eklembacaklı topluluklarının popülasyonu içerisinde, çürükçüller %70-75, yırtıcılar %25-30 ve hepçiller %1-2 oranında paya sahiptirler. Orman zemini üzerinde yaşayan eklembacaklıların ise yine en fazlasını çürükçüller %60 oranında oluştururken, yırtıcılar %26 ve hepçiller %14 oranındadır (Tablo 4.23 ve Tablo 4.24).

Eklembacaklıların beslenme tiplerine göre dağılımında; ölü örtü ve toprakta yaşayan yırtıcılar ve çürükçüllerin mevsimsel değişimlerinde farklılık olduğu halde, yükselti basamaklarına dağılımlarında farklılık tespit edilememiştir. Orman zemini üzerinde yaşayan ve çukur tuzaklar ile elde edilmiş olan tüm beslenme tiplerindeki

eklembacaklılar, mevsimlere göre farklı bulunmuşlardır (Tablo 4.23). Hepçiller ve çürükçüllerin miktarında yükseltiye bağlı değişim olduğu halde, yırtıcıların miktarında farklılık yoktur (Tablo 4.24).

Tablo 4.23: Eklembacaklılarının mevsime bağlı olarak beslenme tiplerine dağılımı

Toprak Eklembacaklılarının Beslenme Tiplerinin Mevsime Bağlı Değişimi									
Beslenme tipi	Kış		Bahar		Yaz		Güz		P
	Birey/m²	%	Birey/m²	%	Birey/m²	%	Birey/m²	%	
Ölü örtüde									
Yırtıcı	46271b	28,5	46699b	27,7	22509a	17,6	49254b	23,2	0,000
Hepçil	1167a	0,7	529a	0,3	1012a	0,8	1127a	0,5	0,130
Çürükçül	114870a	70,8	121385a	72,0	104169a	81,6	161871b	76,3	0,000
Toprakta									
Yırtıcı	10725a	19,4	24535b	31,3	30197b	21,6	32682b	37,5	0,000
Hepçil	1058a	1,9	1380a	1,8	920a	0,7	1887a	2,2	0,076
Çürükçül	43544a	78,7	52520a	66,9	108519b	77,7	52497a	60,3	0,000
Orman zemininde									
Yırtıcı	-	-	1070a	18,7	2530b	33,4	883a	19,8	0,004
Hepçil	-	-	1580b	27,6	590a	7,8	240a	5,4	0,000
Çürükçül	-	-	3067a	53,7	4443b	58,8	3343a	74,8	0,024

Satırlarda aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel önemli ($P < 0,05$) fark yoktur.

Mevsimsel değişimin eklembacaklıların beslenme tipleri üzerinde etkisi incelendiğinde; orman zemini üzerinde yaşayan tüm beslenme gruplarının, toprakta ve ölü örtüde ise hepçiller dışında kalan yırtıcılar ve çürükçüllerin mevsimsel değişimden önemli ($P < 0,050$) seviyede etkilendiği görülmektedir. Mevsimsel değişimden etkilenmeyen, hepçil beslenen grubun toplum içerisindeki oranı %1-2 civarındadır. Neredeyse tüm topluluktaki beslenme tipleri mevsimsel değişimden etkilenmektedir. Yırtıcılar ölü örtüde yazın diğer mevsimlere göre daha az bulunurken, toprakta kışın en az miktarda bulunmaktadır. Çürükçüller ise güz mevsiminde ölü örtüde, yaz mevsiminde de toprakta diğer mevsimlere göre daha fazla miktarda bulunmaktadır (Tablo 4.23).

Yükseltinin değişimi eklembacaklıların beslenme tipleri üzerinde çok önemli etki göstermemiştir. Yalnızca ölü örtüde yaşayan hepçiller ve orman zemini üzerinde yaşayan çürükçüllerin miktarında farklılık ortaya çıkmıştır. Yükselti değişiminden etkilenen bu iki grubun genel popülasyon içinde payı da oldukça düşüktür. Diğer grupların miktarında değişim olmamıştır (Tablo 4.24).

Tablo 4.24: Eklembacaklılarının yükseltiye bağlı olarak beslenme tiplerine dağılımı.

Toprak Eklembacaklılarının Beslenme Tiplerinin Yükseltiye Bağlı Değişimi									
Beslenme tipi	1200		1400		1550		1600		P
	Birey/m ²	%	Birey/m ²	%	Birey/m ²	%	Birey/m ²	%	
Ölü örtüde									
Yırtıcı	46742a	24,5	34777a	20,8	45362a	26,7	37852a	26,4	0,226
Hepçil	1320b	0,7	643a	0,4	661a	0,4	1211ab	0,8	0,037
Çürükçül	142731a	74,8	131461a	78,8	123765a	72,9	104339a	72,8	0,074
Toprakta									
Yırtıcı	25754a	26,2	23131a	24,7	28539a	28,0	20714a	31,1	0,369
Hepçil	1196a	1,2	1380a	1,5	920a	0,9	1749a	2,6	0,217
Çürükçül	71279a	72,6	69206a	73,9	72337a	71,1	44257a	66,3	0,079
Orman zemininde									
Yırtıcı	1196a	15,4	987a	21,2	1422a	31,6	2373a	35,5	0,131
Hepçil	556a	7,1	382a	8,2	840a	18,7	1436a	21,5	0,052
Çürükçül	6098c	77,5	3253b	70,0	2240a	49,7	2880ab	43,0	0,000

Satırlarda aynı harfi taşıyan değerler arasında istatistiksel önemli ($P < 0,05$) fark yoktur.

4.3.6. Eklembacaklıların Biyolojik Çeşitliliği

Gökmar ekosisteminde, ortamlara ait toprak eklembacaklıları toplumlarının çeşitlilikleri, mevsim ve yükseltiye göre Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') kullanılarak ayrı ayrı belirlenmiştir. Ayrıca toplumların taksonomik zenginlikleri (S') de tespit edilmiştir (Tablo 4.25). Orman zemini üzerindeki eklembacaklıların kış mevsimi örneklemeleri zeminin karlı olduğu dönemde gerçekleştirildiği için çukur tuzaklarda canlı örneklenememiştir. Bu nedenle orman zemini üzerindeki eklembacaklılara ait değerlendirmeye kış mevsimi dâhil edilememiştir (Tablo 4.26).

Tablo 4.25: Eklembacaklıların çeşitlilik indekslerinin ortamlara göre değişimi.

	Toprak	Ölü örtü	Orman zemini	Ortalama	P
Shannon-Wiener İndeksi (H')	2,63 b	2,96 c	2,22 a	2,64	0,000
Taksonomik Zenginlik (S')	30 b	45 c	22 a	33	0,000

Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') değerleri, her üç ortam arasında farklıdır. Üç ortam arasında ortalama çeşitlilik H' değerleri en yüksek ölü örtüde ($H'=2,96$), en düşük ise orman zemini üzerinde ($H'=2,22$) ortaya çıkmıştır (Tablo 4.25).

Toprakta eklembacaklıların H' çeşitliliği, tüm mevsimlerde yükselti arasında farklı bulunmamıştır. Fakat 1550 m yükselti dışındaki tüm yükselti aralıklarında farklılıklar

belirlenmiştir. Genel olarak en yüksek çeşitlilik güz mevsiminde ($H'=2,90$) en düşük ise kış mevsiminde ($H'=2,34$) bulunmuştur (Tablo 4.26).

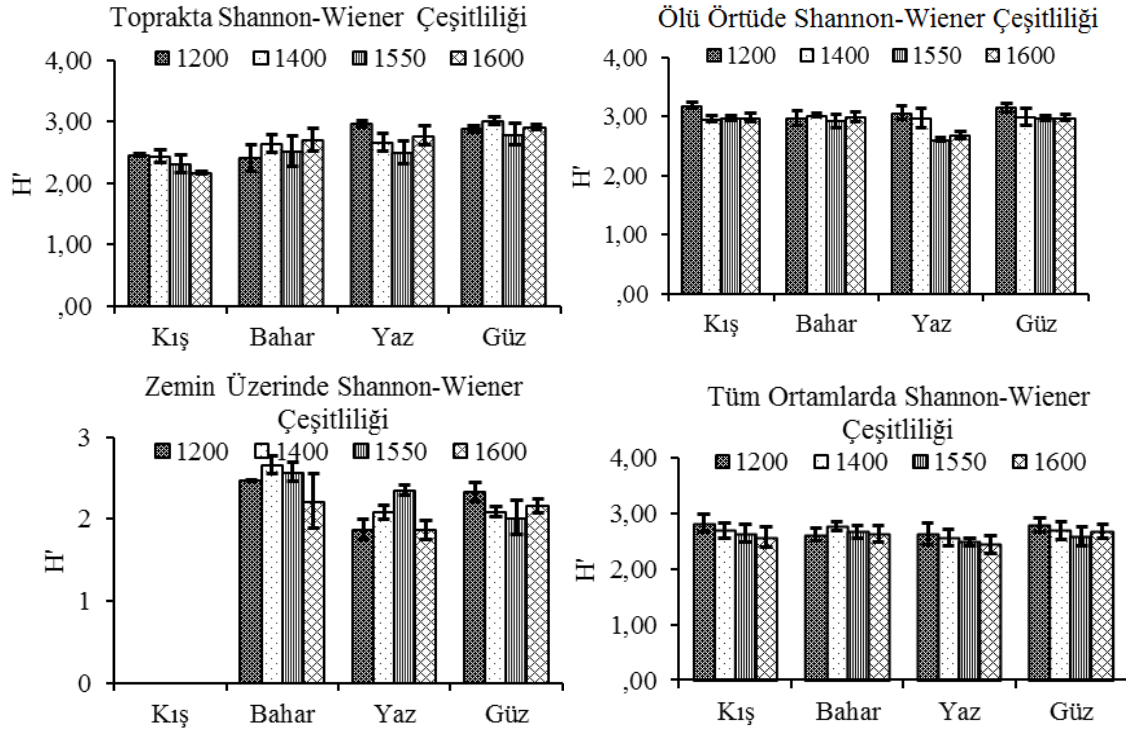
Tablo 4.26: Eklembacıklılara ait Shannon-Wiener İndeksi (H').

Mevsimler	Yükseltiler					
	1200	1400	1550	1600	Ortalama	P
Toprakta						
Kış	2,46 a A	2,43 a A	2,31 a A	2,17 a A	2,34	0,149
Bahar	2,41 a A	2,63 a AB	2,51 a A	2,70 a B	2,56	0,747
Yaz	2,96 a B	2,66 a AB	2,50 a A	2,77 a B	2,72	0,214
Güz	2,88 a B	3,01 a B	2,79 a A	2,91 a B	2,90	0,497
Ortalama	2,68	2,68	2,53	2,64	2,63	
P	0,021	0,049	0,404	0,010		
Ölü örtüde						
Kış	3,18 a A	2,95 a A	2,97 a B	2,97 a B	3,02	0,050
Bahar	2,97 a A	3,02 a A	2,93 a B	2,99 a B	2,98	0,922
Yaz	3,06 b A	2,96 ab A	2,60 a A	2,68 a A	2,83	0,046
Güz	3,15 a A	2,99 a A	2,97 a B	2,98 a B	3,02	0,440
Ortalama	3,09	2,98	2,87	2,9	2,96	
P	0,464	0,975	0,011	0,029		
Orman zemininde						
Kış	-	-	-	-	-	-
Bahar	2,47 a B	2,66 a B	2,57 a A	2,22 a A	2,48	0,399
Yaz	1,87 a A	2,08 ab A	2,35 b A	1,87 a A	2,04	0,027
Güz	2,33 a B	2,09 a A	2,02 a A	2,16 a A	2,15	0,421
Ortalama	2,23	2,28	2,31	2,08	2,22	
P	0,011	0,050	0,090	0,487		
Tüm Ortamlar						
Kış	2,82 a A	2,69 a A	2,64 a A	2,57 a A	2,68	0,725
Bahar	2,62 a A	2,77 a A	2,67 a A	2,64 a A	2,68	0,737
Yaz	2,63 a A	2,57 a A	2,48 a A	2,44 a A	2,53	0,740
Güz	2,79 a A	2,70 a A	2,59 a A	2,68 a A	2,69	0,692
Ortalama	2,71	2,68	2,59	2,58	2,64	
P	0,720	0,800	0,806	0,838		

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

Ölü örtüde, yaz mevsiminde yükseltiiler arasında fark olup, genel olarak yükseltiyle ters orantılı bir değişim söz konusudur. Yükseltiiler arasında da 1550 ve 1600 metredeki üst yükselti basamaklarında mevsimler arasında farklılık saptanmıştır. Hem bu yükseltiilerde hem de genel olarak, yaz mevsimindeki çeşitlilik diğer mevsimlerden daha düşük bulunmuştur (Şekil 4.40).

Çukur tuzaklarla örneklenen orman zemini üzerindeki eklembacıklıların çeşitliliğinde H' değerleri ölü örtüde olduğu gibi, mevsimler arasında sadece yaz mevsiminde yükseltiiler arasında farklıdır. 1200 m yükseltide mevsimler arasında farklılık olup, yine ölü örtüde olduğu gibi yaz mevsiminde en düşük çeşitlilik ortaya çıkmıştır (Tablo 4.26).



Şekil 4.40: Eklembacalıların Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi'nin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I=standart hata).

Tüm ortamlar bir arada değerlendirildiğinde, Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') değerleri birbirine çok yakın olup, mevsimlere ve yükseltilere bağlı bir farklılık tespit edilememiştir (Tablo 4.26).

Eklembacalıların taksonomik zenginliği (S'), ortamlar arasında farklıdır. Ortalama en yüksek değerler, ölü örtüde ($S'=45$), en az ise orman zemini üzerinde ($S'=22$) bulunmuştur (Tablo 4.25).

Topraktaki S' ortalaması 30 taksondur ve mevsimler arasında yalnızca yaz mevsiminde yükseltiler arasında farklıdır. 1600 metre yükseltide taksonomik zenginlik en az ($S'=30$) olup, yükseltiyle ters orantılı değişen bir eğilim belirlenmiştir. Bununla birlikte, her yükselti basamağında mevsimler arasında anlamlı ($P<0,01$) farklılık bulunmuştur. Genel olarak taksonomik zenginlik, en az kış mevsiminde ($S'=20$), en fazla ise yaz mevsiminde ($S'=37$) tespit edilmiştir (Tablo 4.27).

Ölü örtüde taksonomik zenginliğin ortalaması, 45 taksondur. Kış ve bahar mevsimlerinde, yükselter arasında farklılık olmadığı halde, yaz ve güz mevsimlerinde yükselter arasında önemli ($P<0,01$) farklar meydana gelmiştir. Benzer şekilde, 1600 m yükselti haricindeki tüm yükselterde mevsimler arasında farklılıklar vardır. Tüm yükselterde, kış mevsiminde en yüksek taksonomik zenginlik ($S'=53$) kaydedilmiştir (Tablo 4.27).

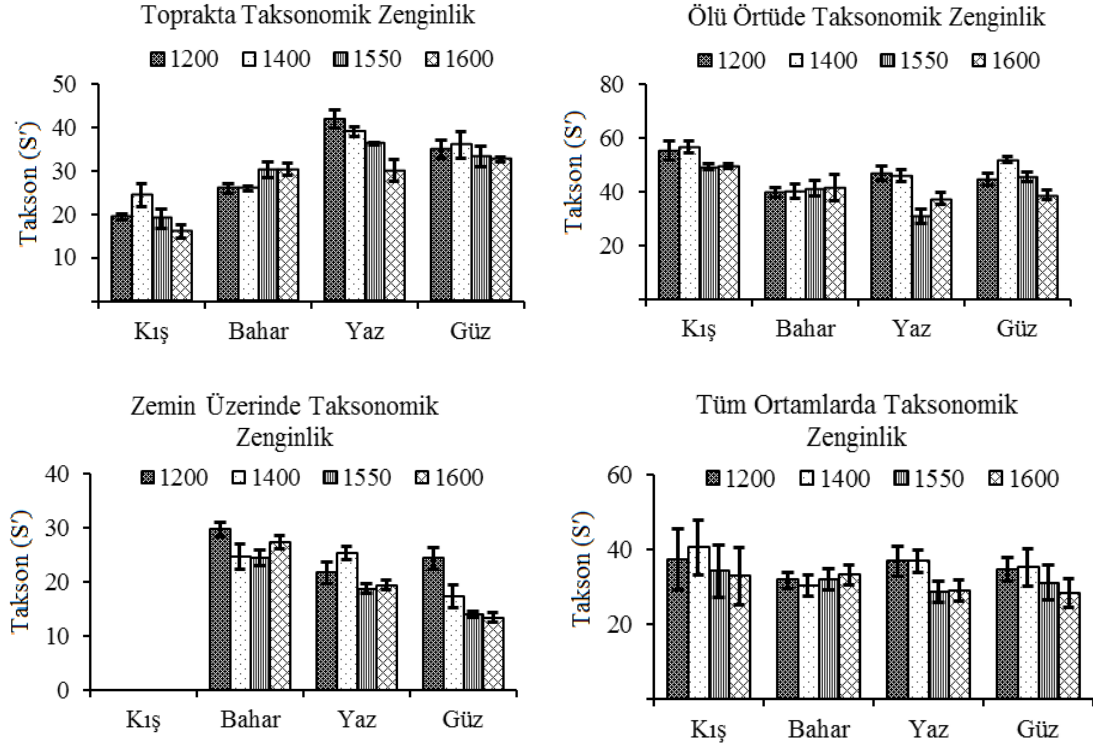
Tablo 4.27: Eklembacaklıların taksonomik zenginliği (S').

Mevsimler	Yükseltiler (m)					
	1200	1400	1550	1600	Ortalama	P
Toprakta						
Kış	19 a A	24 a A	19 a A	16 a A	20	0,083
Bahar	26 a B	26 a A	30 a B	30 a B	28	0,071
Yaz	42 b D	39 b B	36 b B	30 a B	37	0,007
Güz	35 a C	36 a B	33 a B	33 a B	34	0,708
Ortalama	31	31	30	27	30	
P	0,000	0,002	0,001	0,000		
Ölü örtüde						
Kış	55 a B	57 a C	49 a C	50 a A	53	0,101
Bahar	40 a A	40 a A	41 a B	42 a A	41	0,969
Yaz	47 b AB	46 b AB	31 a A	37 a A	40	0,004
Güz	45 b A	52 c BC	46 b BC	39 a A	45	0,005
Ortalama	47	49	42	42	45	
P	0,016	0,003	0,002	0,061		
Orman zemininde						
Kış	-	-	-	-	-	-
Bahar	30 a A	25 a A	24 a C	27 a C	27	0,159
Yaz	22 ab A	25 b A	19 a B	19 a B	21	0,029
Güz	24 b A	17 a A	14 a A	13 a A	17	0,003
Ortalama	25	22	19	20	22	
P	0,053	0,051	0,001	0,000		
Tüm Ortamlar						
Kış	37 a A	41 a A	34 a A	33 a A	36	0,890
Bahar	32 a A	30 a A	32 a A	33 a A	32	0,898
Yaz	37 a A	37 a A	29 a A	29 a A	33	0,121
Güz	35 a A	35 a A	31 a A	28 a A	32	0,632
Ortalama	35	35	31	31	33	
P	0,779	0,495	0,842	0,747		

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

Ölü örtüdeki taksonomik zenginliğe paralel olarak, orman zeminini üzerinde de yaz ve güz mevsimlerinde yükselter arasında farklılık olup, alt yükselterde (1200 ve 1400 m) üst yükseltere (1550 ve 1600 m) nazaran daha yüksek taksonomik zenginlik bulunmuştur. Yükselter içerisinde ise, 1550 ve 1600 m yükselterde, mevsimler

arasında farklılıklar belirlenmiştir. Tüm yükseltelerde bahar mevsimi en yüksek taksonomik zenginlik ($S'=27$) içermektedir (Şekil 4.41).



Şekil 4.41: Eklembacaklıların taksonomik zenginliğinin mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi (I =standart hata).

Tüm ortamlara ait taksonomik zenginlik toplu halde ele alındığında ise; hiçbir mevsim ve yükseltide istatistiksel önem ($P<0,05$) düzeyinde farklılık yoktur (Tablo 4.27).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. TOPRAK SICAKLIĞI VE NEMİ

Örnek alanlardan alınan toprak örneklerinde, toprak neminin ortalaması %46 olarak tespit edilmiştir. Toprak nemi de bağıl nemde olduğu gibi hem mevsim, hem de yükselti ile değişmektedir. Yükselti ile toprak neminin artışının nedenleri; yükselti ile sıcaklığın azalması nedeniyle toprağın kurumasının güçleşmesi, artan bağıl nemin toprak yüzeyinde çiğlenmesi (Kidron, 1999) ve yükselti ile artan kil oranının higroskopik nemi arttırması (Çepel, 1988) olabilir.

Bolat (2011) bulgularımızı destekler şekilde, toprak neminin mevsimlere bağlı değişiminin azalan sırada kış, sonbahar, ilkbahar ve yaz şeklinde sıralandığını tespit etmiştir. Göknar, kayın ve göknar–kayın karışık meşcerelerinde, üst mineral toprağın (0–5 cm) içerdiği nem miktarının mevsime bağlı değişimini incelediği çalışmada, en düşük nem içeriğini göknar–kayın karışık meşceresinde yaz mevsiminde (%15,1), en yüksek ise göknar meşceresinde kış mevsiminde (%95,3) tespit etmiştir. Toprak neminin hem mevsimler hem de ağaç türlerine göre istatistiksel açıdan anlamlı $P<0,05$ farklı olduğunu, en yüksek nem içeriğini göknar, en düşük ise göknar–kayın meşcerelerinde bulmuştur. Göknar ve kayın meşcerelerinde yaptığı çalışmada, Şentürk (2009) de benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Oregon eyaleti Cascade Dağlarında (ABD) yapılan bir çalışmada, yaz mevsimi başı ve sonunda üst toprak neminin (0-10 cm) yükselti basamaklarına göre değişimi incelenmiştir. Yükselti <1000m, 1000–1500 m ve 1500m olarak 3 grupta değerlendirilmiştir. Toprak nemi yaz başında <1000 m (%49,4), 1000–1500 m (%50,8) ve >1500 (%75,7) olarak yaz sonunda ise yükseltilere göre sırasıyla (%33,8), (%35,0) ve (%48,9) olarak bulunmuştur (Griffiths ve diğ., 2009). Sonuçlarımıza benzer olarak, toprak nemi hem yükseltiye hem de mevsime göre farklıdır.

5.2. ÖLÜ ÖRTÜ VE TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN MEVSİM VE YÜKSELTİYE BAĞLI DEĞİŞİMİ

Ilıman orman ekosistemlerinde toprak ve ölü örtü eklembacaklılarının dağılımı ve varlığı; büyük ölçüde toprak ve ölü örtünün sıcaklık, nem, pH vb. fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır (Zhao ve diğ., 2014). Bulgular bölümünde de sunulduğu üzere, araştırma sürecinde mevsime bağlı olarak farklılık gösteren ölü örtü özellikleri; ölü örtü miktarı, pH, N, C/N, P ve Mg olarak belirlenmiştir. Bu değişimler incelenen farklı yükseltilerde elde edilen mevsimsel değişimleri ifade etmektedir. Bununla birlikte, araştırmadaki iklim özellikleri sonuçlarında da görüldüğü gibi, yükseltinin iklim, özellikle nem ve sıcaklık üzerindeki etkileri, aynı mevsimde dahi farklı yükseltilerde farklı sonuçların görülmesine sebep olabilmektedir. Bunun gibi aynı mevsimde farklı yükseltilerde önemli değişim gösteren ölü örtü özellikleri; pH, C (sadece yaz mevsiminde), P, K (sadece bahar), Ca ve Mg olarak tespit edilmiştir.

Ölü örtü özelliklerine benzer olarak farklı yükseltilerde elde edilen ve mevsim ile önemli değişimde olan toprak özellikleri; pH, N, C/N, kısmen P (1600 m) olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde aynı mevsimde farklı yükseltilerde önemli değişim gösteren toprak özellikleri ise; pH, C (sadece güz mevsiminde), C/N (sadece yaz), P, Ca (sadece yaz) ve Mg olarak bulunmuştur.

Örnek alanlardan toplanan ölü örtünün miktarı ortalama 4664 g/m^2 'dir. Ancak mevsimler arasındaki varyasyon yüksektir. Bu araştırmadaki sonuca benzer olarak, Kantarcı (1979) aynı yörede, sadece yaz mevsiminde, yükselti kuşaklarına göre yaptığı örneklemelerde ölü örtü miktarlarını, 3398 ile 4175 g/m^2 arasında ve ortalama 3849 g/m^2 olarak bulmuştur. Söz konusu değerler, araştırma sonuçlarına yakındır ve yine sonuçlarımızda olduğu gibi ölü örtü miktarlarının yükselti basamaklarına dağılımında da farklılık bulunamamıştır. Çalışmadaki sonuçlara benzer şekilde, ölü örtü miktarlarının kurak ve nemli mevsimlerde farklı olduğu belirlenmiştir (Wieder ve Wright, 1995; Valentini ve diğ., 2008; Akburak ve Makineci, 2013).

Arol (1959) 1951 yılı yaz mevsiminde, saf göknar meşcerelerinde 3322 g/m^2 ile yine yakın bir değer sunarak, tepe kapallılığının göknar meşcerelerinde ölü örtü miktarı üzerinde önemli etkisi olduğunu ifade etmiştir. Bulgularımızın tersine, bazı

araştırmacılar yükseltinin ölü örtü miktarının değişimi üzerinde önemli bir etken olduğunu belirtmişlerdir (Sevgi, 2003; Güner, 2006).

Makineci (1999), müdahale edilmemiş meşcerelerde yaptığı 3 yıllık ölü örtü miktarları ölçümlerine göre ortalama olarak; kestanede 1085 g/m², gürgende 1214 g/m², meşede ise 1485 g/m² ölü örtü belirlemiştir.

Örnek alanlarda toprakların ortalama kum, toz ve kil oranları, sırasıyla %55, %22 ve %23 olup, genel toprak türü “balçıklı kil” dir. Yükselti basamaklarıyla kum ve kil oranı önemli ilişki göstererek; yükselti arttıkça kil içeriği artarken, kum azalmaktadır. Bulgularımızı destekler bir şekilde, Sevgi (2003) kum oranının yükselti basamakları ile nispeten azaldığını belirlemiştir. Toprakların kil oranı anakayaya göre de farklılık gösterdiği gibi (Başaran ve diğ., 2011), kuzey bakılarda güney bakılardan daha yüksektir (Çelik, 2006). Bunun nedeni, nispeten daha nemli ve daha ekstrem iklim şartlarının hüküm sürdüğü üst yükseltilerde ve kuzey bakılarda kil oluşumunun daha hızlı olmasından kaynaklanabilir (Koca, 1999; Kantarcı, 2000).

Ölü örtü ve toprak reaksiyonu, yükselti ve mevsimlere bağlı olarak benzer bir değişim göstermiştir. Hem toprak, hem de ölü örtünün pH değeri yükselti ile ters orantılı olarak değişmektedir. Yani toprak ve ölü örtü reaksiyonu yükselti arttıkça asitleşmektedir. Bu sonuç ölü örtü ayrışması ve ayrışma ürünlerinin farklı yükseltilerde ve farklı mevsimlerde toprağa katılarak toprak reaksiyonunu etkilemesi olarak yorumlanabileceği gibi, yükselti arttıkça üst toprakta yıkanmanın artmasına bağlı olarak baz doygunluğunun azalması ile toprak reaksiyonunun asitleşebileceği düşünülebilir.

Bolat (2011) yaptığı çalışmada; mevsimlere göre göknar ölü örtüsünde pH değerlerinin farklılığını belirtirken, toprak reaksiyonunda mevsimsel değişim bulamamıştır. Yılmaz (2004) ve Yener (2006) ise ölü örtü reaksiyonunun yükseltiyle değişmemesine rağmen, çalışmamızdaki sonuca benzer olarak toprak reaksiyonunun yükselti arttıkça ters orantılı olarak değiştiğini tespit etmiştir. Sevgi (2003) ve Güner (2006) de farklı yükseltilerde toprak reaksiyonunun önemli değişimini ifade etmişlerdir. Bu sonuçlar farklı yetiştirme ortamlarında ve farklı ağaç türlerinde değişik sonuçların alınabileceğini göstermektedir. Toprak üzerinde ölü örtü miktarının yüksek olması ve ölü örtünün ayrışması sürecinde oluşan organik asitler toprak pH değerinin düşmesine neden olabilmektedir (Kantarcı,

2000). Ek olarak, Kınış ve Duyar (2012) aynı yörede, üç yıllık bir süreçte göknar ormanlarında kar yağışının asitliğini 3,5–7,5 pH gibi geniş bir değişim aralığında bulmuşlardır. Aylık ortalama pH değeri en düşük ocak aylarında 4,2 pH ve en yüksek ise mart aylarında 5,7 pH olarak ölçülmüştür. Benzer şekilde, Kınış (2010) aynı yörede doğrudan yağış ve orman altı yağış örneklerinde yağmur sularının reaksiyonu üzerine yapmış olduğu çalışmada, orman altı yağışta, doğrudan yağış miktarından daha yüksek pH değeri bulmuştur. Bu durum, meşcere çatısında biriken tozların yağışla veya gövdeden akışla yıkanarak birikmesinin bir sonucu olarak açıklanmaktadır (Özsoy ve Örnektekin, 2008; Tuncel, 2011). İfade edilen bu sonuçlar ölü örtü ayrışması, ayrışma ürünlerinin toprak içerisine taşınması kadar araştırma bölgesindeki yağışın asitlik karakterinin toprak ve ölü örtü reaksiyonunun mevsimsel ve yükseltiye bağlı değişiminde önemli etkili olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Her ne kadar araştırma sonuçlarında ölü örtü N oranı mevsimsel olarak değişim göstermese de Bolat (2011) Bartın’da göknar meşceresinde, Çakır (2013) İstanbul Belgrad Ormanı’nda meşe meşceresinde ölü örtü N oranının mevsime bağlı değişiminde farklılık bulmuştur.

Yükselti değişimindeki bulgulara benzer olarak, Sevgi (2003) ve Kidanemariam ve diğ. (2012) yükselti ile ölü örtü ve toprak azotunda değişim olduğunu belirtirken, bu sonuçların tersine, Güner (2006) bir değişim tespit edememiştir.

Araştırma sonuçlarında C oranı ölü örtüde yaz, toprakta güz mevsiminde yükseltiye bağlı, kısmi değişim göstermiştir. Benzer olarak, Bolat (2011) C oranlarının mevsime bağlı değişiminde fark olduğunu ifade etmektedir. Güner (2006) de araştırma sonuçlarını destekler nitelikte, toprakta organik madde miktarı ile yükselti arasında bir ilişki belirlememiştir.

Yapılan çalışmada, ölü örtü C/N oranı kış mevsiminde ve üst yükselti basamaklarında, alt yükseltiden (1200 m) ve diğer mevsimlerden oldukça yüksektir. Bu yüksek C/N oranı, ölü örtüye sonbahardan itibaren bol miktarda yeni madde (ibre, dal ve kozalak parçaları vb.) girişi olduğunu (Duyar ve diğ., 2010) ve ölü örtüde fazla miktarda ayrışmamış organik madde bulunduğunu göstermektedir. Fakat aynı dönemdeki diğer bulgular incelendiğinde, toprak neminin yüksek olduğu, ortamda yüksek miktar ve

taksonomik zenginlikte eklem bacaklıların var olduğu anlaşılmaktadır. Ayrışma için gerekli şartlar yeterli olduğu halde, ağır kış şartlarındaki düşük ortam sıcaklığının (+1,13 °C) biyolojik aktiviteyi yavaşlattığı düşünülmektedir. Çünkü Paré ve diğ. (2006) ortam sıcaklığının +3 °C civarına düşmesi halinde biyolojik aktivitenin durma noktasına geldiğini belirtmektedir.

C/N oranı ölü örtüde ve toprakta mevsimsel olarak farklılık arz etmesine rağmen, yükseltiye bağlı değişim, yalnızca toprakta yaz mevsiminde ortaya çıkmıştır. Şentürk (2009) Arıt yöresi göknar toprağında, Çakıroğlu (2011) Bartın'da göknar ve kayın meşceresinde, Çakır ve Makineci (2013) İstanbul-Belgrad Ormanında karaçam ve meşe ölü örtüsünde ve toprağında bu araştırma sonuçlarına yakın C/N oranlarını bulmuşlardır. Bolat (2011) da ölü örtü ve toprak C/N oranlarının mevsime bağlı değişimini farklı bulmuştur.

Diğer canlılar gibi toprak canlıları da hücrelerinin yapımında ve enerji elde etmek için besin (C ve N) dengesine ihtiyaç duymaktadır. Genellikle C/N oranının 10–20 civarında olması ayrışma için optimum olarak kabul edilirken, 30'un üzerinde olmasının ayrışmanın yavaş gerçekleştiği ve bu tür topraklarda azot yetersizliği sonucunu doğurabileceği belirtilmektedir (Mesic ve diğ., 2012). Çalışmamızda toprak C/N oranı yaklaşık 12 olup, optimumda kabul edilebilir. Fakat ölü örtüdeki ortalama C/N oranı kış mevsiminde 37 diğer mevsimlerde ise 25 civarında bulunmuştur. Bu değerler, kış mevsiminde ayrışma hızının yavaşladığını düşündürmektedir.

Bolat (2011) Bartın'da göknar meşceresinde yaptığı çalışmada, hem ölü örtüde hem de toprakta P konsantrasyonunu mevsimler arasında farklı bulmuştur. Duman (2008) ladin ormanında, P oranının yükselti ile ölü örtüde pozitif, toprakta negatif ilişkili olduğunu ifade etmektedir. Elde ettiği sonuçlar çalışmamızın sonuçlarını destekler niteliktedir.

Bu çalışmada, ölü örtü P oranı 978 mg/kg, toprak P oranı ise 35 mg/kg olup, toprak P oranının yükselti ile negatif ilişkisi bulunduğu belirlenmiştir. Kumar ve diğ. (2013), üst toprak (0–20 cm) tabakasındaki P miktarının meşe meşceresinde yükselti ile pozitif ilişki olduğunu, fakat çam meşceresinde yükselti ile birlikte bir artış eğilimi olsa da bu farklılığın bir korelasyon oluşturmadığını tespit etmiştir. Kidanemariam ve diğ. (2012) orman topraklarında bulduğu P değerleri bulgularımıza benzer olduğu halde, Şili'de

yapılan bir çalışmada da, toprak P oranı 80–140 mg/kg arasında değişmekte olup, oldukça yüksektir (Decker ve Boerner 2003).

K oranının yükseltiye bağlı değişimi ile ilgili olarak, Kantarcı (1979) aynı yörede yaptığı çalışmada, bu araştırmanın bulgularına benzer olarak; hem ölü, örtüde hem de toprakta yükseltiye bağlı anlamlı farklılık olmadığını bulmuştur. Güner (2006), Türkmen Dağı'nda 1200–1700 metre yükseltiler arasındaki sarıçam ormanlarında yaptığı çalışmada, ölü örtünün K miktarı ile yükselti arasında pozitif bir ilişki bulunduğu halde, toprakların Ah horizonunda K miktarı ile yükselti arasında bir ilişki belirlememiştir. Yılmaz (2004) toprak potasyumunun Artvin yöresinde yükselti ile ilişkisi olmadığını ama Trabzon–Rize yöresinde ise negatif ilişkili olduğunu belirlemiştir.

Ölü örtü ve toprak Ca oranları mevsimsel değişimle ilişkisizken, yükseltiyle negatif ilişki göstermiştir. Benzer şekilde, Yılmaz (2004) toprak Ca miktarı ile yükselti arasında negatif ilişki belirlemiştir. Ancak bu bulguların tersine, Güner (2006) yükselti ile toprak Ca miktarı arasında anlamlı ilişki olmadığını, ölü örtü Ca miktarıyla ise pozitif ilişki olduğunu bulmuştur.

Toprak ve ölü örtüdeki Ca ve Mg katyonları ortamın pH değerini yükselterek nötre yaklaştırmaktadır (Kantarcı, 2005) ve böylece mikroorganizma faaliyeti ve dolayısıyla ayrışma hızı da artmaktadır (Çakıroğlu, 2011). Topraktaki kalsiyum, yağış sularıyla birlikte hızlı bir biçimde toprak tabakaları boyunca taşınmaktadır. Fakat ağaçlar, derinlere inen kök sistemleri ile toprağın derin tabakalarından kalsiyumu alıp, ölü örtü dökümü ile tekrar üst toprağa verir. Böylece kalsiyumun düzenli bir şekilde dolaşımı sürmektedir (İrmak, 1970; Kantarcı, 2000). Kantarcı (1980) göknar ibrelerindeki ortalama Ca oranını %2,39 bulduğu halde, Kantarcı (1979) yine aynı yörede ölü örtüde %2,76 toprakta da %0,74 olduğunu ve bulgularımıza benzer şekilde, yükseltiyle birlikte azalma eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Bu durum, toprakta az olan kalsiyumun yukarıda ifade edildiği gibi, hızlıca yıkanarak köklerle alınıp, ibre dökümü ile ölü örtüye katıldığını, ayrışma ve mineralizasyon olayları ile ölü örtüde bir miktar da olsa yoğunlaştığı şeklinde açıklanabilmektedir.

Magnezyumun toprakta taşınması kalsiyuma benzer özellikler gösterdiği gibi, bitkideki fonksiyonu da fosforun taşınması ve fotosentezin gerçekleşmesi için önemlidir (Türüdü, 1988). Bu çalışmada, ölü örtü Mg oranı, her mevsimde tüm yükselti basamakları arasında farklıyken, 1200 ve 1600 metre yükseltilerde ise mevsimler arasında farklı bulunmuştur. Toprak Mg oranı ise sadece yaz ve güz mevsimlerinde yükseltiler arasında farklıdır. Kantarcı (1979) da aynı yöredeki çalışmasında magnezyumun yükselti basamaklarındaki oranlarının farklı olduğunu belirtmektedir. Bulgularımıza benzer olarak, Yılmaz (2004) toprak Mg oranını Artvin yöresinde yükselti ile negatif ilişki bulduğu halde; Güner (2006), bulgularımızın tersine, yükseltiyle ölü örtüdeki Mg oranının pozitif ilişkili olduğunu, bu ilişkinin üst toprak (Ah) tabakasında görülmediğini ifade etmiştir. Bu durum, toprağın diğer özelliklerinin, yağış ve yıkanma şartlarının farklı oluşundan kaynaklanabilir.

Diğer bulgulara ek olarak, alt yükseltilerde hem pH, hem de Ca ve Mg daha yüksek bulunmuştur. Bu ilişki, toprak çözeltisinde bulunan ve toprak alkalisi elementlerin (Ca ve Mg) tamponlayıcı etkisi nedeniyle, toprak reaksiyonunun asitleşmesini önlediği, şeklinde düşünülmektedir (Çepel, 1988; Kantarcı, 2000).

Bulgularda da görüldüğü üzere, örneklemelerin yılın farklı mevsimlerinde ve farklı yükseltilerde yapılması halinde farklı sonuçlar elde edilebilmektedir. Bu nedenle, ileride yapılacak yükselti ve mevsimsel farklılıkları içeren çalışmalarda bu kriterlerin göz önünde bulundurulması, daha sağlıklı sonuçların elde edilmesi bakımından önemlidir.

5.3. GÖKNAR EKOSİSTEMİNDEKİ TOPRAK EKLEMBACAKLILARI

Göknar ekosistemindeki toprak eklembacaklıları, dört mevsim ve dört yükselti basamağında, üst mineral toprak (0-5 cm) ve ölü örtüden silindirle ve orman zemini üzerinden çukur tuzaklar kullanılarak tespit edilmiştir. Yaşama ortamına ait fiziksel ve kimyasal özellikler de eklembacaklılarla eş zamanlı olarak örneklenmiş ve analiz edilmiştir. Bocard ve diğ. (1992) ve Antunes ve diğ. (2008) yapılan birçok araştırmaya göre, eklembacaklı dağılımının rasgele olmadığını kimyasal, fiziksel ve ekolojik koşullara bağlı olarak gerçekleştiğini ifade etmiştir. Klimatolojik, jeomorfolojik, fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkisinin yanı sıra, flora ve faunanın yayılışı, büyüme ve gelişimi ile ilgili süreçler ile birlikte, türler arasındaki rekabet ve yırtıcılık gibi ilişkilerin de aynı zamanda önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, toprak eklembacaklıları içerisinde en yaygın gruplar sırasıyla; Oribatida, Collembola, yırtıcı akarlar ve diğer eklembacaklılar (Seastedt ve Crossley, 1980; Hijii, 1987; Gers, 1998; Salmane, 2000) biçiminde sıralandıkları görülmektedir. Bu çalışmada elde ettiğimiz bulgularda, göknar ekosistemindeki toprak eklembacaklılarının yaşama ortamlarına dağılımlarında farklılıklar belirlenmiştir. Bu farklılıklara, mevsim ve yükselti değişimleri ile birlikte, toprak ve ölü örtü özelliklerindeki farklılıkların da neden olduğu görülmektedir. Eklembacaklıların boyutu, türü, bulunabilme derinlikleri gibi bazı özellikleri, bulundukları ekosistem için toprak kalitesi değerlendirmesinde kullanılabilmektedir (Rocha ve diğ., 2010; Menta, 2012). Fakat çalışmamızda, eklembacaklıların toprak kalite göstergesi olarak kullanımı ile ilgili değerlendirme yapılmamıştır. Eklembacaklıların dağılımını etkileyen söz konusu etkileşimler aşağıda ilgili bölümlerde sunulmaktadır.

5.3.1. Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Eklembacaklıların Dağılımı Üzerine Etkisi

Bulgularımız içerisinde de yer aldığı gibi, göknar ekosistemindeki ölü örtü ve toprak özellikleri, eklembacaklılar ile farklı önem düzeylerinde ilişkili bulunmuştur. Eklembacaklı taksonları faaliyetleriyle, toprak ve ölü örtü özellikleri üzerinde etkili olabilecekleri gibi; toprak ve ölü örtü özelliklerinden etkilenerek, ortamdaki miktarlarının ve toplum yapılarının farklılaştığı da düşünülmektedir.

Eklembacaklılar ve diğer toprak hayvanları, yuva yapma ve tünel kazma faaliyetleriyle toprak horizonlarını karıştırarak, toprağın fiziksel özelliklerini etkileyebilirler. Eklembacaklı populasyonlarının yoğunluklarına bağlı olarak; faaliyetlerinin etkileri değişir. O ve A horizonlarında öncelikle Akar ve Collembola faaliyetleri tarafından yeniden yapılandırılan ölü örtüyü tanımlamak için "böcek mulü" terimi kullanılmaktadır. Canlıların bu faaliyetleri, besin döngüsünü doğrudan ve toprak yapısını dolaylı olarak etkilemektedir (Knoepp ve diğ., 2000).

Çalışmamızda ölü örtü miktarı; Prostigmata, böcek larvası, Onychiuridae, Hypogastruridae ve Sminthuridae taksonları ile pozitif, Tomoceridae ve Neelidae taksonları ile de negatif ilişkilidir. Birçok eklembacaklı grubu ölü örtünün yapısına duyarlıdır (Hansen, 2000), ölü örtü kalınlığı (Bultman ve Uetz, 1982) veya mikro habitat yapısal özellikleri bu durumda etkili olabilir (Kaspari ve Weiser, 1999; Farji-

Brener ve diğ., 2004). Özellikle örümcekler (Bultman ve Uetz, 1982) ve akarlar (Hansen, 2000) ölü örtü özelliklerine duyarlıdır. Nielsen ve diğ. (2010) yaptıkları bir deneysel çalışmada, farklı ölü örtü ve toprak kalınlıklarının toprak eklembacaklılarının miktarına etkisini araştırmışlardır. Hem çeşitli ölü örtü kalınlıklarına sahip alanlardan, hem de tekdüze (7,5 cm) ölü örtü kalınlığına sahip alanlardan alınan örneklerden elde edilen eklembacaklıların miktarları arasında bir farklılık bulunmamıştır. Fakat heterojen yapıdaki sahalarda, daha yüksek değerler bulunmuştur. Beslenme faaliyetleri ölü örtü tabakasının kalınlığı ile negatif ilişkilidir (Geissen ve diğ., 2007).

Biyolojik faaliyetler, ancak uygun sıcaklık ve nem şartlarında gerçekleşebilmektedir. Toprak sıcaklığı ve nemi, eklembacaklı yaşam süreçlerine önemli etki eder ve yükselti ile değişen çevre koşullarına eklembacaklıların ve özellikle böceklerin tepkisi beklenen bir gerçektir. Ekolojik koşullar ile belirgin eklembacaklı gruplarının fizyoloji, davranış ve yaşam süreçlerindeki basit ilişkiler farklı mikro iklim koşullarında başlıca baskın eklembacaklı grupları hakkında öncü tahminler yapılabilmesine olanak sağlar (Chen ve diğ., 2009).

Genellikle eklembacaklı yoğunluğu yağış ve ölü örtü nemi ile artmaktadır (Wiwatwitaya ve Takeda 2005) ve çalışmalarda genellikle daha nemli devrelerde sayı olarak artış tespit edilmiştir. Diğer yandan, yeterli nem doygunluğuna ulaşıldığında, sıcaklık oldukça önemli bir faktör olmaktadır. Uygun nem koşullarında artan sıcaklık, eklembacaklı sayısını arttırmaktadır. Fakat artan sıcaklığa bağlı olarak evaporasyonun yükselmesi ile yani hem ölü örtüde ve hem de toprakta su kaybı ile sayıda azalma meydana gelmektedir (Medianero ve diğ., 2007).

Santorufu ve diğ. (2014) yaptıkları araştırmada, eklembacaklı toplumlarında çok belirgin mevsimsel farklılıklar bulmuşlardır. Akarlar, ılıman-kurak koşullarda daha fazla iken Collembola soğuk-nemli koşullarda daha fazladır ve bu farklılıkların en büyük olası sebebi, organizmaların yaşam döngülerinin, bu iklim koşullarına uyumu olarak ifade edilmiştir. Kardol ve diğ. (2011) Acarina varlığının ılıman, Collembolaların ise soğuk-nemli koşullarda daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Yağışlı dönemden sonra belirlenen yüksek Collembola varlığı, bu canlıların ana besin kaynağı olan daha yüksek mantar biyokütlesine de bağlanmaktadır (Hawkes ve diğ., 2011). Diğer incelenen

eklembacaklı taksonları mevsimsel değişim ile önemli fark göstermemiştir (Santorufu ve diğ., 2014).

Bulgularda da sunulduğu gibi, araştırma alanında ortalama toprak sıcaklıkları yaz mevsiminde (15,96°C) en yüksek, toprak nemi de en düşük (%35,2) orandadır. Yaz mevsiminde ortaya çıkan topraktaki sıcaklık artışı ve nem kaybı değişikliğinden en fazla etkilenen eklembacaklılar, Akarlar ile bazı Collembola ve Insecta taksonları olmuştur. Bazı taksonlar ölü örtüden mineral toprağa göç etmiş, bu ortamlardaki miktar ve oranları değişmiş olabilir. Bu durumu, Mitrovski- Bogdanović ve Blesić (2007) ile Bogdanović ve Blesić (2011), nemi seven taksonların ölü örtü tabakasından mineral toprağa göç ettiği gibi, toprak içerisinde yaşayanların ise daha alt derinliklere doğru hareket ettikleri şeklinde ifade ederek, bulgularımızı desteklemektedir. Bu beklentilerin tersine, yaz mevsiminde ölü örtüde bazı çürükçül taksonlarda miktar artışı da gözlenmiştir. Bu durumun av-avcı oranının değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bogdanović ve Blesić (2011), Sırbistan’da yaptıkları çalışmada, Protura gelişimi için en uygun toprak sıcaklığının 16,5 ile 17,5 °C ve uygun toprak neminin de %13,5 ile 14,5 arasında olabileceğini belirlemişlerdir. Ancak, yalnızca bu değerlerin en uygun olması yeterli olmayıp, diğer ekolojik faktörlerin karmaşık etkisinin de Protura miktarını etkileyeceğini ifade etmişlerdir. Bu bulgulara paralel olarak, Salmane (2000), haziran ayında sıcaklığın 19 °C üzerine çıkması ile eklembacaklı miktarının en aza (160 birey/örnek) indiğini, sıcaklığın tekrar azalmaya başlamasıyla eklembacaklıların sayısının (340 birey/örnek) arttığını ve eylül ayından itibaren sıcaklığın 15 °C altına düşmesiyle eklembacaklıların sayısının tekrar azalmaya başladığını belirlemiştir. Abbas (2012) Muson ikliminin yaşandığı bölgede, Collembola miktarıyla toprak sıcaklığının negatif ($r=-0,867$), toprak neminin ise pozitif ($r=0,502$) ilişkili olduğunu ifade etmektedir.

Sıcaklık artışı ile arktik topraklarda mikroeklembacaklı değişiminde farklı sonuçlar elde edilmiştir. Dollery ve diğ. (2006) Collembola varlığında azalmaya, fakat akarlardan iki grubun, Oribatida ve yırtıcı akarların sayısında artış olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonucu da Collembolaların yüksek sıcaklıklar sebebi ile oluşan kuraklığa oldukça duyarlı oldukları şeklinde yorumlamaktadırlar.

Bunların dışında; gölgeli kapalılık altında azalan toprak sıcaklığı karıncaların miktarında azalmaya örümceklerin sayısında ise artışa sebep olmaktadır. Sıcaklığın beslenme süresi ve zamanlaması üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu şekilde meydana gelen değişimler rekabet ve baskınlık olaylarını da etkilemektedir (Cerdá ve diğ., 1998; Lessard ve diğ., 2009). Yine benzer çalışmalarda da, örnekleme sıcaklığı ve yağış değerleri ile eklembacaklı miktarı arasında pozitif ilişki bulunmuştur (Wiwatwitaya ve Takeda, 2005; Galli ve diğ., 2012). Medianero ve diğ. (2007) ise mevsimsel ölçekte, toplum yapısını en iyi, derece x gün ve ölü örtü miktarı ilişkilerinin açıkladığını ifade etmektedirler.

Çalışmamızda, toprağın tane çaplarına dağılımı ile eklembacaklılar arasında anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Toprağın kum içeriği Onychiuridae, Oribatida, Hymenoptera, Isotomidae ve Entomobryidae taksonları ile pozitif, kil içeriği ise Oribatida, Hymenoptera ve Entomobryidae ile negatif ilişkili bulunmuştur. Toz içeriği, Symphyla ve Diptera ile pozitif ilişki göstermektedir. Kum oranının daha yüksek olduğu topraklar, özellikle çürükçül beslenen taksonlar tarafından tercih edilmiştir. Kumlu toprakların oluşturduğu gözenekli yapının, bu canlılar tarafından beslenme ve barınmaları açısından daha uygun olacağı için tercih edildiği düşünülmektedir. Elliott ve Coleman (1988), bu bulguları desteklemekte ve bir mm'den küçük boşluklarda bakterilerin, bir mm'den büyük boşluklarda ise nematod ve akarların barındığını ifade etmektedir. Diğer yandan Liu ve diğ. (2013) Çin'de kumul ağaçlandırması yapılmış bir alanda toprak özellikleri ile toprak eklembacaklılarının değişimini araştırmışlardır. Eklembacaklılar ile değişkenlerden; kum içeriği ile negatif ($r = -0,646$) ve kil içeriği ile pozitif ($r = 0,646$) korelasyon göstermiştir. Kumul (kil oranı çok düşük) içerisindeki kil miktarının artışı, ortamı eklembacaklıların yaşaması için daha tercih edilir hale getirmiştir. Gutiérrez-López ve diğ. (2010) yaptıkları çalışmada, toprak fauna grupları ve toprak parametreleri arasındaki ilişkiler araştırıldığında; kil ve toz değerleri ile Isotomidae, Sminthuridae, Actinedida ve Macropylina taksonları arasında pozitif ilişkiler bulmuşken, Poduromorpha ve Entomobryidae taksonları ile de toprağın kum ve gözeneklilik oranlarının yüksek değerleri ile ilişkili olduğunu belirlemişlerdir.

Araştırma sonuçlarında, toprak ve ölü örtü reaksiyonu ile besin elementleri çeşitli eklembacaklı taksonlarıyla önemli ilişkiler göstermektedir. P, K, N ve Na toprak

eklembacıklı faunası ile ilgili önemli parametrelerdir (Seastedt, 1984; Razo-González ve diğ., 2014). Ayrıca Oribatida gibi dış iskeletleri iyi gelişmiş taksonlar, dış iskeletlerinde kalsiyum karbonat, kalsiyum oksalat ve kalsiyum fosfat gibi yüksek miktarda Ca bileşikleri taşımaktadır (Kuhnelt, 1961; Coleman ve diğ., 2004). Çalışmamızda Oribatida ve Coleoptera taksonları toprağın Ca ve Mg oranı ile pozitif ilişki göstermektedir.

Besin elementleri ve pH değeri ile ilgili yapılan çalışmalarda; Gutiérrez-López ve diğ. (2010) toprak pH değeri ile Isotomidae, Sminthuridae, Actinedida ve Macropylina taksonları arasında pozitif ilişkiler belirlemiştir. Hem Abbas (2012) hem de Liu ve diğ. (2013) ise toprak eklembacıklıların miktarıyla toprak reaksiyonu (pH) değerinin negatif ilişkili olduğunu ifade etmektedirler. Geissen ve diğ. (2007) beslenme faaliyetlerinin toprak reaksiyonuyla pozitif ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada da EK 1 ve EK 3'teki korelasyon analizlerinden anlaşıldığı üzere; hem ölü örtü hem de toprak pH değerinin bazı taksonlar ile pozitif, bazı taksonlar üzerinde de negatif etkiler gösterdiği anlaşılmaktadır. Toprakta pH değeri Oribatida, Entomobryidae, Prostigmata, Diplura ve Neelidae ile pozitif Chilopoda, Thysanoptera böcek larvası ile negatif ilişkili bulunmuştur. Temel besin kaynaklarını oluşturan mantar ve bakteri popülasyonları toprak reaksiyonundan önemle etkilendiği için, birçok Oribatida ve Collembola taksonu için pH dikkate alınması gereken bir faktördür (Razo-González ve diğ., 2014).

Söz konusu bulgular, Collembola ve akarların ılıman orman ekosistemlerinin ölü örtü tabakasını tercihlerine yönelik genel bilgileri doğrulamaktadır. İğne yapraklı ormanların asit topraklarında, Collembola ve Oribatida gibi (Schneider, 2005) ölü örtü ile beslenen eklembacıklılar baskın grubu oluşturmaktadır (Lavelle ve diğ., 1995).

Çalışmamızda, toprak ve ölü örtüdeki N, C ve C/N oranları Acarina ve Collembola taksonlarının bazıları ile pozitif bazıları ile de negatif ilişkilidir (EK 1; EK 3). Abbas (2012) toprak eklembacıklıların popülasyonu ile toprak C ve N oranlarını pozitif ilişkili bulmuştur. Benzer şekilde, Gutiérrez-López ve diğ. (2010) toprağın C, N ve organik maddesinin yüksek değerleri ile Isotomidae, Sminthuridae, Actinedida ve Macropylina taksonları arasında pozitif ilişkiler belirlemiştir. Ayrıca, Liu ve diğ. (2013) toprağın C ve N içeriği gibi özellikleri; plantasyon yaşı ve gelişimine paralel olarak, otsu vejetasyonun da gelişmesi nedeniyle; sadece ağaçların altlarında değil, açık

alanlarda da belirgin bir iyileşme göstermiştir. Bu nedenle yaşlı plantasyon alanlarındaki (36 yıl) açık alanların eklembacaklılar için çekici hale geldiğini ifade etmektedir. Ancak, mezofauna ve Myriapoda taksonlarının zenginliğinin, orman ve mera topraklarında nitrat içeriği ile negatif ilişkili olduğu iddia edilmiştir (Birkhofer ve diğ., 2012).

Azotlu besin maddelerinin ortama eklenmesi, N mineralizasyonunu arttırdığı gibi, mikrobiyal canlı toplumlarını da doğrudan etkilemektedir (Lovett ve diğ., 2002; Yang, 2006). Dolayısıyla, Collembola ve Akar gibi mikrobiyal mantar ve bakteri tüketicilerin sayısında da artışa neden olduğu belirtilmektedir (Klironomos ve diğ., 1992; Yang, 2006; Cole ve diğ., 2008). Hagvar ve Klanderud (2009), kısa yaşam sürelerine sahip olan türlerin, değişen çevre koşullarına çok çabuk uyum sağladıklarını ifade etmektedirler. Gübreleme ile özellikle mantar hifleriyle beslenen hayat döngüleri kısa (bir yıl ve daha az) olan Collembolaların sayılarının 4 kat arttığını, fakat Oribatida sayısının ise metabolizmalarının yavaşlığı ve hayat döngülerinin uzunluğu (2 yıl veya daha fazla) nedeniyle hızlı artış göstermediğini belirlemişlerdir. Gübrelenen alanlardaki bu artışın sebebi, yoğun mantar faaliyeti ve artan ölü örtü ayrışmasına bağlı besin varlığının artışı, şeklinde yorumlanmaktadır. Örümcek ve karınca gibi yırtıcı ve hepçil bazı makroeklembacaklıların beslenmeleri büyük ölçüde Collembola ve Akarların varlığına bağlı olduğu için, bunların miktarlarında da artış olabilmektedir (Chen ve Wise 1999; Halaj ve Wise 2002; Cole ve diğ., 2008).

5.3.2. Eklembacaklıların Mevsim ve Yükseltilere Bağlı Değişimi

Çalışmamızda, mevsim ve yükselti değişimleri, sadece yaşama ortamlarının ekolojik koşulları üzerinde etkili olmamış, ortamda yaşayan canlıların miktar ve çeşitliliğini de etkilemiştir. Özellikle toprak ve ölü örtüde, bazı fiziksel ve kimyasal değişimlere de neden olarak canlıların yaşam ortamlarına kısıtlar getirmektedir. Akdeniz iklimi etkisi altında gerçekleştirilen birçok çalışma, soğuk-nemli koşulların eklembacaklı yoğunluğu ve sayısında önemli azalmaya sebep olduğuna ilişkin sonuçlar ortaya koymuştur (Antunes ve diğ., 2008; Touloumis ve Stamou, 2009). Araştırmamızda, orman altında biriken kar tabakasının varlığı ve toprak neminin yüksek oluşu, kış mevsiminin diğer mevsimlerden farklı olmasına yol açmıştır. Kar tabakası, zemin üzerindeki eklembacaklılar için fiziksel engel oluşturduğu gibi, toprak gözeneklerinin büyük

kısımının suyla dolu (toprak nem oranı en yüksek) olması da mineral toprakta yaşayan canlılar için fiziksel bir engel teşkil etmiştir. Çakır (2013) da yaptığı çalışmada ocak ve şubat aylarında zeminin karlı oluşu nedeniyle çukur tuzaklarda canlı bulunmadığını ifade etmiştir. Kar üzerine çıkamayan ve su ile dolan toprak gözeneklerinden ölü örtüye göç eden canlılar; kış mevsiminde, ölü örtüdeki taksonomik zenginliğin en yüksek seviyeye çıkmasına neden olabilir. Bu kısıtlayıcı nedenler dışında, toprak ve ölü örtüde ortaya çıkan birtakım mevsimsel değişimler de, eklembacaklıların miktarı, toplum yapısı ve çeşitliliği üzerinde etkili olmaktadır.

Toprak eklembacaklılarının dağılımındaki mevsimler arası önemli değişimler, başlıca toprak sıcaklığı ve toprak nemi arasındaki etkileşimler ile kontrol edilmektedir (Frouz ve diğ., 2004; Medianero ve diğ., 2007; Liu ve Zhao, 2009). Ölü örtüde yaşayan eklembacaklıların topraktaki mikroeklembacaklılara nazaran mevsimsel değişimlere daha hassas oldukları ve daha derin topraklara doğru mevsimsel göçler yaptıkları belirtilmektedir (Medianero ve diğ., 2007). Çalışmamızda da mevsimsel sıcaklığın artışı ve toprak neminin azalması sonucu, bazı eklembacaklı taksonları, yaz mevsiminde ölü örtüden mineral toprağa göç etmiş ve toprakta en yüksek taksonomik zenginlik ortaya çıkmıştır.

Yükseltiye bağlı ekolojik değişimlerle ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda; yükselti arttıkça atmosfer gazlarının basıncı ve sıcaklıkta bir azalma olurken, yağış, UV radyasyonu ve rüzgâr hızında genelde bir artış bulunmuştur. Bu değişimlerin sonucu olarak eklembacaklı miktar ve çeşitliliğinde, yükselti arttıkça değişimler olması muhtemeldir, fakat farklı taksonların bu değişimlere olası tepkisi farklı olabilmektedir. Örnek olarak, bazı türler geniş yükselti basamaklarında bulunabilirken, bazıları dar bir yükselti aralığından kaynaklanan özel iklim koşullarında bulunabilmektedir (Boulter ve diğ., 2011). Bu dağılımlar organizmaların yaşam süreçlerine bağlı olabildiği gibi, davranış ve diğer organizmalarla değişen koşullar arasındaki, karşılıklı ilişkilerle de bağlantılıdır (Hodkinson, 2005).

Yapılan farklı çalışmalarda elde edilen sonuçlar, genellikle bulgularımızla örtüşmektedir. Eklembacaklıların mevsimsel değişimleri ile toprağın ekolojik şartlarındaki değişimler karşılaştırıldığında, genel olarak bir ilişki vardır (Salmane, 2000). Bununla birlikte, yükseltiye bağlı olarak çok geniş bir aralıkta meydana gelen

iklimsel değişimler, eklembacaklı toplumlarının yapısını (taksonomik zenginlik gibi) (Sanders ve diğ., 2010) değiştirebildiği gibi, belirli bir türün faaliyet oranını da etkilemektedir (Pennings ve Silliman, 2005; O'Donnell ve diğ., 2007).

Abbas (2012), Muson ikliminin hâkim olduğu, subtropik bölgede doğal ve bozulmuş (ekili) alanlardan, çukur tuzaklar kullanılarak toplanan toprak eklembacaklıları içerisinde en baskın grubu, sırasıyla %70,8 ve %68,8 oranla Collembola olarak belirlemiştir. Collembola birey sayısının mevsimsel olarak farklı olduğunu, ilkbaharda en yüksek seviyeye ulaştığı halde, yaz aylarında keskin bir düşüş yaptığını gözlenmiştir. Bunun sebebi olarak da sıcaklık ve toprak neminde görülen, büyük mevsimsel farklılıkları ifade etmektedir. Benzer şekilde; Galli ve diğ. (2012) İtalya'da meşe ormanında yaptıkları bir araştırmada, topraktaki Protura taksonlarının, en yüksek birey sayısını bahar mevsiminde, en az olarak ise sonbaharda belirlemiştir.

Wiwatwitaya ve Takeda (2005) Collembola taksonlarının sayısının mevsimlere bağlı olarak değiştiiğini ve nemli mevsimde 8904 birey/m² iken, kurak mevsimlerde 3129 birey/m² olduğunu saptamışlardır. Aynı dönemde örneklenen akarlar ve diğer eklembacaklıların oranlarında mevsimlere bağlı anlamlı bir değişimin görülmediğini bildirmişlerdir. Salmane (2000), ise nisan-ekim ayları arasında, aylık örneklemeler ile yapmış olduğu araştırmada, toprak eklembacaklılarının zamansal değişiminde; en yüksek sayı nisan ayında kaydedilmiştir. Genel olarak haziran ayında en az sayıya indikten sonra, ağustos ayında tekrar artarak en yüksek sayıya ulaşmıştır. Opiliones taksonları, bizim çalışmamızda en fazla yaz mevsiminde bulunduğu halde, Glime (2013), en fazla sonbaharda bulmuştur. Bu çalışmada, ise toprakta en fazla birey/m² yaz mevsiminde (139637), en az ise kış mevsiminde (55327) sayılmasına rağmen; ölü örtüde en fazla birey/m² güz mevsiminde (212250) en az ise yaz (127689) kaydedilmiştir. Bu tür mevsimsel farklılıkların bölgesel iklim farklılıklarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Önen ve Koç (2011) Manisa ilinde çayırılık alanlarda akar faunası üzerine yaptıkları çalışmada, Oribatida ve Mesostigmata taksonlarının kış mevsiminde, Prostigmata ve Astigmata taksonlarının ise ilkbaharda en yüksek miktarlarda bulunduğunu belirtmektedirler. Fakat yaz mevsiminde, tüm taksonların en az miktarda bulunduğunu

ifade etmişlerdir. Bu sonucun, bulgularımıza da yansıdığı gibi, topraktaki yaz kuraklığından kaynaklanması mümkündür.

Janzen (1973) çevresel koşullar ile belli eklembacaklı gruplarının fizyoloji, davranış ve yaşam süreçlerindeki basit ilişkilerin, farklı mikro iklim koşullarında, başlıca baskın eklembacaklı grupları hakkında genel tahminlerin yapılabilmesine olanak sağlayacağını ifade etmiştir. Bu duruma örnek olarak, sineklerin larva gelişimi için nemli koşullara ihtiyaç duyduğu ve nemli ortamlarda daha yüksek popülasyonlarda bulunabildiklerini, bunun tersine, karıncaların nemli koşullarda toprakta yuva yapmalarının zor olduğunu, kütüklere yapılan yuvaların da soğuk koşullarda sınırlandığını, bu sebeple dağ zirvelerinde karıncalar için soğuk-nemli koşullarda başarılı bir yaşam süreci beklenemeyeceğini belirtmiştir.

Avustralya'da tropik yağmur ormanında 7 önemli eklembacaklı grubu, 200 m yükselti farkı ile oluşturulan, 5 farklı yükselti basamağında, bir yıl boyunca mevsimsel olarak örneklenmiştir. Eklembacaklı miktarındaki belirgin mevsimsel değişimler, toplum gruplarındaki farklılığın bir kanıtı olarak belirtilmiştir. Kış mevsimi sonuçları diğer mevsimlerden farklıdır. Yükseltiye bağlı olarak sınırlı bir değişim tespit edilmekle beraber, yaz ve kış örneklemelerinde yükseltiye bağlı değişim en fazladır (Boulter ve diğ., 2011). Medianero ve diğ. (2007) eklembacaklı miktarlarının, hem mevsimsel hem de mekânsal olarak anlamlı değişim gösterdiğini ifade etmektedir.

Yükselti ile değişen ekolojik koşullara göre eklembacaklıların değişeceği düşünülmektedir (Chen ve diğ., 2009). Bu çalışmada; eklembacaklıların yükselti basamaklarına genel dağılımında; toprakta en fazla birey/m² 1550 m (101797), en az ise 1600 m yükseltide (66719) bulunmasına rağmen, ölü örtüde en fazla birey/m² 1200 m (190793), en az ise toprakta da olduğu gibi 1600 m yükseltide (143403) kaydedilmiştir.

Orman alanında ayrıştırıcı eklembacaklı toplumlarının araştırıldığı bir çalışmada, yükselti arttıkça eklembacaklı miktarı ve zenginliği azalmakla birlikte, değişim şekli taksonlar arasında farklıdır. Yükseltiye bağlı değişimin neden olduğu yerel iklim farklılıkları, takson bazında değişimlerde etkili olmuştur. Ancak, tamamı için yükselti farkına bağlı bir değişimi genellemek mümkün olmamıştır (Lessard ve diğ., 2011). Benzer olarak, Antarktik bölgede bir yıl boyunca, farklı iki ekosistemde (kayalık ve

çalılık) yapılan araştırmada birey sayısı 700-16000 birey/m² arasında değişmiştir. Çalışmada belirgin bir mevsimsel değişim görülmemektedir (Barendse ve Chown, 2001). Bunun tersine, Jing ve diğ. (2005) Tibet'te yapmış oldukları çalışmada, üst yükseltide (5050 m) Oribatida ve Mesostigmata, orta yükseltelerde (4105 m) Collembola, alt yükseltide (3837 m) ise Prostigmata ve Astigmata sayısının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Insecta, Hemiptera, Thysanoptera ve Protura da alt yükseltelerde en çok bulunan taksonlardır.

Yükseltiye bağlı değişim gibi coğrafi değişimlerin ve lokal süreçlerin; rekabet ve av-avcı davranışları üzerinde etkileri araştırılmaktadır (Paine, 1966; MacArthur, 1972; Jeanne, 1979; Pennings ve diğ., 2003; Schemske ve diğ., 2009). Yükselti değişimleri boyunca takson dağılımı genellikle tahmin edilebilir. Yükselti ve takson dağılımı arasındaki doğrusal ve sıradan ilişki hem bitki hem de hayvan taksonları için yaygın olarak ifade edilmiştir (McCain, 2005; Rahbek, 2005; Nogues-Bravo ve diğ., 2008). Bununla birlikte, bu değişimi oluşturan başlıca sürecin tanımlanması zordur. Bitki taksonlarının farklı yükseltelerde dağılımını, çoğunlukla sıcaklık etkisi düzenlemektedir. Yükselti, takson dağılımındaki değişimlere doğrudan veya dolaylı olarak aracılık eder. Eklembacaklılarda ise sıcaklık, taksonların yükseltiye bağlı dağılımında, fizyolojik sınırlandırıcı görevini üstlenir (Addo-Bediako ve diğ., 2000; Clarke ve Gaston, 2006). Bu konuda daha önce doğrudan araştırılmayan bir diğer olasılık, sıcaklığın besin maddesi kaynak varlığını değiştirmesidir. Örnek olarak, üst yükseltelere nazaran, alt yükseltelerde daha uzun olan vejetasyon süresinin, besin maddesi arama ve beslenme için, çok daha uzun zaman sağlaması gösterilebilir (Sanders ve diğ., 2007).

Esasen, ortam sıcaklığındaki değişim, türler arası etkileşimleri de değiştirebilir (Cerdá ve diğ., 1997; Morelissen ve Harley, 2007; O'Connor, 2009) ve besin kaynaklarının ulaşılabilirliğini etkiler (Sanders ve diğ., 2007; Stringer ve diğ., 2007). Tek bir alanda sıcaklıktaki küçük ölçekli bir değişim dahi birçok eklembacaklı grubunun faaliyet oranını, toplum yapısı ve miktarının değişimini yönlendirebilir (Niemela ve diğ., 1996; Cerdá ve diğ., 1998). Örnek olarak, toprak nem ve sıcaklığı bazı orman karıncalarının küçük ölçekte (1-10 m²) beslenme zamanı ve süresini (Kaspari, 1993; Kaspari ve Weiser, 2000) ve yuva yapımı/yer değiştirmesi oranlarını kontrol edebilmektedir (Smallwood, 1982).

İklimdeki büyük ölçekli bir değişkenlik, birçok ayrıştırıcı organizma topluluğunda yapı ve kompozisyonunun değişimini zorunlu kılmaktadır (Reynolds ve diğ., 2003; Chatzaki ve diğ., 2005; Escobar ve diğ., 2005; Lessard ve diğ., 2007; Sanders ve diğ., 2007). Eklembacaklı taksonlarının zenginliği ve bolluğu kendi özellikleri nedeniyle yükselti ile farklılıklar göstermektedir. Çoğu makroeklembacaklı grupların zenginliği ve bolluğu yükselti ile kuvvetli ilişkiliyken, bazı mikroeklembacaklı grupların zayıf ilişkili veya ilişkisiz olduğu ifade edilmektedir. Ek olarak, farklar bulunsun bile yükselti ile eklembacaklı miktar ve zenginliği arasında Gauss tipi dağılım gösteren (yükselip geri alçalan) bir ilişki söz konusudur (Sanders ve diğ., 2010). Fakat Carsten ve diğ. (1999) tropikal ve tipik yağmur ormanı ekosisteminde gerçekleştirilen çalışmada yükseltiye bağlı belirgin bir değişim olmadığı ve hatta orta yükseltilerde beklenen eklembacaklı miktar fazlalığının gerçekleşmediğini belirtmiştir. Yükselti basamaklarının türe özgü sonuçlar içerdiği ifade edilmiştir.

Bununla birlikte, çalışma alanları her ne kadar doğal ve antropojenik etkilerden uzak olarak seçilse bile alt yükseltilerin insan etkisine maruz kaldığı (Nogues-Bravo ve diğ., 2008) ve bu sebeple taksonomik zenginlik bakımından daha fakir sonuçların alınabileceği ifade edilmektedir. Ayrıca, orta yükseltilerde taksonomik zenginlik en fazladır ve yükselti arttıkça taksonomik zenginlik, azalan sıcaklığın sınırlandırıcı etkisiyle doğrusal olarak azalmaktadır (Sanders ve diğ., 2007; Röder ve diğ., 2010). Taksonomik dağılımda, ekolojik değişkenlere bağlı olarak canlıların değişiminde, vücut boyutları da önemlidir. Küçük boyutlular, büyük boyutlulara nazaran, daha küçük ölçekli değişimlerden bile daha fazla etkilenmektedir (Kaspari ve Weiser, 1999; Farji-Brener ve diğ., 2004).

5.3.3. Eklembacaklılarının Yaşama Ortamlarına Dağılımı

Araştırma çalışmasında, eklembacaklı taksonları orman zemini üzerinde, ölü örtü ve toprakta olmak üzere 3 farklı ortamda araştırılmıştır. Bulgularda da görüldüğü gibi belirli eklembacaklı taksonlarının önemli düzeyde, doğrudan tercih ettikleri ortamlar belirlenmiştir. Habitatlar arasında tür bazında belirgin değişim gözlenmektedir (Hijii, 1987). Ancak, mevsim şartlarına göre ortamlar arasında geçiş yapan taksonlar da tespit edilmiştir. Genellikle bu geçişler bitişik ortamlar (zemin-ölü örtü veya ölü örtü-mineral toprak) arasında meydana gelmiştir.

Bogdanović ve Blesić (2011) toprağın derinlik kademelerine (0-10 ve 10-20 cm) göre yapılan bir çalışmada, Protura taksonunun toprak nemine bağlı olarak toprak tabakaları arasında dikey göçler yaptıklarını belirlemiştir. Üst toprağın nemini kaybederek kuruması, Protura taksonu üzerinde doğrudan etkisini göstermekte ve daha nemli olan alt katmana doğru göç etmelerine neden olmaktadır. Toprağın kuruması ve sıcaklık değişimleri, genellikle toprak mikroeklembacaklılarının zenginliğinin azalması ve derin toprak katmanlarına dikey göçleri üzerine etkilidir. Daha sonra, bunların aktivitesinin büyük ölçüde azaldığını ve yağmurlarla birlikte arttığını ifade etmişlerdir. Sıcaklık ve nem faktörlerinin yanında, yırtıcı ve rakiplerin sayısındaki artış gibi nedenler de bu türlü göçlere sebep olabilmektedir. Benzer şekildeki sonuçlar, Diplura ve benzeri bazı toprak eklembacaklıların araştırılmasında da elde edilmiştir (Mitrovski- Bogdanović ve Blesić, 2007; Bogdanović ve Blesić, 2011).

Bu çalışmada, yaz mevsimindeki toprakta sıcaklığın artışı ve nemin azalışından kaynaklanan kurak şartlar nedeniyle, ölü örtüden mineral toprağa doğru, eklembacaklı göçü olduğu söylenebilir. Yazın bu eklembacaklıların sayıları ölü örtüde azalırken, toprakta artmaktadır. Güz mevsiminde ise miktarlar tekrar bahar örneklemesi düzeyine gelmektedir. Göç eden bu eklembacaklılardan Oribatida, Onychiuridae, Neelidae ve Isotomidae taksonları çürükçül; Prostigmata ve Mesostigmata taksonları ise yırtıcıdır.

Hijii (1987), eklembacaklıların büyük kısmının 0–5 cm üst toprak katmanında yoğunlaştığını ve miktarlarının toprak derinliği boyunca (5–15 cm) azaldığını bildirmiştir. Araştırmacıya göre, canlıların toprağın derinlikleri boyunca dağılımları mevsimsel olarak değişmektedir; Collembola ve Oribatid akarların yaklaşık %75-90'ı bahar ve yaz aylarında, 0-5 cm katmanında birikmektedir. Bu oranlar sonbahar ve kış mevsimlerinde kademeli olarak yaklaşık %50-80 seviyesine kadar azalmaktadır. Kışın aşağıya doğru göçün derecesi eklembacaklı grupları arasında da farklılık arz etmektedir.

Manisa'da çayır ekosisteminde ölü örtü ve mineral toprakta farklı derinlik kademelerinde tespit edilen akar miktarları karşılaştırıldığında, en fazla bireyden başlayarak azalan sırada sırasıyla ölü örtüde (%43), 10-20 cm derinlikte (%36), 5-10 cm derinlikte (%13) ve 0-5 cm derinlikte (%8) bulunmuştur (Önen ve Koç, 2011). Diğer çalışmalarda genellikle ölü örtüden itibaren derinlik kademeleri boyunca miktarlar azaldığı halde, Önen ve Koç (2011), bu genel bilgilerden farklı bir sonuç bulmuşlardır.

Ancak bu farklı durumun, mevsim ve ortama bağılı olarak değişen sıcaklık ve nem şartları nedeniyle gerçekleştiği düşünülebilir.

5.3.4. Eklem Bacaklıların Beslenme Tiplerine Dağılımı

Toprak eklem bacaklılarının baskın familyaları ve fonksiyonel beslenme grup yapılarının oranları sağlıklı ekosistem fonksiyonu için önemlidir (Liu ve Zhao, 2009). Çalışma süresince incelenen eklem bacaklılar, çürükçüller, hepçiller ve yırtıcılar olmak üzere üç ana trofik grup halinde değerlendirilmiştir. Tüm ortamlarda en bol bulunan gruplar sırasıyla, çürükçüller, yırtıcılar ve hepçillerdir. Trofik grupların mevsimlere göre dağılımında farklılıklar ortaya çıkmıştır. Ölü örtü ve toprak ortamlarında eklem bacaklı topluluklarının popülasyonu içerisinde, yırtıcılar ve hepçiller %25-30 iken çürükçüllerin %70-75 oranında paya sahip oldukları bulunmuştur. Orman zemini üzerinde yaşayan eklem bacaklıların beslenme tiplerine dağılımları bir miktar farklılık göstermiş olup, yırtıcıların ve hepçillerin oranı oldukça yüksektir. Yine en yüksek oranı (%60) çürükçüller oluştururken, yırtıcılar %26 ve hepçiller %14 oranındadır. Bu üç ortamdaki beslenme tipi oranları birlikte ele alındığında genel bir besin ağı oluşturduğu anlaşılmaktadır. Diğer benzer çalışmaların (Hijii, 1987; Andrew ve Hughes, 2005 ve Çakır, 2013) sonuçları da bulgularımızı destekler mahiyettedir.

Yükselti ile beslenme tipi arasındaki ilişkilerinin araştırıldığı bazı çalışmalarda Hodgkinson (2005) yırtıcılık ve parazitliğin yükselti ile azaldığını, bu sebeple daha düşük yükseltilerdeki eklem bacaklı gruplarının daha fazla yırtıcı (karıncalar, Punttila ve diğ., 2004) veya parazit (parazit arıları, Brenner ve diğ., 2002; Saaksjarvi ve diğ., 2004) barındırdıklarını belirtmektedir. Benzer olarak, farklı grupların bolluğunun mekânsal çeşitliliği, onların yırtıcıları tarafından etkilenmesine bağılı olarak değişebilmektedir (Guevara ve Avilés, 2009). Ancak çalışmamızda, eklem bacaklıların beslenme tiplerine dağılımında yükseltiye bağılı önemli bir farklılık belirlenmemiştir.

Doğu Avustralya'da tropik orman yapısında, 4 farklı yükseltide 2 yıl boyunca gerçekleştirilen çalışmada eklem bacaklı toplum yapıları araştırılmış, farklı beslenme grubundaki eklem bacaklıların miktarları belirlenmiştir. Kuzey-güney (tropikten ılımana) doğrultusunda beslenme gruplarının miktarında belirgin bir farklılık bulunmamıştır. Yırtıcı ve çürükçül miktarları olduğu kadar yırtıcı/çürükçül oranı da yükseltiler arasında değişmemiştir (Andrew ve Hughes, 2005).

Hijii (1987) toprak eklem Bacaklılarının beslenme tiplerine dağılımına ilişkin yaptığı çalışmada, toprak ekosisteminde doğrudan ayrıştırıcı rol oynayan Oribatida ve Collembola taksonlarından oluşan iki kalabalık grubun yanı sıra, Protura, böcek larvaları, Thysanoptera, Diplopoda, Symphyla ve Pauropoda taksonlarının da çürükçül beslenen grupta yer aldığını belirtmiştir. Yırtıcılar grubu ise, yırtıcı akarlar (Mesostigmata ve Prostigmata) başta olmak üzere, Araneae, Pseudoscorpionida, Chilopoda ve Diplura oluşturmuştur. Tüm yırtıcı eklem Bacaklıların %90'dan fazlasını akarlar oluşturmaktadır ve etçil akarlar da Oribatid akarlara benzer ($P < 0,001$ $r = 0,760$) anlamlı mevsimsel dalgalanmalar ($6200-21000$ birey/m²) göstermişlerdir.

Medianero ve diğ. (2007) orman zemini üzerinden çukur tuzaklarla topladıkları canlıların beslenme tipi oranlarını çürükçüller %46,6, hepçiller %14,3, yırtıcılar %4,6 ve diğerlerini tanımlanamayanlar olarak ifade etmişlerdir. Değerler bulgularımıza yakın olmakla birlikte, yırtıcıların oranı çok düşük bulunmuştur. Tanımlanamayan yaklaşık %35 oran değerlendirmeyi güçleştirmektedir.

5.3.5. Eklem Bacaklıların Biyolojik Çeşitliliği

Çalışma alanından 336 örnek içerisinde 74539 adet eklem Bacaklı bulunarak teşhis ve tasnif edilmiştir. Bulunan eklem Bacaklılar, 6 sınıf ve 28 takımı temsil eden 90 farklı taksondan oluşmuştur. Ortalama birey sayısı 262267 birey/m²'dir. En baskın gruplar, Acarina (Oribatida, Prostigmata ve Mesostigmata) ve Collembola (Entomobryomorpha ve Poduromorpha) taksonlarıdır.

Çakır (2013)'ın da ifade ettiği gibi, orman zemininin karlı olduğu kış mevsiminde çukur tuzaklarda hiçbir eklem Bacaklı bulunamadığı için, orman zeminine ait çeşitlilik tespitlerinde kış mevsimi değerlendirmeye alınamamıştır.

Danoff-Burg (2003), Shannon-Wiener indeksi değer aralığının teorik olarak $H' = 0-4,5$ sınırları içerisinde olduğunu, uygulamada $H' = 1,5-3,5$ arasında gerçekleştiğini ifade etmektedir. H' değerinin küçülmesi çeşitliliğin azaldığını, büyümesi ise çeşitliliğin arttığını göstermektedir. Bulgularımızdaki biyolojik çeşitlilik Shannon-Wiener indeksi değeri ve taksonomik zenginlik açısından değerlendirildiğinde; ortamlar sırasıyla ölü örtü ($H' = 2,96$; $S' = 45$), toprak ($H' = 2,63$; $S' = 30$) ve orman zemini üzeri ($H' = 2,22$; $S' = 22$) şeklinde sıralanmaktadır. Bu değerlendirmeye göre, araştırma sonuçlarımızda

bulunan çeşitlilik Shannon-Wiener indeksi H' değerlerinin toprak ve özellikle ölü örtüde oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Shannon-Wiener indeksi değerinin mevsimsel değişiminde ölü örtüde en yüksek H' değeri kış ve güz mevsiminde $H'=3,02$ olarak bulunmuştur. Benzer olarak, Antunes ve diğ. (2008) Akdeniz ikliminde (Portekiz'de) yaptığı araştırmada kış aylarında daha yüksek çeşitlilik (Shannon-Wiener indeksi) belirlemiştir. Bird ve diğ. (2000) de çam ağaçlandırma alanında, yazın daha az eklembacaklı tür çeşitliliğini belirlemiş ve sebebini canlıların sıcaktan kaçmaları, olarak belirtmiştir. Meksika'da iki farklı bitki örtüsüne sahip alanda (kapalı ve açık alan) gerçekleştirilen çalışmada, Razo-González ve diğ. (2014) en yüksek toprak eklembacaklı sayısını yağışlı mevsimde belirlemiştir. Benzer bazı çalışmalar da eklembacaklıların çeşitliliğinin mevsimlere göre değişimler gösterdiğini ortaya koymaktadır ve genellikle en nemli mevsimde, en yüksek çeşitlilik tespit edilmiştir (Frith ve Frith, 1990; Palacios-Vargas ve diğ., 2007). Bu sonuçlar, bulgularımızı destekler niteliktedir.

Çakır ve Makineci (2013), çalışmalarında toplam 22 farklı mikro ve makroeklembacaklı grubu tespit etmişlerdir. Mikroeklembacaklıların mevsimsel ortalama biyolojik çeşitlilik H' ve S' değerlerini çam meşçeresinde $H'= 0,79$; $S'= 8,0$; meşe meşçeresinde $H'= 0,93$; $S'= 8,0$; makroeklembacaklılar için de çam meşçeresinde $H'= 1,44$; $S'= 8,75$; meşe meşçeresinde $H'= 1,65$; $S'= 7,75$ olarak daha yüksek bulmuşlardır.

Yaşama ortamına yapılan insan müdahalesinin biyolojik çeşitlilik üzerine etkisi belirlemek için, Fransa'da 1400-1600 m yükseltide göknar ormanında, üst toprak ve ölü örtüden çıkartılan Collembolalar tür seviyesinde teşhis edilmiştir. Tür sayısı ve Shannon-Wiener indeksi H' yarı doğal göknar ormanında 38 tür, $H'=3,41$ işletilen göknar ormanında ise 24 tür ve $H'= 2,51$ bulunmuştur (Cassagne, 2006). Benzer olarak, Zhu ve diğ. (2011) de orman toprağında Shannon-Wiener indeks değerlerini $H'=3,61$ olarak tespit etmiştir. Farklı bir çalışmada ise doğal alan ve bozulmuş (ekili) alanlardaki toprak eklembacaklılarının genel çeşitliliği içerisinde Collembola popülasyonu farklı değildir. Shannon-Wiener Çeşitlilik indeksine göre doğal alanla ($H'=1,15$) bozulmuş alan ($H'=1,10$) arasında önemsiz küçük bir fark belirlenmiştir (Abbas, 2012). Elde edilen sonuçlar, doğal ortam üzerindeki insan müdahalesinin çeşitliliği olumsuz etkilediğini ortaya koymuştur. Çalışma alanımızdaki ormanlar, işletilen ormanlardandır.

Aynı zamanda, hayvan otlatma ve mantar toplama gibi insan faaliyetlerine de konu olmaktadır. Araştırma alanında belirlenen, ortalama $H'=2,64$ değeri, Cassagne (2006) tarafından işletilen göknar ormanı $H'= 2,51$ değerine yakındır.

Yukarıda belirtilen araştırma bulgu ve sonuçları yanında literatür bilgileri desteği ile yapılan tartışmalar ve değerlendirmeler kapsamında çalışmanın başlıca sonuçları özetle;

- Çalışma süreci boyunca alınan 336 örnekten toplam 74539 adet mikro ve makroeklembacıklı örneklenmiştir. Bu eklembacıklıların 6 sınıf ve 28 takıma ait 90 farklı taksondan oluştuğu belirlenmiştir.
- Eklembacıklıların metrekaresindeki yaklaşık birey sayısının ortamlara dağılımında; toprakta 90000, ölü örtüde 168000 ve orman zemini üzerinde 4400 olmak üzere; toplam 262400 birey/m² olarak tahmin edilmiştir.
- Eklembacıklıların birim alandaki miktarının mevsime bağlı değişiminde, ölü örtüde en fazla birey güz, en az ise yaz mevsiminde bulunurken; toprakta en fazla birey yaz, en az ise kış mevsiminde kaydedilmiştir.
- Eklembacıklıların birim alandaki miktarının yükselti basamaklarına dağılımında, toprakta en fazla birey 1550 m, en az ise 1600 m yükseltide bulunmasına rağmen; ölü örtüde en fazla birey 1200 m, en az ise toprakta da olduğu gibi 1600 m yükseltide kaydedilmiştir. Zemin üzerinde ise, en fazla birey 1200 m, en az da 1550 m yükseltide saptanmıştır.
- Eklembacıklılar, toprak ve ölü örtünün sıcaklık, nem, pH vb. bazı özellikleri ile ilişkili bulunmuştur.
- Eklembacıklılar, zemin üzeri–ölü örtü ve ölü örtü–toprak gibi katmanlar arasında mevsimsel göçler yapabilmektedir ve mevsimlerdeki iklim özellikleri bu göçler üzerinde etkili olabilir.
- Eklembacıklıların beslenme tiplerine dağılımında çürükçüller en büyük oranı oluştururken, yırtıcılar toplam popülasyonun % 20–30 oranını oluşturmaktadır. Hepçiller ise en az oranda bulunmuştur.

- Eklembacaklıların Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi (H') ve taksonomik zenginlik (S'), çeşitlilik değerleri büyükten küçüğe sırasıyla; ölü örtü ($H'= 2,96$; $S'= 45$), toprak ($H'= 2,63$; $S'= 30$) ve zemin üzeri ($H'= 2,22$; $S'= 22$) şeklinde sıralanmaktadır.
- Eklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı H' ve S' çeşitliliklerinde, tüm ortamlar bir arada değerlendirildiğinde, ne mevsim ne de yükseltiye bağlı önemli bir farklılık görülmemiştir.

Araştırma bulgu ve sonuçlarına bağlı olarak; gelecekte yapılacak çalışmalara yol göstermesi bakımından aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- ✓ Canlıların yıl içerisindeki örnekleme zamanı önemlidir. Aynı taksonun mevsimsel olarak bulunma ortamları farklılık gösterebilir. Ayrıca, hayat döngüsünün sadece bir kısmını toprak ekosisteminde geçiren, geçici taksonlar yalnızca belli dönemlerde örneklenebilir.
- ✓ Taksonların ortamlar arasındaki göçlerini tam olarak kavramak için, örneklemler daha sık zaman aralıklarıyla yapılabilir.
- ✓ Çukur tuzak kullanılarak yapılacak olan kış örneklemleri, zeminin karsız olduğu dönemlerde yapılmalıdır.
- ✓ Dikkate değer ekolojik etkiye sahip eklembacaklı grupları esas alınıp, taksonomik çözünürlük artırılarak, daha hassas değerlendirmeler yapılabilir.
- ✓ Farklı mikro habitatlardan (orman altı, açıklık alan gibi) örnekler alınarak, habitata bağlı farklar ortaya çıkarılabilir.
- ✓ Eklembacaklılarla ilgili yapılan gözlemler, uzun dönemler boyunca sürdürülerek, ekolojik değişimlerin (küresel iklim değişikliği de dâhil) eklembacaklılar üzerindeki etkileri ve ilişkileri araştırılabilir.
- ✓ Eklembacaklıların farklı toprak derinlikleri arasındaki dönemlik göçlerinin belirlenmesi için, daha derin mineral toprak tabakaları da örneklemlere dâhil edilebilir.

- ✓ Eklembacaklıların ekolojik değişimlere tepkilerini ortaya koymak için, kurgulanacak yapay değişimler üzerinde deneysel araştırmalar yapılabilir.
- ✓ Toprak ekosistemindeki canlıların ortalama ömürleri ve hayat döngüleri araştırılabilir.

Mevcut çalışmalar ve gelecekte yapılacak olan araştırmalar birlikte değerlendirilerek; toprak ekosisteminin bileşenleri ve işleyişleri aydınlatılabilecek, ayrışma ve besin döngüsü süreçleri de ortaya konabilecektir. Bununla birlikte, ekosistemdeki canlıların tespiti Ülkemiz ve dolayısıyla biyosfer biyolojik çeşitliliğine katkı sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

- Abbas, M.J., 2012, Seasonal diversity of Collembola assemblages in two different habitats of Aligarh, *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, 2, 18-25, ISSN: 2231-6345.
- Addo-Bediako, A., Chown, S.L., Gaston, K.J, 2000, Thermal tolerance, climatic variability and latitude, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 267(1445), 739-745.
- Adkins, J.K., Rieske, L.K., 2013, Loss of a foundation forest species due to an exotic invader impacts terrestrial arthropod communities, *Forest Ecology and Management*, 295, 126-135.
- Akburak S., Makineci E., 2013, Temporal Changes Of Soil Respiration Under Different Tree Species, *Environmental Monitoring And Assessment*, vol. 185, pp.3349-3358.
- André, H.M., Ducarme, X., Lebrun, P., 2002, Soil biodiversity: Myth, reality or conning? *Oikos*, 96, 3-24.
- Andrew, N.R., Hughes, L, 2005, Arthropod community structure along a latitudinal gradient: implications for future impacts of climate change, *Australian Ecology*, 30(3), 281-297.
- Antunes, S.C., Pereira, R., Sousa, J.P., Santos, M.C., Gonçalves, F., 2008, Spatial and temporal distribution of litter arthropods in different vegetation covers of Porto Santo Island (Madeira Archipelago, Portugal), *European Journal of Soil Biology*, 44, 45–56.
- Arol, M.N., 1959, *Bolu ve Civarında Bazı Gökmar, Kayın, Çam Saf ve Karışık Meşcerelerinde Ölü Örtü Miktarı ile Besin Maddesi Muhtevası Üzerine Araştırmalar*, T.C. Ziraat Vekâleti Orman Umum Müdürlüğü Yayın Nu. 301, Seri nu. 3, Yenilik Basımevi, İstanbul.
- Aslan, E.G., 2007, *Çığlıkara, Dibek ve Kasnak Meşesi Tabiatı Koruma Alanlarındaki Alticinae (Coleoptera: Chrysomelidae) Türlerinin Dağılımı ve Çeşitliliği*, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bardgett, R.D., 2005, *The Biology of Soil: A Community and Ecosystem Approach*, Oxford University Press, Oxford, UK.
- Bardgett, R.D., Bowman, W.D., Kaufmann, R., Schmidt, S.K., 2005, A temporal approach to linking aboveground and belowground ecology, *Trends in Ecology and Evolution*, 20(11), 634-641.

- Barendse, J., Chown, S.L., 2001, Abundance and seasonality of mid-altitude fellfield arthropods from Marion Island, *Polar Biology*, 24, 73-82.
- Barry, R.G., 1992, Mountain climatology and past and potential future climatic changes in mountain regions – a review, *Mountain Research and Development* 12, 71–86.
- Başaran S., Tolunay D., Makineci E., Başaran M.A., Kavgacı A., Çetin A., Kaçar M.S., Baş M.N., 2011, *Bük Lütü Büyükyıldırım Ormanında Aktüel Durumun Coğrafi Bilgi Sistemi Tabanlı Sayısal Haritalarla Ortaya Konulması*, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından desteklenen (ARA 6) 19.6303/2001-2005-2008-2010 nolu proje, Acar Ofset, ANTALYA.
- Battigelli, J., Berch, S., 2002, Soil fauna in the Sub-Boreal Spruce (SBS) installations of the Long-Term Soil Productivity (LTSP) study of central British Columbia: One-year results for soil mesofauna and macrofauna, *British Columbia Ministry of Forests Note*.
- Begum, F., Bajracharya, R.M., Sharma, S., Sitaula, B.K., 2011, Assessment of Soil Quality Using Microarthropod Communities Under Different Land System: A Case Study in the Mid-Hills of Central Nepal. *Journal of Life Sciences*, 5, 66-73.
- 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*, Akademiya Nauk, USSR.
- Bell, R.T., 1990, *Insecta: Coleoptera Carabidae*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L. (ed.), Chapter:35, Wiley, New York, 1053-1092.
- Berg, M.P., Bengtsson, J., 2007, Temporal and spatial variability in soil food webstructure. *Oikos*, 116, 1789–1804.
- Bird, S., Coulson, R.N., Crossley Jr, D.A, 2000, Impacts of silvicultural practices on soil and litter arthropod diversity in a Texas pine plantation, *Forest Ecology and Management*, 131(1), 65-80.
- Bird, S.B., Coulson, R.N., Fisher, R.F., 2004, Changes in soil and litter arthropod abundance following tree harvesting and site preparation in a loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation, *Forest Ecology and Management*, 202, 195-208.
- Birkhofer, K., Schöning, I., Alt, F., Herold, N., Klärner, B., Maraun, M., Schrumpf, M, 2012, General relationships between abiotic soil properties and soil biota across spatial scales and different land-use types. *Plos One*, 7(8), e43292.
- Blesiã, B.F., 2000, Investigation Of Diplura And Protura in Western Serbia, *Matica Srpska Proceedings For Natural Sciences*, 19, 67.
- Bocard, D., Legendre, P., Drapeau, P., 1992, Partialling out the spatial component of ecological variation, *Ecology*, 73, 1045–1055.

- Bogdanović, A.M., Blesić, B., 2011, Seasonal Dynamics Of Protura in An Oak Forest in Kragujevac (Serbia), *Kragujevac Journal of Sciences*, 33, 77-82.
- Bokhorst, S., Huiskes, A., Convey, P., van Bodegom, P.M., Aerts, R., 2008, Climate change effects on soil arthropod communities from the Falkland Islands and the Maritime Antarctic, *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 1547–1556.
- Bolat, İ., 2011, Kayın, *Göknaar Ve Göknaar-Kayın Meşcerelerinde Üst Toprak Ve Ölü Örtüdeki Mikrobiyal Biyokütle Karbon (Cmic), Azot (Nmic), Fosfor (Pmic) Ve Mikrobiyal Solunumun Mevsimsel Değişimi*, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Boulter, S.L., Lambkin, C.L., Starick, N.T., 2011, Assessing the abundance of seven major arthropod groups along an altitudinal gradient and across seasons in subtropical rainforest, *Memoirs of the Queensland Museum*, 55(2).
- Bouyoucos, G.J., 1951., A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soils, *Agronomy Journal*, 43, 9.
- Brenner, G.J., Oboyski, P.T., Banko, P.C., 2002, Parasitism of *Cydia* spp. (Lepidoptera: Tortricidae) on *Sophora chrysophylla* (Fabaceae) along an elevation gradient of dry subalpine forest on Mauna Kea, Hawaii, *Pan-Pacific Entomologist*, 78, 101–109.
- Breure, A.M, Mulder, Ch, Römbke, J, Ruf, A., 2005, Ecological classification and assessment concepts in soil protection, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62, 211–229.
- Brown, B.V., 2000, *Insects: overview*, Encyclopedia of Biodiversity, In: Levin, S.A., (ed.), Volume 3, Academic Press, 479-484.
- Bruckner, A., Barth, G., Scheibengraf, M., 2000, Composite sampling enhances the confidence of soil microarthropod abundance and species richness estimates. *Pedobiologia*, 44, 63-74.
- Bruehl, C.A., Mohamed, M., Linsenmair, K.E., 1999, Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia, *Journal of Tropical Ecology*, 15(3), 265-277.
- Bultman, T.L., Uetz, G.W., 1982, Abundance and community structure of forest floor spiders following litter manipulation. *Oecologia* 55, 34 – 41.
- Cao, Z., Han, X., Hu, C., Chen, J., Zhang, D., Steinberger, Y., 2011, Changes in the abundance and structure of a soil mite (Acari) community under long-term organic and chemical fertilizer treatments, *Applied Soil Ecology*, 49, 131-138.
- Carlton, C.E., Robison, H.W., 1998, Diversity of litter-dwelling beetles in the Ouachita Highlands of Arkansas, USA (Insecta: Coleoptera), *Biodiversity Conservation*, 7(12), 1589-1605.

- Carsten A.B., Maryati, M., Linsenmair, K.E., 1999, Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forests on Mount Kinabalu, Sabah, Malaysia, *Journal of Tropical Ecology*, 15, 265-277.
- Cassagne, N., Gauquelin, T., Bal-Serin, M.C., Gers, C., 2006, Endemic Collembola, privileged bioindicators of forest management, *Pedobiologia*, 50(2), 127-134.
- Cerdá, X., Retana, J., Cros, S., 1997, Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities, *Journal of Animal Ecology*, 66(3), 363-374.
- Cerdá, X., Retana, J., Manzaneda, A., 1998, The role of competition by dominants and temperature in the foraging of subordinate species in Mediterranean ant communities. *Oecologia*, 117(3), 404-412.
- Chapman, H.D., Pratt, P.F., 1961, *Methods of analysis for soils, plants and waters*. Division of Agricultural Sciences, University of California, Riverside.
- Chatzaki, M., Lymberakis, P., Markakis, G., Mylonas, M., 2005, The distribution of ground spiders (Araneae, Gnaphosidae) along the altitudinal gradient of Crete, Greece: species richness, activity and altitudinal range. *Journal of Biogeography*, 32(5); 813-831.
- Chen, B., Wise, D.H., 1999, Bottom-up limitation of predaceous arthropods in a detritus-based terrestrial food web, *Ecology*, 80(3), 761-772.
- Chen, I.C., Shiu, H.J., Benedick, S., Holloway, J.D., Cheye, V.K., Barlow, H.S., Hill, J.K., Thomas, C.D., 2009, Elevation increases in moth assemblages over 42 years on a tropical mountain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 1479-1483.
- Clarke, A., Gaston, K.J., 2006, Climate, energy and diversity, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 273, 2257 – 2266.
- Cole, L., Buckland, S.M., Bardgett, R.D., 2008, Influence of disturbance and nitrogen addition on plant and soil animal diversity in grassland, *Soil Biology and Biochemistry*, 40(2), 505-514.
- Coleman, D.C., 2000, *Soil biota, soil systems, and process*, Encyclopedia of Biodiversity, In: Levin, S.A., (ed.), Academic Press, 305-314.
- Coleman, D.C., Crossley, D.A., Hendrix, P.F., 2004, *Fundamentals of Soil Ecology*, Academic press, USA.
- Coleman, T., Rieske, L., 2006, Arthropod response to prescription burning at the soil-litter interface in oak-pine forests, *Forest Ecology and Management*, 233, 52-60.
- Costa Neto, E.M., 2007, The Perception of Diplopoda (Arthropoda, Myriapoda) By The Inhabitants of The County of Pedra Branca, Santa Teresinha, Bahia, Brazil; *Acta Biológica Colombiana*, 12(2), 123-134.

- Covell, C.V., 2003, *Collection and preservation*, Encyclopedia of insects, In: Resh V.H., Cardé, R.T., (ed.), An imprint of Elsevier Science, San Diego, California, USA.
- Crossley Jr, D.A., Blair, J.M., 1991, A high-efficiency, "low-technology" Tullgren-type extractor for soil microarthropods, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34(1), 187-192.
- Crossley Jr, D.A., 1977, *The roles of terrestrial saprophagous arthropods in forest soils: current status of concepts*, The role of arthropods in forest ecosystems, In: Mattson, W.J., (ed.), Springer Berlin Heidelberg, 49-56.
- Crossley, D.A., Coleman, D.C., 1999, *Microarthropods*, Handbook of soil science, In: Sumner M.E., (ed.), CRC Press, C-59 - C-65.
- Cutler, G.C., Renkema, J.M., Majka, C.G., Sproule, J.M., 2012, Carabidae (Coleoptera) in Nova Scotia, Canada wild blueberry fields: prospects for biological control, *The Canadian Entomologist*, 144(06), 779-791.
- Çakır, M., 2013, *Toprak Eklembacaklılarının, Kayın ve Meşe Ekosistemindeki Mevsimsel Değişimi ve Ölü Örtü Ayrışmasına Etkileri*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çakır, M., Makineci, E., 2013, Humus characteristics and seasonal changes of soil arthropod communities in a natural sessile oak (*Quercus petraea* L.) stand and adjacent Austrian pine (*Pinus nigra* Arnold) plantation, *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, 8943–8955.
- Çakıroğlu, K., 2011, *Bartın ili arıt yöresindeki kayın, göknar, göknar-kayın meşcerelerindeki ölü örtü ayrışması ve yıllık yaprak dökülmesinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çelik, N., 2006, *Sündiken Dağları Kütlesinin Yetiştirme Ortamı Özellikleri ve Sınıflandırılması*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çepel, N., 1988, *Orman Ekolojisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3518, O.F. Yayın No: 399, 536 Sayfa, İstanbul.
- Danoff-Burg, J.A., 2003, www.columbia.edu/itc/cerc/.../MBD%204.ppt [Ziyaret Tarihi: 11.06.2014].
- David, J.F., Gillon, D., 2002, Annual feeding rate of the millipede (*Glomeris marginata*) on holm oak (*Quercus ilex*) leaf litter under Mediterranean conditions, *Pedobiologia*, 46, 42-52.
- de Ruiter, P.C., Neutel, A.M., Moore, J.O.H.N., Bardgett, R.D., Usher, M.B., Hopkins, D.W., 2005, The balance between productivity and food web structure in soil ecosystems, *Biological Diversity and Function in Soils*, 139-153.

- de Ruiter, P.C., Neutel, A.M., Moore, J.C., 1998, Biodiversity in soil ecosystems: the role of energy flow and community stability, *Applied Soil Ecology*, 10(3), 217-228.
- Decker, K., Boerner, R.E.J., 2003, Elevation and vegetation influences on soil properties in Chilean Nothofagus forests, *Revista Chilena de Historia Natural*, 76, 371-381.
- Deharveng, L., Bedos, A., 2004, *Insecta: Collembola*, Freshwater Invertebrates of the Malaysian Region, In: Yule, C.M., Yong, H.S. (ed.), Academy of Sciences, Malaysia, 384-393.
- Dindal, D.L., 1990, *Soil Biology Guide*, Wiley, New York.
- Dollery, R., Hodkinson, I.D., Jonsdottir, I.S., 2006, Impact of warming and timing of snow melt on soil microarthropod assemblages associated with Dryas-dominated plant communities on Svalbard, *Ecography*, 29, 111-119.
- Dombos, M., 2002, A Tullgren-type extractor for sampling springtails populations from small volume soil cores in high sample size, *Tiscia*, 33, 3-7.
- Dondale, C.D., 1990, *Litter Araneae*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L. (ed.), Wiley, New York, 1053-1092.
- Duman, A., 2008, *Artvin Hatila Yöresindeki Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Ölü Örtü Ayrışması ve Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Duyar, A., 2003, *Çam Keseböceği (Thaumetopoea pityocampa (Schiff)) ile Keselere Petrol Enjeksiyonu Yöntemiyle Mücadele*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Duyar, A., Kınış, S., Aydın, A., 2010, Uludağ Göknaarı Meşceresinde Yaprak Alan İndeksi Değerine Bağlı Olarak Döküntü Miktarının Aylara Göre Dağılımı, 1. *Uluslar Arası Çevre ve Ormancılık Sempozyumu, Tebliğler*, Cilt 3, Sayfa, 1473, Trabzon.
- Edgar, A.L., 1990, *Opiliones (Phalangida)*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L., (ed.), Wiley, New York, 529-581.
- Edgecombe, G.D., Giribet, G., 2007, Evolutionary biology of centipedes (Myriapoda: Chilopoda), *Annual Review of Entomology*, 52, 151-170.
- Edwards, C.A., 1990, *Symphyla*, Soil biology guide, In: Dindal, D.L., (ed.), Wiley, New York, 891-910.
- Elliott, E.T., Coleman, D.C., 1988, Let the soil work for us, *Ecological Bulletins*, 23-32.

- Engel, M.S., Grimaldi, D.A., 2004, New light shed on the oldest insect, *Nature*, 427(6975), 627-630.
- Escobar, F., Lobo, J.M., Halffter, G., 2005, Altitudinal variation of dung beetle (Scarabaeidae: Scarabaeinae) assemblages in the Columbian Andes. *Global Ecology and Biogeography*, 14(4), 327-337.
- Evans, A.V., Garrison, R.W., Schlager, N., 2003, *Insects*, Grzimek's Animal Life Encyclopedia, In: Grzimek, B., Schlager, N., Olendorf, D., (ed.), Vol. 3 (2th edition), Gale.
- Faber, J.H., van Wensem, J., 2012, Elaborations on the use of the ecosystem services concept for application in ecological risk assessment for soils, *Science of The Total Environment*, 415, 3–8.
- FAO, 2013, Edible insects: Future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper*, 171, 187.
- Farji-Brener, A.G., Barrantes, G., Ruggiero, A., 2004, Environmental rugosity, body size and access to food: a test of the size-grain hypothesis in tropical litter ants, *Oikos*, 104(1), 165-171.
- Ferguson, L.M., 1990, *Insecta: Diplura*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L. (ed.), Wiley, New York, 951-963.
- Fisk, M.C., Kessler, W.R., Goodale, A., Fahey, T.J., Groffman, P.M., Driscoll, C.T., 2006, Landscape variation in microarthropod response to calcium addition in a northern hardwood forest ecosystem, *Pedobiologia*, 50, 69-78.
- Foelix, R.F., 2011, *Biology of spiders*, Oxford University Press, New York.
- Franzluebbers, A.J., 2003, *Soil biology*, Encyclopedia of life support systems, UNESCO-EOLSS.
- Frith, D., Frith, C., 1990, Seasonality of litter invertebrate populations in an Australian upland tropical rain forest, *Biotropica*, 22, 181–190.
- Frouz, J., 1999, Use of soil dwelling Diptera (Insecta, Diptera) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74(1), 167-186.
- Frouz, J.A.A., Frouzova, J., Lobinske, R.J., 2004, Horizontal and vertical distribution of soil macro-arthropods along a spatial–temporal moisture gradient in subtropical Central Florida, *Environmental Entomology*, 33 (5), 1282–1295.
- Fujimaki, R., Sato, Y., Okai, N., Kaneko, N., 2010, The train millipede (*Parafontaria laminata*) mediates soil aggregation and N dynamics in a Japanese larch forest, *Geoderma*, 159, 216-220.

- Galli, L., Capurro, M., Shrubovych, J., Torti, C., 2012, Phenology of Protura in a northwestern Italian forest soil (Hexapoda: Protura), *Acta Zoologica Cracoviensia-Series A: Vertebrata*, 55(1), 33-43.
- Geissen, V., Gehrmann, J., Genssler, L., 2007, Relationships between soil properties and feeding activity of soil fauna in acid forest soils, *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170(5), 632-639.
- Gers, C., 1998, Diversity of energy fluxes and interactions between arthropod communities: from soil to cave, *Acta Oecologica*, 19(3), 205-213.
- Gerson, U., Smiley, R.L., Ochoa, R., 2003, *Mites (Acari) for pest control*, Blackwell Science Ltd., Oxford, UK, pp, 117–126.
- Ghoneim, K., 2014, Predatory insects and arachnids as potential biological control agents against the invasive tomato leafminer, *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae), in perspective and prospective, *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 2 (2), 52-71.
- Giribet, G., Edgecombe, G.D., 2013, *The Arthropoda: a phylogenetic framework*, Arthropod Biology and Evolution, In: Minelli, A., Boxshall, G., Fusco, G., (ed.), Springer, Berlin, Heidelberg, 17-40.
- Glime, J.M., 2013, *Arthropods: Harvestmen and pseudoscorpions*, Bryophyte Ecology, Bryological Interaction In: Glime, J.M., (ed.), Volume 2., Chapter 8., Ebook sponsored by Michigan Technological University and the International Association of Bryologists.
- Goehring, D.M., Daily, G.C., Şekerçioğlu, Ç.H., 2002, Distribution of ground-dwelling arthropods in tropical countryside habitats, *Journal of Insect Conservation*, 6(2), 83-91.
- Google, 2014, <https://maps.google.com/maps/ms> [Ziyaret Tarihi: 10.09.2014].
- Graening, G., Shcherbanyuk, Y., Arghandiwal, M., 2014, Annotated Checklist of the Diplura (Hexapoda: Entognatha) of California, *Zootaxa*, 3780 (2), 297-322.
- Greenberg, C.H., McGrane, A., 1996, A comparison of relative abundance and biomass of ground-dwelling arthropods under different forest management practices, *Forest Ecology and Management*, 89:31–41.
- Griffiths, R.P., Madritch, M.D., Swanson, A.K., 2009, The effects of topography on forest soil characteristics in the Oregon Cascade Mountains (USA): Implications for the effects of climate change on soil properties, *Forest Ecology and Management*, 257(1), 1-7.
- Grove, S.J., 2002, Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33, 1–23.

- Guevara, J., Avilés, L., 2009, Elevational changes in the composition of insects and other terrestrial arthropods at tropical latitudes: a comparison of multiple sampling methods and social spider diets, *Insect Conservation Diversity*, 2, 142–152.
- Gullan, P.J., Cranston, P.S., 2009, *The insects: An outline of entomology*, John Wiley & Sons.
- Gutiérrez-López, M., Jesús, J.B., Trigo, D., Fernández, R., Novo, M., Díaz-Cosín, D.J., 2010, Relationships among spatial distribution of soil microarthropods, earthworm species and soil properties, *Pedobiologia*, 53(6), 381-389.
- Gülçur, F., 1974, *Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları*, İstanbul Üniversitesi Yayınları, İstanbul.
- Gülsoy, S., Özkan, K., 2008, Tür çeşitliliğinin ekolojik açıdan önemi ve kullanılan bazı indisler, Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, 1, 168-178.
- Güner, Ş.T., 2006, *Türkmen Dağı (Eskişehir, Kütahya) Sarıçam (Pinus sylvestris ssp. Hamata) Ormanlarının Yükseltiye Bağlı Büyüme Beslenme İlişkilerinin Belirlenmesi*, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Hagvar, S., Klanderud, K., 2009, Effect of simulated environmental change on alpine soil arthropods, *Global Change Biology*, 15, 2972–2980.
- Halaj, J., Wise, D.H., 2002, Impact of a detrital subsidy on trophic cascades in a terrestrial grazing food web, *Ecology*, 83(11), 3141-3151.
- Hansen, R.A., 2000, Effects of habitat complexity and composition on a diverse litter microarthropod assemblage, *Ecology*, 81(4), 1120-1132.
- Hawkes, C., Kivlin, S.N., Rocca, J.D., Huguet, V., Thomsen, M.A., Suttle, K.B., 2011, Fungal community responses to precipitation, *Global Change Biology*, 17, 1637–1645.
- Hijii, N., 1987, Seasonal changes in abundance and spatial distribution of the soil arthropods in a Japanese cedar (*Cryptomeria japonica* D. Don) plantation, with special reference to Collembola and Acarina, *Ecological Research*, 2(2), 159-173.
- Hodkinson, I.D., 2005, Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude, *Biological Reviews*, 80, 489-513.
- Hoffman, R.L., 1990, *Diplopoda*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L. (ed.), Wiley, New York, 835-859.
- Hogg, I.D., Craig Cary, S., Convey, P., Newsham, K.K., O'Donnell, A.G., Adams, B.J., Aislabie, J., Frati, F., Stevens, M.I., Wall, D.H., 2006, Biotic interactions in Antarctic terrestrial ecosystems: are they a factor? *Soil Biology and Biochemistry*, 38, 3035–3040.

- Irmak, A., 1970, *Orman Ekolojisi*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 1650, O.F. Yayın No: 149, İstanbul.
- Irmak, A., Çepel, N., 1974, *Bazı Karaçam, Kayın, ve Meşe Meşcerelerinde Ölü Örtünün Ayırışma ve Humuslaşma Hızı Üzerine Araştırmalar*, İstanbul Üniversitesi, Yayın Nu: 1973 Or. Fak. Yayın No: 204 Taş Matbaası İstanbul, 1974.
- Jackson, M.L., 1962, *Soil chemical analysis*, Englewood, Cliffs N.J. Prentice-Hall Inc.
- Jackson, M.L., 1979, *Soil chemical analysis advanced course*, 2nd ed, 11th Printing, Author, Madison, WI.
- Jacobs, S., 2013, *Pseudoscorpions, Entomological Notes*, <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/pseudoscorpions>, [Ziyaret Tarihi: 12.8.2013]
- Janzen, D.H., 1973, Sweep samples of tropical foliage insects: effects of seasons, vegetation types, elevation, time of day, and insularity, *Ecology*, 54, 687-708.
- Jeanne, R.L., 1979, A latitudinal gradient in rates of ant predation, *Ecology*, 60, 1211 – 1224.
- Jing, S., Solhøy, T., Huifu, W., Vollan, T.I., Rumei, X, 2005, Differences in soil arthropod communities along a high altitude gradient at Shergyla Mountain, Tibet, China, *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 37(2), 261-266.
- Johansson, T., Olsson, J., Hjalten, J., Jonsson, B., Ericson, L., 2006, Beetle attraction to sporocarps and wood infected with mycelia of decay fungi in old-growth spruce forests of northern Sweden, *Forest Ecology and Management*, 237, 335–341.
- Jones, C.G., Lawton, J.H., Shachak, M., 1994, Organisms as ecosystem engineers, *Oikos*, 373-386.
- Jonsell, M., Schroeder, M., Weslien, J., 2005, Saproxylic beetles in high stumps of spruce: Fungal flora important for determining the species composition, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 20, 54–62.
- 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, 192-198.
- Kacar, B., 1994, *Bitki ve toprağın kimyasal analizleri III*, Toprak analizleri, 149–165, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayın No, 3, Ankara.
- Kacar, B., İnal, A., 2008, *Plant analysis*, Nobel publication, Ankara, ISBN: 978-605-395-036-3.
- Kampichler, C., Geissen, V., 2005, Temporal predictability of soil microarthropod communities in temperate forests, *Pedobiologia*, 49, 41–50.

- Kantarcı, M.D., 1979, *Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklarındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik Olarak Araştırılması*, İstanbul Üniversitesi, Yayın No, 2634, Orman Fakültesi Yayın No, 274, İstanbul.
- Kantarcı, M.D., 1980, Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Yamacındaki Uludağ Göknarı İbrelelerindeki Mineral Madde Miktarının Yükselti-İklim Kuşaklarına Göre Değişimi, *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 30 (2), 135-152.
- Kantarcı, M.D., 2000, *Toprak İlimi*, İstanbul Üniversitesi Yayın No, 4261, Orman Fakültesi Yayın No, 462, İstanbul.
- Kantarcı, M.D., 2005, Ağaçlı (İstanbul) Açık Maden Ocağı Artıklarının İslahı ve Ağaçlandırılması Çalışmalarında Elde Edilen Sonuçlar, *Madencilik ve Çevre Sempozyumu*, 5-6 Mayıs 2005, Ankara.
- Karaöz, M.Ö., 1991, Atatürk Arboretumu'ndaki Bazı İğne Yapraklı Plantasyonlarda Ölü Örtünün Kimyasal Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, cilt.41, 68-86.
- Kardol, P., Cregger, M.A., Campany, C.E., Classen, A.T., 2010, Soil ecosystem functioning under climate change: plant species and community effects, *Ecology*, 91, 767-781.
- Kaspari, M., 1993, Body-size and microclimate use in Neotropical granivorous ants, *Oecologia*, 96, 500 – 507.
- Kaspari, M., Weiser, M.D., 1999, The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants, *Functional Ecology*, 13(4), 530-538.
- Kaspari, M., Weiser, M.D., 2000, Ant activity along moisture gradients in a neotropical forest, *Biotropica*, 32, 703 – 711.
- Kavgacı, A., Carni, A., Silc, U., 2008, Bitki sosyolojisi çalışmalarında kullanılan sayısal metotlar ve bazı bilgisayar programları, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri: A, Sayı: 2, 188-201.
- Kelly, J.A., Samways, M.J., 2003, Diversity and conservation of forest-floor arthropods on a small Seychelles island, *Biodiversity Conservation*, 12(9), 1793-1813.
- Kentley, J., 1990, *Acarina: Prostigmata (Actenidida)*, Soil Biology Guide, In: Dindal, Kıran, K., Aktaç, N., 2006, The vertical distribution of the ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) of the Samanlı Mountains, Turkey, *Linzer Biologische Beiträge* 38(2), 1105-1122.D.L. (ed.), Wiley,, New York, 667-756.
- Kidanemariam, A., Gebrekidan, H., Mamo, T., Kibret, K., 2012, Impact of altitude and land use type on some physical and chemical properties of acidic soils in tsegede highlands, Northern Ethiopia, *Open Journal of Soil Science*, 2, 223-230.

- Kidron, G.J., 1999, Altitude dependent dew and fog in the Negev Desert, Israel, *Agriculture and Forest Meteorology*, 96(1), 1-8.
- Kiniş, S., 2010, Deposition status of fir forests (*Abies bormülleriana* Mattf.) in context of forest ecosystem monitoring, *The 1st International Symposium on Environment and Forestry*, Volume: I, Trabzon, Turkey.
- Kiniş, S., Duyar, A., 2012, Snowfall acidity in fir forest; Bolu-Aladağ, *14th International Fir Symposium, Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 12 No, 3 2012 Özel Sayı, Kastamonu, 12(31).
- Klironomos, J.N., Widden, P., Deslandes, I., 1992, Feeding preferences of the collembolan *Folsomia candida* in relation to microfungal successions on decaying litter, *Soil Biology and Biochemistry*, 24(7), 685-692.
- Knoepp, J.D., Coleman, D.C., Crossley Jr, D.A., Clark, J.S., 2000, Biological indices of soil quality: an ecosystem case study of their use, *Forest Ecology and Management*, 138(1), 357-368.
- Koca, M.Y., 1999, İzmir yöresinde andezitlerin bozunma ürünü killerin oluşum şekilleri ve mühendislik özellikleri, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, Cilt 42, Sayı 2, 39-49.
- Koehler, H., Melecis, V., 2010, *Long-term observations of soil mesofauna*, Long-term Ecological Research, Between Theory and Application, In: Müller, F., Baessler, C., Schubert, H., Klotz, S. (ed.), Springer, Netherlands, 203-220.
- Kozłowski, M.W., Aoxiang, S., 2006, Ritual behaviors associated with spermatophore transfer in *Deuterosminthurus bicinctus* (Collembola: Bourletiellidae), *Journal of Ethology*, 24(2), 103-109.
- Krantz, G.W., 1978, *A manual of acarology* (2nd edition), Oregon State University Bookstores, Corvallis.
- Krantz, G.W., Ainscough, B.D., 1990, *Acarina: Mesostigmata (Gamasida)*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L. (ed.), Wiley, New York.
- Kristensen, N.P., 1991, Phylogeny of extant hexapods, *The insects of Australia*, 1, 125-140.
- Kuhnelt, W., 1961, *Soil biology, with special reference to the animal kingdom*, Faber Faber., England.
- Kumar, M., Singh, H., Bhat, J.A., Rajwar, G.S., 2013, Altitudinal variation in species composition and soil properties of banj oak and chir pine dominated forests, *Journal of Forest Science*, 29(1), 29-37.
- Larssen, T., 2007, *Unravelling collembolan life belowground: Stoichiometry, metabolism and release of carbon and nitrogen*, Ph. D. Thesis, Plant Nutrition and Soil Fertility Laboratory, University of Copenhagen - Denmark.

- Larssen, T., Vogt, R.D., Seip, H.M., Furuberg, G., Liao, B., Xiao, J., Xiong, J., 1999, Mechanisms for aluminum release in Chinese acid forest soils, *Geoderma*, 91(1), 65-86.
- Lavelle, P., 1996, Diversity of soil fauna and ecosystem function, *Biology International*, 33, 3-16.
- Lavelle, P., Chauvel, A., Fragoso, C., 1995, *Faunal activity in acid soils*, Plant Soil Interactions at Low pH, Principles and Management, In: Date, R.A., (ed.), Springer Netherlands, 201–211.
- Lavelle, P., Spain, A.V., 2001, *Soil Ecology* (Vol. 711), Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Lawrence, K.L., Wise, D.H., 2000, Spider predation on forest-floor Collembola and evidence for indirect effects on decomposition, *Pedobiologia*, 44, 33-39.
- Lawton, J.H., MacGarvin, M., Heads, P.A., 1987, Effects of altitude on the abundance and species richness of insect herbivores on bracken, *Journal of Animal Ecology*, 56, 147–160.
- Leather, S., 2005, *Insect sampling in forest ecosystems*, Wiley-Blackwell, Oxford, UK.
- Lepš, J., Šmilauer, P., 2003, *Multivariate analysis of ecological data using CANOCO*, Cambridge University Press.
- Lessard, J.P., Dunn, R.R., Parker, C.R., Sanders, N.J., 2007, Rarity and diversity in forest ant assemblages of Great Smoky Mountains National Park, *Southeastern Naturalist*, 6(sp2), 215-228.
- Lessard, J.P., Dunn, R.R., Sanders, N.J., 2009, Temperature-mediated coexistence in temperate forest ant communities, *Insectes Sociaux*, 56(2), 149-156.
- Lessard, J.P., Sackett, T.E., Reynolds, W.N., Fowler, D.A., Sanders, N.J., 2011, Determinants of the detrital arthropod community structure: the effects of temperature and resources along an environmental gradient, *Oikos*, 120(3), 333-343.
- Levis, J.G.E., 2007, *The biology of centipedes*, Cambridge University Press, London.
- Lewis, T., 1991, *Feeding, flight and dispersal in Thrips*, Towards understanding thysanoptera, In: Parker, B.L., Skinner, M., Lewis, T., (ed.), USDA Forest Service, General Technical Report NE-147.
- Liu, R.T., Zhao, H.L., 2009, Research progress and suggestion for study on soil animal in sandy grassland, *Journal of Desert Research*, 29 (4), 656–662.
- Liu, R.T., Zhu, F., Song, N., Yang, X., Chai, Y., 2013, Correction: Seasonal distribution and diversity of ground arthropods in microhabitats following a shrub plantation age sequence in desertified steppe, *Plos One*, 8(11).

- Lock, K., 2010, Symphyla of Belgium, *Faunistic Entomology*, 62, 25-27.
- Lock, K., Adriaens, T., Stevens, M., 2010, Distribution and ecology of the Belgian Campodea species (Diplura: Campodeidae), *European Journal of Soil Biology*, 46, 62-65.
- Lock, K., Dekoninck, W., 2001, Centipede communities on the inland dunes of eastern Flanders (Belgium), *European Journal of Soil Biology*, 37, 113-116.
- Logan, J.D., Wolesensky, W., Joern, A., 2006, Temperature-dependent phenology and predation in arthropod systems, *Ecological Modelling*, 196(3), 471-482.
- Lovett, G.M., Christenson, L.M., Groffman, P.M., Jones, C.G., Hart, J.E., Mitchell, M.J., 2002, Insect defoliation and nitrogen cycling in forests, *BioScience*, 52(4), 335-341.
- MacArthur, R.H., 1972, *Geographical ecology: patterns in the distributions of species*, Harper and Row.
- Machado, G., Oliveira, P.S., 1998, Reproductive biology of the neotropical harvestman (*Goniosoma longipes*) (Arachnida, Opiliones: Gonyleptidae): mating and oviposition behaviour, brood mortality, and parental care, *Journal of Zoology*, 246(3), 359-367.
- Machida, R., 2006, Evidence from embryology for reconstructing the relationships of hexapod basal clades, *Arthropod Systematics Phylogeny*, 64(1), 95-104.
- Magurran, A.E., 2004, *Measuring biological diversity*, Blackwell Publishing, U.K.
- Makineci, E., 1999, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Araştırma Ormanındaki baltalıkların koruya dönüştürülmesi işlemlerinin ölü örtü ve topraktaki azot değişimine etkileri*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Marra, J.L., Edmonds, R.L., 2005, Soil arthropod responses to different patch types in a mixed-conifer forest of the Sierra Nevada, *Forest Science*, 51(3), 255-265.
- Marx, M.T., Guhmann, P., Decker, P., 2012, Adaptations and predispositions of different Middle European Arthropod taxa (Collembola, Araneae, Chilopoda, Diplopoda) to flooding and drought conditions, *Animals*, 2, 564-590.
- Matthews, E., Payne, R., Rohweder, M., Murray, S., 2000, *Pilot analysis of global ecosystems: Forest ecosystems*, World Resources Institute.
- Matz, C., Kjelleberg, S., 2005, Off the hook-how bacteria survive protozoan grazing, *Trends in Microbiology*, 13(7), 302-307.
- McAlpine, J.F., 1990, *Diptera adults*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L., Ed.), Wiley, New York, 1211-1252.
- McCain, C.M., 2005, Elevational gradients in diversity of small mammals, *Ecology*, 86, 366 – 372.

- McGavin G.C., 2002, Insects, spiders, and other terrestrial arthropods, Dorling Kindersley Inc., USA, 255.
- Medianero, E., Castano-Meneses, G., Tishechkin, A., Basset, Y., Barrios, H., Odegaard, F., Cline, A.R., Bail, J., 2007, Influence of local illumination and plant composition on the spatial and seasonal distribution of litter-dwelling arthropods in a tropical rainforest, *Pedobiologia*, 51(2), 131-145.
- Meehan, T.D., Drumm, P.K., Schottland, F.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, 307-312.
- Menta, C., 2012, *Soil fauna diversity–function, soil degradation, biological indices, soil restoration*, Biodiversity conservation in a diverse world, In: Lameed, G.A., (ed.), 59-94.
- Mesic, M., Birkas, M., Zgorelec, Z., Jurisic, I.K.A., 2012, *Carbon content and C/N ratio in Pannonian and Mediterranean soils*.
- Meyer, J.R., 2009, *Protura*, North Carolina State University, <http://www.cals.ncsu.edu/course/ent425/library/compendium/protura.html>, [Ziyaret Tarihi: 1 Eylül 2011].
- Meyer, J.R., 1994, *Kwik-key to soil-dwelling invertebrates*, Raleigh, NC, Vision Press.
- Mikhailjova, E.V., Golovatch, S.I., 2004, The millipedes (Diplopoda) of the Asian part of Russia, *Pensoft*.
- Minelli, A., Golovatch, S.I., 2001, Myriapods, *Encyclopedia of Biodiversity*, 4, 291-303.
- Minor, M., Cianciolo, J., 2007, Diversity of soil mites (Acari: Oribatida, Mesostigmata) along a gradient of land use types in New York, *Applied Soil Ecology*, 35, 140-153.
- Mitchell, M.J., Parkinson, D., 1976, Fungal feeding or Oribatid Mites (Acari: Cryptostigmata) in an Aspen woodland soil, *Ecology*, 302-312.
- Mitrovski-Bogdanović, A., Blesić, B., 2007, Seasonal dynamics of Campodeidae (Diplura) in an oak forest in Kragujevac (Serbia), *Acta Entomologica Serbica*, 12 (2), 1-10.
- Moldenke, A.R., 1994, *Arthropods*, In: Methods of soil analysis, Part 2, Microbiological and biochemical properties, SSSA Book Series No. 5. Madison, WI: Soil Science Society of America, 517-542.
- Moldenke, A.R., Fichter, B.L., Forest, H.A.E., 1988, *Invertebrates of the HJ Andrews Experimental Forest, western Cascade Mountains, Oregon. IV, the oribatid mites*

- (*Acari: Cryptostigmata*), Portland, Or.: US Dept. of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Moore, J.C., De Ruiter, P.C., 1991, Temporal and spatial heterogeneity of trophic interactions within below-ground food webs, *Agriculture, Ecosystems Environment*, 34, 371-397.
- Moore, J.C., De Ruiter, P.C., 2000, *Invertebrates in detrital food webs along gradients of productivity*, Invertebrates as webmasters in ecosystems, In: Coleman, D.C., Hendrix, P.F., (ed.), CABI Publishing, Wallingford, U.K., 161-184.
- Morelissen, B., Harley, C.D., 2007, The effects of temperature on producers, consumers, and plant–herbivore interactions in an intertidal community, *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 348(1), 162-173.
- MTA, 1964, *Türkiye Jeoloji Haritası Zonguldak Paftası*, Harita Genel Komutanlığı, Ankara.
- Muchmore, W.B., 1990, *Pseudoscorpionida*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L., (ed.), Wiley, New York, 503-527.
- Mueller, B., Beare, M., Crossley, D., 1990, Soil mites in detrital food webs of conventional and no-tillage agroecosystems, *Pedobiologia*, 34, 389-401.
- Negro, M., Isaia, M., Palestini, C., Schoenhofer, A., Rolando, A., 2010, The impact of high-altitude ski pistes on ground-dwelling arthropods in the Alps. *Biodiversity and Conservation*, 19(7), 1853-1870.
- Newton, A.F.J., 1990, *Insects: Coleoptera Staphylinidae adults and larvae*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L., (ed.), Wiley, New York, 1137-1174.
- Nielsen, U.N., Osler, G.H., Campbell, C.D., Neilson, R., Burslem, D.F., Van der Wal, R., 2010, The enigma of soil animal species diversity revisited: the role of small-scale heterogeneity, *Plos One*, 5(7), e11567.
- Niemela, J., Haila, Y., Punttila, P., 1996, The importance of small scale heterogeneity in boreal forests: variation in diversity in forest floor invertebrates across the succession gradient, *Ecography*, 19(3), 352-368.
- Nogues-Bravo, D., Araújo, M.B., Romdal, T., Rahbek, C., 2008, Scale effects and human impact on the elevational species richness gradients, *Nature*, 453(7192), 216-219.
- O'Connor, M.I., 2009, Warming strengthens an herbivore-plant interaction, *Ecology*, 90, 388-398.
- O'Donnell, S.E.A.N., Lattke, J., Powell, S., Kaspari, M., 2007, Army ants in four forests: geographic variation in raid rates and species composition, *Journal of Animal Ecology*, 76(3), 580-589.

- OGM, 2014, *e-Harita*, <http://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/OrmanHaritasi.aspx>, [Ziyaret Tarihi: 3 Mart 2014]
- Ojala, R., Huhta, V., 2001, Dispersal of microarthropods in forest soil, *Pedobiologia*, 45(5), 443-450.
- Önen, Ö.Koç, K., 2011, Seasonal and vertical distribution of Acarina fauna of grassland, Çankaya University, Journal of science and engineering, Volume 8, No. 2, 277-289.
- Özkan, K., Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Muys, B., 2010, Comparison and ranking of different modelling techniques for prediction of site index in Mediterranean mountain forests, *Ecological Modelling*, 221(8), 1119-1130.
- Özsoy, T., Örnektekin, S., 2008, Kuzeydoğu Akdeniz'de kızıl yağmurlar, *Ekoloji* 18, 69, 20-31.
- Paine, R.T., 1966, Food web complexity and species diversity, *American Naturalist*, 65-75.
- Palacios-Vargas, J.G., Castaño-Meneses, G., Gómez-Anaya, J.A., Martínez-Yrizar, A., Mejía-Recamier, B.E., Martínez-Sánchez, J., 2007, Litter and soil arthropods diversity and density in a tropical dry forest ecosystem in Western Mexico, *Biodiversity and Conservation*, 16, 3706-3717.
- Paré, D., Boutin, R., Larocque, G.R., Raulier, F., 2006, Effect of temperature on soil organic matter decomposition in three forest biomes of eastern Canada, *Canadian Journal of Soil Science*, 86 (Special Issue), 247-256.
- Pass, G., Szucsich, N.U., 2011, 100 years of research on the Protura: many secrets still retained, *Soil Organisms*, 83(3), 309-334.
- Paulson, G.S., 2005, *Handbook to the construction and use of insect collection and rearing devices*, Springer.
- Pennings, S.C., Selig, E.R., Houser, L.T., Bertness, M.D., 2003, Geographic variation in positive and negative interactions among salt marsh plants, *Ecology*, 84(6), 1527-1538.
- Pennings, S.C., Silliman, B.R., 2005, Linking biogeography and community ecology: latitudinal variation in plant-herbivore interaction strength, *Ecology*, 86, 2310-2319.
- Petersen, H., 2002, General aspects of collembolan ecology at the turn of the millennium, *Pedobiologia*, 46, 246-260.
- Philips, J.R., 1990, *Acarina: Astigmata (Acaridida)*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L., (ed.), Wiley, New York, 757-778.

- Porazinska, D.L., Bardgett, R.D., Blaauw, M.B., Hunt, H.W., Parsons, A.N., Seastedt, T.R., Wall, D.H., 2003, Relationships at the aboveground-belowground interface: plants, soil biota, and soil processes, *Ecological Monographs*, 73, 377-395.
- Poveda, K., Martínez, E., Kersch-Becker, M.F., Bonilla, M.A., Tschamntke, T., 2012, Landscape simplification and altitude affect biodiversity, herbivory and Andean potato yield, *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 513-522.
- Punttila, P., Niemela, P., Karhu, K., 2004, The impact of wood ants (Hymenoptera: Formicidae) on the structure of invertebrate community on mountain birch (*Betula pubescens* ssp. *Czerepanovii*), *Annales Zoologici Fennici*, 41, 429-446.
- Querner, P., Bruckner, A., 2010, Combining pitfall traps and soil samples to collect Collembola for site scale biodiversity assessments, *Applied Soil Ecology*, 45(3), 293-297.
- Rahbek, C., 2005, The role of spatial scale and the perception of large-scale species-richness patterns, *Ecology Letters*, 8(2), 224-239.
- Ramel, G., 2005, *Protura*, <http://www.earthlife.net/insects/protura.html>, [Ziyaret Tarihi: 1 Eylül 2011].
- Razo-González, M., Castaño-Meneses, G., Callejas-Chavero, A., Pérez-Velázquez, D., Palacios-Vargas, J.G., 2014, Temporal variations of soil arthropods community structure in El Pedregal de San Ángel Ecological Reserve, Mexico City, Mexico, *Applied Soil Ecology*, Article in press, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.02.007>.
- Rehm, P., Borner, J., Meusemann, K., von Reumont, B.M., Simon, S., Hadrys, H., Misof, B., Burmester, T., 2011, Dating the arthropod tree based on large-scale transcriptome data, *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 61(3), 880-887.
- Reynolds, B.C., Crossley Jr, D.A., Hunter, M.D., 2003, Response of soil invertebrates to forest canopy inputs along a productivity gradient, *Pedobiologia*, 47(2): 127-139.
- Robertson, G.P., Coleman, D.C., Bledsoe, C.S., Sollins, P., 1999, *Standard Soil Methods For Long-Term Ecological Research*, Oxford University Press.
- Rocha, J.R.M., Almeida, J.R., Lins, G.A., Durval, A., 2010, Insects as indicators of environmental changing and pollution: A review of appropriate species and their monitoring, *Holos Environment*, 10, 250-262.
- Rodriguez-Saona, C.R., Polavarapu, S., Barry, J.D., Polk, D., Jörnsten, R., Oudemans, P.V., Liburd, O.E., 2010, Color preference, seasonality, spatial distribution and species composition of thrips (Thysanoptera: Thripidae) in northern highbush blueberries, *Crop Protection*, 29 (11), 1331-1340.
- Rota-Stabelli, O., Campbell, L., Brinkmann, H., Edgecombe, G.D., Longhorn, S.J., Peterson, K.J., Telford, M.J., 2011, A congruent solution to arthropod phylogeny:

- phylogenomics, microRNAs and morphology support monophyletic Mandibulata, *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1703), 298-306.
- Röder, J., Bässler, C., Brandl, R., Dvořák, L., Floren, A., Goßner, M.M., Müller, J., 2010, Arthropod species richness in the Norway Spruce (*Picea abies* L.) Karst.) canopy along an elevation gradient, *Forest Ecology and Management*, 259(8), 1513-1521.
- Saaksjarvi, I.E., Haataja, S., Neuvonen, S., Gauld, I.D., Jussila, R., Salo, J., Burgos, A.M., 2004, High local species richness of parasitic wasps (Hymenoptera: Ichneumonidae; Pimplinae and Rhyssinae) from the lowland rainforests of Peruvian Amazonia, *Ecological Entomology*, 29, 735–743.
- Sackett, T.E., Classen, A.T., Sanders, N.J., 2010, Linking soil food web structure to aboveand below-ground ecosystem processes: a meta-analysis, *Oikos* 119, 1984–1992.
- Salmane, I., 2000, Investigation of the seasonal dynamics of soil Gamasina mites (Acari: Mesostigmata) in *Pinaceum myrtilosum*, Latvia, *Ecology (Bratislava)*, 19, 245-252.
- 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, 47-56.
- Sanders, N.J., Dunn, R.R., Fitzpatrick, M.C., Carlton, C.E., Pogue, M.R., Parker, C.R., Simons, T.R., 2010, *10 Diverse elevational diversity gradients in Great Smoky Mountains National Park, USA*, Data mining for global trends in mountain biodiversity, In: Spehn, E.M., Korner, C., (ed.), CRC Pres, 75 – 87.
- Sanders, N.J., Lessard, J.P., Fitzpatrick, M.C., Dunn, R.R., 2007, Temperature, but not productivity or geometry, predicts elevational diversity gradients in ants across spatial grains, *Global Ecology and Biogeography*, 16(5), 640-649.
- Santorufu, L., Van Gestel, C.A., Maisto, G., 2014, Sampling season affects conclusions on soil arthropod community structure responses to metal pollution in Mediterranean urban soils, *Geoderma*, 226, 47-53.
- Santos, S.A.P., Cabanas, J.E., Pereira, J.A., 2007, Abundance and diversity of soil arthropods in olive grove ecosystem (Portugal): Effect of pitfall trap type, *European Journal of Soil Biology*, 43, 77-83.
- Scheller, U., 1990, *Paupoda*, Soil Biology Guide, In: Dindal, D.L. (ed.), Wiley, New York, 861-890.
- Schemske, D.W., Mittelbach, G.G., Cornell, H.V., Sobel, J.M., Roy, K., 2009, Is there a latitudinal gradient in the importance of biotic interactions?, *Annual Review Of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 245-269.

- Scheu, S., Setälä, H., 2002, *Multitrophic interactions in decomposer food-webs*, Multitrophic level interactions, In: Tscharntke, B., Hawkins, B.A., (ed.), Cambridge University Press, Cambridge, 223-265.
- Schneider, K., 2005, *Feeding biology and diversity of oribatid mites (Oribatida: Acari)*, Doktora Tezi, Darmstadt Teknik Üniversitesi
- Seastedt, T.R., 1984, The role of microarthropods in decomposition and mineralization processes, *Annual Review of Entomology*, 29, 25–46.
- Seastedt, T.R., Crossley Jr, D.A., 1980, Effects of microarthropods on the seasonal dynamics of nutrients in forest litter, *Soil Biology and Biochemistry*, 12(4), 337-342.
- Sevgi, O., 2003, *Bayramiç İşletmesinde (Kaz Dağları) Karaçam'ın (Pinus nigra Arnold.) yükseltiye göre beslenme büyüme ilişkileri*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Smallwood, J., 1982., The effect of shade and competition on emigration rate in the ant *Aphaenogaster rudis*, *Ecology*, 63, 124– 134.
- Spiders, 2014, *Spiders*, <http://www.spiders.us/> [Ziyaret Tarihi: 18.02.2014]
- Stoev, P., Zapparoli, M., Golovatch, S., Enghoff, H., Akkari, N., Barber, A., 2010, Myriapods (Myriapoda), Chapter 7.2, *BioRisk*, 4, 97-130.
- Stringer, L.D., Haywood, J., Lester, P.J., 2007, The influence of temperature and fine-scale resource distribution on resource sharing and domination in an ant community, *Ecological Entomology*, 32(6), 732-740.
- Swift, M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M., 1979, *Decomposition in terrestrial ecosystems*, (Vol. 5). University of California Press.
- Szeptycki, A., 2007, *Catalogue of the world Protura*, Grant No: 2PO4C 009 27, Kraków.
- Şentürk, M., 2009, *Arıt Yöresindeki Kayın, Gökmar, Gökmar-Kayın Mesçerelerinin Yaprak Alan İndeksi, Ölü Örtü ve Bazı Toprak Özelliklerinin İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tamme, R., Hiiesalu, I., Laanisto, L., Szava-Kovats, R., Pärtel, M., 2010, Environmental heterogeneity, species diversity and co-existence at different spatial scales, *Journal of Vegetation Science*, 21, 796–801.
- Tamme, R., Hiiesalu, I., Laanisto, L., Szava-Kovats, R., Pärtel, M., 2010, Environmental heterogeneity, species diversity and co-existence at different spatial scales, *Journal of Vegetation Science*, 21, 796–801.
- Teskey, H.J., 1990, *Diptera Larvae*, Soil biology guide, In: Dindal, D.L. (ed.), Wiley, New York, 1252-1276.

- Tezcan, S., Anlaş, S., 2009, Notes on rove beetles (Coleoptera: Staphylinidae) collected by light traps from integrated cherry orchards in İzmir province of Turkey, *Türkiye Entomoloji Dergisi*, 33(1), 3-11.
- Tipping, C., 2013, *Proturans Protura spp, (Entognatha: Protura)* edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN20000.pdf, [Ziyaret Tarihi: 18.02.2014]
- Todd, V., 1949, The habits and ecology of the British harvestmen (Arachnida, Opiliones), with special reference to those of the Oxford district, *The Journal of Animal Ecology*, 18, 209-229.
- Tolunay, D., 1997, *Aladağ'da (Bolu) sıklık çağındaki sarıçam (Pinus sylvestris L.) meşcerelerinde bakımların madde dolaşımına etkileri*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Touloumis, K., Stamou, G.P., 2009, Ametapopulation pproach of the dynamics of arthropods from Mediterranean-type ecosystems, *Ecological Modelling*, 220, 1105–1112.
- Townsend, A.R., Asner, G.P., Cleveland, C.C., 2008, The biogeochemical heterogeneity of tropical forests, *Trends in Ecology & Evolution*, 23(8), 424-431.
- Tuncel, G., 2011, Atmosfer yoluyla uzun mesafeli kirletici taşınımı: Türkiye'de gözlediğimiz hava kirleticilerinin ne kadarından biz sorumluyuz?, *Günce dergisi*, Sayı: 43, Sayfa, 36-42, Ankara.
- Turguter, S., Ülgentürk, S., 2007, Karıncalar (Hymenoptera: Formicidae) ve Coccoidea (Hemiptera: Sternoryncha) türlerinin ilişkileri, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(3), 312-320.
- Türüdü, O.A., 1988, *Bitki beslenmesi ve gübreleme tekniği*, Karadeniz Teknik Üniversssitesi, MYO Yayın No: 6, Genel Yayın No: 121, Trabzon.
- Ulyshen, M.D., 2011, Arthropod vertical stratification in temperate deciduous forests: implications for conservation-oriented management, *Forest Ecology and Management*, 261, 1479–1489.
- Unterseher, M., Otto, P., Morawetz, W., 2005, Species richness and substrate specificity of lignicolous fungi in the canopy of a temperate, mixed deciduous forest, *Mycological Progress*, 4, 117–132.
- Ülgen, N., Ateşalp M., 1972, *Toprakta bitki tarafından alınabilir fosfor tayini*, Köy İşleri Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü, Teknik yayınlar Serisi, Sayı 21, Ankara.
- Valentini, C.M.A., Sanches, L., de Paula, S.R., Vourlitis, G.L., De Souza Nogueira, J., Pinto, O.B., De Almeida Lobo, F., 2008, Soil respiration and aboveground litter dynamics of a tropical transitional forest in northwest Mato Grosso, Brazil, *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, (2005–2012), 113(G1).

- Vu, Q.M., Nguyen, T.T., 2000, Microarthropod community structures (Oribatei and Collembola) in Tam Dao National Park, Vietnam, *Journal of Biosciences*, 25(4), 379-386.
- Walter, D.E., 1988, Predation and mycophagy by endeostigmatid mites (Acariformes: Prostigmata), *Experimental and Applied Acarology*, 4, 159-166.
- Wang, D., Post, W.M., Ricciuto, D.M., Berry, M., 2011, *Parallel computing for terrestrial ecosystem carbon modeling*, Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Kansas.
- Wang, J., Tong, X., 2012, Species diversity, seasonal dynamics, and vertical distribution of litter - dwelling thrips in an urban forest remnant of south China, *Journal of Insect Science*, Vol. 12, Article 67.
- Wardle, D.A., 2002, *Communities and ecosystems: linking the aboveground and belowground components*, Princeton University Press, Princeton.
- Webb, D.P., 1977, Regulation of deciduous forest litter decomposition by soil arthropod feces, *The role of Arthropods in Forest Ecosystems*, pp. 57-69, Springer Berlin Heidelberg.
- Werren, J.H., Zhang, W., Guo, L.R., 1995, Evolution and phylogeny of Wolbachia: reproductive parasites of arthropods, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B: Biological Sciences*, 261(1360), 55-63.
- Wettstein, W., Schmid, B., 1999, Conservation of arthropod diversity in montane wetlands: effect of altitude, habitat quality and habitat fragmentation on butterflies and grasshoppers, *Journal of Applied Ecology*, 36(3), 363-373.
- Whalen, J.K., Sampedro, L., 2010, *Soil Ecology and Management*, CABI Publishers, Wallingford, UK.
- Wickings, K., Grandy, A.S., 2011, The oribatid mite *Scheloribates moestus* (Acari: Oribatida) alters litter chemistry and nutrient cycling during decomposition, *Soil Biology and Biochemistry*, 43, 351-358.
- Wieder, R.K., Wright, S.J., 1995, Tropical forest litter dynamics and dry season irrigation on Barro Colorado Island, Panama, *Ecology*, 1971-1979.
- Wikipedia, 2011, http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Bolu_in_Turkey.svg, [Ziyaret: 3 Mart 2014].
- Wiwatwitaya, D., Takeda, H., 2005, Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities, *Ecological Research*, 20, 59-70.
- Wu, Y., Cai, Q., Lin, C., Chen, Y., Li, Y., Cheng, X., 2009, Responses of ground-dwelling spiders to four hedgerow species on sloped agricultural fields in Southwest China, *Progress in Natural Science*, 19, 337-346.

- Yang, L.H., 2004, Periodical cicadas as resource pulses in North American forests, *Science* 306: 1565 – 1567.
- Yang, L.H., 2006, Interactions between a detrital resource pulse and a detritivore community, *Oecologia*, 147(3), 522 – 532.
- Yener, İ., 2006, *Sinop Ayancık yöresi kayın (Fagus orientalis Lipsky.) ormanları altındaki ölü örtü ve toprakların bazı fiziksel ve fiziko-kimyasal özelliklerinin araştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi , Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, M., 2004, *Doğu Karadeniz Bölümü Saf Doğu Kayını Ekosistemlerinde Kimi Ortam Etmenlerinin Kayının Gelişimine Etkileri Üzerine Araştırmalar*, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yücel, E., 1999, *Canlılar ve çevre*, Biyoloji, In: Özata, A., (ed.) Anadolu Üniversitesi Yayınları, (1083), 823-109.
- Zhao, H.L., Li, J., Liu, R.T., Zhou, R.L., Qu, H., Pan, C.C., 2014, Effects of desertification on temporal and spatial distribution of soil macro-arthropods in Horqin sandy grassland, Inner Mongolia, *Geoderma*, 223, 62–67.
- Zhu, X., Hu, Y., Gao, B., 2011, Influence of Enviroment of Forest-Steppe Ecotone on Soil Arthropods Community in Northern Hebei, China, *Procedia Environmental Sciences*, 10, 1862-1867.
- Zonstein, S.N., 2003, The spider chelicerae: some problems of origin and evolution, *Proceedings of the 21st European Colloquium of Arachnology*, KMK Scientific Press Ltd, Moscow, 376.

EKLER

EK 1. Ölü örtü özellikleri ile eklemcabaklıların korelasyonu (n=96).

Ölü Örtü Ortamı	Toprak Nemi (%)	pH	Ölü örtü miktarı g/m ²	N (%)	C (%)	C/N	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
Toprak sıcaklığı °C	-0,632**	0,221*	-0,520**	0,485**	0,098	-0,549**	0,020	0,023	0,193	-0,281**
Toprak Nemi (%)	1	-0,327**	0,316**	-0,319**	0,023	0,464**	0,047	0,185	-0,243*	-0,128
pH	-0,327**	1	-0,143	0,004	-0,231*	-0,200	-0,323**	-0,101	0,621**	0,380**
Ölü örtü miktarı g/m ²	0,316**	-0,143	1	-0,354**	-0,209*	0,328**	-0,104	-0,113	-0,226*	0,151
N (%)	-0,319**	0,004	-0,354**	1	0,686**	-0,743**	0,283**	0,188	0,314**	-0,285**
C (%)	0,023	-0,231*	-0,209*	0,686**	1	-0,102	0,304**	0,254*	0,275**	-0,240*
C/N	0,464**	-0,200	0,328**	-0,743**	-0,102	1	-0,116	-0,010	-0,214*	0,168
P (mg/kg)	0,047	-0,323**	-0,104	0,283**	0,304**	-0,116	1	0,178	-0,052	-0,197
K (mg/kg)	0,185	-0,101	-0,113	0,188	0,254*	-0,010	0,178	1	0,117	-0,009
Ca (mg/kg)	-0,243*	0,621**	-0,226*	0,314**	0,275**	-0,214*	-0,052	0,117	1	0,258*
Mg (mg/kg)	-0,128	0,380**	0,151	-0,285**	-0,240*	0,168	-0,197	-0,009	0,258*	1

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 1. Devam.

Ölü Örtü Ortamı	Aran	Opil	Pseu	Meso	Orib	Asti	Pros	Chil	Dipl	Symp	Paur	Larva	Dipt	Cole
Toprak sıcaklığı °C	0,024	0,118	-0,213*	-0,141	-0,098	0,010	-0,366**	0,005	0,040	0,035	-0,038	-0,485**	0,186	0,014
Toprak Nemi (%)	-0,041	-0,045	0,113	0,094	-0,084	-0,060	0,149	0,040	-0,039	0,075	0,143	0,223*	-0,183	-0,008
pH	0,176	-0,018	0,072	0,154	0,382**	-0,093	-0,001	-0,204*	0,022	-0,010	-0,108	0,093	0,152	-0,065
Ölü örtü miktarı g/m ²	0,053	-0,124	0,076	0,040	0,032	0,046	0,314**	0,013	-0,127	-0,122	0,068	0,305**	-0,166	-0,133
N (%)	0,068	0,136	-0,153	0,100	0,010	0,210*	-0,075	-0,059	-0,046	0,136	0,004	-0,173	0,243*	-0,021
C (%)	0,071	0,092	-0,054	-0,011	-0,127	0,120	-0,090	-0,043	-0,120	0,004	0,025	0,101	0,115	-0,022
C/N	-0,053	-0,079	0,103	-0,142	-0,155	-0,111	0,015	0,017	-0,009	-0,164	0,059	0,286**	-0,170	-0,041
P (mg/kg)	0,216*	0,007	0,009	-0,085	-0,256*	0,095	0,021	-0,020	-0,013	0,199	0,107	-0,067	0,082	0,059
K (mg/kg)	-0,016	0,001	0,025	0,031	-0,087	0,032	-0,043	-0,106	-0,011	0,048	0,064	0,093	-0,030	-0,204*
Ca (mg/kg)	0,188	0,012	0,061	0,068	0,184	-0,101	-0,056	-0,123	-0,034	-0,054	-0,152	0,130	0,200	-0,100
Mg (mg/kg)	0,035	-0,074	0,107	0,056	0,121	-0,101	0,026	-0,012	0,161	-0,176	-0,043	0,392**	-0,005	-0,004

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 1. Devam.

Ölü Örtü Ortamı	Hyme	Thys	Nean	Onyc	Hypo	Odon	Ento	Isot	Tomo	Neel	Smin	Diplu	Prot
Toprak sıcaklığı °C	0,186	0,074	0,153	-0,554**	-0,033	-0,075	0,440**	0,089	0,297**	0,163	-0,243*	0,275**	0,195
Toprak Nemi (%)	-0,200	-0,016	-0,072	0,221*	0,008	-0,022	-0,201*	0,188	0,025	-0,191	0,073	-0,220*	-0,065
pH	0,133	-0,212*	0,067	0,010	0,075	-0,024	0,266**	-0,026	0,021	0,292**	-0,058	0,216*	-0,089
Ölü örtü miktarı g/m ²	-0,138	0,142	-0,172	0,328**	0,251*	-0,083	-0,181	-0,067	-0,244*	-0,221*	0,237*	-0,005	-0,005
N (%)	0,133	0,052	-0,086	-0,202*	-0,073	-0,038	0,292**	0,054	0,074	0,143	-0,054	0,137	0,054
C (%)	-0,009	0,088	-0,151	-0,030	-0,051	-0,136	0,137	-0,059	-0,076	-0,048	-0,104	0,041	0,022
C/N	-0,111	-0,024	-0,038	0,213*	0,057	-0,062	-0,252*	-0,144	-0,150	-0,232*	0,018	-0,150	-0,025
P (mg/kg)	0,015	0,051	-0,148	0,022	-0,195	-0,023	-0,022	-0,076	-0,137	-0,097	-0,009	-0,132	0,012
K (mg/kg)	0,056	0,004	-0,204*	-0,039	-0,153	0,013	0,057	0,004	0,065	-0,027	-0,170	-0,024	-0,127
Ca (mg/kg)	0,049	-0,209*	-0,029	0,036	0,098	-0,109	0,167	0,003	-0,071	0,150	-0,168	0,158	0,020
Mg (mg/kg)	0,032	-0,142	-0,146	0,468**	0,101	0,095	-0,156	-0,174	-0,195	0,080	0,083	-0,059	-0,146

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 2. Ölü örtüde yaşayan eklembacaklılar arası korelasyonlar (n=96).

ÖLÜ ÖRTÜ	Aran	Opil	Pseu	Meso	Orib	Asti	Pros	Chil	Dipl	Symp	Paur	Larva	Dipt	Cole
Aran	1	-0,034	0,042	-0,032	0,005	0,009	-0,044	0,033	0,203*	-0,056	0,066	-0,024	0,137	-0,078
Opil	-0,034	1	-0,022	-0,058	-0,142	-0,096	-0,115	0,108	-0,045	-0,009	-0,054	-0,053	-0,051	0,110
Pseu	0,042	-0,022	1	-0,075	-0,012	-0,050	-0,020	0,000	-0,014	-0,045	-0,017	0,165	-0,067	0,059
Meso	-0,032	-0,058	-0,075	1	0,556**	0,191	0,314**	0,207*	-0,038	-0,101	0,026	0,057	-0,085	0,028
Orib	0,005	-0,142	-0,012	0,556**	1	0,144	0,508**	0,033	-0,016	0,015	0,008	-0,050	0,106	-0,042
Asti	0,009	-0,096	-0,050	0,191	0,144	1	0,231*	-0,005	-0,070	0,002	0,021	0,039	0,209*	-0,079
Pros	-0,044	-0,115	-0,020	0,314**	0,508**	0,231*	1	0,108	-0,124	0,073	0,143	0,097	-0,014	0,044
Chil	0,033	0,108	0,000	0,207*	0,033	-0,005	0,108	1	-0,036	-0,088	0,106	-0,129	-0,186	0,224*
Dipl	0,203*	-0,045	-0,014	-0,038	-0,016	-0,070	-0,124	-0,036	1	-0,113	-0,073	-0,046	0,026	0,079
Symp	-0,056	-0,009	-0,045	-0,101	0,015	0,002	0,073	-0,088	-0,113	1	0,003	-0,094	0,014	-0,066
Paur	0,066	-0,054	-0,017	0,026	0,008	0,021	0,143	0,106	-0,073	0,003	1	-0,026	0,025	0,061
InsL	-0,024	-0,053	0,165	0,057	-0,050	0,039	0,097	-0,129	-0,046	-0,094	-0,026	1	-0,127	-0,032
Dipt	0,137	-0,051	-0,067	-0,085	0,106	0,209*	-0,014	-0,186	0,026	0,014	0,025	-0,127	1	-0,040
Cole	-0,078	0,110	0,059	0,028	-0,042	-0,079	0,044	0,224*	0,079	-0,066	0,061	-0,032	-0,040	1
Hyme	-0,023	0,011	-0,016	-0,096	-0,101	-0,020	-0,061	-0,005	-0,043	-0,042	-0,038	-0,031	0,063	-0,024
Thys	-0,085	-0,069	-0,089	-0,095	-0,123	-0,037	-0,139	0,027	0,046	0,081	0,040	-0,050	0,015	0,166
Nean	-0,016	-0,024	-0,028	-0,025	0,038	-0,062	-0,033	-0,020	-0,046	-0,024	-0,061	-0,040	-0,018	-0,036
Onyc	-0,049	-0,086	0,140	0,186	0,205*	0,087	0,207*	-0,067	-0,010	0,007	0,010	0,623**	-0,107	0,044
Hypo	0,026	-0,025	-0,048	0,135	0,203*	0,060	-0,007	-0,028	-0,082	-0,101	-0,068	0,026	-0,084	-0,050
Odon	0,004	-0,040	-0,052	0,287**	0,198	0,086	-0,057	0,044	0,263**	-0,029	-0,051	-0,033	-0,045	-0,025
Ento	0,019	0,012	-0,057	0,108	0,109	0,000	-0,060	-0,021	-0,061	-0,005	-0,049	-0,100	0,228*	0,120
Isot	0,257*	0,025	0,001	0,202*	0,234*	0,213*	0,077	0,144	0,142	-0,033	0,094	-0,160	0,060	0,080
Tomo	-0,082	0,530**	-0,065	0,000	-0,084	-0,071	-0,190	0,144	0,105	-0,036	-0,100	-0,127	-0,013	0,205*
Neel	0,095	-0,077	-0,094	0,385**	0,337**	0,012	0,054	-0,038	0,083	0,081	0,019	-0,205*	0,184	-0,034
Smin	0,049	-0,034	0,069	0,094	0,038	0,048	0,056	-0,054	0,164	-0,107	-0,076	0,110	-0,042	0,029
Diplu	0,092	-0,068	-0,043	0,063	0,266**	0,174	0,057	-0,021	-0,108	0,014	-0,084	-0,108	0,357**	0,001
Prot	0,078	-0,040	-0,103	0,106	0,107	0,215*	0,051	0,110	0,006	0,015	0,081	-0,201*	0,023	0,015

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 2. Devam.

ÖLÜ ÖRTÜ	Hyme	Thys	Nean	Onyc	Hypo	Odon	Ento	Isot	Tomo	Neel	Smin	Diplu	Prot
Aran	-0,023	-0,085	-0,016	-0,049	0,026	0,004	0,019	0,257*	-0,082	0,095	0,049	0,092	0,078
Opil	0,011	-0,069	-0,024	-0,086	-0,025	-0,040	0,012	0,025	0,530**	-0,077	-0,034	-0,068	-0,040
Pseu	-0,016	-0,089	-0,028	0,140	-0,048	-0,052	-0,057	0,001	-0,065	-0,094	0,069	-0,043	-0,103
Meso	-0,096	-0,095	-0,025	0,186	0,135	0,287**	0,108	0,202*	0,000	0,385**	0,094	0,063	0,106
Orib	-0,101	-0,123	0,038	0,205*	0,203*	0,198	0,109	0,234*	-0,084	0,337**	0,038	0,266**	0,107
Asti	-0,020	-0,037	-0,062	0,087	0,060	0,086	0,000	0,213*	-0,071	0,012	0,048	0,174	0,215*
Pros	-0,061	-0,139	-0,033	0,207*	-0,007	-0,057	-0,060	0,077	-0,190	0,054	0,056	0,057	0,051
Chil	-0,005	0,027	-0,020	-0,067	-0,028	0,044	-0,021	0,144	0,144	-0,038	-0,054	-0,021	0,110
Dipl	-0,043	0,046	-0,046	-0,010	-0,082	0,263**	-0,061	0,142	0,105	0,083	0,164	-0,108	0,006
Symp	-0,042	0,081	-0,024	0,007	-0,101	-0,029	-0,005	-0,033	-0,036	0,081	-0,107	0,014	0,015
Paur	-0,038	0,040	-0,061	0,010	-0,068	-0,051	-0,049	0,094	-0,100	0,019	-0,076	-0,084	0,081
InsL	-0,031	-0,050	-0,040	0,623**	0,026	-0,033	-0,100	-0,160	-0,127	-0,205*	0,110	-0,108	-0,201*
Dipt	0,063	0,015	-0,018	-0,107	-0,084	-0,045	0,228*	0,060	-0,013	0,184	-0,042	0,357**	0,023
Cole	-0,024	0,166	-0,036	0,044	-0,050	-0,025	0,120	0,080	0,205*	-0,034	0,029	0,001	0,015
Hyme	1	-0,054	-0,024	-0,094	-0,066	-0,038	0,101	-0,082	0,005	-0,042	-0,041	-0,051	-0,019
Thys	-0,054	1	-0,057	-0,077	-0,118	0,170	-0,052	-0,065	0,025	-0,094	0,103	-0,056	0,312**
Nean	-0,024	-0,057	1	-0,090	-0,047	-0,034	0,255*	0,069	0,297**	0,060	-0,059	0,016	-0,005
Onyc	-0,094	-0,077	-0,090	1	0,123	0,136	-0,187	0,129	-0,146	-0,073	0,073	-0,113	-0,050
Hypo	-0,066	-0,118	-0,047	0,123	1	-0,050	-0,038	0,029	-0,128	-0,057	-0,004	0,233*	0,030
Odon	-0,038	0,170	-0,034	0,136	-0,050	1	-0,089	0,206*	0,075	0,191	0,309**	0,031	0,037
Ento	0,101	-0,052	0,255*	-0,187	-0,038	-0,089	1	0,068	0,229*	0,064	-0,056	0,304**	0,077
Isot	-0,082	-0,065	0,069	0,129	0,029	0,206*	0,068	1	0,275**	0,066	-0,087	0,112	0,359**
Tomo	0,005	0,025	0,297**	-0,146	-0,128	0,075	0,229*	0,275**	1	0,064	-0,109	0,093	-0,006
Neel	-0,042	-0,094	0,060	-0,073	-0,057	0,191	0,064	0,066	0,064	1	-0,025	0,184	0,028
Smin	-0,041	0,103	-0,059	0,073	-0,004	0,309**	-0,056	-0,087	-0,109	-0,025	1	-0,123	-0,064
Diplu	-0,051	-0,056	0,016	-0,113	0,233*	0,031	0,304**	0,112	0,093	0,184	-0,123	1	-0,026
Prot	-0,019	0,312**	-0,005	-0,050	0,030	0,037	0,077	0,359**	-0,006	0,028	-0,064	-0,026	1

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 3. Toprak özellikleri ile eklem Bacaklıların korelasyonu (n=96).

Toprak Ortamı	Toprak Nemi (%)	Toprak Hacim Ağırlığı (g/l)	Kum (%)	Toz (%)	Kil (%)	pH	Ölü örtü g/m ²	N (%)	C (%)	C/N	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)
Toprak sıcaklığı °C	-0,632**	-,128	0,130	0,029	-0,209*	0,219*	-0,520**	0,176	0,123	-0,009	0,025	-0,070	0,163	-0,011
Toprak Nemi (%)	1	-0,359**	-0,213*	-0,033	0,330**	-0,176	0,316**	0,248*	0,384**	0,352**	-0,162	0,108	0,093	0,050
Toprak Hacim Ağırlığı (g/l)		1	-0,261*	0,334**	0,095	,076	0,005	-0,581**	-0,625**	-0,321**	0,061	-0,165	-0,305**	-0,217*
Kum (%)			1	-0,725**	-0,823**	0,107	0,170	0,352**	0,258*	-0,156	0,295**	0,084	0,333**	0,252*
Toz (%)				1	0,206*	0,336**	-0,236*	-0,502**	-0,348**	0,187	0,103	-0,041	-0,061	0,015
Kil (%)					1	-0,429**	-0,047	-0,086	-0,080	0,067	-0,504**	-0,087	-0,423**	-0,371**
pH						1	-0,278**	-0,144	-0,003	0,201*	0,485**	0,211*	0,651**	0,458**
Ölü örtü miktarı g/m ²							1	0,126	0,083	-0,072	-0,023	0,156	-0,052	0,152
N (%)								1	0,863**	0,094	-0,076	0,252*	0,508**	0,395**
C (%)									1	0,571**	-0,100	0,270**	0,537**	0,432**
C/N										1	-0,119	0,130	0,210*	0,199
P (mg/kg)											1	0,162	0,340**	0,273**
K (mg/kg)												1	0,317**	0,568**
Ca (mg/kg)													1	0,765**
Mg (mg/kg)														1

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 3. Devam.

Toprak Ortamı	Aran	Pseu	Meso	Orib	Asti	Pros	Chil	Dipl	Symp	Paur	Larva	Dipt	Cole
Toprak sıcaklığı °C	-0,137	-0,030	0,196	0,436**	0,176	0,416**	0,170	-0,056	-0,016	0,008	-0,348**	0,098	-0,053
Toprak Nemi (%)	0,110	0,004	0,062	-0,307**	-0,118	-0,213*	-0,140	0,009	-0,002	0,082	0,190	-0,028	0,142
Toprak Hacim Ağırlığı (g/l)	0,063	0,045	-0,071	-0,184	-0,217*	-0,119	-0,109	0,059	-0,176	-0,007	-0,080	-0,009	-0,016
Kum (%)	0,058	0,043	0,149	0,320**	0,083	-0,074	-0,161	0,080	-0,196	-0,062	0,038	-0,134	0,057
Toz (%)	0,026	-0,099	-0,154	-0,173	-0,127	0,122	0,064	-0,121	0,284**	-0,109	-0,092	0,209*	-0,090
Kil (%)	-0,105	0,020	-0,084	-0,312**	-0,014	0,004	0,176	-0,014	0,045	0,178	0,022	0,018	-0,007
pH	0,033	-0,100	0,110	0,186	-0,132	0,239*	-0,055	0,062	0,011	-0,138	-0,219*	0,159	0,141
Ölü örtü miktarı g/m ²	0,110	-0,015	-0,037	-0,229*	-0,175	-0,273**	-0,134	-0,008	-0,062	0,066	0,298**	-0,053	0,071
N (%)	0,049	0,097	0,173	0,285**	0,148	0,103	-0,129	0,202*	-0,236*	0,044	-0,041	-0,107	0,160
C (%)	0,196	0,016	0,202*	0,281**	0,074	0,112	-0,155	0,180	-0,171	0,043	0,038	0,011	0,203*
C/N	0,250*	-0,088	0,053	0,101	-0,052	0,095	-0,064	0,022	0,075	0,020	0,075	0,220*	0,106
P (mg/kg)	0,055	-0,073	0,016	0,160	-0,114	-0,050	-0,073	0,128	-0,144	-0,151	0,031	0,118	0,115
K (mg/kg)	-0,036	0,009	0,107	0,132	-0,047	0,037	-0,104	0,041	-0,042	0,037	-0,024	-0,090	0,077
Ca (mg/kg)	0,096	-0,043	0,182	0,274**	-0,033	0,139	-0,199	0,132	-0,185	-0,114	-0,154	0,101	0,311**
Mg (mg/kg)	0,097	-0,065	0,206*	0,337**	-0,033	0,017	-0,236*	0,111	-0,114	-0,058	0,012	0,011	0,206*

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 3. Devam.

Toprak Ortamı	Hyme	Thys	Nean	Onyc	Hypo	Odon	Ento	Isot	Tomo	Neel	Smin	Diplu	Prot
Toprak sıcaklığı °C	0,263**	-0,009	0,016	0,238*	-0,127	-0,229*	0,064	0,540**	0,136	0,173	0,011	0,104	0,064
Toprak Nemi (%)	-0,239*	0,047	-0,006	-0,121	0,149	0,196	0,022	-0,193	-0,071	0,018	-0,128	-0,104	0,073
Toprak Hacim Ağırlığı (g/l)	-0,195	-0,125	-0,061	0,082	-0,174	-0,108	0,017	-0,236*	-0,204*	-0,148	-0,080	0,001	0,028
Kum (%)	0,204*	0,000	0,055	0,204*	0,028	-0,060	0,271**	0,207*	0,101	0,097	-0,034	0,003	-0,112
Toz (%)	-0,087	0,023	0,025	-0,190	-0,069	-0,027	-0,148	-0,148	-0,148	0,073	0,108	-0,023	0,051
Kil (%)	-0,218*	-0,019	-0,098	-0,133	0,018	0,108	-0,263**	-0,172	-0,021	-0,198	-0,041	0,015	0,117
pH	0,158	0,011	0,178	0,014	0,056	-0,084	0,091	-0,049	-0,184	0,216*	0,105	-0,050	-0,003
Ölü örtü miktarı g/m ²	-0,093	0,057	0,015	-0,148	0,019	0,131	-0,047	-0,320**	-0,058	-0,042	-0,032	0,067	0,028
N (%)	0,066	0,033	-0,063	0,270**	0,090	0,032	0,084	0,282**	0,182	0,095	-0,057	0,089	0,042
C (%)	0,085	0,104	-0,024	0,272**	0,080	0,034	0,155	0,204*	0,123	0,104	-0,125	0,056	0,065
C/N	0,054	0,157	0,032	0,058	-0,002	0,032	0,135	-0,041	-0,030	0,036	-0,101	-0,011	0,081
P (mg/kg)	0,048	-0,064	0,232*	0,072	0,126	0,076	0,304**	0,039	-0,048	0,153	0,090	-0,084	-0,161
K (mg/kg)	0,014	-0,109	-0,028	0,074	-0,109	-0,015	-0,002	-0,085	-0,019	-0,134	0,058	0,007	-0,114
Ca (mg/kg)	0,140	0,069	0,058	0,138	0,063	0,061	0,170	0,059	-0,043	0,308**	0,073	-0,020	-0,015
Mg (mg/kg)	0,081	0,049	0,063	0,157	0,004	0,052	0,219*	-0,098	-0,097	0,214*	0,073	0,089	-0,030

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 4. Toprakta yaşayan eklembecaklılar arası korelasyonlar (n=96).

Toprak Ortamı	Aran	Pseu	Meso	Orib	Asti	Pros	Chil	Dipl	Symp	Paur	Larva	Dipt	Cole
Aran	1	-0,021	0,056	0,044	-0,031	-0,144	-0,090	0,200	0,006	-0,026	0,330**	0,163	0,247*
Pseu	-0,021	1	-0,033	0,046	0,787**	0,276**	-0,045	-0,026	0,003	-0,015	-0,028	-0,042	-0,021
Meso	0,056	-0,033	1	0,402**	-0,079	0,117	0,047	-0,024	-0,119	0,144	0,170	0,027	0,093
Orib	0,044	0,046	0,402**	1	0,250*	0,418**	0,029	0,176	-0,155	-0,131	0,029	0,010	0,006
Asti	-0,031	0,787**	-0,079	0,250*	1	0,418**	-0,053	0,010	0,035	-0,061	-0,058	-0,051	-0,044
Pros	-0,144	0,276**	0,117	0,418**	0,418**	1	-0,052	0,005	0,163	0,050	-0,211*	0,003	0,078
Chil	-0,090	-0,045	0,047	0,029	-0,053	-0,052	1	0,055	0,067	-0,010	-0,117	0,066	-0,088
Dipl	0,200	-0,026	-0,024	0,176	0,010	0,005	0,055	1	-0,048	-0,037	0,119	-0,104	0,136
Symp	0,006	0,003	-0,119	-0,155	0,035	0,163	0,067	-0,048	1	0,095	-0,138	-0,062	-0,041
Paur	-0,026	-0,015	0,144	-0,131	-0,061	0,050	-0,010	-0,037	0,095	1	-0,078	-0,097	0,284**
Larva	0,330**	-0,028	0,170	0,029	-0,058	-0,211*	-0,117	0,119	-0,138	-0,078	1	0,027	0,267**
Dipt	0,163	-0,042	0,027	0,010	-0,051	0,003	0,066	-0,104	-0,062	-0,097	0,027	1	0,055
Cole	0,247*	-0,021	0,093	0,006	-0,044	0,078	-0,088	0,136	-0,041	0,284**	0,267**	0,055	1
Hyme	-0,030	-0,015	0,258*	0,357**	0,018	0,224*	-0,063	-0,037	-0,035	-0,032	-0,039	-0,060	-0,029
Thys	0,152	0,124	0,274**	0,063	0,033	0,024	-0,063	-0,115	0,214*	-0,029	0,141	0,055	-0,033
Nean	-0,053	-0,026	0,066	-0,017	-0,087	-0,103	0,033	-0,064	-0,077	-0,070	0,076	0,012	-0,051
Onyc	0,235*	0,116	0,316**	0,443**	0,243*	0,159	-0,046	0,227*	-0,148	-0,065	0,236*	-0,064	0,176
Hypo	0,050	-0,037	-0,006	0,012	0,003	0,019	-0,070	0,128	-0,022	0,141	0,116	0,014	0,144
Odon	0,123	-0,040	-0,036	-0,091	-0,112	-0,042	-0,167	-0,032	-0,099	-0,092	0,046	0,229*	0,035
Ento	0,304**	0,028	0,120	0,339**	0,076	-0,069	-0,102	0,072	-0,139	-0,064	0,211*	0,087	0,167
Isot	-0,036	-0,057	0,209*	0,270**	0,098	0,201*	0,236*	0,065	-0,095	-0,043	-0,053	0,111	0,008
Tomo	-0,021	-0,011	-0,086	0,070	0,032	0,051	0,207*	-0,026	-0,053	-0,031	-0,028	0,202*	-0,021
Neel	0,090	-0,052	0,260*	0,158	-0,103	0,136	0,023	-0,051	-0,082	0,123	-0,060	0,140	-0,028
Smin	-0,058	-0,029	-0,095	0,080	-0,016	0,020	0,075	-0,071	0,008	-0,065	0,073	-0,067	-0,057
Diplu	-0,080	-0,040	0,186	0,235*	0,008	0,170	-0,018	-0,065	-0,077	0,241*	-0,067	-0,110	-0,078
Prot	-0,021	-0,007	0,041	-0,049	0,038	0,104	0,235*	-0,131	0,045	-0,073	-0,044	0,019	-0,045

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 4. Devam.

Toprak Ortamı	Hyme	Thys	Nean	Onyc	Hypo	Odon	Ento	Isot	Tomo	Neel	Smin	Diplu	Prot
Aran	-0,030	0,152	-0,053	0,235*	0,050	0,123	0,304**	-0,036	-0,021	0,090	-0,058	-0,080	-0,021
Pseu	-0,015	0,124	-0,026	0,116	-0,037	-0,040	0,028	-0,057	-0,011	-0,052	-0,029	-0,040	-0,007
Meso	0,258*	0,274**	0,066	0,316**	-0,006	-0,036	0,120	0,209*	-0,086	0,260*	-0,095	0,186	0,041
Orib	0,357**	0,063	-0,017	0,443**	0,012	-0,091	0,339**	0,270**	0,070	0,158	0,080	0,235*	-0,049
Asti	0,018	0,033	-0,087	0,243*	0,003	-0,112	0,076	0,098	0,032	-0,103	-0,016	0,008	0,038
Pros	0,224*	0,024	-0,103	0,159	0,019	-0,042	-0,069	0,201*	0,051	0,136	0,020	0,170	0,104
Chil	-0,063	-0,063	0,033	-0,046	-0,070	-0,167	-0,102	0,236*	0,207*	0,023	0,075	-0,018	0,235*
Dipl	-0,037	-0,115	-0,064	0,227*	0,128	-0,032	0,072	0,065	-0,026	-0,051	-0,071	-0,065	-0,131
Symp	-0,035	0,214*	-0,077	-0,148	-0,022	-0,099	-0,139	-0,095	-0,053	-0,082	0,008	-0,077	0,045
Paur	-0,032	-0,029	-0,070	-0,065	0,141	-0,092	-0,064	-0,043	-0,031	0,123	-0,065	0,241*	-0,073
Larva	-0,039	0,141	0,076	0,236*	0,116	0,046	0,211*	-0,053	-0,028	-0,060	0,073	-0,067	-0,044
Dipt	-0,060	0,055	0,012	-0,064	0,014	0,229*	0,087	0,111	0,202*	0,140	-0,067	-0,110	0,019
Cole	-0,029	-0,033	-0,051	0,176	0,144	0,035	0,167	0,008	-0,021	-0,028	-0,057	-0,078	-0,045
Hyme	1	0,106	-0,037	0,155	0,018	-0,056	0,008	0,067	-0,015	0,053	-0,041	0,513**	-0,145
Thys	0,106	1	-0,086	0,071	-0,062	0,096	0,038	0,002	0,026	0,084	-0,084	0,174	0,040
Nean	-0,037	-0,086	1	0,032	-0,066	0,093	-0,003	0,069	-0,026	0,063	-0,071	-0,098	-0,100
Onyc	0,155	0,071	0,032	1	0,149	-0,139	0,268**	0,449**	0,090	0,021	-0,048	-0,025	-0,140
Hypo	0,018	-0,062	-0,066	0,149	1	0,031	0,117	-0,024	-0,004	0,091	-0,055	0,021	-0,094
Odon	-0,056	0,096	0,093	-0,139	0,031	1	0,013	-0,055	-0,040	-0,009	-0,108	-0,030	-0,123
Ento	0,008	0,038	-0,003	0,268**	0,117	0,013	1	0,093	0,006	0,155	0,033	0,013	-0,155
Isot	0,067	0,002	0,069	0,449**	-0,024	-0,055	0,093	1	0,402**	0,073	-0,148	0,072	0,029
Tomo	-0,015	0,026	-0,026	0,090	-0,004	-0,040	0,006	0,402**	1	-0,082	-0,029	-0,040	0,196
Neel	0,053	0,084	0,063	0,021	0,091	-0,009	0,155	0,073	-0,082	1	0,054	0,115	0,046
Smin	-0,041	-0,084	-0,071	-0,048	-0,055	-0,108	0,033	-0,148	-0,029	0,054	1	-0,108	0,223*
Diplu	0,513**	0,174	-0,098	-0,025	0,021	-0,030	0,013	0,072	-0,040	0,115	-0,108	1	0,018
Prot	-0,145	0,040	-0,100	-0,140	-0,094	-0,123	-0,155	0,029	0,196	0,046	0,223*	0,018	1

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 5. Orman zemininde yaşayan eklembacaklılar arası korelasyonlar (n=96).

Orman Zemini	Aran	Opil	Pseu	Meso	Orib	Asti	Pros	Chil	Dipl	Symp	Dipt	Cole
Aran	1	-0,009	-0,042	0,004	0,290**	0,065	0,200*	0,166*	0,103	0,100	0,090	0,214**
Opil	-0,009	1	0,023	0,149	-0,019	0,025	-0,115	0,111	0,043	-0,051	0,003	0,509**
Pseu	-0,042	0,023	1	0,172*	0,081	0,319**	0,025	-0,054	-0,062	-0,026	0,045	-0,028
Meso	0,004	0,149	0,172*	1	0,144	0,183*	0,078	0,178*	0,157	-0,075	0,114	0,273**
Orib	0,290**	-0,019	0,081	0,144	1	0,033	0,316**	-0,024	0,070	-0,031	0,052	0,085
Asti	0,065	0,025	0,319**	0,183*	0,033	1	0,095	0,074	-0,032	0,036	0,071	-0,075
Pros	0,200*	-0,115	0,025	0,078	0,316**	0,095	1	-0,042	0,204*	-0,061	0,149	-0,112
Chil	0,166*	0,111	-0,054	0,178*	-0,024	0,074	-0,042	1	-0,092	-0,039	0,113	0,327**
Dipl	0,103	0,043	-0,062	0,157	0,070	-0,032	0,204*	-0,092	1	-0,045	-0,067	0,041
Symp	0,100	-0,051	-0,026	-0,075	-0,031	0,036	-0,061	-0,039	-0,045	1	0,346**	-0,058
Dipt	0,090	0,003	0,045	0,114	0,052	0,071	0,149	0,113	-0,067	0,346**	1	0,137
Cole	0,214**	0,509**	-0,028	0,273**	0,085	-0,075	-0,112	0,327**	0,041	-0,058	0,137	1
Hyme	0,236**	0,125	0,007	-0,026	-0,018	0,000	0,053	0,184*	-0,012	-0,013	0,028	0,048
Thys	-0,003	-0,048	-0,037	0,032	0,028	-0,040	-0,009	-0,054	-0,063	-0,026	0,003	-0,005
Nean	-0,041	-0,038	0,031	0,166*	0,132	0,198*	0,048	-0,016	-0,020	-0,021	0,073	-0,013
Onyc	0,001	-0,021	0,171*	-0,006	-0,028	0,247**	-0,048	0,139	-0,062	0,349**	-0,003	0,019
Hypo	0,145	-0,019	-0,057	0,078	0,372**	0,002	0,211*	-0,047	0,039	-0,018	0,037	0,048
Ento	0,300**	0,174*	0,115	0,309**	0,229**	0,148	0,111	0,086	0,288**	-0,043	0,017	0,192*
Isot	0,185*	0,024	-0,051	-0,032	0,356**	0,065	0,288**	-0,011	0,064	-0,010	0,087	0,076
Tomo	0,108	0,319**	-0,108	0,233**	-0,026	-0,110	-0,124	0,094	0,189*	-0,090	-0,065	0,444**
Smin	0,240**	-0,076	0,267**	0,159	0,405**	0,472**	0,379**	0,104	-0,004	0,058	0,033	-0,068
Diplu	0,217**	0,014	-0,070	0,052	0,076	-0,017	0,035	-0,023	0,276**	-0,050	0,014	0,116
Prot	0,053	0,249**	-0,023	0,113	0,027	0,424**	0,061	0,269**	-0,039	-0,016	-0,019	0,112

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 5. Devam.

Orman Zemini	Hyme	Thys	Nean	Onyc	Hypo	Ento	Isot	Tomo	Smin	Diplu	Prot
Aran	0,236**	-0,003	-0,041	0,001	0,145	0,300**	0,185*	0,108	0,240**	0,217**	0,053
Opil	0,125	-0,048	-0,038	-0,021	-0,019	0,174*	0,024	0,319**	-0,076	0,014	0,249**
Pseu	0,007	-0,037	0,031	0,171*	-0,057	0,115	-0,051	-0,108	0,267**	-0,070	-0,023
Meso	-0,026	0,032	0,166*	-0,006	0,078	0,309**	-0,032	0,233**	0,159	0,052	0,113
Orib	-0,018	0,028	0,132	-0,028	0,372**	0,229**	0,356**	-0,026	0,405**	0,076	0,027
Asti	0,000	-0,040	0,198*	0,247**	0,002	0,148	0,065	-0,110	0,472**	-0,017	0,424**
Pros	0,053	-0,009	0,048	-0,048	0,211*	0,111	0,288**	-0,124	0,379**	0,035	0,061
Chil	0,184*	-0,054	-0,016	0,139	-0,047	0,086	-0,011	0,094	0,104	-0,023	0,269**
Dipl	-0,012	-0,063	-0,020	-0,062	0,039	0,288**	0,064	0,189*	-0,004	0,276**	-0,039
Symp	-0,013	-0,026	-0,021	0,349**	-0,018	-0,043	-0,010	-0,090	0,058	-0,050	-0,016
Dipt	0,028	0,003	0,073	-0,003	0,037	0,017	0,087	-0,065	0,033	0,014	-0,019
Cole	0,048	-0,005	-0,013	0,019	0,048	0,192*	0,076	0,444**	-0,068	0,116	0,112
Hyme	1	0,008	-0,010	-0,006	-0,031	-0,011	0,054	0,018	-0,026	-0,021	-0,015
Thys	0,008	1	0,021	-0,037	-0,025	0,222**	-0,076	0,072	-0,027	-0,071	-0,023
Nean	-0,010	0,021	1	0,031	0,617**	0,001	0,114	-0,090	0,100	-0,057	-0,018
Onyc	-0,006	-0,037	0,031	1	0,029	0,065	-0,030	-0,075	0,216**	-0,070	-0,023
Hypo	-0,031	-0,025	0,617**	0,029	1	0,089	0,420**	-0,090	0,263**	-0,034	0,052
Ento	-0,011	0,222**	0,001	0,065	0,089	1	0,087	0,561**	0,188*	0,177*	0,126
Isot	0,054	-0,076	0,114	-0,030	0,420**	0,087	1	-0,102	0,239**	-0,020	0,008
Tomo	0,018	0,072	-0,090	-0,075	-0,090	0,561**	-0,102	1	-0,171*	0,112	0,064
Smin	-0,026	-0,027	0,100	0,216**	0,263**	0,188*	0,239**	-0,171*	1	0,008	0,197*
Diplu	-0,021	-0,071	-0,057	-0,070	-0,034	0,177*	-0,020	0,112	0,008	1	-0,044
Prot	-0,015	-0,023	-0,018	-0,023	0,052	0,126	0,008	0,064	0,197*	-0,044	1

* (P<0,05) ve ** (P<0,01) önem düzeyinde korelasyonu göstermektedir.

EK 6. Ölü örtüdeki eklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.

	Mevsim	Yükseltiler (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	p
Aran	KIŞ	125 a A	188 a A	21 a A	0 a A	83	0,092
	BAHAR	92 a A	92 a A	0 a A	92 a A	69	0,801
	YAZ	184 a A	0 a A	92 a A	92 a A	92	0,540
	GÜZ	184 A	644 A	0 A	0 A	207	0,496
	Ort.	146	231	28	46	113	0,334
	P	0,936	0,531	0,480	0,582	0,676	
Opil	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	92 a A	0 a A	0 a A	23	0,413
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	276 a A	69	0,413
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	23	0	69	23	0,497
	P	-	0,413	-	0,413	0,497	
Pseu	KIŞ	21 a A	42 a A	21 a A	0 a A	21	0,724
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	5	10	5	0	5	0,722
	P	0,413	0,413	0,413	-	0,040	
Meso	KIŞ	12104 a A	8333 a A	7917 AB	7229 a A	8896	0,191
	BAHAR	8838 a A	7089 a A	11140 a BC	12705 a B	9943	0,198
	YAZ	7089 a A	9298 a A	3774 a A	4879 a A	6260	0,313
	GÜZ	14638 a A	10495 a A	15006 a C	6628 a A	11692	0,140
	Ort.	10667	8804	9459	7860	9198	0,401
	P	0,245	0,768	0,001	0,025	0,010	
Orib	KIŞ	85708 a A	63604 a A	48833 a A	61833 a A	64995	0,097
	BAHAR	76323 a A	57173 a A	74205 a B	76230 a A	70983	0,544
	YAZ	79453 c A	55332 bc A	26423 a A	36366 ab A	49393	0,002
	GÜZ	142150 c B	80650 ab A	110019 bc C	64906 a A	99431	0,002
	Ort.	95909	64190	64870	59834	71201	0,001
	P	0,004	0,334	0,000	0,110	0,000	
Asti	KIŞ	2250 a A	667 a A	1188 a A	979 a A	1271	0,286
	BAHAR	828 a A	1289 a A	2025 a A	1105 a A	1312	0,409
	YAZ	1381 a A	920 a A	1104 a A	1933 a A	1335	0,635
	GÜZ	644 a A	1473 a A	3958 a A	1473 a A	1887	0,318
	Ort.	1276	1087	2069	1372	1451	0,340
	P	0,200	0,471	0,385	0,772	0,673	
Pros	KIŞ	43000 a BC	22958 a A	38104 a B	43917 a B	36995	0,283
	BAHAR	26883 a AB	31670 a A	51004 a B	34893 a B	36113	0,344
	YAZ	23384 b A	23108 b A	8378 a A	4879 a A	14937	0,000
	GÜZ	46769 a C	23016 a A	44559 a B	34340 a B	37171	0,093
	Ort.	35009	25188	35511	29507	31304	0,276
	P	0,020	0,565	0,009	0,044	0,000	

EK 6. Devam.

	Mevsim	Yükseltiiler (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	p
Chil	KIŞ	21 a A	125 a A	42 a A	208 a A	99	0,203
	BAHAR	92 a A	368 a A	368 a A	276 a A	276	0,724
	YAZ	0 a A	276 a A	92 a A	276 a A	161	0,307
	GÜZ	92 a A	92 a A	184 a A	0 a A	92	0,540
	Ort.	51	215	171	190	157	0,270
	P	0,668	0,585	0,255	0,503	0,144	
Dipl	KIŞ	0 a A	208 a A	83 a A	0 a A	73	0,081
	BAHAR	92 a A	0 a A	0 a A	184 a A	69	0,544
	YAZ	0 a A	368 a A	0 a A	0 a A	92	0,089
	GÜZ	92 a A	184 a A	92 a A	0 a A	92	0,540
	Ort.	46	190	44	46	81	0,077
	P	0,582	0,363	0,406	0,413	0,979	
Symp	KIŞ	83 a A	21 a A	0 a A	63 a A	42	0,434
	BAHAR	0 a A	184 a A	0 a A	92 a A	69	0,269
	YAZ	276 a A	92 a A	0 a A	0 a A	92	0,063
	GÜZ	92 a A	92 a A	92 a A	1749 b B	506	0,001
	Ort.	113	97	23	476	177	0,018
	P	0,151	0,636	0,413	0,001	0,007	
Paur	KIŞ	354 a A	771 a B	125 a A	354 a A	401	0,232
	BAHAR	92 a A	0 a A	1289 a A	460 a A	460	0,092
	YAZ	0 a A	92 a A	1381 a A	0 a A	368	0,364
	GÜZ	276 a A	552 a AB	368 a A	460 a A	414	0,838
	Ort.	181	354	791	319	411	0,164
	P	0,499	0,025	0,526	0,402	0,991	
Larva	KIŞ	1521 b B	500 a B	750 a B	479 a B	813	0,026
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	380	125	188	120	203	0,232
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Dipt	KIŞ	63 a A	42 a A	21 a A	83 a A	52	0,512
	BAHAR	460 a A	0 a A	92 a A	276 a A	207	0,320
	YAZ	828 a A	184 a A	92 a A	0 a A	276	0,188
	GÜZ	92 a A	460 a A	184 a A	276 a A	253	0,670
	Ort.	361	171	97	159	197	0,298
	P	0,280	0,207	0,790	0,571	0,411	
Cole	KIŞ	104 a A	167 a A	42 a A	104 a A	104	0,705
	BAHAR	0 a A	368 a A	184 a A	276 a A	207	0,698
	YAZ	92 a A	184 a A	92 a A	184 a A	138	0,912
	GÜZ	0 a A	276 a A	92 a A	0 a A	92	0,063
	Ort.	49	249	102	141	135	0,200
	P	0,481	0,908	0,848	0,419	0,635	

EK 6. Devam.

	Mevsim	Yükseltiler (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	p
Hyme	KIŞ	125 a A	42 a A	63 a A	63 a A	73	0,615
	BAHAR	0 a A	184 a A	92 a A	0 a A	69	0,544
	YAZ	3130 a A	0 a A	184 a A	92 a A	852	0,440
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	814	56	85	39	248	0,432
	P	0,424	0,467	0,666	0,493	0,369	
Thys	KIŞ	21 a A	146 a A	104 a A	229 a A	125	0,223
	BAHAR	92 a A	0 a A	0 a A	460 b A	138	0,008
	YAZ	92 a A	92 a A	184 a A	460 a A	207	0,239
	GÜZ	92 a A	92 a A	0 a A	184 a A	92	0,540
	Ort.	74	82	72	333	141	0,000
	P	0,898	0,533	0,226	0,478	0,510	
Nean	KIŞ	0 a A	146 a A	63 a A	542 b B	188	0,028
	BAHAR	0 a A	0 a A	92 a A	0 a A	23	0,413
	YAZ	644 a B	2578 a A	0 a A	0 a A	805	0,396
	GÜZ	0 a A	0 a A	368 a A	0 a A	92	0,176
	Ort.	161	681	131	135	277	0,514
	P	0,046	0,354	0,313	0,010	0,251	
Onyc	KIŞ	20583 b B	18000 b B	7500 a A	9375 a B	13865	0,009
	BAHAR	6904 a A	9114 a A	8009 a A	7365 a B	7848	0,871
	YAZ	3037 a A	3038 a A	1841 a A	1473 a A	2347	0,447
	GÜZ	4051 a A	7457 a A	6997 a A	6812 a B	6329	0,490
	Ort.	8644	9402	6087	6256	7597	0,219
	P	0,000	0,002	0,065	0,013	0,000	
Hypo	KIŞ	5875 a A	7583 a B	3563 a A	3625 a A	5161	0,068
	BAHAR	4787 a A	7641 a B	9206 a A	4971 a A	6651	0,527
	YAZ	1197 a A	3222 a AB	10955 a A	3590 a A	4741	0,532
	GÜZ	11968 a A	1381 a A	1289 a A	1933 a A	4143	0,342
	Ort.	5957	4957	6253	3530	5174	0,722
	P	0,481	0,044	0,503	0,576	0,800	
Odon	KIŞ	21 a A	104 ab A	0 a A	146 b A	68	0,036
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	276 a A	69	0,413
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	184 a A	552 a B	92 a A	0 a A	207	0,112
	Ort.	51	164	23	106	86	0,334
	P	0,112	0,041	0,413	0,460	0,750	
Ento	KIŞ	8042 a A	5417 a A	7021 a A	4771 a A	6313	0,571
	BAHAR	4511 a A	7089 a A	6076 a A	6812 a A	6122	0,682
	YAZ	23108 a B	13809 a A	9943 a A	9943 a A	14201	0,063
	GÜZ	5431 a A	6536 a A	9114 a A	11784 a A	8216	0,237
	Ort.	10273	8213	8038	8327	8713	0,681
	P	0,001	0,068	0,601	0,121	0,000	

EK 6. Devam.

	Mevsim	Yükselti (m)					
		1200	1400	1550	1600	Ort.	p
Isot	KIŞ	16542 a A	31521 a AB	20167 a A	16521 a A	21188	0,178
	BAHAR	20162 a A	18045 a A	37655 b AB	19149 a A	23753	0,027
	YAZ	13165 a A	44007 b BC	22924 a A	28448 ab A	27136	0,027
	GÜZ	16387 a A	61040 b C	48979 b B	19333 a A	36435	0,001
	Ort.	16564	38653	32431	20863	27128	0,000
	P	0,724	0,004	0,019	0,598	0,037	
Tomo	KIŞ	0 a A	63 a A	188 a A	0 a A	63	0,137
	BAHAR	0 a A	92 a A	0 a A	0 a A	23	0,413
	YAZ	92 a A	1012 a B	644 a A	644 a A	598	0,618
	GÜZ	0 a A	644 c AB	460 b A	184 ab A	322	0,013
	Ort.	23	453	323	207	251	0,132
	P	0,413	0,006	0,553	0,476	0,006	
Neel	KIŞ	396 a A	42 a A	42 a A	63 a A	135	0,067
	BAHAR	2301 a A	552 a AB	184 a A	1841 a A	1220	0,387
	YAZ	1565 a A	1197 a BC	276 a A	276 a A	828	0,225
	GÜZ	3682 a A	2025 a C	1933 a B	1013 a A	2163	0,147
	Ort.	1986	954	609	798	1087	0,043
	P	0,295	0,002	0,000	0,124	0,001	
Smin	KIŞ	771 a A	229 a A	1708 a A	438 a A	786	0,363
	BAHAR	1013 a A	460 a A	92 a A	1381 a A	736	0,424
	YAZ	92 a A	92 a A	0 a A	92 a A	69	0,801
	GÜZ	368 a A	0 a A	92 a A	0 a A	115	0,255
	Ort.	561	195	473	478	427	0,683
	P	0,241	0,291	0,102	0,312	0,027	
Diplu	KIŞ	188 a A	208 a A	21 a A	125 a A	135	0,646
	BAHAR	184 a A	0 a A	184 a A	92 a A	115	0,472
	YAZ	828 a A	92 a A	644 a A	184 a A	437	0,237
	GÜZ	368 a A	368 a A	276 a A	92 a A	276	0,619
	Ort.	392	167	281	123	241	0,178
	P	0,328	0,152	0,146	0,892	0,055	
Prot	KIŞ	167 a A	604 a A	146 a A	542 a A	365	0,337
	BAHAR	1197 a A	2117 a A	3314 a A	1841 a A	2117	0,587
	YAZ	1105 a A	2853 a A	736 a A	4327 a A	2255	0,495
	GÜZ	1933 a A	2301 a A	2301 a A	1565 a A	2025	0,887
	Ort.	1100	1969	1624	2069	1690	0,631
	P	0,216	0,165	0,127	0,528	0,061	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.

EK 6. Devam.

	Mevsim	Mevsim									
		1200		1400		1550		1600		Toplam	
		Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%
Arachnida Diğer	Kış	146	0,08	229	0,14	42	0,02	0	0,00	104	0,06
	Bahar	92	0,05	184	0,11	0	0,00	92	0,06	92	0,06
	Yaz	184	0,10	0	0,00	92	0,05	368	0,26	161	0,10
	Güz	184	0,10	644	0,39	0	0,00	0	0,00	207	0,12
	Ort.	151	0,08	264	0,16	33	0,02	115	0,08	141	0,08
Acarina	Kış	143063	74,98	95563	57,26	96042	56,57	113958	79,47	112156	67,07
	Bahar	112872	59,16	97220	58,26	138374	81,50	124932	87,12	118350	71,51
	Yaz	111306	58,34	88658	53,13	39679	23,37	48056	33,51	71925	42,09
	Güz	204202	107,03	115633	69,29	173543	102,21	107347	74,86	150181	88,35
	Ort.	142860	74,88	99269	59,48	111909	65,91	98574	68,74	113153	67,25
Myriapoda	Kış	458	0,24	1125	0,67	250	0,15	625	0,44	615	0,37
	Bahar	276	0,14	552	0,33	1657	0,98	1012	0,71	874	0,54
	Yaz	276	0,14	828	0,50	1473	0,87	276	0,19	713	0,43
	Güz	552	0,29	920	0,55	736	0,43	2209	1,54	1104	0,70
	Ort.	391	0,20	856	0,51	1029	0,61	1031	0,72	827	0,51
Insecta	Kış	1833	0,96	896	0,54	979	0,58	958	0,67	1167	0,69
	Bahar	552	0,29	552	0,33	368	0,22	1012	0,71	621	0,39
	Yaz	4143	2,17	460	0,28	552	0,33	736	0,51	1473	0,82
	Güz	184	0,10	828	0,50	276	0,16	460	0,32	437	0,27
	Ort.	1678	0,88	684	0,41	544	0,32	792	0,55	924	0,54
Collembola	Kış	52229	27,37	63104	37,81	40250	23,71	35479	24,74	47766	28,41
	Bahar	39678	20,80	42993	25,76	61314	36,11	41795	29,15	46445	27,95
	Yaz	42900	22,49	68955	41,32	46583	27,44	44466	31,01	50726	30,56
	Güz	42072	22,05	79634	47,72	69323	40,83	41059	28,63	58022	34,81
	Ort.	44220	23,18	63671	38,15	54368	32,02	40700	28,38	50740	30,43
Entognatha Diğer	Kış	354	0,19	813	0,49	167	0,10	667	0,46	500	0,31
	Bahar	1381	0,72	2117	1,27	3498	2,06	1933	1,35	2232	1,35
	Yaz	1933	1,01	2945	1,76	1381	0,81	4511	3,15	2692	1,68
	Güz	2301	1,21	2669	1,60	2577	1,52	1657	1,16	2301	1,37
	Ort.	1492	0,78	2136	1,28	1906	1,12	2192	1,53	1931	1,18
Genel Toplam		190792	100	166881	100	169789	100	143402	100	167716	100

EK 7. Topraktaki eklem bacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.

	Mevsim	Mevsim					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	P
Aran	KIŞ	0 a A	92 a A	92 a A	0 a A	46	0,582
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	92 a A	92 a A	0 a A	0 a A	46	0,582
	Ort.	23	46	23	0	23	0,566
	P	0,413	0,582	0,413	-	0,250	
Opil	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	0	0	0	-
	P	-	-	-	-	-	-
Pseu	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	92 a A	0 a A	23	0,413
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	23	0	6	0,397
	P	-	-	0,413	-	0,397	
Meso	KIŞ	7641 a AB	8562 a B	5339 a A	5247 a A	6697	0,278
	BAHAR	5984 a AB	4235 a A	5892 a A	6904 a A	5754	0,598
	YAZ	11600 a B	10035 a B	7089 a A	5432 a A	8539	0,246
	GÜZ	2669 a A	6905 b AB	8470 b A	8101 b A	6536	0,013
	Ort.	6973	7434	6697	6421	6881	0,867
	P	0,022	0,046	0,570	0,575	0,136	
Orib	KIŞ	15374 a A	34893 a AB	24858 a A	14730 a A	22464	0,148
	BAHAR	34524 a A	22003 a A	41982 a A	17676 a A	29046	0,485
	YAZ	106336 b B	55516 a B	36918 a A	29921 a A	57173	0,002
	GÜZ	35537 a A	14178 a A	35261 a A	22096 a A	26768	0,127
	Ort.	47943	31647	34755	21106	33863	0,030
	P	0,000	0,021	0,824	0,175	0,000	
Asti	KIŞ	92 a A	368 a A	0 a A	552 a A	253	0,274
	BAHAR	184 a A	644 a A	2393 a A	552 a A	943	0,438
	YAZ	1657 a A	644 a A	1012 a A	920 a A	1058	0,717
	GÜZ	276 a A	0 a A	460 a A	460 a A	299	0,142
	Ort.	552	414	966	621	638	0,633
	P	0,152	0,065	0,396	0,851	0,130	
Pros	KIŞ	6720 b A	4695 ab A	1381 a A	2762 a A	3889	0,028
	BAHAR	13073 a AB	19149 a B	27619 a B	14730 a A	18643	0,175
	YAZ	30750 a C	14270 a AB	24305 a B	16387 a A	21428	0,318
	GÜZ	24121 a B	23661 a B	33420 a B	22556 a A	25939	0,480
	Ort.	18666	15444	21681	14109	17475	0,296
	P	0,018	0,021	0,006	0,056	0,000	

EK 7. Devam.

	Mevsim	Yükseltiler					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	P
Chil	KIŞ	0 a A	92 a A	0 a A	92 a A	46	0,582
	BAHAR	92 a A	0 a A	0 a A	184 a A	69	0,269
	YAZ	0 a A	276 a A	184 a A	184 a A	161	0,480
	GÜZ	92 a A	92 a A	92 a A	184 a A	115	0,883
	Ort.	46	115	69	161	98	0,305
	P	0,582	0,404	0,269	0,914	0,305	
Dipl	KIŞ	0 a A	276 a A	0 a A	0 a A	69	0,127
	BAHAR	0 a A	460 a A	184 a A	92 a A	184	0,609
	YAZ	0 a A	92 a A	92 a A	0 a A	46	0,582
	GÜZ	92 a A	0 a A	92 a A	0 a A	46	0,582
	Ort.	23	207	92	23	86	0,203
	P	0,413	0,591	0,724	0,413	0,451	
Symp	KIŞ	368 a A	92 a A	0 a A	184 a A	161	0,186
	BAHAR	460 a A	1012 a B	920 a B	552 a A	736	0,351
	YAZ	460 a A	0 a A	184 a A	0 a A	161	0,174
	GÜZ	644 a A	644 a AB	184 a A	2669 a B	1035	0,055
	Ort.	483	437	322	851	523	0,315
	P	0,880	0,022	0,000	0,022	0,004	
Paur	KIŞ	184 a A	368 a A	184 a A	0 a A	184	0,724
	BAHAR	92 a A	1104 a A	7457 a A	10863 a A	4879	0,487
	YAZ	184 a A	1289 a A	2117 a A	3498 a A	1772	0,292
	GÜZ	1013 a A	644 a A	1012 a A	4235 a A	1726	0,077
	Ort.	368	851	2693	4649	2140	0,153
	P	0,144	0,725	0,475	0,427	0,146	
Larva	KIŞ	276 a A	552 a B	184 a A	276 a A	322	0,692
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	69	138	46	69	81	0,741
	P	0,413	0,028	0,089	0,127	0,000	
Dipt	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	276 a A	69	0,413
	BAHAR	368 a A	92 a A	0 a A	92 a A	138	0,146
	YAZ	276 a A	276 a A	184 a A	0 a A	184	0,391
	GÜZ	0 a A	1104 b B	92 a A	276 a A	368	0,026
	Ort.	161	368	69	161	190	0,150
	P	0,059	0,020	0,544	0,602	0,142	
Cole	KIŞ	0 a A	184 a A	0 a A	0 a A	46	0,413
	BAHAR	0 a A	0 a A	184 a A	0 a A	46	0,413
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	92 a A	23	0,413
	GÜZ	0 a A	184 a A	0 a A	0 a A	46	0,413
	Ort.	0	92	46	23	40	0,433
	P	-	0,582	0,413	0,413	0,972	

EK 7. Devam.

	Mevsim	Yükseltiler					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	P
Hyme	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	184 a A	0 a A	0 a A	0 a A	46	0,089
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	46	0	0	0	12	0,107
	P	0,089	-	-	-	0,107	
Thys	KIŞ	276 a A	460 a A	644 a A	368 a A	437	0,812
	BAHAR	0 a A	276 a A	460 a A	644 a A	345	0,271
	YAZ	920 b B	92 a A	460 ab A	184 a A	414	0,040
	GÜZ	184 a A	828 b A	0 a A	736 b A	437	0,007
	Ort.	345	414	391	483	408	0,875
	P	0,035	0,105	0,331	0,331	0,941	
Nean	KIŞ	0 a A	184 a A	92 a A	184 a A	115	0,650
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	460 a A	0 a A	0 a A	115	0,102
	GÜZ	276 a A	0 a A	0 a A	0 a A	69	0,413
	Ort.	69	161	23	46	75	0,394
	P	0,413	0,238	0,413	0,089	0,494	
Onyc	KIŞ	4603 a A	9574 a B	3038 a A	3314 a A	5132	0,052
	BAHAR	2301 a A	3590 a A	5800 a A	2117 a A	3452	0,066
	YAZ	8378 a A	7549 a AB	9022 a A	5800 a A	7687	0,749
	GÜZ	5523 a A	2669 a A	5247 a A	2669 a A	4027	0,202
	Ort.	5201	5846	5777	3475	5075	0,198
	P	0,071	0,027	0,069	0,459	0,003	
Hypo	KIŞ	460 a A	6997 a A	552 a A	2393 a A	2601	0,066
	BAHAR	1104 a A	1749 a A	3590 a B	1012 a A	1864	0,144
	YAZ	1657 a A	828 a A	2209 a AB	920 a A	1404	0,390
	GÜZ	1013 a A	3498 a A	552 a A	92 a A	1289	0,506
	Ort.	1058	3268	1726	1105	1789	0,094
	P	0,453	0,323	0,044	0,122	0,557	
Odon	KIŞ	184 a A	92 a A	460 a A	92 a A	207	0,330
	BAHAR	0 a A	0 a A	92 a A	92 a A	46	0,582
	YAZ	0 a A	0 a A	92 a A	0 a A	23	0,413
	GÜZ	0 a A	460 a B	184 a A	0 a A	161	0,202
	Ort.	46	138	207	46	109	0,141
	P	0,413	0,008	0,330	0,582	0,069	
Ento	KIŞ	2025 a A	5155 a A	2301 a A	1473 a A	2739	0,108
	BAHAR	920 a A	828 a A	2577 b A	552 a A	1220	0,023
	YAZ	5616 a A	2393 a A	2301 a A	1105 a A	2854	0,100
	GÜZ	1381 a A	2670 a A	552 a A	1197 a A	1450	0,337
	Ort.	2485	2762	1933	1081	2065	0,113
	P	0,059	0,119	0,117	0,565	0,047	

EK 7. Devam.

	Mevsim	Yükseltiler					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	p
Isot	KIŞ	6720 ab A	11324 b A	2301 a A	1657 a A	5501	0,017
	BAHAR	3958 a A	6352 a A	8101 a A	2762 a A	5293	0,123
	YAZ	16111 a B	41245 b B	53767 b B	10679 a B	30450	0,002
	GÜZ	5616 a A	11416 a A	11047 a A	10127 a B	9551	0,281
	Ort.	8101	17584	18804	6306	12699	0,013
	P	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	
Tomo	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	92 a A	0 a A	23	0,413
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	23	0	6	0,397
	P	-	-	0,413	-	0,397	
Neel	KIŞ	2209 b A	1105 ab A	460 a A	0 a A	943	0,010
	BAHAR	1105 a A	2209 a A	1473 a A	1657 a A	1611	0,905
	YAZ	2394 a A	3037 a A	552 a A	1013 a A	1749	0,078
	GÜZ	1657 a A	2762 a A	1565 a A	1197 a A	1795	0,469
	Ort.	1841	2278	1012	966	1524	0,040
	P	0,604	0,513	0,566	0,329	0,384	
Smin	KIŞ	0 a A	92 a A	0 a A	0 a A	23	0,413
	BAHAR	184 a A	92 a A	0 a A	0 a A	69	0,269
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	92 a A	23	0,413
	GÜZ	184 a A	0 a A	0 a A	0 a A	46	0,089
	Ort.	92	46	0	23	40	0,148
	P	0,206	0,582	-	0,413	0,649	
Diplu	KIŞ	0 a A	92 a A	92 a A	92 a A	69	0,801
	BAHAR	92 a A	0 a A	0 a A	552 b B	161	0,006
	YAZ	368 a A	0 a A	276 a A	0 a A	161	0,220
	GÜZ	92 a A	0 a A	0 a A	92 a A	46	0,582
	Ort.	138	23	92	184	109	0,243
	P	0,368	0,413	0,063	0,017	0,358	
Prot	KIŞ	4142 a A	2669 a A	2577 a A	3867 a A	3314	0,914
	BAHAR	3774 a A	5247 a A	3038 a A	3590 a A	3912	0,718
	YAZ	920 a A	3406 a A	5892 a A	6352 a A	4143	0,178
	GÜZ	5155 a A	4695 a A	5800 a A	5432 a A	5270	0,977
	Ort.	3498	4004	4327	4810	4160	0,751
	P	0,457	0,401	0,422	0,754	0,443	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P < 0,05$) farklı değildir.

EK 7. Devam.

	Mevsim	Yükselti									
		1200		1400		1550		1600		Toplam	
		Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%
Arachnida Diğer	Kış	0	0,00	92	0,10	92	0,09	0	0,00	46	0,05
	Bahar	0	0,00	0	0,00	92	0,09	0	0,00	23	0,02
	Yaz	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Güz	92	0,09	92	0,10	0	0,00	0	0,00	46	0,05
	Ort.	23	0,02	46	0,05	46	0,05	0	0,00	29	0,03
Acarina	Kış	29828	30,37	48517	51,77	31577	31,02	23291	34,91	33303	37,02
	Bahar	53765	54,73	46031	49,12	77886	76,51	39863	59,75	54386	60,03
	Yaz	150343	153,05	80465	85,86	69324	68,10	52660	78,93	88198	96,48
	Güz	62604	63,73	44743	47,74	77610	76,24	53213	79,76	59542	66,87
	Ort.	74135	75,47	54939	58,62	64099	62,97	42257	63,33	58857	65,10
Myriapoda	Kış	552	0,56	828	0,88	184	0,18	276	0,41	460	0,51
	Bahar	644	0,66	2577	2,75	8561	8,41	11692	17,52	5868	7,33
	Yaz	644	0,66	1657	1,77	2577	2,53	3682	5,52	2140	2,62
	Güz	1841	1,87	1380	1,47	1380	1,36	7088	10,62	2922	3,83
	Ort.	920	0,94	1611	1,72	3176	3,12	5684	8,52	2848	3,57
Insecta	Kış	552	0,56	1196	1,28	828	0,81	920	1,38	874	1,01
	Bahar	368	0,37	368	0,39	644	0,63	736	1,10	529	0,63
	Yaz	1380	1,41	368	0,39	644	0,63	276	0,41	667	0,71
	Güz	184	0,19	2117	2,26	92	0,09	1012	1,52	851	1,01
	Ort.	621	0,63	1012	1,08	552	0,54	736	1,10	730	0,84
Collembola	Kış	16201	16,49	34522	36,84	9204	9,04	9112	13,66	17260	19,01
	Bahar	9572	9,74	14820	15,81	21633	21,25	8192	12,28	13554	14,77
	Yaz	34155	34,77	55513	59,23	68035	66,83	19608	29,39	44328	47,56
	Güz	15649	15,93	23474	25,05	19148	18,81	15281	22,90	18388	20,67
	Ort.	18894	19,23	32082	34,23	29505	28,98	13048	19,56	23382	25,50
Entognatha Diğer	Kış	4142	4,22	2761	2,95	2669	2,62	3959	5,93	3383	3,93
	Bahar	3866	3,94	5247	5,60	3038	2,98	4142	6,21	4073	4,68
	Yaz	1289	1,31	3406	3,63	6168	6,06	6352	9,52	4304	5,13
	Güz	5247	5,34	4695	5,01	5800	5,70	5524	8,28	5316	6,08
	Ort.	3636	3,70	4027	4,30	4419	4,34	4994	7,49	4269	4,96
Genel Toplam		98229	100	93717	100	101797	100	66719	100	90116	100

EK 8. Orman zeminindeki eklembacaklıların mevsim ve yükseltiye bağlı değişimi.

	Mevsim	Yükseltiler					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	P
Aran	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	200 a B	67 a B	80 a BC	80 a BC	107	0,084
	YAZ	120 a AB	107 a B	27 a AB	107 a C	90	0,392
	GÜZ	133 b AB	93 b B	120 b C	13 a AB	90	0,020
	Ort.	113	67	57	50	72	0,030
	P	0,047	0,005	0,012	0,018	0,783	
Opil	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	107 a A	160 a A	80 a A	80 a A	107	0,707
	YAZ	67 a A	120 a A	693 b B	1253 c B	533	0,000
	GÜZ	107 a A	80 a A	227 a A	440 b A	213	0,004
	Ort.	70	90	250	443	213	0,000
	P	0,055	0,194	0,000	0,000	0,000	
Pseu	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	27 a A	27 a A	13 a A	0 a A	17	0,495
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	7	7	3	0	4	0,521
	P	0,098	0,098	0,405	-	0,005	
Meso	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	227 a BC	267 a A	253 a A	267 a B	253	0,981
	YAZ	280 a C	227 a A	360 a A	173 a B	260	0,786
	GÜZ	67 AB	253 a A	53 a A	27 a A	100	0,446
	Ort.	143	187	167	117	153	0,718
	P	0,023	0,330	0,088	0,000	0,044	
Orib	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	827 a A	493 a B	467 a C	733 a B	630	0,134
	YAZ	787 a A	667 a B	267 a BC	440 a AB	540	0,283
	GÜZ	3400 b B	440 a B	107 a AB	267 a A	1053	0,000
	Ort.	1253	400	210	360	556	0,000
	P	0,000	0,000	0,002	0,015	0,104	
Asti	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	67 a A	40 a A	13 a A	67 a A	47	0,760
	YAZ	0 a A	13 a A	0 a A	0 a A	3	0,405
	GÜZ	13 a A	0 a A	0 a A	0 a A	3	0,405
	Ort.	20	13	3	17	13	0,711
	P	0,281	0,245	0,405	0,218	0,013	
Pros	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	93 a A	200 a A	93 a B	120 a B	127	0,485
	YAZ	0 a A	53 a A	0 a A	13 a A	17	0,261
	GÜZ	227 b B	67 a A	27 a A	0 a A	80	0,002
	Ort.	80	80	30	33	56	0,124
	P	0,001	0,058	0,004	0,002	0,003	

EK 8. Devam.

	Mevsim	Yükseltiler					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	P
Chil	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	27 a A	27 a A	27 a A	13 a A	23	0,949
	YAZ	0 a A	27 a A	67 a A	27 a A	30	0,281
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	7	13	23	10	13	0,469
	P	0,098	0,579	0,073	0,281	0,045	
Dipl	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	53 b B	0 a A	0 a A	0 a A	13	0,002
	YAZ	0 a A	93 b B	0 a A	13 a A	27	0,002
	GÜZ	27 a AB	40 a AB	0 a A	0 a A	17	0,101
	Ort.	20	33	0	3	14	0,002
	P	0,028	0,005	-	0,405	0,499	
Symp	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	13 a A	40 a A	13	0,245
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	3	10	3	0,257
	P	-	-	0,405	0,134	0,065	
Paur	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	0	0	0	-
	P	-	-	-	-	-	-
Larva	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	0	0	0	-
	P	-	-	-	-	-	-
Dipt	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	640 a B	787 a B	1280 a B	3440 b B	1537	0,029
	YAZ	387 ab B	120 a A	933 b B	667 ab A	527	0,038
	GÜZ	507 b B	80 a A	187 a A	93 a A	217	0,016
	Ort.	383	247	600	1050	570	0,045
	P	0,004	0,000	0,001	0,003	0,000	
Cole	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	240 a AB	347 a BC	413 a B	307 a AB	327	0,550
	YAZ	520 a B	493 a C	1133 b C	1227 b C	843	0,020
	GÜZ	320 ab B	160 a AB	480 b B	493 b B	363	0,036
	Ort.	270	250	507	507	383	0,007
	P	0,009	0,008	0,000	0,000	0,000	

EK 8. Devam.

	Mevsim	Yükseltiler					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	P
Hyme	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	293 b BC	80 a AB	0 a A	67 a A	110	0,004
	YAZ	413 a C	93 a B	107 a B	2413 a A	757	0,466
	GÜZ	120 a AB	13 a AB	13 a A	0 a A	37	0,067
	Ort.	207	47	30	620	226	0,473
	P	0,006	0,043	0,000	0,403	0,268	
Thys	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	27 a A	13 a A	10	0,540
	YAZ	67 a A	0 a A	0 a A	27 a A	23	0,357
	GÜZ	13 a A	13 a A	0 a A	0 a A	7	0,579
	Ort.	20	3	7	10	10	0,562
	P	0,281	0,405	0,405	0,540	0,462	
Nean	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	13 a A	0 a A	107 a A	13 a A	33	0,368
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	53 b A	0 a A	0 a A	0 a A	13	0,030
	Ort.	17	0	27	3	12	0,413
	P	0,078	-	0,283	0,405	0,264	
Onyc	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	13 a A	0 a A	13 a A	13 a A	10	0,801
	YAZ	0 a A	13 a A	0 a A	0 a A	3	0,405
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	13 a A	3	0,405
	Ort.	3	3	3	7	4	0,894
	P	0,405	0,405	0,405	0,579	0,440	
Hypo	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	147 a A	40 a A	200 a A	147 a AB	133	0,659
	YAZ	13 a A	80 a A	0 a A	53 a AB	37	0,258
	GÜZ	427 b B	40 a A	93 a A	160 a B	180	0,016
	Ort.	147	40	73	90	88	0,173
	P	0,003	0,227	0,267	0,091	0,034	
Odon	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	0	0	0	-
	P	-	-	-	-	-	
Ento	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	2320 c B	987 ab B	693 a AB	1547 b BC	1387	0,000
	YAZ	4080 b C	3173 b C	1427 a B	1813 a C	2623	0,000
	GÜZ	1547 a B	1333 a B	1120 a B	787 a AB	1197	0,208
	Ort.	1987	1373	810	1037	1302	0,000
	P	0,000	0,003	0,001	0,001	0,000	

EK 8. Devam.

	Mevsim	Yükseltiler					
		1200 m	1400 m	1550 m	1600 m	Ort.	P
Isot	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	133 a A	133 a A	53 a A	173 a B	123	0,701
	YAZ	13 a A	80 a A	80 a A	53 a A	57	0,807
	GÜZ	453 b B	93 a A	160 a A	267 ab B	243	0,047
	Ort.	150	77	73	123	106	0,332
	P	0,000	0,360	0,507	0,014	0,003	
Tomo	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	27 a A	27 a A	13 a A	27 a A	23	0,949
	YAZ	1533 a B	920 a C	1040 a C	773 a B	1067	0,058
	GÜZ	93 a A	467 b B	360 b B	533 b B	363	0,003
	Ort.	413	353	353	333	363	0,923
	P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Neel	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	0	0	0	-
	P	-	-	-	-	-	
Smin	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	1107 a B	400 a B	493 a B	653 a B	663	0,154
	YAZ	107 a A	160 a A	13 a A	53 a A	83	0,061
	GÜZ	1040 b B	27 a A	0 a A	13 a A	270	0,000
	Ort.	563	147	127	180	254	0,000
	P	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	
Diplu	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	40 a A	13 a A	13 a A	13 a A	20	0,663
	YAZ	0 a A	107 b B	53 ab A	0 a A	40	0,003
	GÜZ	13 a A	27 a A	13 a A	13 a A	17	0,888
	Ort.	13	37	20	7	19	0,077
	P	0,245	0,006	0,064	0,579	0,197	
Prot	KIŞ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	BAHAR	0 a A	0 a A	0 a A	13 a A	3	0,405
	YAZ	0 a A	0 a A	0 a A	13 a A	3	0,405
	GÜZ	0 a A	0 a A	0 a A	0 a A	0	-
	Ort.	0	0	0	7	2	0,107
	P	-	-	-	0,579	0,608	

Aynı sütunda aynı büyük harfli satırlar ile aynı satırda aynı küçük harfli sütunlar önemli ($P<0,05$) farklı değildir.

EK 8. Devam.

	Mevsim	Yükselti									
		1200		1400		1550		1600		Toplam	
		Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%	Ort.	%
Arachnida Diğer	Kış	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Bahar	333	5,66	253	7,31	173	5,13	160	3,19	230	5,32
	Yaz	187	3,17	227	6,54	720	21,32	1360	27,11	623	14,54
	Güz	240	4,08	173	5,00	347	10,27	453	9,04	303	7,10
	Ort.	190	3,23	163	4,71	310	9,18	493	9,83	289	6,74
Acarina	Kış	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Bahar	1213	20,61	1000	28,85	827	24,48	1187	23,65	1057	24,40
	Yaz	1067	18,12	960	27,69	627	18,56	627	12,49	820	19,22
	Güz	3707	62,97	760	21,92	187	5,53	293	5,85	1237	24,07
	Ort.	1497	25,42	680	19,62	410	12,14	527	10,50	778	16,92
Myriapoda	Kış	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Bahar	80	1,36	27	0,77	40	1,18	53	1,06	50	1,09
	Yaz	0	0,00	120	3,46	67	1,97	40	0,80	57	1,56
	Güz	27	0,45	40	1,15	0	0,00	0	0,00	17	0,40
	Ort.	27	0,45	47	1,35	27	0,79	23	0,47	31	0,76
Insecta	Kış	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Bahar	1173	19,93	1213	35,00	1720	50,94	3827	76,28	1983	45,54
	Yaz	1387	23,56	707	20,38	2173	64,36	4333	86,38	2150	48,67
	Güz	960	16,31	267	7,69	680	20,14	587	11,69	623	13,96
	Ort.	880	14,95	547	15,77	1143	33,86	2187	43,59	1189	27,04
Collembola	Kış	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Bahar	3760	63,87	1587	45,77	1573	46,59	2573	51,30	2373	51,88
	Yaz	5747	97,62	4427	127,69	2560	75,81	2747	54,75	3870	88,97
	Güz	3613	61,38	1960	56,54	1733	51,33	1773	35,35	2270	51,15
	Ort.	3280	55,72	1993	57,50	1467	43,44	1773	35,35	2128	48,00
Entognatha Diğer	Kış	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
	Bahar	40	0,68	13	0,38	13	0,39	27	0,53	23	0,50
	Yaz	0	0,00	107	3,08	53	1,58	13	0,27	43	1,23
	Güz	13	0,23	27	0,77	13	0,39	13	0,27	17	0,41
	Ort.	13	0,23	37	1,06	20	0,59	13	0,27	21	0,54
Genel Toplam		5887	100	3467	100	3377	100	5017	100	4437	100

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı	Ahmet DUYAR
Uyruğu	T.C.
Doğum tarihi, Yeri	1970 - Osmancık
Telefon	+90 535 963 6317
E-mail	aduyar@hotmail.com

Eğitim

Derece	Kurum/Anabilim Dalı/Programı	Yılı
Doktora	İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/Orman Müh./Toprak İlmi ve Ekoloji	2014
Yüksek Lisans	G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü/Orman Mühendisliği /	2003
Lisans	K.T.Ü. Orman Mühendisliği Bölümü	1992
Lise	Osmancık Endüstri Meslek Lisesi	1988

Makaleler / Bildiriler

1.	Duyar, A., 2003, Çam Keseböceği (<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Schiff)) ile Mücadele, "4. Ulusal Orman Fakülteleri Öğrenci Kongresi" 8-10 Mayıs 2003, Isparta
2.	Duyar, A., 2003, Çam Keseböceği (<i>Thaumetopoea pityocampa</i> (Schiff)) ile Keselere Petrol Enjeksiyonu Yöntemiyle Mücadele, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilimdalında Hazırlanan Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu.
3.	Tosun, S., Duyar, A., 2005, Geleneksel "Ormanda Otlatma" Kültürü ve Seçme Ormanlarında Optimal Kuruluşdan Uzaklaşma Endişesi, 1. Çevre Ormancılık Şurası,

- Tebliğler Cilt 3, Sayfa:576-583, Antalya
4. Tosun, S., Özpay, Z., Duyar, A., 2005, Anadolu Cevizi (*Juglans regia* L.)'in Orman Arazisindeki Dikim Başarısını Etkileyen Unsurlar: Yoğun Kültür Bakımı ve Adaptasyon Islahı Noksanlığı, "Bahçe, II.Ulusal Ceviz Sempozyumu Özel Sayısı, Cilt: 34, Sayı:1, Sayfa: 151-156, Yalova
 5. Aydın, A., Duyar, A., 2009, Yapay Sinir Ağları Kullanılarak Ormanlarda Kar Birikiminin Tahmin Edilmesi, I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildirileri, Sayfa: 117-125, Bartın
 6. Duyar, A., Aydın, A., 2009, Bolu-Aladağ'da Orman Örtüsü Ve Bakının Kar Birikimi Üzerine Etkisi, I. Ulusal Batı Karadeniz Ormancılık Kongresi Bildirileri, Sayfa: 126-134, Bartın
 7. Duyar, A., 2010, Batı Karadeniz Bölgesi Ormanlarında Karbon Birikimi, Çölleşme ile Mücadele Sempozyumu, Tebliğler Kitabı, Sayfa: 227-234, Çorum
 8. Duyar, A., Kınış, S., Aydın, A., 2010, Uludağ Göknaı Meşceresinde Yaprak Alan İndeksi Değerine Bağlı Olarak Döküntü Miktarının Aylara Göre Dağılımı, 1. Uluslar Arası Çevre ve Ormancılık Sempozyumu, Tebliğler, Cilt 3, Sayfa: 1473, Trabzon
 9. Kınış, S., Duyar, A., 2011, Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Kapsamında Göknaı (*Abies bormülleriana* Mattf.) Ormanlarındaki Fenolji Durumu, Ekoloji 2011 Sempozyumu, Düzce
 10. Duyar, A., Makineci, E., 2011, Bolu-Aladağ Meşe ve Göknaı Ormanlarında Toprak Mikro Eklembacaklılarının Çeşitliliği, Ekoloji 2011 Sempozyumu, Düzce
 11. Kınış, S., Duyar, A., Aydın, A., 2011, Göknaı Ormanları ve Su Üretimi, 2023'e Doğru 1. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu, Antalya
 12. Özpay Palazoğlu, Z., Arslan M., Duyar, A., ve Diğerleri, 2011,Batı Karadeniz ve Marmara Bölgesi Karaçam (*Pinus nigra* Arnold ssp. *pallasiana*) Orijin Denemeleri 21. Yıl Sonuçları, Bolu
 13. Serin, M., Erdem, M., Yüksel, B., Akbulut, S., Duyar, A., 2011,Aladağ Orman İşletmesi Uludağ Göknaı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Ormanlarında Kabuk Böceklerinin Kışlama (=Hibernasyon) Davranışlarının Belirlenmesi (*Pityokteines curvidens* (Germar) örneği, Bolu.
 14. Kınış, S., Duyar, A., 2012, Snowfall Acidity in Fir Forest; Bolu-Aladağ, 14th International Fir Symposium Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Cilt: 12 No: 3 2012 Özel Sayı, Kastamonu
 15. Duyar, A., Makineci, E., 2013, Orman Ekosistemi Değerlendirmelerinde Toprak Mikro Eklembacaklılarının Kullanımı, 2023'e Doğru 2. Doğa ve Ormancılık Sempozyumu (Sayfa: 169-184), Antalya