

**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ARTVİN HATILA YÖRESİNDEKİ SAF DOĞU LADİNİ**  
**MEŞCERELERİNDE YÜKSELTİ VE BAKI ETMENLERİNE GÖRE**  
**ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI VE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN**  
**DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Ahmet DUMAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

**Haziran-2008**

**ARTVİN**

Bu tez çalışması 106 O 193 numaralı proje ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ARTVİN HATİLLA YÖRESİNDEKİ SAF DOĞU LADİNİ**  
**MEŞCERELERİNDE YÜKSELTİ VE BAKI ETMENLERİNE GÖRE**  
**ÖLÜ ÖRTÜ AYRIŞMASI VE BAZI TOPRAK ÖZELLİKLERİNİN**  
**DEĞİŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Ahmet DUMAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**

**Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

**Haziran-2008**

**ARTVİN**

**KAFKAS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Ahmet DUMAN' ın Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU'nun danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı "Artvin Hatla Yöresindeki Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Ölü Örtü Ayrışması ve Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Araştırılması" adlı bu çalışma , yapılan tez savunma sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

**02/06/2008**

**Adı Soyadı**

**İmza**

**Başkan:** Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU



**Üye:** Doç. Dr. Temel SARIYILDIZ



**Üye:** Doç. Dr. Sami İMAMOĞLU



Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../2008 gün ve ...../..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

**Enstitü Müdürü**

## ÖZET

Topoğrafya, Anamateryal, iklim, canlılar ve zamanla birlikte toprak oluşumunu etkileyen beş temel süreçten birisidir. Topoğrafyanın en önemli bileşenlerinden olan bakı ve yükselti mikroiklim ve toprak özellikleri yanında bitki türlerinin karışımında, çeşitliliğinde, alan verimliliğinde ve ölü örtü ayrışmasında önemli derecede etkiye sahiptir. Orman ağaçlarına zarar veren böceklerin zarar derecelerinin bakı ve yükseltiye bağlı olarak değişim gösterdiği de bilinmektedir. Burada sunulan çalışmamızda; (1) Artvin Hatilla yöresinde yayılış gösteren saf doğu ladininin meşçere ve toprak özellikleri üzerinde yükselti ve bakının etkisinin araştırılması, (2) doğu ladini meşçerelerine zarar veren kabuk böceğinin (*Ips typographus*) ölü örtü ayrışması üzerindeki etkisi ve bu etkinin bakı ve yükseltiye bağlı olarak değişim gösterip göstermediğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Hatilla Vadisi Milli Parkı'nın iki farklı bakısında (kuzey ve güney bakılarda) ve Doğu Ladininin saf meşçere olarak yayılış gösterdiği bu bakıların alt (1700-1900m) ve üst (2000-2200 m) yükseltilerinde 3 farklı zarar düzeyinde deneme alanları alınmıştır. Bu üç farklı zarar düzeyine göre, [yani, (a) çok zarar görmüş, (b) az zarar görmüş ve (c) zarar görmemiş (kontrol)] seçilmiş deneme alanlarında, her bir zarar düzeyi için 3 tekrarlı, 20x20 m genişliğinde deneme parseli alınmıştır. Her bir parselin meşçere özellikleri (meşçere yaşı, çapı, boyu, sıklığı, göğüs yüzeyi vb) ve toprak özellikleri (0-15 cm, 15-35 cm ve 35-65 cm) belirlenmiştir. Her bir böcek zarar düzeyindeki parsellerden alınan ibreler kullanılarak ölü örtü ayrışma deneyi farklı iki bakı ve her bir bakının iki farklı yükseltisine bırakılarak, ayrışma seyirleri bir yıl süreyle izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, güney bakı, üst yükseltiler ve böceğin zarar verdiği meşçerelerin toprak özellikleri bakımından daha fakir olduğu ve bu fakir alanlar üzerinde gelişen ağaçların yaşı, çift kabuk kalınlığı, göğüs yüzeyi, sıklığı gibi meşçere özellikleri daha yüksek olarak belirlenmiştir. Ayrışma bakımından ise ölü örtü ayrışması böceklerin zarar verdiği meşçerelerde, kuzey bakılarda ve her iki bakının alt yükseltilerinde daha hızlı olduğu saptanmıştır. Doğu ladininin saf olarak yayılış gösterdiği alanların üst yükseltilerinin ve güney bakılarının toprak özelliklerinin (özellikle besin elementleri, organik madde) daha fakir, meşçere özelliklerinin (yaş, çap, sıklık vb) ise daha yüksek olmasının böceklerin verdiği zarar şiddetini arttıran en önemli faktörler olduğu sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğu ladini (*Picea orientalis*), *Ips thypographus*, bakı, yükselti, toprak özellikleri, meşçere özellikleri, ölü örtü ayrışması

## ABSTRACT

Together with parent material, climate, biota and time, topography is one of the five fundamental elements of the soil forming process. Topographical land forms (slope aspect and position) have a significant influence on microclimate and soils, as well as on plant species composition, community development, site productivity and litter decomposition rates. It is also known that the intensity of *I. typographus* attack on trees varies greatly between aspects and slope positions. The objectives of this study were to (1) study the effects of aspects (north and south) and elevation belts [(1700-1900 m) and (2000-2200 m)] on stand and soil characteristics of pure oriental spruce in Hatila Valley Park, in Artvin, (2) investigate whether *Ips typographus* damages on oriental spruce tree species change litter quality variables and thus alter litter decomposition rates compared to the adjacent stands which were moderately damaged or not damaged by *Ips typographus*. At each elevation belt, oriental spruce stands were divided into three *Ips typographus* infested levels namely as (1) highly damaged stands (HD) with high tree mortality (2) moderately damaged stands (MD) with low tree mortality and control stands (Control) with uninfested trees). Three 20 x 20 m plots were established at each infested and uninfested stand type. In each plot, each tree (stem >8 cm diameter at breast height) was measured for height, diameter, double bark thickness, and tree architecture was noted. Age of few mature and taller trees in each plot was also determined. Canopy cover was determined in the field by visually estimating the amount of cover in each plot. Soil samples (0-15 cm, 15-35 cm ve 35-65 cm) were also collected in each plot. The litter bags method was carried out in the field to determine the differences in litter decomposition rates between the insect damaged levels, aspects and slope positions. All results showed that south-facing sites, top slope positions and highly damaged stands had low fertility soils than North-facing sites, bottom slope and control stands. Trees growing on soil of low inherent fertility showed higher stand density, basal area, double bark thickness, tree diameter. Litter placed on north-facing site, at bottom slope position and under highly damaged stands decomposed faster than those on south-facing site, at top slope position and under control stands. It was concluded that lower soil fertility and higher stand characteristics on south-facing sites, at top slope position and within highly damaged stands contributed to the susceptibility of oriental spruce to *Ips typographus* attack.

**Key words:** Oriental spruce (*Picea orientalis*), *Ips thypographus*, aspect, slope position, soil properties, stand characteristics, litter decomposition

## ÖNSÖZ

Artvin-Atila (Hatila) Yöresindeki Saf Doğu Ladini Meşcerelerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Bazı Toprak Özelliklerinin Değişiminin Araştırılması adlı bu çalışma Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmamda her safhasında, yoğun çalışmalarından bana zaman ayırarak yakından ilgilenerek maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, öğrencisi olmaktan her zaman gurur duyduğum değerli hocalarım Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU'na ve Doç. Dr. Temel SARYILDIZ'a en içten teşekkür etmeyi kendime büyük bir borç bilirim. Projeye Desteklerinden dolayı TÜBİTAK, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi ve Artvin Orman Bölge Müdürlüğü'ne teşekkürlerimi sunarım.

Arazi ve Laboratuvar çalışmalarına katkı sağlayan Toprak İlimi ve Ekoloji A.B.D Araştırma Görevlisi Mehmet KÜÇÜK'e, Silvikültür A.B.D. Araştırma Görevlisi Aşkın GÖKTÜRK'e ve 2006-2007 Eğitim Öğretim Yılı Yaz döneminde Laboratuvarında staj yapan lisans öğrencilerine en içten teşekkürlerimi sunarım.

Artvin-2008

Ahmet DUMAN

## İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	II
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATUR ÖZETİ.....	7
2.1. Toprak Özellikleri ile İlgili Literatür Özetleri.....	7
2.2. Ölü Örtü ayrışması ile ilgili literatür özetleri.....	11
2.3. Toprak Solunumu ile İlgili Literatür Özetleri.....	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	15
3.1 Çalışma Alanının Tanıtımı.....	15
3.1.1 İklim Özellikleri.....	18
3.1.2 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri.....	21
3.2 Ölü Örtü Ayrışmasının Belirlenmesi.....	22
3.3 Toprak Solunumunun Belirlenmesi .....	23
3.4 Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi.....	24
3.5 Denem Parsellerinin Özellikleri ve Dendrometrik Ölçümler.....	24
3.6 İstatistik Analizi.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	28
4.1 Ölü Örtü Ayrışması.....	28
4.1.1 Ölü Örtünün kimyasal bileşenlerindeki değişim.....	28
4.1.2 Ölü örtü ayrışması ve kimyasal bileşen ve mikroiklim özellikleri ile olan ilişkisi.....	32
4.2 Toprak Solunumu.....	37
4.3 Toprak Özellikleri.....	39
4.3.1 Toprakların 0-15 derinlik kademesine ait değerleri.....	39
4.3.2 Toprakların 15-35 derinlik kademesine ait değerleri.....	45

4.3.3 Toprakların 35-65 derinlik kademesine ait değerleri.....	50
4.3.4 Derinlik Kademesine Göre Belirlenen Toprak zelliklerine Ait Bulgular.....	55
4.4 Meşcere zellikleri.....	56
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	58
6. KAYNAKLAR.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	67



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### 1. Simgeler

B	: Batı
D	: Doğu
G	: Güney
GD	: Güneydoğu
GB	: Güneybatı
K	: Kuzey
KD	: Kuzeydoğu
KB	: Kuzeybatı
m	: Metre
mm	: Milimetre
TOM	: Toprak Organik Maddesi

### 2. Kısaltmalar

Çz	: Çok Zarar
Az	: Az Zarar
Kont	: Kontrol
Ort	: Ortalama
Z.D.	: Zarar Derecesi
Yük.	: Yükseklik

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No:

Çizelge 3.1 Artvin Meteoroloji İstasyonununun 1980-2001 Yıllarına Ait Meteorolojik İklim Değerleri ve Thornthwaite Yöntemine Göre Enterpole Edilmiş Çalışma Alanlarına Ait Bazı İklim Değerleri.....	19
Çizelge 3.2 Ölçümü yapılan meşcere özelliklerinin ortalama değerleri.....	25
Çizelge 4.1 Bakı, yükselti ve böcek zararına bağlı olarak ladin ibrelerinin kimyasal bileşimleri.....	28
Çizelge 4.2 Bakı Yükselti ve zarar düzeyinin ölü örtü kimyasal bileşenleri üzerine yalnız başlarına ve birlikte etkilerinin istatistiki analizi.....	29
Çizelge 4.3 Bakı ve yükselti ile zarar düzeyinin kütle azalması üzerine etkilerinin önem derecesi varyans analiz sonuçları.....	34
Çizelge 4.4 İbre ayrışma oranları ile kimyasal bileşenler arasındaki korelasyon analizi sonuçları.....	36
Çizelge 4.5 Bakı ve yükselti ile toprak sıcaklığı nemi ve solunumu arasındaki çoğul varyans analizi sonuçları.....	37
Çizelge 4.6 0-15 cm derinlik kademesine toprak özelliklerinin ortalama değerleri.....	40
Çizelge 4.7 Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(0-15 cm için).....	42
Çizelge 4.8 15-35 cm derinlik kademesine toprak özelliklerinin ortalama değerleri.....	46
Çizelge 4.9 Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(15-35 cm için).....	47
Çizelge 4.10 35-65 cm derinlik kademesine ait bazı toprak özelliklerinin ortalama değerleri.....	50
Çizelge 4.11 Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(35-65 cm için).....	52
Çizelge 4.12 Yükselti bakı ve zarar düzeyine ile meşcere özellikleri arasındaki varyans analizi.....	56

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 3.1 Çalışma Alanının Türkiye Orman Bölge Müdürlükleri Haritasındaki Konumu.....	16
Şekil 3.2 Böcek Zararı Görmüş Alanlardan Genel Görünüş.....	17
Şekil 3.3 Arazide Alınan Deneme Alanlarının Şematik Olarak Gösterimi.....	18
Şekil 3.4 Walter Yöntemine Göre Alt Yükseltiye Ait Sıcaklık Yağış Grafiği.....	20
Şekil 3.5 Walter Yöntemine Göre Üst Yükseltiye Ait Sıcaklık-Yağış Grafiği.....	20
Şekil 3.6 Araştırma alanının jeoloji haritası.....	21
Şekil 3.7 Çok zarar görmüş deneme parseli içinden bir görünüm.....	26
Şekil 4.1 Yükselti bakı ve zarar düzeyine göre 1 yıllık kütle kaybının değişimi grafiği.....	33
Şekil 4.2 Yükselti bakı ve zarar düzeyine göre standart ibrelerin 1 yıllık kütle kayıpları.....	35
Şekil 4.3 Bakı ve yükseltiye göre ortalama toprak solunum değerleri.....	38
Şekil 4.4 Toprak solunumu ölçülen alanlardaki ortalama toprak sıcaklığı değerleri.....	38
Şekil 4.5 Toprak solunumu ölçülen alanlardaki ortalama toprak nemi(%) Değerleri....	39

## 1.GİRİŞ

Karada gelişen diğer tüm bitkiler gibi, orman ağaçları da yaşamak ve gelişmek için beş temel kaynağa ihtiyaç duymaktadırlar. Bunlar; güneşten gelen enerji, karbon dioksit (CO<sub>2</sub>), su, mineral besin elementleri ve fiziksel destek amaçlı geçirgen bir ortam olarak sıralamak mümkündür. Bitkiler, enerji ihtiyaçlarının bir kısmını atmosferdeki güneş radyasyonundan ve CO<sub>2</sub> ten karşılarken, geri kalan diğer ihtiyaçlarını ise topraktan karşılamaktadırlar. Topraklar besin elementlerinin döngüsünde önemli rol oynamaktadırlar. Besin elementlerinin döngüsü, ağaçların bireysel gelişmeleri yanında tüm ekosistemin işleyişini de etkilemektedir. Topraklar, iklimin, topografyanın, canlıların (bitkiler ve diğer canlılar) ve zamanın birlikte meydana getirdiği etkilerin jeolojik materyalleri değiştirmesiyle meydana gelmektedir. Toprak oluşumunu etkileyen faktörler içinde yer alan ve reliyefi, yükseltisi ve eğimindeki farklılıklar olarak tanımlanan topografyanın, kuzey yarımkürenin sıcak iklim sınırları içinde yer alan alanlardaki toprak oluşumundaki etkisi oldukça önemlidir.

Bakı, bir arazi parçasının 8 kısımlık rüzgar gülü yönünden hangisine baktığını ifade eden bir terimdir. Bir arazinin bakısı, bu rüzgar gülü yönlerinden (kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu, doğu, güneybatı, batı, güney, güneydoğu) biri ile ifade edilir. Bu yönlerden kuzeybatı, kuzey, kuzeydoğu, doğu yönlü bakılara gölgeli bakılar, diğerlerine ise güneşli bakılar denilmektedir. Kuzey yarımkürede gölgeli bakılar (KB, K, KD, D) daha serin, güneşli bakılar ise (GD, G, GB, B) daha sıcaktır. Bunun nedeni; güneşli bakıların, güneşlenme süresinin ve şiddetinin daha fazla oluşudur Serin ortamlarda evapotranspirasyon da daha az olacağından gölgeli bakılarda toprak, aynı bölgedeki güneşli yamaçlara göre daha nemlidir [21].

Denizden yükseklik, bir yerin iklimini (yağış ve sıcaklığı), toprak özelliklerini ve vejetasyon yapısını önemli derecede değiştirmektedir. Çeşitli bölgelere göre denizden her 100 m yükseliş için hava sıcaklığı 0,4-0,6 °C arasında azalmaktadır. Hava soğudukça bağıl nem % si, dolayısıyla yağışlar artmaktadır. Denizden yükseklik arttıkça belirli bir yüksekliğe kadar (ülkemizde 2000-2500 m) yağışlar her 100 m yükseklik için yaklaşık olarak 50 mm artmaktadır [21]. Yüksek kısımlarda düşük sıcaklık ve fazla nem toprak özellikleri üzerinde de etkili oluşabilmektedir. Örneğin, topraktan bazlar yıkanmakta, reaksiyon asit olmakta ve podsol tipi topraklar oluşmaktadır. Toprakta biyolojik aktivite yavaşlayabilmekte veya tamamen durabilmektedir. Bunun sonucunda

toprak üzerinde ham humus birikmesi olabilmektedir. Böylece doğal gençleşme zorlaşmakta ve mevcut bitki örtüsünün beslenme durumu kötüleşmektedir. Yükseltiye göre yağış ve sıcaklığın değişimine neden olduğundan yükselti, ekolojik istekleri farklı olan bitki kuşakları oluşumuna neden olur. Bunlar düşey orman zonları olarak adlandırılmaktadır. Bunun en tipik örneği Uludağ'ın kuzey yamaçlarında Saatçioğlu (1976)'nun saptamış olduğu düşey orman zonlarıdır. Buna göre denizden yüksekliği 0-250 m arası sert yapraklı-Louretum zonu, 250-500 m arası yapraklı orman, sıcakaltı-Castanetum zonu, 500-1000 m arası yapraklı orman, serinüstü-Fagetum zonu, 1000-2000 m arası iğne yapraklı orman-Abietum zonu, 2000-2500 m arası alp-Alpinetum zonu olarak ifade edilmiştir. Aynı şekilde Artvin yöresinde yapılan birçok çalışmada yükseltiye bağlı olarak meydana gelen farklı orman formasyonların olduğu bildirilmiştir [22,27]. Buradan da anlaşıldığı gibi denizden yükseklik ile bir yerin bitki örtüsü arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır.

Eğim, bir arazi parçasının engebelilik derecesini ifade eden bir terimdir. Bir arazinin eğimi, o arazinin yatay düzlemle yaptığı açının derece veya grad cinsinden değeri ile ifade edilebildiği gibi arazinin 100 m'lik yatay mesafedeki yükseliş veya alçalış miktarının metre cinsinden değeri ile de ifade edilebilmektedir. Sayısal değerler olarak ölçülen arazi eğimi şu şekilde sınıflandırılır [21]. Eğim derecesi 0-2 veya %0-3 arasındaki arazi düz, eğim derecesi 2-5 veya %3-9 arasındaki arazi az eğimli, eğim derecesi 5-10 veya %9-17 arasındaki arazi orta eğimli, eğim derecesi 10-20 veya %17-36 arasındaki arazi çok eğimli, eğim derecesi 20-30 veya %36-58 arasındaki arazi dik, eğim derecesi 30-45 veya %58-100 arasındaki arazi sarp, eğim derecesi >45 veya >%100 olan arazi pek sarp olarak sınıflandırılmaktadır. Arazi eğimi, erozyon, toprak derinliği, toprak tekstürü, yüzeysel akış ve sıcaklık gibi bazı faktörler üzerinde etkili olmakla birlikte o araziden yararlanma şeklinin belirlenmesindeki en önemli ölçütlerden bir tanesidir. Eğim arttıkça yağış sularının yüzeysel akışı artar. Buna paralel olarak erozyon şiddeti artar ve toprak derinliği azalır [21].

Herhangi bir alanda, topografya, iklimsel etkenlerin işlevini geciktirebilir yada hızlandırabilir. Eğim, arazilerin yüzey erozyonunu artırma yönünde etkili olurken, yağış sularının yüzeysel akıştan önce toprağa az miktarda girmelerine sebep olabilmektedirler. Bu nedenle, toprak oluşumunun daha alt tabakalarda devam etmesini engelleyebilmektedir. Yarı kurak alanlarda, eğimli alanlar üzerinde nem daha az etkili

olduğundan, daha seyrek ve çeşitlilik olarak daha az bitki örtüsüne rastlanılmaktadır. Bu nedenle eğimli araziler üzerindeki topraklar, yanındaki arazi ile aynı seviyedeki toprakla karşılaştırıldığında oldukça sık ve toprak profillerinin zayıf geliştiği görülmektedir. Topografya ana materyalle de ilişki içinde olabilmektedir. Örneğin, tortul kayaçtan oluşan bir ana materyale sahip eğimli bir alanlarda, sırtlar genelde dirençli kumtaşı içerirken vadilerdeki topraklarda daha kolay parçalanabilen kireçtaşı bulunur. Birçok alanlarda, topografya, yerli, kollüviyal ve allüviyal ana materyalin dağılımını yansıtırlar. Taşınmamış(yerli) ana materyal yukarı eğimlerde, aşağı kısımlarda kollüviyal ana materyal ve vadilerin en alt kısmında ise allüviyal ana materyal bulunur.

Topografyanın önemli diğer bir bileşeni olan bakı yine mikroiklim özelliklerinin değişmesine neden olabilmektedir. Bakı faktörü güneşten gelen radyasyonun alınması üzerinde etkili olduğundan, farklı bakılara sahip yamaçlar arasında ısınma dolayısıyla da nemlilik şartları değişik olmaktadır. Bu ise bitki örtüsünün yerleşme, anakayanın çözülmesini ve buna bağlı olarak toprak oluşumunu etkilemektedir. Ülkemizde dağların kuzey ve güney yamaçları arasında toprak oluşumu yönünden son derece önemli farklılıklar bulunmaktadır. Çünkü güneye bakan yamaçlar güneş ışıklarını daha dik aldığı için fazlaca ısınmakta ve nispeten kurak ortam oluşurken, kuzey yamaçlarda daha nemli şartlar hüküm sürmektedir. Buda toprak oluşumu üzerinde etkili olmaktadır. Bakının bir diğer etkisi yağış üzerinde olup, yağışın geldiği cephelere açık olan yamaçlar daha fazla yağış aldığı için yıkanma fazla olmakta dolayısıyla buralardaki topraklar asit reaksiyon göstermektedir. Diğer yamaçlarda ise yağış ve yıkanma az olduğundan topraklar alkalin reaksiyon göstermektedir.

Mikroiklim özelliklerini etkileyen topografyanın diğer bir faktörü de yükseltidir. Yükseltinin artması ile sıcaklık düşer ve belli bir yükseltiye kadar yağış artar. Yükseltilere doğru sıcaklığın düşmesi ve kısmen de yağışın artması ile toprak yüzeyinde organik maddenin biriktiği ve yıkanmanın daha fazla olduğu asit reaksiyonlu, hatta podzolleşmiş topraklar görülür. Yükseltinin iklime etkilerine bağlı olarak bir dağ yamacı boyunca farklı toprak kuşakları görülür.

Bu üç faktörün (bakı, yükselti ve eğim) toprak oluşumunu, kimyasal ve fiziksel özelliklerini etkilediği bir çok çalışmada ortaya konulmuştur. Sarıyıldız ve Ark. (2005) Artvin yöresinde yaptıkları bir çalışmada, toprak pH, katyon değişimi ve yüzde baz doygunluğunun bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini

bildirmişlerdir [60]. Chen et all. (1997) de, USA'ya bağlı Nebreska alanlarında yapılan bir çalışmada, üst yamaca göre alt yamaçta organik materyal ve kil miktarındaki azalışa paralel olarak, kum ve toz miktarının arttığını bulmuştur. Ayrıca hidroloji vasıtasıyla topografya'nın toprağın kimyasal özellikleri üzerine dolaylı etkilerini araştırmış ve üst yamaca göre alt yamaçta; baz doygunluğu kadar pH, CaCO<sub>3</sub>, değişebilir Ca, Mg 'un da arttığını gözlemlemiştir [13]. Doğu Tayvan'daki dağlık bir alanında yapılan bir çalışmada ise toprak pH' sı için bakı ve eğimin kontrol edici bir faktör olduğu bulunmuştur [15].

Topografyanın toprak özelliklerini değiştirmesi yanında, diğer önemli bir etkisi, orman ekosistemlerinin ölü örtü ayrışması üzerindedir. Ölü örtü ayrışması, organik yapı içinde tutulan besin elementlerinin mineral forma dönüştürerek orman ekosistemlerinin devamlılığının sağlanması önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü bu materyallerin ayrışması sistem içindeki besin döngüsü süreçlerinde kritik bir rol üstlenmektedir. Ölü örtünün ayrışma oranları ve besin elementlerinin salıverilmesi çevresel şartlar (sıcaklık, nem gibi), mikroorganizmaların ve toprak faunasının ayrışma süreci içindeki etkinlikleri ve ölü örtünün bileşenleri ya da kalitesi tarafından etkilenmektedir. Topografya ya bağlı olarak oluşan mikroiklim özelliklerine bağlı olarak ta ölü örtü ayrışma oranları farklılık göstermektedir. Değişen mikroiklim özellikleri bir yandan ortamdaki ölü örtü ayrıştırıcılarının ve paralayıcılarının çeşitliğini, sayısını ve aktifliliğini etkilerken, diğer yandan ortamdaki bulunacak bitki türlerinin çeşitliliğini etkileyerek ayrışan ölü örtünün kimyasal kalitesini değiştirmektedir. Bir çok çalışmada, bir türün ölü örtüsünün saf olarak kendi başına ayrışmasıyla başka bir tür ile karışım halinde ayrışması arasında önemli farklılıklar olduğu bildirilmiştir. Örneğin, Artvin yöresinde Sarıyıldız ve Ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada, kayın-ladin karışımı meşcereler altındaki ölü örtü ayrışmasının saf kayın ve ladin altındaki ölü örtü ayrışmasından daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Kayın-ladin karışımı meşcerelerindeki bu hızlı ayrışmanın en önemli nedenleri arasında, ölü örtü ayrışmasını gerçekleştiren mikroorganizmalar için uygun ortamı hazırlanması ve kayın ve ladin ölü örtülerinin karışım halinde kimyasal yapılarında meydana gelen değişimler olduğu bildirilmiştir [60]. Topografya, türlerin bu şekildeki tür karışımını oluşturmasını etkilemesi açısından ölü örtü ayrışmasında önemlidir.

Bakıya bağılı olarak alınan güneş enerjisi de değişmektedir. Güney bakılar, fazla miktarda güneş enerjisi olarak tipik sıcak, kuru olurlar ve daha hızlı mevsimsel ve günlük mikro iklim değişikliklerine konu olurlar. Bunun tersine kuzey bakılar, daha az güneş enerjisi olarak serin ve nemli olurlar ve daha yavaş mevsimsel ve günlük mikro iklim değişikliklerine konu olurlar. USA da çeşitli alanlarda, su tutma kapasitesini tahmin etmek için bakı ve eğimin kullanışlı olduğu bulunmuştur [13]. Mikroiklimi etkileyen diğer bir topografik faktör ise yükseltilerdir. Zirveye yakın üst yükseltelerde dışbükey yüzeyler daha yoğun güneş ışınımına, yüksek hızda rüzgara maruz kalmakta ve su ve rüzgar erozyonuna konu olabilmektedir. Bu yüzden buraların iklimi, bölge ortalamasından daha kuru, toprak derinliği ve organik madde birikimi daha az, ölü örtü ayrışması ise daha yavaş olabilmektedir. Alt yükseltelerde içbükey alanlar kuvvetli rüzgarlardan korunabilmekte, toprak ve organik madde birikimine konu olabilmektedirler. Bu yüzden buraların iklimi, bölge ortalamasından daha nemli, toprak derinliği, ve organik madde birikimi daha fazla, ölü örtü ayrışması ise daha hızlı olabilmektedir. Böylece oluşmuş olan küçük mikro iklim alanlarının, hava ve toprak sıcaklığı, faydalanılabilir toprak suyu miktarı farklı olabilmekte ve bitki türlerinin yayılışında ve gelişiminde etkili olmaktadır.

Topoğrafik özellikler bakımından önemli bir değişiklik gösteren Artvin yöresinde yetişen Doğu Ladini, topografyaya bağılı olarak yayılışını saf ve karışık orman formasyonu oluşturarak sürdüren asli ağaç türlerimizdendir. Hatila Milli Parkı'nda ortalama 1700 m'lere kadar değişik yapraklı türlerle karışık olarak yayılış gösterirken, 1700 m'den sonra saf olarak yayılış göstermektedir. Yayılışının alt sınırı bakı ve yükseltiye göre değişiklik gösterirken, üst sınırda her iki bakıda da zirveye kadar yayılışını sürdürmektedir. Örneğin, Hatila Milli Parkı'nda bazı havzalarda doğu ladinin saf yayılışı güneşli bakılarda 1700 m'den başlarken, gölgeli bakılarda 1400 m'lerden başlayabilmektedir.

Ülkemizde Kafkasya ile Kuzey Doğu Anadolu'nun  $40^{\circ} 23'$  -  $43^{\circ} 50'$  enlemleri ile  $37^{\circ} 40'$  -  $44^{\circ} 13'$  boylamları arasında yayılış yapar. Daha açık bir ifadeyle Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) Ülkemizde Gürcistan sınırı ile Ordu-Melet ırmağı arasında, sıra dağlarının su ayırım hattının denize bakan yamaçlarında saf ve karışık meşcereler oluşturur. Doğu Karadeniz'in batı kısımlarında bu ağacın yayılışını sınırlayan yine rutubettir. Ancak Doğu Ladininin, Zigana geçidinde (2000 m) ve Ardanuç



mıntikasındaki kurak orman bölgelerinde de görülmesi, yeterli rutubetin olmadığı yerlerdeki gelişmesi için bir fikir vermektedir. Öte yandan, ladininin yayılışında kuzeyden gelen yağışların tutulması önemli olduğu için rutubetin mevcut olduğu her bakıda yayılış gösterebilmektedir. Zira, toprağın sığ ve elverişsiz olduğu güney bakılarda ladin meşcereleri daha zayıf (çap, boy ve gövde kalitesi olarak) gözlendiği (Giresun Bicik ormanlarında olduğu gibi) halde, toprağın derin olduğu güney yamaç kısımlarda (Giresun Yavuz Kemal ve Artvin Hatila ormanlarında olduğu gibi) çok iyi olduğu gözlenmiştir [8].

Son yıllarda etkisini belirgin olarak hissettiren küresel ısınma, iklim değişikliği, çevre kirliliği gibi olaylar ile ormancılık uygulamalarındaki yetersizlikler; çevremizde bazı canlı türlerinin fizyolojik olarak zayıf düşmelerine veya ortamdaki kaybolmalarına neden olurken, bazı canlı türlerinin ise kitleler halinde çoğalmalarına uygun ortamlar oluşturmuştur. Bazı türlerin fizyolojik olarak zayıf düşmesi ve bu türlere zarar veren türlerin kitle halinde çoğalması çevremizde büyük felaketlere sebep olabilmektedir. Buna örnek olarak Artvin Hatila Milli Parkı Doğu Ladini meşcerelerine arız olan sekiz dişli büyük ladin kabuk böceğinin zararı gösterilebilir. Ancak bu böcekten daha önce 1970 yıllarında giriş yapan *Dendroctonus micans* ve *Ips sexdentatus* gibi kabuk böcekleri Artvin Orman Bölge Müdürlüğü ladin ormanlarının %30'undan fazlasına değişik oranlarda zarar vererek ağaçları zayıf düşürmüştür [6]. Milli Park olarak ayrılmasından dolayı bakım çalışmalarının yapılmaması bireyler arası rekabetin (ışık, kök, besin elementleri, vb) artmasıyla bireylerin zayıf düşmesi, zayıf düşen bu bireylerin zamanında alandan uzaklaştırılmaması, gerekli müdahalenin (biyolojik, kimyasal, vb.) zamanında yapılamaması ve sıcaklığın artmasıyla hızla çoğalan, zararın boyutunu daha da arttırmıştır. 1984 yılında Artvin'de tespit edilen [1,6] *Ips typographus* bu zayıf düşmüş ladin ormanlarında gelişimini sürdürmüş ve günümüzde 165000 hektar ladin ormanlarına yayılmış olup, kitle üremesi yaptığı sahalarda, 1998 yılından itibaren ağaçların ölümlerine neden olmaya başlamıştır [1,6]. Bu nedenle Doğu Karadeniz Ormanlarımızın asli ağaç türlerimizden olan doğu ladininin geleceği tehlike altındadır. Doğu ladinini üzerine yapılmış bir çok çalışma olmasına karşılık, yükselti, bakı ve zarar düzeyine göre toprak özellikleri, ayrışma özellikleri ve toprak solunumu ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmada, Artvin Hatila Milli Parkı sınırları içerisinde saf olarak yayılış gösteren saf doğu ladini meşcerelerinde, görsel olarak ta fark edilebilen farklı düzeyde zarar görmüş farklı iki bakı ve her bakının farklı iki yükseltisinde toplam 36 adet deneme alanı alınarak, bakı yükselti ve zarar düzeyine göre bazı toprak özellikleri, ölü örtü ayrışması ve meşcere özellikleri araştırılmıştır. Ek olarak, yükselti ve bakıya göre toprak solunumunun değişip değişmediği araştırılmıştır.

## **2. LİTERATUR ÖZETİ**

### **2.1. Toprak Özellikleri ile İlgili Literatür Özetleri**

Topografyaya bağlı olarak toprak özelliklerinde meydana gelen değişimler birçok çalışmada ortaya konulmaya çalışılmıştır [27,37,57]. Yapılan bu çalışmaların en önemli amaçlarından birisi, toprak özelliklerinde meydana gelen bu değişimlerin, üzerinde yetişen türlerin gelişmesine ve büyümesine olan etkileri yanında havza bazında su kaynaklarının düzenlenmesine, erozyona olan katkılarının araştırılması olmuştur [46].

Kantarcı (1979) tarafından yapılan Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey aklanındaki Uludağ göknarı ormanlarında yüksekli-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması adlı çalışmada, kuzeye eğimli ve genel bir devamlılık gösteren bir yamaç üstünde, yükselti ile değişen iklim özelliklerinin orman toplumlarının tür bileşimine ve Uludağ göknarının boy ve çap artımına etkili olduğunu belirlemiştir [39]. Yükselti ile toprak reaksiyonu arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır. Ölü örtülerde kül ve silis oranları yükselti-iklim kuşaklarına göre önemli farklar bulunmuştur. İlgili çalışmada yükselti arttıkça göknar ve diğer konifer ibrelerinde kil ve silis oranlarının önemli derecede azaldığı belirlemiştir. Toprağın taşlılık oranı yükselti arttıkça arttığı bildirilmektedir. Bunun sonucu yükselti arttıkça toprakların daha gevşek bir yapıda oldukları ve yağışın da artmasıyla birlikte kolloidal organik maddenin toprak kesiti boyunca taşınmasına neden olabileceği belirtilmiştir. Değiştirilebilir sodyumunda yükselti arttıkça arttığı saptanmıştır (38).

Boerner (1984), Güney Oihoda da yapmış olduğu çalışmasında aynı anakayaya sahip olan kuzey ve güney bakılarda yaptığı çalışmasında, kuzey bakıların topraklarının güney bakılardan daha yüksek pH, toprak organik maddesi, kullanılabilir azot konsantrasyonu ve baz doygunluğuna sahip olduğunu rapor etmiştir [11].

Başka bir çalışmada, Losche ve Ark (1970), toprak pH ve besin elementlerinin kullanılabilirliğinin kuzey bakılarda en yüksek, güney bakılarda orta ve üst yükseltilerde ise en düşük olduğunu bildirmiştir [43].

Artvin yöresinde, farklı türlerin (meşe, kestane ve kayın) ve topografyanın toprak kimyası, ölü örtü kimyasal yapısı ve ayrışması üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada Sarıyıldız ve Ark (2005), toprak pH, kation değişim kapasitesi ve baz doyunluğunun bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede değiştiğini belirlemişlerdir. Kuzey bakılar toprak pH, kation değişim kapasitesi ve baz doyunluğunun bakımından güney bakılardan daha yüksek değerleri gösterirken, en düşük değerler en üst yükseltide, en yüksek değerler ise en alt yükseltide belirlenmiştir [59].

Sarıyıldız ve Gemci (2004), Artvin yöresi Hatıla Vadisi yan derelerinden Coğla deresi yağış alanında yer alan değişik orman formasyonu topraklarında erozyon eğiliminin hidrolojik toprak özelliklerine bağlı olarak değişimi adlı çalışmada, yükseltiye bağlı olarak toprak pH'sında ve toprakların iskelet içeriğinde bir azalma belirlenirken, en üst yükseltilerde kum miktarı en yüksek bulunurken, kil ve toz miktarları ise en düşük bulunmuştur [61].

Okatan (1987) Trabzon Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar adlı çalışmada ise kum ve 2 mm den küçük fraksiyonlar bakımından üst yükseklik kademesi(2200-2600 m) ile alt yükseklik kademesini (1800-2000 m) karşılaştırmıştır. Üst yükselti kademesi alt yükselti kademesine oranla, kil, toz ve 2 mm den büyük fraksiyonlar bakımından alt yükseklik kademesinin üst yükseklik kademesine oranla daha zengin olduğu belirtilmiştir. Toprak fraksiyonlarının ortalama değerlerinden elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre 0-20 örnekleme derinliğinde kum, 2 mm den küçük ve 2 mm den büyük fraksiyonlar bakımından yükseklik kademeleri arasında 0.01 yanılma olasılığı ile toz fraksiyonları bakımından ise 0.05 yanılma olasılığı ile önemli fark bulunmuştur. 20-50 cm örnekleme derinliğinde ise yukarıda sayılan fraksiyonlar bakımından yükseklik kademeler arasında 0.01 yanılma olasılığı ile önemli fark bulunmuştur. Diğer taraftan bu toprak özelliklerinin değişim gösterdiği etmenler arasındaki farkın bakılara göre kum kil ve toz fraksiyonlarında 0.01 yanılma olasılığı ile, 2mm den büyük fraksiyonlar da ise 0.05 yanılma olasılığı ile önemli oranda

değiştii bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada bitki toplumu benzerliğini ortaya koymak için farklı yükseklik kademeleri, arazi kullanma şekilleri ve bakılardaki vejetasyon karşılaştırılmış ve bulunan bitki toplumu katsayılarına göre üst yükseklik kademesindeki olatmaya açık kuzey bakılı alanlar, aynı yükseklik kademesindeki olatmaya açık güney bakılı alanlar ile yakın bitki toplumu oluşturmuştur. Diğer taraftan alt yükseklik kademesindeki olatmaya kapalı kuzey bakılı alanlarla, üst yükseklik kademesindeki olatmaya açık güney bakılı alanların birbirlerinden çok farklı bitki toplumunu gösterdikleri belirtilmektedir.

Çepel ve Karaveli (1990) tarafından Uludağ Milli Park'ının üst toprağına ait tekstür ve asitlilik özellikleri adlı çalışmalarında elde edilen bulgulara göre üst toprağın genellikle kaba ve orta tekstürlü olduğu, toprak reaksiyonunun 3 ile 7 arasında değıştii tespit edilmiştir. Her iki özellik üzerinde, iklim ve yükselti faktörlerinden çok, anataşın baskın bir etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur [20].

Scheffer/ Schachtschable, (1993) yerçekimi ve reliyef' in toprak oluşumundaki etkisini şöyle açıklamıştır. Bütün topraklar yerçekiminin etkisinde oluşur, örneğın yerçekimi toprak suyunun içinde çözünmüş maddelerle birlikte kaba porlardan aşağıya doğru sızmasına ve alttaki toprak katmanlarının yük altında kalmalarına yol açar. Röliyef özelliklerde denizden yükseklik, arazi şekli ve yöney, yerçekiminin, iklimin, anakayanın, suyun ve canlıların ve son olarak da insanların etkisini modifiye etmek suretiyle toprağın gelişiminde değışikliğe uğrattığını bildirmiştir [62].

Meyil'e ve yöney'e bağılı olarak yerel bir mikroklima oluşur, bu da bazı koşullarda toprak gelişimine makroklimadan daha büyük etkide bulunabilir. Nitekim genelde kuzey yarıkürede hem hava ve toprak sıcaklığı değerleri, hem de ışık entansitesi ve buharlaşma değerleri kuzey yamaçlarda yer alan güney yamaçlara oranla daha düşüktür. Ayrıca kuzey yamaçlarda yer alan topraklarda donma ve çözülme arasındaki değışim de güney yamaçlardaki topraklara göre daha az sıklıkla ortaya çıkmaktadır [62].

Tüfekçioğlu, (1995) yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Ordu-Melet havzasında, güneşli bakılarla gölgeli bakılar arasında tür sayısı bakımından farklılık bulunmuştur. Kum yüzdesi güneşli bakılarda gölgeli bakılara oranla daha yüksek, kil ve toz yüzdesi ise gölgeli bakılarda daha yüksek bulunmuştur. Dört yükselti kuşağında yapılan bu çalışmada ilk üç yükselti kuşağında yükselti arttıkça pH değeri düşerken, son yükselti kuşağında tekrar arttığı bildirilmiştir. Bük kapalılığı arttıkça pH değerinin

azaldığı bildirilmiştir. Ancak bu değişiklikler istatistiki olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Arazi eğimi arttıkça kum miktarının arttığı, kil ve toz miktarının azaldığı bildirilmektedir [67].

Günlü ve Ark (2006)'nın, "Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Genya Dağı bölgesinde yayılış gösteren saf Doğu Ladini meşcerelerinde bonitet endeksi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkiler" isimli çalışmasında; eğim, fizyolojik toprak derinliği, mutlak toprak derinliği, Ah ve B horizonundaki kil ve kum miktarları (%) ile bonitet endeksi arasında önemli ve anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Ayırt edilen dört yükseklik kuşağına göre alt yamaçlardan üst yamaçlara doğru verimliliğin azaldığı belirtilmektedir [29].

Kalay (1989) "Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında Saf Doğu ladini Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak özelliklerinin ve Fizyografik etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması" adlı çalışmasında; reliyefin tek başına veya diğer etmenlerle birlikte Doğu Ladini verimliliği üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğunu saptamıştır. Öte yandan eğimle doğu ladininin gelişimi arasında da negatif bir korelasyon olduğu belirtilmektedir. Eğim yükseldikçe doğu ladininin gelişimi azaldığı bildirilmiştir. Yükselti arttıkça doğu ladininin gelişiminde (bonitetinde) düşük düzeyde azalış gösterdiği belirtilmektedir. Zira aynı çalışmada alt yükselti kuşağından alınan bükler iyi bonitet sınıfında iken üst yükselti kuşağından alınan bükler daha çok kötü bonitet sınıfında yer aldığı belirtilmiştir. Bakıya göre bükler karşılaştırılmış ve kuzey bakılar güney bakılardan daha verimli olduğu bildirilmiştir [35].

Chun-Chih Tsui et all. (2004)'de Tayvan'ın alçak yağmur ormanlarında yamaç durumu ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler adlı çalışmada üst yamaçta bakı ve eğimin, su ve materyal taşınımını kontrol edebileceği ve toprak özelliklerin alansal farklılıklarında payının olduğu bildirilmektedir. İlgili çalışmada 0-5 cm derinlik kademesi topraklarında; pH, yararlanılabilir fosfat ve değişebilir kalsiyum ve magnezyum alt yamaçta önemli ölçüde yüksek bulunurken, organik karbon, yararlanılabilir azot, potasyum ve alınabilir demir ve değişebilir sodyum üst yamaçta en yüksek bulunmuştur. Benzer sonuçlar 5-15 cm derinlik kademesi topraklarında da gözlemlenmiştir. Artan yükseltiye bağlı olarak, organik karbonun arttığı gözlemlenmiş

ve bunun nedeninin üst yükseltelerde ayrışmaya konu maddelerin kimyasal yapılarından ve düşük ayrışma oranlarında kaynaklanabileceği bildirilmiştir [15].

## 2.2. Ölü Örtü ayrışması ile ilgili literatür özetleri

Orman ekosistemlerinin işlevi ve yapısının devamında, orman yüzeyinde bulunan ölü örtünün ayrışması önemli yer tutmaktadır. Çünkü ölü örtü ayrışması toprak organizmaları için bir enerji kaynağı ve ekosistem içinde yer alan bitkiler için hayati öneme sahip olup besin elementlerinin döngü süreçlerinde bir besin deposu olarak önemli bir rol oynamaktadır [31,61,67]. Son yıllarda, ölü örtü ayrışmasının küresel karbon dengesi üzerine olan önemli etkisinin ortaya konulmasıyla, ölü örtü ayrışması ve ayrışmaya etki eden faktörlerin araştırılması konusunda yapılan çalışmalar daha önem kazanmıştır. Şu ana kadar yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, ölü örtünün ayrışması ve besin elementlerinin salıverilmesini etkileyen üç ana faktör bulunmaktadır. Bunlar; (1) ölü örtü ayrışmasının gerçekleştiği ortamın iklim özellikleri (özellikle sıcaklık ve yağış), (2) bu ortamda ayrışmayı gerçekleştiren mikroorganizmaların ve toprak canlılarının sayısı, çeşidi ve aktifliği ve (3) ayrışan ölü örtünün kimyasal bileşenleri (özellikle toplam karbon, azot, hemiselüloz, lignin ve besin elementleri konsantrasyonları yada bunların birbirine olan oranları C:N, lignin:N gibi) [42]. Genel olarak, farklı coğrafik bölgelerde bulunan ölü örtünün ayrışması üzerinde iklim özellikleri etkili olurken, daha dar kapsamlı, yerel alanlarda ise ayrışan ölü örtünün kimyasal yapısının etkisi ön plana çıkmaktadır. Bununla beraber, yerel alanlardaki topografik yapılanmadan (farklı bakı, yükselti ve eğim) kaynaklanan farklı mikroiklim özellikleri ile farklı toprak özelliklerinin türlerin kimyasal bileşenlerinin konsantrasyonlarını etkilediği ve bu nedenle de ayrışmalarının farklı olduğu bildirilmiştir[56]. Bunun yanında, farklı orman formasyonlarının (saf yada karışık orman formasyonu) ve yerel alanlarda meydana gelen küçük veya büyük çaptaki zararların örneğin, böcek zararı, fırtına nedeniyle ormanda meydana gelen açıklıklar, yangın gibi, ortamdaki ölü örtü ayrışmasını etkilediği birçok çalışmada bildirilmiştir [56,70,49].

Türkiye ormanlarının ölü örtü miktarları, kimyasal özellikleri, besin rezervleri, hidrolojik ve fiziksel özellikleri konularında birçok çalışma bulunmaktadır [9,33,38,40,41]. Bununla beraber, ölü örtünün ayrışma seyri üzerindeki çalışmaların

sayısı oldukça azdır [56]. Sarıyıldız ve Ark(2005) Artvin yöresinde yaptıkları çalışmada, farklı türlerin ölü örtü ayrışması üzerinde bakı ve yükseltinin önemli bir etkisinin olduğunu belirlemişlerdir. En yüksek ölü örtü ayrışması en düşük yükseltilerde bulunurken, bunu sırasıyla orta ve üst yükseltiler takip etmiştir. Bakı olarak ise kuzey bakılardaki ölü örtü ayrışması güney bakılardan daha hızlı olarak belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada, Mudrick ve Ark. (1994) yaptıkları çalışmada, kuzey bakıda bulunan kavak, kestane ve akçaağaç türlerinin ölü örtülerinin ayrışmasının güney bakıda yetişenlerin, kuzey bakıda yetişenlerden daha hızlı olduğunu bildirmiştir. Çalışmalarında, orta yükseltide bulunan ölü örtülerin en üst ve en alt yükseltilere göre daha yavaş ayrıştığını bulmuşlardır [46].

Doğu ladinini (*Picea orientalis* (L.) Link) ibrelerinin ayrışmasında kimyasal yapının, tür karışımının ve orman gülünün (*Rhododendron ponticum* L.) etkisi” isimli çalışmada, Sarıyıldız ve Ark(2005), doğu ladininin kimyasal yapısı ve ayrışma oranlarını, Artvin yöresinde yetişen doğu kayını, saplı meşe, sarıçam, doğu Karadeniz göknarı ve Anadolu kestanesi türleriyle karşılaştırmıştır. Ladin ibreleri kayın yapraklarından sonra en düşük azot miktarına sahip olurken, lignin konsantrasyonu ile C:N ve lignin:N oranları kayından sonra en yüksek ladin ibrelerinde olduğunu bildirmiştir. Arazide yapılan ayrışma deneyinde, doğu ladininin kayından sonra en düşük ayrışmayı gösterdiğini belirtmiştir. Buna ek olarak, ladin-kayın karışık meşcereleri altında ladin ölü örtüsünün ayrışmasının saf ladin meşcerelerinde daha hızlı olduğu, ladin meşceresi altında bulunan orman gülünün (*Rhododendron ponticum* L.) doğu ladinini ölü örtüsünün ayrışmasını yavaşlattığını bildirmiştir. Sonuç olarak, doğu ladinini ibrelerinin ayrışması üzerinde içerdiği kimyasal yapı önemli olmakla birlikte, bulunduğu ortamdaki şartların önemli ölçüde etkili olabileceğini ifade etmiştir [71].

Sarıyıldız ve ark. (2004), “Artvin Yöresinde Yetişen Doğu Ladinini İbrelerinin Ayrışması Üzerine Bakı ve Yamaç Durumunun Etkileri” adlı çalışmalarında [58] farklı yamaçlardan ladin ibrelerinin ayrışma oranları arasında bütün örnekleme süreleri için önemli bir fark olduğunu belirlemişlerdir. Gölge bakıların alt yükseltilerinde, ladin ibreleri güneşli bakılardan daha hızlı ayrışırken, orta yükseltilerde ise bunun tersi olarak, güneşli bakılarda ibre ayrışması daha hızlı meydana gelmiştir. Üst yükseltilerde ise güneşli ve gölge bakılar arasında bir fark belirlenmemiştir. Her iki bakıda da üst yükseltilere gidildikçe ladin ibre ayrışmasında bir azalma olduğu belirlenmiştir [58].

Yerel alanlarda, zararlı böceklerin vermiş oldukları zararların ölü örtü ayrışmasını önemli ölçüde değiştirdiği yönünde bir kaç çalışma bulunmaktadır [14,18]. Bu çalışmalarda, böcek zararının meşcere kapalılığını değiştirerek toprak sıcaklık ve nemini etkilediği ve türün ibrelerinin kimyasal yapısını değiştirmesine neden olduğu (erken ibre dökümü nedeniyle daha fazla N miktarı) bildirilmiştir. Sonuç olarak ta değişen mikroiklim ve kimyasal özellikler ölü örtü ayrışmasını değiştirmiştir. Bu değişiklik zaman içinde toprak kalitesini, besin elementlerinin döngüsünü ve ortamdaki ağaçların büyüme ve gelişmesini etkileyebilecektir.

Ladin kabuk böceği; *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidea), Avrupa ladin ormanlarına en çok zarar veren böceklerden biri olduğu gibi [16], Doğu Karadeniz Ladin Ormanlarına da 1980'li yıllarda gelerek, tüm ladin ormanlarımıza yayılarak, kitle üremesi yaptığı sahalarda *Picea orientalis*'lerin geleceğini tehlike altına sokarak ülkemizde de en tehlikeli kabuk böceği türlerinden biri olmuştur [6]. Bugün, Hatıla Vadisi Milli Parkında ladin ağaçlarına vermiş olduğu zararın 15000 hektar olduğu bildirilmiştir[23]. Bu alanlarda, görsel olarak bakıldığında, üst yükselteler ve güney bakılarda böceğin vermiş olduğu zararın daha fazla olduğu görülmektedir. Yurtdışı kaynaklı yapılan çalışmalarda *Ips typographus* türünün Avrupa ladini meşcerelerine saldırma oranlarının meşcerenin bulunduğu bakı, yükselti, toprak besin elementleri, yaşı, sıklığı gibi bir çok faktör tarafından etkilendiği bildirilmiştir [68].

Ladin ağacının *I. typographus* tarafından konukçu haline gelmeye karşı direnç yeteneği, ağacın dirençliliğinin, meşcere koşullarının ve zararlının sayısının bir fonksiyonudur. Konukçu ağaçların dirençliliği ve savunma mekanizmaları *I. typographus* tarafından yapılan saldırının başarısında çok önemli bir yer tutmaktadır. Ladin meşcerelerinin bulunduğu yer ile yaşı, *I. typographus*'un saldırısına karşı gösterdikleri dirençte etkili olduğu görülmektedir. Güney bakıda bulunan ağaçlar ile güneşi direk gören ağaçların tercihen daha fazla saldırı altında olduğu, özellikle güneş ışınımı seviyesindeki ani yükselmelere maruz kalan alanlardaki ağaçlara saldırının daha fazla olduğu bildirilmiştir. Meşcerelerin dirençliliğini etkileyen faktörleri belirlemek için birçok risk analizleri gerçekleştirilmiştir. Çok yönlü regresyon analizleri, yükselti ve toprak besin elementlerinin, özellikle azot, fosfor ve magnezyum, *I. typographus*'un saldırı oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Saldırı olasılığının temelde su miktarına, güney ve batı bakıda kalan meşcere sınırının



miktarına, öz çürümesi yapan ağaçların miktarına, meşcerenin yaşına, radyal büyümedeki değişime ve ladin ağaçlarının miktarına bağlı olduğu bazı çalışmalarda belirtilmektedir [26,70].

### 2.3. Toprak Solunumu ile İlgili Literatür Özetleri

Toprak solunumu, toprak içerisindeki canlılarından ve bitki köklerinden atmosfere çıkan toplam karbondioksit miktarı ile ifade edilmektedir. Toprak solunumu ile ilgili ülkemizde yapılmış pek az çalışma bulunmaktadır. Ancak küresel iklim değişikliği ile yakından ilgili olduğu için son yıllarda önemi giderek artmaktadır.

Raich ve Tüfekçioğlu(2000), “Vejetasyon ve Toprak solunumu:İlişkiler ve Kontroller” isimli çalışmasında, toprak solunumunu etkileyen etmenler irdelemişler ve toprak solunumu ile ilgili çalışmaları derleyerek, aynı toprak koşullarında farklı vejetasyonların (çayır, orman ve tarla) toprak solunumu oranlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada, bitki örtüsü tipinin solunumu etkileyen en önemli etmenlerden biri olduğu fakat iklim etmenleri (özellikle sıcaklık ve nem) ve toprak etmenlerinin de toprak solunumu üzerine etkili olduğu belirtilmiştir. Ayrıca yapraklı ormanların ibrelili ormanlardan %10 daha fazla toprak solunumuna sahip olduğu ve çayır alanlarında toprak solunumun bitişindeki orman alanına oranla %20 daha fazla olduğu bildirilmiştir. Sonuçta çalışma; toprak solunumu, ekosistemlerin biyolojik aktivite ve toprak kalitesi yönünden karşılaştırılmasına olanak verdiği için uygulayıcılar açısından yararlı olacağı vurgulanmıştır [52].

Tüfekçioğlu ve Arkadaşları (2001), A.B.D.’ nin Iowa Eyaletinde dere kenarı kavaklık, çayır ve bitişindeki mısır ve soya tarlasındaki toprak solunumunu aylık olarak iki yıl süreyle araştırmışlar. Toprak solunum değerlerinin  $0,14 \text{ gr C m}^{-2}\text{gün}^{-1}$  ile  $8,3 \text{ g gr C m}^{-2}\text{gün}^{-1}$  arasında değiştiğini bulmuşlardır. Kavaklık ve çayır alanlarının, mısır ve soya tarlalarına oranla daha fazla toprak solunumu değerlerine sahip olduğunu bildirmektedirler [69].

Tüfekçioğlu ve Arkadaşları (2004), Artvin ili Genya Dağı mevkinde genç ve yaşlı doğu ladin (orman gülü diri örtüsü bulunan ve bulunmayan) ve bitişindeki çayır alanlarında, bitki türü ve örnekleme zamanının toprak solunumu üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Ortalama toprak solunumunun, altında orman gülü bulunan yaşlı ladin büklerinde ( $0,59 \text{ gr C m}^{-2}\text{gün}^{-1}$ ), altında orman gülü olmayan ladin büklerine ( $0,89 \text{ gr C}$

m<sup>-2</sup>gün<sup>-1</sup>) göre daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin, orman glü diri örtüsünün toprağın asitleşmesini arttırarak mikroorganizma faaliyetlerini olumsuz yönde etkilemesinden olabileceği ifade edilmiştir. Yaşlı ladin ormanı ile çayırılık alan arasındaki toprak solunumu farkı istatiki olarak anlamlı bulunurken, genç doğu ladini ormanı ile çayırılık alan arasında istatistiki anlamda önemli bir fark bulunamamıştır. Toprak sıcaklığı ve toprak neminin, toprak solunumundaki varyasyonunun %75'ini açıkladığı ve toprak solunumundaki mevsimsel değişimlerin toprak sıcaklığındaki mevsimsel değişimlere paralel seyrettiği bulunmuştur. Sonuç olarak, çayırılık alanların, yaşlı ladin ormanlarına kıyasla daha fazla toprak solunumuna sahip olduğu tespit edilmiştir [68].

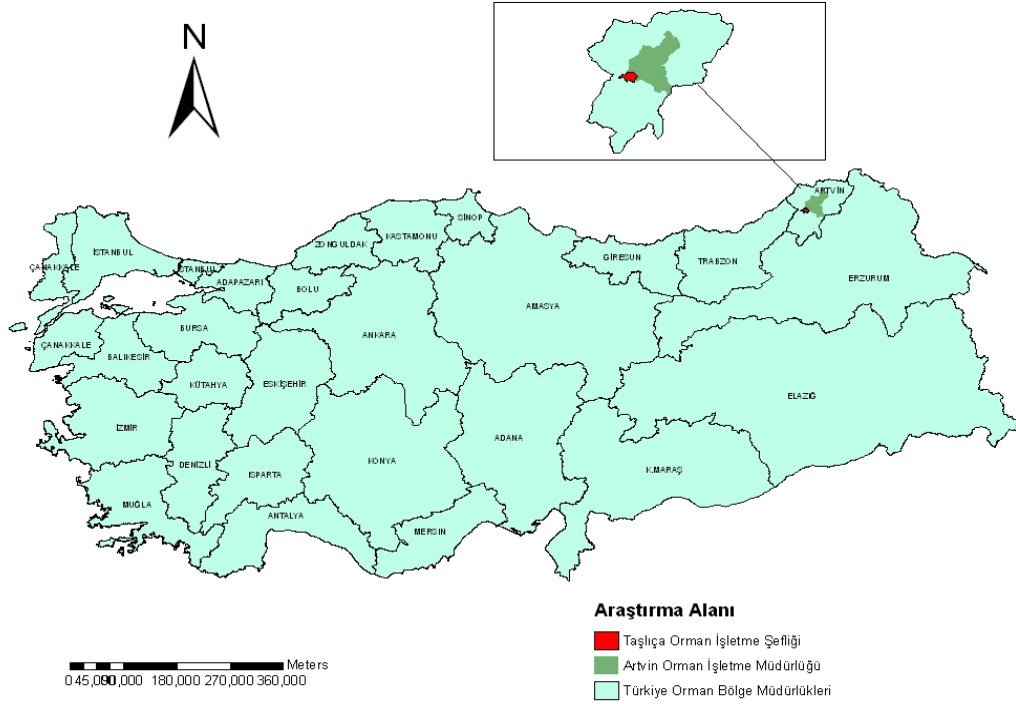
zbayram (2006), Artvin Seyitler Köyü mevkisinde farklı arazi kullanımlarının toprak solunumları üzerine etkilerini araştırmıştır [49]. Toprak solunumunun vejetasyon tipine göre anlamlı farklılık gösterdiği bulunmuştur. Toprak solunumundaki mevsimsel değişim araştırılmış ve toprak neminin mevsimsel değişimlerine göre değiştiği belirlenmiştir. Toprak sıcaklığı ile toprak solunumu arasında negatif yönde ilişki bulunmuştur. Ortalama toprak solunumu; yüzey altı toprağın (15-35 cm) pH'sı, kum, kil, toz içeriği ve organik madde miktarı ile anlamlı olarak değişim gösterdiği bulunmuştur. Öte yandan toprak solunumu ile üst toprağın (0-15 cm) zellikleri ve toprak altı biyokütlesi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır [48].

Holt ve Ark (1990) kök solunumunun toplam toprak solunumuna katkısı adlı çalışmasında toprak solunumu üzerinde sıcaklığın nemden daha fazla etki ettiğini ve bunun sonucunda kısa geçen yağışlı mevsimlerde solunum aktivitelerinin kurak mevsimlere nazaran daha fazla olduğu ifade edilmiştir [32].

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Çalışma Alanının Tanıtımı**

Bu alışma; Türkiye'nin Kuzeydoğusunda, Artvin ilinin 30 km batısında yer alan Hatıla Vadisi Milli Parkı, kısmen doğal saf doğu ladini ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma yapılan alanlar, Artvin Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı, Taşlıca Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer almaktadır (4561160m- 4562764m kuzey enlemleri ile 722303m- 724317m doğu boylamları ararsında) (Şekil 3.1).

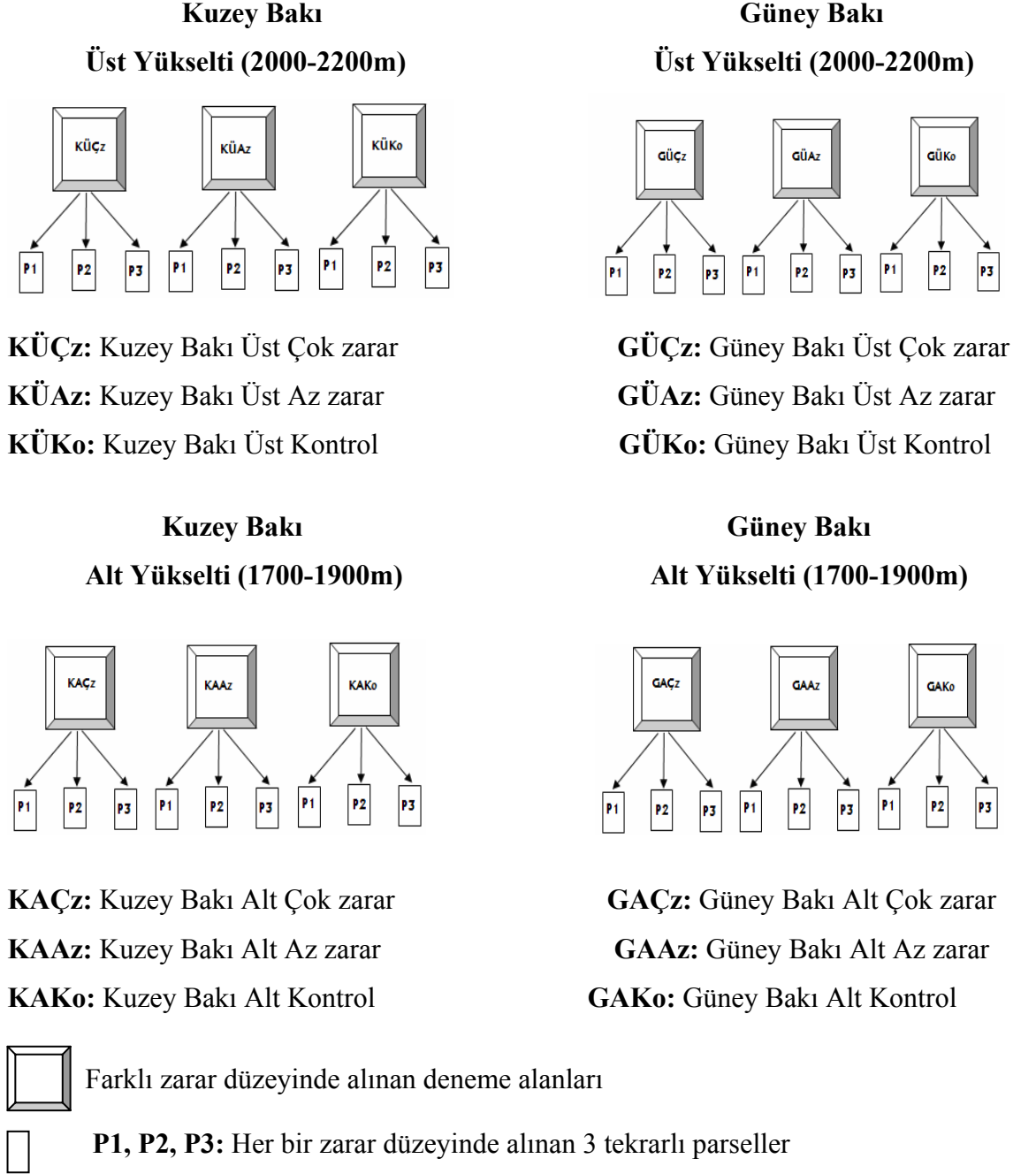


Şekil 3.1 Çalışma Alanının Türkiye Orman Bölge Müdürlükleri Haritasındaki Konumu

Hatila Vadisi Milli Parkı içerisinde doğu ladini farklı türlerle (özellikle yapraklı türlerden kayın, kestane, kayacık, sapsız meşe vb.) karışım oluşturmakla birlikte, Milli Parkın yaklaşık 1750 m yükseltisinden başlayıp en üst yükseltisine kadar (orman sınırı-2200 m) yayılışını saf olarak yapmaktadır.

Çalışma için gerekli deneme alanları bu yükselti kuşaklarının hem kuzey hem de güney bakılarının en alt (1700-1900 m) ve en üst (2000-2200m) yükselti sınırları arasından seçilmiştir. Çalışma alanındaki saf ladin meşcereleri doğal yolla oluşmuş, saf ladin alanları olup son 15-20 yıl içinde şiddetli kabuk böceği zararına maruz kalmıştır. Bu sebeple deneme alanları seçilirken, bu alanlarda böceklerin meşçereye vermiş olduğu zarar dereceleri de dikkate alınmıştır. Meşçerelerin zarar durumlarına göre deneme alanları (1) çok zarar görmüş, (2) az zarar görmüş ve (3) zarar görmemiş (kontrol) olarak 3 farklı sınıfa ayrılmıştır. Buna göre Şekil 3.2 de görülen düzenek kullanılarak, her bir deneme alanından üç tane 20x20 m genişliğinde deneme parselleri alınmıştır. Buna göre alınan toplam deneme parseli sayısı 36 dır (2 farklı bakı x 2 farklı

yükselti x 3 deneme alanı (farklı zarar düzeyi) x 3 deneme parseli = 36). Bu parsellerin sınırları ip çekilerek belirlenmiş ve yerleri GPS ile işaretlenmiştir.



Şekil 3.2 Arazide Alınan Deneme Alanlarının Şematik Olarak Gösterimi

Böcek zarar dereceleri arasındaki farklılık görsel olarak ta fark edilmektedir(Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Böcek Zararı Görmüş Alanlardan Genel Görünüş

### 3.1.1. İklim Özellikleri

Çalışma alanının iklim verileri, alana en yakın Artvin İli Merkez Meteoroloji İstasyonundan alınan (628 m- kuzey bakı) alınmıştır [2]. Bu veriler çalışma alanındaki yükselti kuşaklarının ortalama yükseltilerine enterpole edilmiştir (Çizelge 3.1).

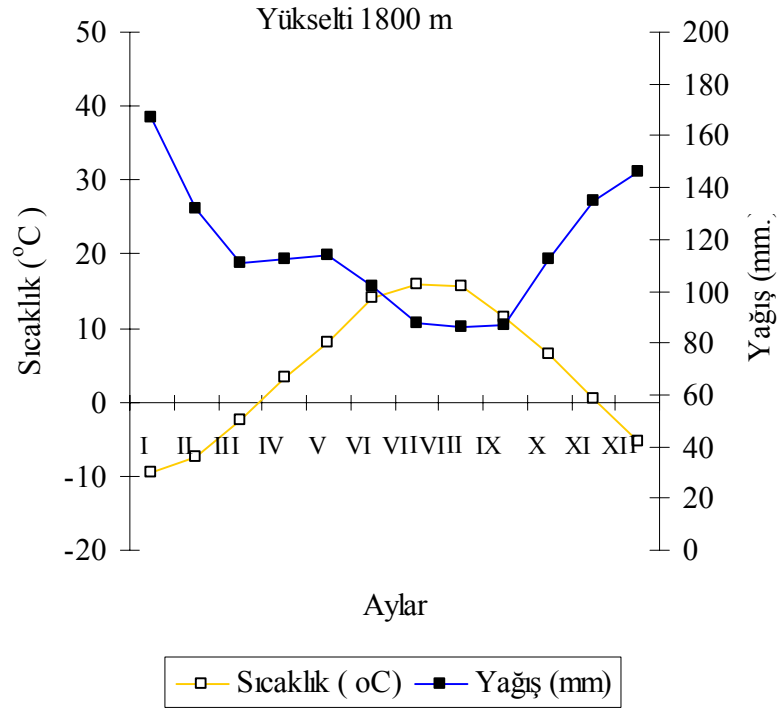
Genel olarak, Artvin’de iklim kışları soğuk yazları ise yarı kurak olarak tanımlanmaktadır [2]. Çalışma alanımızın yıllık toplam yağış miktarı en alt yükseltide (ortalama yükselti 1850 m) 1392 mm, yağışın en yüksek olduğu ay Ocak (167 mm), en düşük olduğu ay Ağustos (86 mm) tur. Yıllık ortalama sıcaklık 4.2 °C dir. Mevsimler itibariyle yağış rejimi ilkbahardan yazı doğru hızla azalmaktadır. En yağışlı mevsim kış (445 mm), en kurak mevsim ise yazdır (276 mm). En üst yükseltide ise (ortalama yükselti 2145 m) yıllık toplam yağış 1569 mm, yağışın en yüksek olduğu ay Ocak (182 mm), en düşük olduğu ay Ağustos (100 mm) tur. Yıllık ortalama sıcaklık 1,8 °C dir.

Thornthwaite yöntemine göre her iki yükseltide de su noksanı bulunmazken, aynı değerler kullanılarak Walter yöntemine göre yapılan hesaplama ve çizilen grafiklerde alt yükseltide su açığının olduğu görülmektedir (Şekil 3.4, Şekil 3.5).

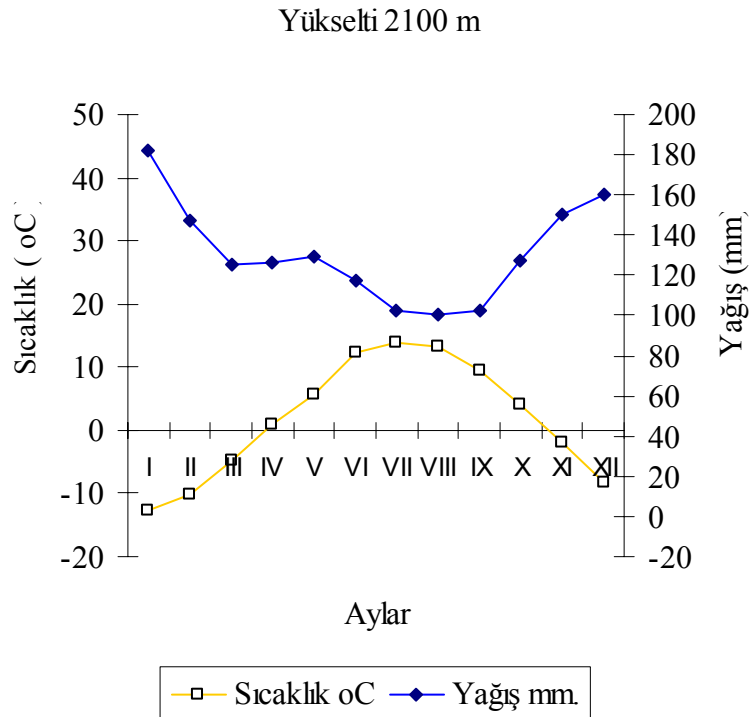
Kuzey ve güney bakıların iklim verileri arasındaki farklılıklar (özellikle sıcaklık) TUBİTAK projesi kapsamında her iki bakıya kurulan taşınabilir otomatik meteoroloji istasyonlarından (Davis Instrument 6161C Cabled Vantage Pro 2) elde edilen verilerden faydalanılarak belirlenmiştir [62].

**Çizelge 3.1** Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1980-2001 Yıllarına Ait Meteorolojik İklim Değerleri ve Thornthwaite Yöntemine Göre Enterpole Edilmiş Çalışma Alanlarına Ait Bazı İklim Değerleri

Artvin Meteoroloji İstasyonu (628 m, Enlem: 41°10'' N, Boylam: 41° 49'' E), 1980-2001 Ölçme Yıllarına ait İklim Değerleri														
Bilanço elemanları		A Y L A R												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	°C	2,4	2,9	6,5	12,0	15,3	18,4	20,5	20,4	17,7	13,7	8,4	4,3	11,9
Düzeltilmiş PE	PET	5,2	6,6	23,1	54,7	84,5	107,1	123,9	115,1	83,8	55,7	25,6	10,6	695,8
Yağış	y	111	76	55	56	58	46	32	30	31	56	79	90	719,7
Gerçek EP	GET	5,2	6,6	23,1	54,7	84,5	107,1	45,0	29,5	31,3	55,7	25,6	10,6	478,9
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	78,9	85,6	52,5	-	-	-	217,0
Su Fazlası	Sf	105,7	70	32	1	-	-	-	-	-	-	-	33	240,8
Artvin- Hatila Milli Parkı'nın (1800m, Enlem:41°51'' N,Boylam: 41° 06'' E), Artvin Meteoroloji İstasyonunu 1980-2001 Ölçme Yıllarına Ait İklim Verilerine Göre Enterpole İklim Değerleri														
Bilanço elemanları		A Y L A R												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	°C	-9,5	-7,3	-2,4	3,2	8,0	14,2	16,0	15,6	11,5	6,4	0,5	-5,4	4,2 °C
Düzeltilmiş PE	PET	0,0	0,0	0,0	21,2	48,5	77,9	89,1	87,5	65,0	39,6	4,1	0,0	433,1
Yağış	y	167	132	111	112	114	102	88	86	87	112	135	146	1392 mm
Gerçek EP	GET	-	-	-	21,2	48,5	77,9	89,1	87,5	65,0	39,6	4,1	-	433,1
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Su Fazlası	Sf	167	132	111	91	66	24	-	-	19	72	131	146	958,9
Artvin- Hatila Milli Parkı'nın (2100m, Enlem:41°51'' N, Boylam: 41° 06'' E), Artvin Meteoroloji İstasyonunu 1980-2001 Ölçme Yıllarına Ait İklim Verilerine Göre Enterpole İklim Değerleri														
Bilanço elemanları		A Y L A R												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	°C	-12,8	-10,3	-4,9	0,9	5,6	12,4	13,8	13,4	9,3	4,1	-2,0	-8,2	1,8
Düzeltilmiş PE	PET	0,0	0,0	0,0	10,6	50,1	94,1	103,2	94,0	61,7	29,6	0,0	0,0	443,2
Yağış	y	182	147	126	126	129	117	103	100	102	127	150	160	1569
Gerçek EP	GET	-	-	-	10,6	50,1	94,1	103,2	94,0	61,7	29,6	-	-	443,2
Su Noksanı	Sn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
Su Fazlası	Sf	182,0	147	126	115	78,9	22,9	-	5,9	40,3	97,4	150	160	1125,8



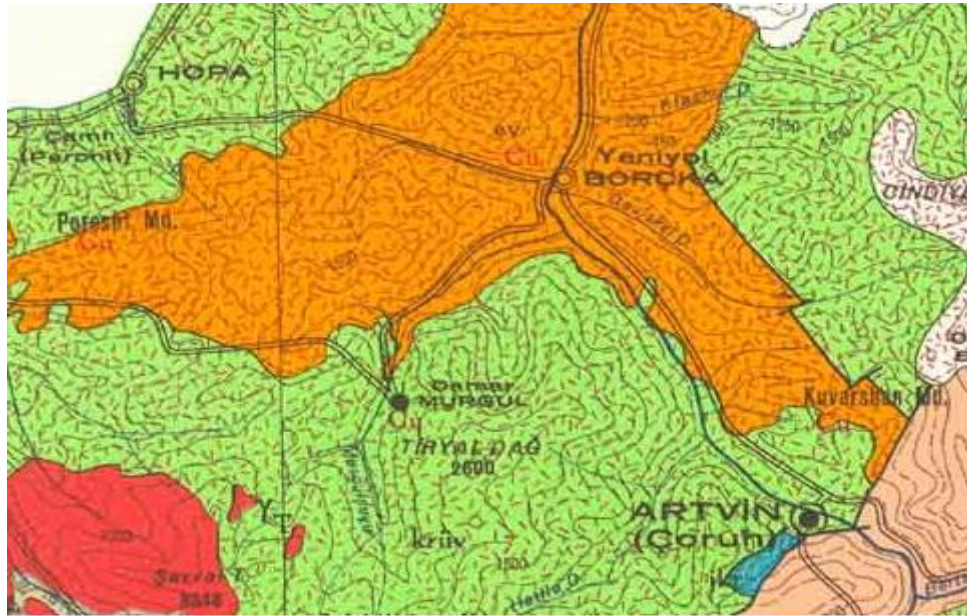
Şekil 3.4 Walter Yöntemine Göre Alt Yükseltiye Ait Sıcaklık -Yağış Grafiği



Şekil 3.5 Walter Yöntemine Göre Üst Yükseltiye Ait Sıcaklık-Yağış Grafiği

### 3.1.2 Jeolojik Yapı ve Toprak Özellikleri

Çalışma alanı, Pliyosen zamanının, Üst Kretase dönemine ait volkanik fasiyeslerle örtülüdür (Şekil 3.6). Toprak örneklerinin alınması amacıyla açılan profillerde A<sub>h</sub> ve C horizonu açık bir şekilde belirgin iken B horizonu oluşumu belirgin değildir. Genel olarak, çalışma alanlarının toprakları yüksek miktarda kum içermekte olup, topraklar kumlu\_balçık türündedir. Çalışma alanında Kahverengi Kireçsiz Asit Orman Toprak tipi hakim durumdadır[3]. Çalışma alanlarına ait ayrıntılı toprak bilgiler bulgular kısmında verilecektir.



**kriv** Üst Kretase, Volkanik Fasiyes

**Cu** Bakır

Şekil 3.6 Araştırma alanının jeoloji haritası[45]



### 3.2 Ölü Örtü Ayırışmasının Belirlenmesi

Farklı bakı, yükselti ve zarar düzeyinin ölü örtü ayırışması üzerine olan etkisini incelemek amacıyla, deneme alanlarının toprak yüzeyine düşmüş olan o yıla ait ibre örneklerinden yeterli miktarda toplanmış ve plastik poşetlere konularak etiketlenmiştir. Önceki yıllara ait olan rengi koyulaşmış ve mantarla kaplanmış ibre örneklerinin örneklerin alınmamasına özen gösterilmiştir.

Araziden alınan ibreler laboratuarda ilk önce hava kurusu hale getirildikten sonra, 40 °C'ye ayarlanmış fırında 48 saat bırakılarak fırın kurusu hale getirilmişlerdir. Bir miktar ibre örneği, başlangıçtaki nem miktarları belirlemek için 85 °C'ye ayarlanmış fırına konulmuş ve fırın kurusu hava kurusu farkından yararlanılarak başlangıçta içerdiği yüzde nem miktarı belirlenmiştir. Fırın kurusu haldeki ibrelerin bir kısmı ise yavaş bir şekilde elle kırılmış, daha sonra bunlar plastik poşetlere konularak kimyasal analiz için saklanmıştır. Saklanan bu örnekler daha sonra 85 °C'ye ayarlanmış fırında kurutulmuş ve bitki öğütme değirmeninde öğütülerek 1 mm den daha küçük hale getirilmiştir. Öğütülen örneklerin içerdikleri toplam karbon, lignin, azot, fosfor, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve mangan miktarları belirlenmiştir. Organik karbon, Nelson ve Sommers'in Islak Yakma metoduyla (1982), Lignin miktarı, Rowland ve Roberts'in Acid Detergent Fiber metoduyla (1994), besin elementlerinden Azot, Kjeldahl digestion metodu, fosfor molibden blue metodu, kalsiyum, potasyum, magnezyum ve mangan ise atomik absorpsiyon cihazında belirlenmiştir[7]. Bütün kimyasal analizler üç tekrarlı yapılmıştır.

İbre örneklerinin arazideki kütle kaybını belirlemek amacıyla, 10x10 cm genişliğinde, 1 mm den daha küçük gözeneklere sahip ölü örtü ayırışma poşetleri hazırlanmıştır. Hazırlanan bu poşetler, ibre örneklerinin alındığı deneme alanlarına meşcerelerin zarar düzeyleri de dikkate alınarak meşcerenin mineral toprak üzerine küçük demir çubuklarla uçlarından sabitleştirilmişlerdir.

İbreler farklı bakılardan, yükseltilerden ve farklı derecede böcek zararı görmüş meşcerelerden alındığından kimyasal bileşenleri de farklılık gösterecektir. Sadece iklim özelliklerinin ibre ayırışması üzerine olan etkisini belirleyebilmek için kimyasal yapısı aynı olan standart ibre örnekleri de yine her bir deneme alanına ölü örtü ayırışma poşetleri içinde bırakılmıştır.

Bunun yanında her bakının alt ve üst yükseltilerine konulan kimyasal yapısı farklı ibreler yine yer değiştirilerek, yani alt bakıdan toplanan ibre örnekleri üst bakıya, üst bakıdan toplananlar alt bakıya bırakılarak, iklim ve kimyasal yapı arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır.

Her bir deneme alanından 6 ayda bir 9 poşet (3 standart + 3 yerinde ayrışan + 3 değişik yükseltiden) olmak üzere bakının bir yükseltisinden 27 adet ve toplam da ise 108 ölü örtü poşeti alınmış ve laboratuara getirilmiştir. Laboratuara getirilen ölü örtü poşetleri içindeki ibrelerin yaş ağırlıkları belirlendikten sonra, 85 °C'lik fırında 2 saat bırakılmıştır. Yaş ağırlık-fırın kurusu ağırlık farkından yararlanarak yüzde nem miktarı hesaplanmıştır. Daha sonra, ibrelerin başlangıçtaki ağırlıklarına göre kaybettikleri kütle bulunmuştur.

Ayrışma sabitesi (k) Olson'un (1963) ayrışma modelinde kullandığı ve günümüzde de yaygın olarak kullanılan  $W_t / W_0 = e^{-kt}$  formülüne göre hesaplanmıştır. Burada,  $W_t = t$  zamanındaki kalan kütle,  $W_0$  ise başlangıçtaki kütle ifade etmektedir. Yine Olson tarafından kullanılan, %95 kütle azalması için gerekli olan zaman  $T_{95} = 3/k$  formülünden yararlanarak hesaplanmıştır(48).

### 3.3 Toprak Solunumunun Belirlenmesi

Toprak solunumu için farklı yükselti ve bakılardaki az zarar görmüş deneme parsellerinden bir tanesinde 9 tekrarlı olarak toplam 36 adet solunum örnekleme yapılmıştır. Toprak solunumu soda kireç yöntemi kullanılarak yapılmıştır [15,68]. Kullanılan bu yöntemde, ortalama 60 gram soda kireci alınarak daha önce darası belirlenmiş kavanozlara konularak içindeki nem içeriğini bertaraf etmek için 105 °C deki kurutma fırınında bir gece bekletilmektedir. Sonra her bir kavanoz tartılmakta ve ağırlıkları not edilerek numaralandırılmaktadır. Daha sonra bu kavanozlar araziye götürülerek deneme alanlarına ağız açık şekilde tek tek bırakılarak yüzey alanı belli olan plastik kovalarla üzerleri kapatılmaktadır. Güneş ısınmasından etkileşimini aza indirmek için kovaların üzerine alüminyum folyo konulmakta ve araziye koyma saatleri not edilmektedir. Kontrol amaçlı olarak 6 adet kavanozun ağızları 1 dakika açık şekilde bekletilmekte ve ağızları kapatılmaktadır. Bir gün sonra ise arazideki kavanozlar alma saatleri not edilerek ağızları sıkı şekilde kapatılarak laboratuara getirilmektedir. Alınan

kavanozlar laboratuarda 105 °C deki kurutma fırınında bir gece bekletildikten sonra tartılmakta ve ağırlık kazanımları hesaplanmaktadır. Daha sonra kontrol kavanozlarındaki ağırlık kazanımları da dikkate alınmak suretiyle formülde gerekli işlemler yapılarak o alandaki günlük toprak solunumu  $gr C m^{-2}$  olarak belirlenmektedir (52).

### **3.4 Bazı Toprak Özelliklerinin Belirlenmesi**

Toprak özelliklerini belirleyebilmek için her bir deneme alanından 3 farklı derinlik kademesine göre toprak profilleri açılmıştır ve 3 farklı derinlik kademesinden (0-15cm; 15-35cm ve 35-65cm) toprak örnekleme yapılmıştır. Alınan örnekler etiketlenerek laboratuara getirilmiştir.

Araziden alınan toprak örnekleri, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı laboratuvarında kağıt üzerinde kurutulup hava kuru hale getirilmiştir. Hava kuru hale getirilen bu örnekler porselen havanda dövülmüş, sonra 2 mm'lik elekten elenmiş ve poşetlere koyularak etiketlenmiştir. Bazı kimyasal analizler(toprak organik maddesi) için her bir toprak örneğinden yeterli miktarda toprak yine havanda dövülerek 0,5 mm'lik elekten elenmiş, etiketlenmiş ve poşetlere koyulmak suretiyle analize hazır hale getirilmiştir. Toprak pH'sı 1/2.5 toprak-su karışımında ve 1:2.5 1 N KCl-su karışımında belirlenmiştir [28].

Toprak organik maddesi Kalra ve Maynard (1991) tarafından modifiye edilmiş Walkley Black metoduyla, toprak tekstürü (kum, toz ve kil miktarları) Gülçür tarafından geliştirilmiş Bouyoucos'un hidrometre metoduyla belirlenmiştir [28]. Toprak makro ve mikro besin elementleri analizi Konya Ticaret Borsası Laboratuvarında yaptırılmıştır.

Fosfor molibden blue metodu, kalsiyum, potasyum, magnezyum, sodyum, demir, çinko, bakır ve mangan ise atomik absorpsiyon cihazında belirlenmiştir [7]. Bütün analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

### **3.5 Deneme Parsellerinin Özellikleri ve Dendrometrik Ölçümler**

Çalışma alanındaki deneme parsellerinde ölçülen bazı meşcere özelliklerinin ortalama değerleri Çizelge3.2 de verilmiştir. Bakı, yükselti ve böcek zarar durumuna

göre meşcere özellikleri ve dendrometrik ölçümler arasındaki farklılıklar bulgular kısmında değerlendirilmiştir.

Çalışma parsellerinin eğimi %30 ile %70 arasında değişmiştir. Parsel alanlarının kapalılığı böcek zararı da dikkate alındığında zarar gören alanlarda ortalama %20, zarar görmeyen yerlerde ise ortalama %90 dır. Kapalılığın zarar gören alanlarda aşırı derecede azalması, böcek zararlarından dolayı kuruyan bireylerin ibrelerinin dökülmesi yanında bunların kesimle alandan uzaklaştırılmasından kaynaklanmaktadır. Kapalılığın kırıldığı yerler genel olarak yoğun bir şekilde orman gülü, böğürtlen, ayı üzümü, çayır otları gibi diri örtü türleri tarafından kaplanmıştır. Kapalılığın kırılmadığı alanlarda ise yoğun diri örtü bulunmamaktadır (Şekil 3.7).



**Şekil 3.7** Çok zarar görmüş deneme parseli içinden bir görünüm

Her bir deneme parseli içinde kalan 8 cm den büyük bütün ağaçların göğüs çapı (130 cm) ve boyları ölçülmüştür. Bazı parsellerde tüm ağaçların bazı parsellerde ise bazı ağaçların çift kabuk kalınlığı ile 3-4 hakim ağacın yaşı belirlenmiştir. Daha sonra meşcere kapalılığı tahmini olarak belirlenmiştir. Meşcere kapalılığını yorumlamada, “Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine, Uygulanmasına ve Yenilenmesine Dair Yönetmelik” teki kapalılık sınıflaması kullanılmıştır [30]. Yönetmeliğe göre

kapalılık derece üzerinden yüzde ile ifade edilmiş ve sıra ile (0,1,2,3,4,5) rakamları ile gösterilmiştir. Bunlar;

- (0) Boşluklu kapalı: Tepe kapalılığı % 10 ve daha az,
- (1) Gevsek kapalı: Tepe kapalılığı % 11- % 40'a kadar,
- (2) Orta kapalı: Tepe kapalılığı % 41- % 70'e kadar,
- (3) Kapalı ve tam kapalı: Tepe kapalılığı % 71- % 100'e kadar,
- (4) Sıkışık veya girift kapalı: Tepe kapalılığı % 100'den fazla,
- (5) Dikine kapalı: (Seçme kurulusundaki meşcereler için.)

Her bir parsel alanının meşcere profili için, her bir ağacın baktığı anayöne doğru (kuzey, güney, doğu ve batı) dal uzunlukları daha önceden hazırlanan çizelgelere yazılmıştır. Ağaçların çapları çap ölçer yardımıyla, boyları dijital boy ölçer yardımıyla, kabuk kalınlığı kabuk ölçer yardımıyla, yaş ise artım burgusu yardımıyla ölçülmüştür. Her bir deneme parselinin meşcere sıklık derecesi daha sonra büroda hesaplanmıştır. Meşcere sıklık derecesinin hesaplanmasında genel olarak kullanılan şu formülden yararlanılmıştır [54].

$$S = G_{\text{meşcere}} / G_{\text{tablo}}$$

$$G_{\text{meşcere}} = \text{arazide ölçülen göğüs yüzeyi}$$

$$G_{\text{tablo}} = \text{normal hasılat tablosundaki göğüs yüzeyi}$$

Ancak yapılan bu hesaplamada bazı parsellerde sıklık değeri 1 den daha fazla çıkmaktadır. Bu nedenle CURTIS vd. (1981) tarafından geliştirilen yöntem kullanılarak sıklık değeri karşılaştırma amacıyla ayrıca hesaplanmıştır. Bu yöntemle göre sıklık Derecesi aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Bu formül;

$$SD = \frac{G}{\sqrt{dg}} \text{ dir.}$$

Bu formülde; SD = sıklık derecesi, G = meşcere göğüs yüzeyi (m<sup>2</sup>/ha), dg = meşcere göğüs yüzeyi orta ağacının çapı (cm)'dir.

Çizelge 3.2 Ölçümü yapılan meşcere özelliklerinin ortalama değerleri

Bakı Türü	Kuzey Bakı							
Yükselti Sınıfı	Üst Yükselti				Alt Yükselti			
Zarar Düzeyi	Çz	Az	Kont	Ort	Çz	Az	Kont	Ort
Meşcere Özellikleri	Çz	Az	Kont	Ort	Çz	Az	Kont	Ort
Yükselti (m)	2137	2141	2146	2141	1823	1801	1769	1798
Eğim (%)	38	48	47	44	45	40	38	41
Yaş (yıl)	130 <sup>d</sup>	108 <sup>bc</sup>	85 <sup>a</sup>	104	118 <sup>c</sup>	102 <sup>b</sup>	89 <sup>a</sup>	180
Üstboy (m)	17 <sup>a</sup>	20 <sup>b</sup>	22 <sup>b</sup>	20	24 <sup>bc</sup>	26 <sup>c</sup>	28 <sup>cd</sup>	24
Kapalılık (%)	22 <sup>a</sup>	70 <sup>c</sup>	90 <sup>e</sup>	76	57 <sup>b</sup>	83 <sup>d</sup>	93 <sup>e</sup>	59
Ölüm oranı (%)	87 <sup>g</sup>	30 <sup>d</sup>	16 <sup>b</sup>	37	46 <sup>e</sup>	20 <sup>c</sup>	5 <sup>a</sup>	29
Çift kabuk kalınlığı (cm)	3.01 <sup>d</sup>	2.82 <sup>c</sup>	2.33 <sup>b</sup>	2,28	2.68 <sup>c</sup>	2.47 <sup>b</sup>	1.38 <sup>a</sup>	3,05
Göğüs yüzey (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	96 <sup>f</sup>	71 <sup>d</sup>	61 <sup>c</sup>	39,7	47 <sup>b</sup>	36 <sup>a</sup>	34 <sup>a</sup>	75,3
Sıklık derecesi	13.2 <sup>c</sup>	12.1 <sup>c</sup>	8.88 <sup>b</sup>	7,90	8.74 <sup>b</sup>	7.65 <sup>a</sup>	7.10 <sup>a</sup>	9,94
Çap (cm)	43 <sup>d</sup>	38 <sup>cd</sup>	35 <sup>c</sup>	22,3	24 <sup>b</sup>	22 <sup>a</sup>	21 <sup>a</sup>	50
Bakı Türü	Güney Bakı							
Yükselti Sınıfı	Üst Yükselti				Alt Yükselti			
Zarar Düzeyi	Çz	Az	Kont	Ort	Çz	Az	Kont	Ort
Meşcere Özellikleri	Çz	Az	Kont	Ort	Çz	Az	Kont	Ort
Yükselti (m)	2142	2123	2131	2132	1862	1842	1808	1837
Eğim (%)	43	43	42	43	62	68	65	65
Yaş (yıl)	140 <sup>e</sup>	120 <sup>d</sup>	110 <sup>c</sup>	109	114 <sup>c</sup>	105 <sup>b</sup>	97 <sup>b</sup>	180
Üstboy (m)	23 <sup>b</sup>	25 <sup>c</sup>	27 <sup>c</sup>	24	29 <sup>cd</sup>	31 <sup>d</sup>	33 <sup>d</sup>	27
Kapalılık (%)	18 <sup>a</sup>	63 <sup>c</sup>	90 <sup>e</sup>	74	50 <sup>b</sup>	82 <sup>d</sup>	92 <sup>e</sup>	60
Ölüm oranı (%)	95 <sup>g</sup>	44 <sup>e</sup>	23 <sup>c</sup>	49	70 <sup>f</sup>	24 <sup>c</sup>	10 <sup>a</sup>	32
Çift kabuk kalınlığı (cm)	3.70 <sup>e</sup>	3.33 <sup>d</sup>	2.94 <sup>d</sup>	1,96	2.86 <sup>cd</sup>	2.54 <sup>bc</sup>	1.71 <sup>a</sup>	3,19
Göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	106 <sup>f</sup>	80 <sup>e</sup>	64 <sup>c</sup>	66	73 <sup>d</sup>	69 <sup>d</sup>	52 <sup>b</sup>	83,3
Sıklık derecesi (m <sup>2</sup> cm <sup>-1/2</sup> ha <sup>-1</sup> )	16.5 <sup>d</sup>	12.1 <sup>c</sup>	9.74 <sup>b</sup>	11,7	11.4 <sup>c</sup>	10.8 <sup>b</sup>	7.62 <sup>a</sup>	12,5
Çap (cm)	58 <sup>e</sup>	52 <sup>e</sup>	36 <sup>c</sup>	27,3	31 <sup>c</sup>	27 <sup>bc</sup>	24 <sup>b</sup>	39

### 3.6 İstatistik Analizi

Farklı zarar düzeyine, bakıya ve yükseltiye göre belirlenen toprak özelliklerinin , ibrelerin kimyasal bileşenlerinin ve Toprak Solunumunun ortalama değerleri arasında farklılık olup olmadığı, SPSS paket programı (Version 9.0 for Windows) kullanılarak, Çoğul Varyans Analizi yardımıyla belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunu takiben, farklılıkların önem derecesi Tukey testi (HSD) ( $\alpha=0.05$ ) yardımıyla ortaya konulmuştur. Ayrıca ibrelerin kütle kayıpları ile kimyasal bileşenleri arasındaki ilişki Korelasyon Analizi yardımıyla belirlenmiştir.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Ölü Örtü Ayrışması

#### 4.1.1 Ölü Örtünün kimyasal bileşenlerindeki değişim

Bak<sub>1</sub>, yükselti ve böcek zararına bağlı olarak ladin ibrelerinin kimyasal bileşimindeki değişiklik Çizelge 4.1 de verilmiştir. Bu üç etkenin ibrelerin kimyasal bileşimine tek başlarına ve beraber yaptıkları etkinin istatistiksel önem derecesi Çizelge 4.2 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 Bak<sub>1</sub>, yükselti ve böcek zararına bağlı olarak ladin ibrelerinin kimyasal bileşimleri

Besin elementleri	Kuzey Bakı ÜstYükselti				Kuzey Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
C (%)	46,50	46,30	47,30	<b>46,70</b>	46,30	46,60	46,50	<b>46,47</b>
N (%)	1,46	1,23	1,18	<b>1,29</b>	1,46	1,19	1,17	<b>1,27</b>
P (%)	0,08	0,07	0,05	<b>0,06</b>	0,06	0,07	0,05	<b>0,06</b>
K (%)	0,14	0,18	0,14	<b>0,15</b>	0,18	0,12	0,28	<b>0,20</b>
Ca (%)	1,18	1,22	1,28	<b>1,23</b>	0,97	1,12	1,69	<b>1,26</b>
Mg (%)	0,10	0,11	0,09	<b>0,10</b>	0,11	0,12	0,12	<b>0,11</b>
Mn (%)	0,29	0,19	0,32	<b>0,27</b>	0,19	0,04	0,19	<b>0,14</b>
Lignin (%)	38,50	39,30	40,50	<b>39,43</b>	35,10	34,80	35,40	<b>35,10</b>
C: N	31,70	37,50	40,20	<b>36,47</b>	31,80	39,00	39,70	<b>36,83</b>
C: P	615,9	711,4	954,0	<b>832,7</b>	807,3	630,9	869,1	<b>769,1</b>
Lignin: N	26,30	31,80	34,40	<b>30,83</b>	24,10	29,20	30,20	<b>27,83</b>
Lignin: P	511,1	603,6	816,7	<b>643,8</b>	612,2	472,3	662,5	<b>582,3</b>
Lignin: Ca	32,60	32,20	31,50	<b>32,10</b>	36,30	31,00	21,00	<b>29,43</b>
Besin elementleri	Güney Bakı ÜstYükselti				Güney Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
C (%)	47,50	47,40	47,40	<b>47,43</b>	47,90	47,60	47,30	<b>47,60</b>
N (%)	1,39	1,25	1,17	<b>1,27</b>	1,34	1,21	1,17	<b>1,24</b>
P (%)	0,06	0,05	0,10	<b>0,07</b>	0,05	0,05	0,04	<b>0,05</b>
K (%)	0,26	0,22	0,25	<b>0,25</b>	0,09	0,18	0,20	<b>0,15</b>
Ca (%)	0,85	1,14	1,91	<b>1,30</b>	1,07	1,28	1,31	<b>1,22</b>
Mg (%)	0,26	0,27	0,34	<b>0,29</b>	0,08	0,10	0,12	<b>0,10</b>
Mn (%)	0,10	0,14	0,13	<b>0,12</b>	0,10	0,16	0,11	<b>0,12</b>
Lignin (%)	43,40	43,00	42,50	<b>42,97</b>	41,30	41,30	40,80	<b>41,13</b>
C: N	34,10	38,20	40,70	<b>37,67</b>	35,80	39,00	40,60	<b>38,47</b>
C: P	758,8	1048,9	487,0	<b>764,90</b>	884,3	1019,1	1122,0	<b>1008,5</b>
Lignin: N	31,20	34,50	36,40	<b>34,03</b>	30,90	33,80	35,00	<b>33,23</b>
Lignin: P	693,5	950,9	436,0	<b>693,47</b>	762,6	884,2	966,3	<b>871,03</b>
Lignin: Ca	51,10	37,60	22,30	<b>37,00</b>	38,50	32,20	31,20	<b>33,97</b>

Çizelge 4.2 Bakı yükselti ve zarar düzeyinin ölü örtünün kimyasal bileşenleri üzerine tek başlarına ve birlikte etkilerinin istatistiki analizi

	Sources	SS	df	MS	F	Eta Squared
Carbon	Z.D.	0.15	2	0.07	2.56	0.176
	B.	8.12	1	8.12	286.0***	0.923
	Yük.	0.01	1	0.01	0.16	0.006
	Z.D. x B.	0.90	2	0.45	15.8*	0.568
	Z.D. x Yük.	0.77	2	0.39	13.6*	0.531
	B.x Yük.	0.34	1	0.34	12.0*	0.333
	Z.D. x B. xYük.	0.23	2	0.12	4.04*	0.252
Lignin	Z.D.	0.27	2	0.14	2.48	0.171
	B.	202.3	1	202.3	3724.6***	0.994
	Yük.	83.9	1	83.9	1545.7***	0.985
	Z.D. x B.	5.37	2	2.68	49.4*	0.805
	Z.D. x Yük.	0.55	2	0.275	5.06	0.296
	B.x Yük.	13.8	1	13.8	253.7***	0.914
	Z.D. x B. xYük.	1.66	2	0.831	15.3*	0.560
N	Z.D.	0.393	2	0.20	1691.0***	<b>0.993</b>
	B.	0.01	1	0.07	61.8*	0.720
	Yük.	0.01	1	0.04	36.8*	0.605
	Z.D. x B.	0.02	2	0.01	97.3*	0.890
	Z.D. x Yük.	0.01	2	0.01	8.05*	0.401
	B.x Yük.	0.01	1	0.01	1.94	0.075
	Z.D. x B. xYük.	0.01	2	0.01	8.10*	0.403
P	Z.D.	0.01	2	0.01	27.4*	0.695
	B.	0.01	1	0.01	72.2**	0.750
	Yük.	0.01	1	0.01	464.8***	0.951
	Z.D. x B.	0.01	2	0.01	546.7***	0.979
	Z.D. x Yük.	0.01	2	0.01	292.9***	0.961
	B.x Yük.	0.01	1	0.01	328.3***	0.932
	Z.D. x B. xYük.	0.01	2	0.01	393.1***	0.970
K	Z.D.	0.02	2	0.01	100.4***	0.893
	B.	0.03	1	0.03	253.8***	0.914
	Yük.	0.01	1	0.01	2.08	0.080
	Z.D. x B.	0.03	2	0.02	128.5***	0.915
	Z.D. x Yük.	0.02	2	0.01	98.3**	0.891
	B.x Yük.	0.02	1	0.02	156.9***	0.867
	Z.D. x B. xYük.	0.07	2	0.04	334.9***	0.965
Ca	Z.D.	1.743	2	0.87	3530.9***	<b>0.997</b>
	B.	0.02	1	0.02	8.19*	0.254
	Yük.	0.05	1	0.05	21.8*	0.476
	Z.D. x B.	0.09	2	0.04	172.5**	0.935
	Z.D. x Yük.	0.03	2	0.03	51.2*	0.810
	B.x Yük.	0.03	1	0.04	114.0**	0.826
	Z.D. x B. xYük.	0.92	2	0.46	1854.8***	0.994
Mg	Z.D.	0.01	2	0.04	308.7**	0.963
	B.	0.07	1	0.07	5894.5***	0.996
	Yük.	0.07	1	0.07	5974.1***	0.996
	Z.D. x B.	0.01	2	0.03	235.8**	0.952
	Z.D. x Yük.	0.01	2	0.01	30.3*	0.717
	B.x Yük.	0.10	1	0.10	8263.3***	0.997
	Z.D. x B. xYük.	0.01	2	0.01	106.8**	0.899



Çizelge 4.2 (Devam) Bakı Yükselti ve zarar düzeyinin ölü örtünün kimyasal bileşenleri üzerine yalnız başlarına ve birlikte etkilerinin istatistiki analizi

	Sources	SS	df	MS	F	Eta Squared
Mn	Z.D.	0.02	2	0.01	1470.0***	0.992
	B.	0.06	1	0.06	8702.6***	0.997
	Yük.	0.04	1	0.07	5414.0***	0.996
	Z.D. x B.	0.06	2	0.08	4065.1***	0.997
	Z.D. x Yük.	0.01	2	0.02	50.8*	0.809
	B.x Yük.	0.04	1	0.04	5354.3***	0.996
	Z.D. x B. xYük.	0.02	2	0.01	172.3**	0.935
	C:N	Z.D.	310.1	2	155.1	1034.4***
B.		17.3	1	17.3	115.2**	0.828
Yük.		3.25	1	3,25	21.7*	0.474
Z.D. x B.		15.15	2	7.58	50.5*	0.808
Z.D. x Yük.		4.05	2	2.02	13.5*	0.529
B.x Yük.		0.63	1	0.63	4.18	0.148
Z.D. x B. xYük.		1.86	2	0.93	6.19*	0.340
C:P		Z.D.	63071.6	2	31535.8	57.6*
	B.	133631.7	1	133631.7	244.1***	0.910
	Yük.	143952.0	1	143952.0	262.9***	0.916
	Z.D. x B.	332868.5	2	166434.2	304.0***	0.962
	Z.D. x Yük.	168801.2	2	84400.6	154.2**	0.928
	B.x Yük.	124206.9	1	124206.9	226.9***	0.904
	Z.D. x B. xYük.	268576.7	2	134288.3	245.3***	0.953
	Lignin: N	Z.D.	222.4	2	111.2	930.3***
B.		164.3	1	164.3	864.0***	0.983
Yük.		32.6	1	32.6	272.4**	0.919
Z.D. x B.		10.7	2	5.37	44.9*	0.789
Z.D. x Yük.		4,033	2	2.02	16.9*	0.584
B.x Yük.		11.1	1	11.1	93.1**	0.795
Z.D. x B. xYük.		0.284	2	0.14	1.19	0.090
Lignin: Ca		Z.D.	1036.0	2	518.0	2361.9***
	B.	200.8	1	200.8	915.3***	0.974
	Yük.	72.0	1	72.0	328.0**	0.932
	Z.D. x B.	154.0	2	77.1	351.0**	0.967
	Z.D. x Yük.	21.0	2	10.5	47.7*	0.799
	B.x Yük.	0.215	1	0.22	0.98	0.039
	Z.D. x B. xYük.	495.4	2	247.7	1129.0***	0.989
	Lignin: P	Z.D.	50411.0	2	25205.5	65.2*
B.		257644.2	1	257644.2	666.3***	0.965
Yük.		30612.2	1	30612.2	79.1**	0.767
Z.D. x B.		262862.2	2	131431.1	339.9***	0.966
Z.D. x Yük.		127155.7	2	63577.9	164.4**	0.932
B.x Yük.		128816.4	1	128816.4	333.1***	0.933
Z.D. x B. xYük.		225936.3	2	112968.1	292.2***	0.961

Yıldız işareti anlam düzeyini göstermektedir: \* P<0.05; \*\* P<0.01; \*\*\* P<0.001.

İbrelerin toplam karbon, lignin, fosfor, potasyum, magnezyum ve mangan konsantrasyonları ve lignin:P oranları bakımından göstermiş oldukları farklılıklar üzerindeki en önemli faktörler bakı ve yükselti olarak belirlenmiştir. Örneğin, Üst

yükseltiden alınan ibrelerin ortalama lignin konsantrasyonu kuzey bakıda(%39.4) güney bakıya (%43) göre önemli derecede düşük bulunmuştur. Üst yükseltiden alınan ibreler, alt yükseltiden alınan ibrelerden daha fazla lignin konsantrasyonuna sahip olmuşlardır (Çizelge 4.1). Sariyildiz ve ark. (2005) Artvin yöresinde kayın, meşe ve kestane türlerinin bakı ve yükseltiye bağlı olarak kimyasal bileşimlerinin miktarlarında meydana gelen değişimler konulu çalışmalarında, alt yükseltiden üst yükseltiye doğru gidildiğinde türlerin lignin miktarlarında önemli bir artış olduğunu bildirmişlerdir. Aynı şekilde, güney bakılarda türlerin daha fazla lignin içerdiğini rapor etmişlerdir. Lignin miktarındaki artış ile toprakların düşük katyon değişim kapasitesi ve baz doygunluğu arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu bildirmişlerdir [59]. Benzer sonuçlar, yani toprak besin elementlerinin fakir olduğu, suyun yetersiz olduğu alanlarda yetişen türlerin daha fazla lignin içerdiği diğer çalışmalarda da ortaya konulmuştur [72,73] Bizim çalışmamızda da, ilerleyen kısımlarda görülebileceği gibi, üst yükselti ve güney bakılar toprak özellikleri (bitki besin elementleri açısından) bakımından daha fakirdir. Bu nedenle, ladin ölü örtüsünün daha düşük kalitede olmasının (daha fazla miktarda lignin ve daha düşük besin elementi özellikle azot) bundan kaynaklandığını düşünülmektedir.

Böcek zarar derecesine göre de ibrelerin kimyasal bileşim miktarlarında farklılıklar belirlenmiştir. Özellikle, azot ve kalsiyum konsantrasyonları ile C:N ve lignin:Ca oranları böcek zarar derecesine bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir. Böceklerin en fazla zarar verdiği meşcerelerdeki azot konsantrasyonu diğer alanlardan daha fazla bulunmuştur. Kalsiyum konsantrasyonu ise zarar gören alanlardaki ibrelerde daha düşük bulunmuştur. Böcek zararının, türün ölü örtüsünün kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimleri inceleyen çalışmaların ortak sonucu, zarar gören ibrelerin zamanından önce dökülmesi ölü örtünün besin elementi miktarını (özellikle azot) arttırdığı yönündedir [14,18]. Bununla beraber, daha inatçı olan lignin bileşiklerde ise herhangi bir değişikliğe neden olmamaktadır. İbrelerin erken dökülmesi, taşınabilir besin elementlerinin, özellikle azotun, ağacın ibresinden taşınmadan önce ibre ile birlikte orman toprağına ulaşmasına neden olmakta, buda ölü örtünün azot miktarını arttırmaktadır. Burada sunduğumuz çalışmada da böceklerin zarar verdikleri alanlardan toplanan ibrelerin azot miktarlarındaki artış bu çalışmaların sonuçlarını destekler yöndedir. Azot konsantrasyonunda meydana gelen bu değişimler, ölü örtü

ayrışmasının seyrinin belirlenmesinde önemli bir belirleyici olan C:N ve Lignin:N oranlarının da önemli derecede değişmesine neden olmuştur (Çizelge 4.1).

Böcek zarar derecesine göre de ibrelerin kimyasal bileşim miktarlarında farklılıklar belirlenmiştir. Özellikle, azot ve kalsiyum konsantrasyonları ile C:N ve Lignin:Ca oranları böcek zarar derecesine bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir. Böceklerin en fazla zarar verdiği meşcerelerdeki azot konsantrasyonu diğer alanlardan daha fazla olarak belirlenmiştir. Kalsiyum konsantrasyonu ise zarar gören alanlardaki ibrelerde daha düşük bulunmuştur.

#### **4.1.2 Ölü örtü ayrışması ve kimyasal bileşen ve mikro iklim özellikleri ile olan ilişkisi**

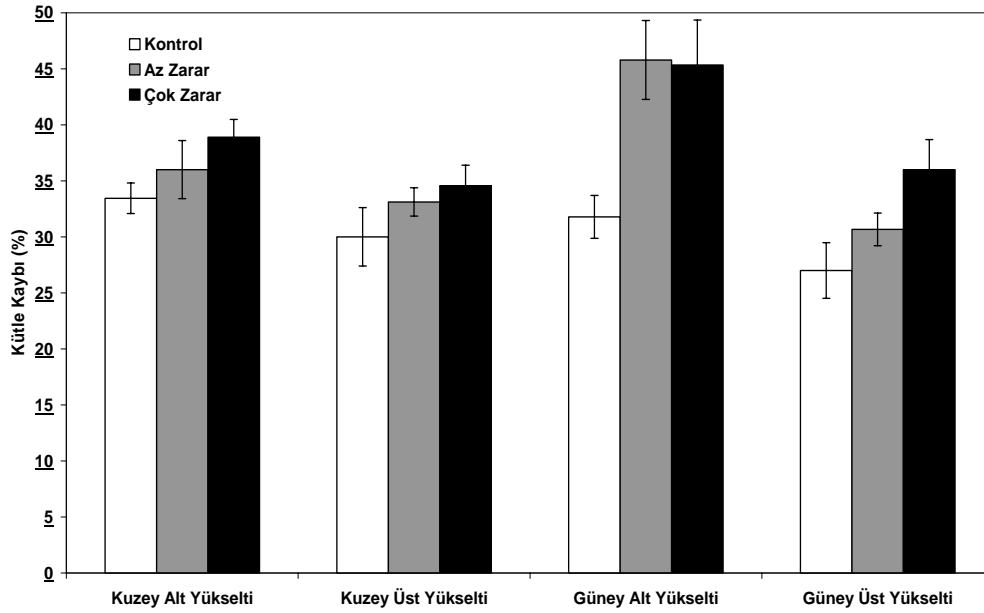
Ladin ölü örtüsünün, kuzey ve güney bakılara, bu bakıların alt ve üst yükseltilerine ve her bir yükseltideki farklı böcek zarar düzeylerine göre göstermiş olduğu kütle azalmalarının bir yıllık sonuçları Şekil 4.1 de gösterilmiştir.

Kütle azalması değerleri üzerinde böcek zarar derecesinin, bakının ve yükseltinin tek ve birlikte oynadığı etkilerin önem derecesi Çizelge 4.2 de verilmiştir. Buna göre; kütle azalması; zarar derecesi, bakı ve yükseltinin tek başlarına ve birbirleriyle etkileşiminden önemli derecede etkilenmektedir.

Bakı ve yükselti ile zarar düzeyinin kütle azalması üzerine etkilerinin önem derecesi varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3. te verilmiştir.

Her iki bakıda da, alt yükselti'deki ibreler üst yükseltilerden daha hızlı bir ayrışma göstermiştir. Örneğin, kuzey bakıda alt yükseltideki ibrelerin kütle azalması % 36 iken (kontrol, orta ve yüksek böcek zararı olan ibrelerin ayrışmalarının ortalaması) üst yükseltideki ibrelerin kütle azalması % 33 olmuştur. Güney bakıda ise, alt yükseltideki kütle azalması %41 iken üst yükseltideki kütle azalması %31 olarak bulunmuştur. İki bakı arasındaki ibre kütle azalmaları arasındaki farklılıklar incelendiğinde, alt yükseltiler dikkate alındığında güney bakılarda ibreler daha hızlı ayrışırken, üst yükseltilerdeki ise iki bakı arasında ibre ayrışma oranları bakımından fazla bir fark olmadığı bulunmuştur. Burada bulduğumuz sonuçlar, yapraklı 3 tür (kestane, meşe ve kayın) kullanılarak, bakı ve yükseltiye bağlı olarak ölü örtü ayrışmasının değişimini araştıran Sarıyıldız ve arkadaşlarının (2005), buldukları sonuçlarla benzerlik göstermektedir[59]. Sarıyıldız ve arkadaşları(2005), her üç tür için

de ölü örtü ayrışmasının alt yükseltelerde ve kuzey bakılarda daha hızlı olduğunu bildirmişlerdir. Bizim burada sunduğumuz çalışmada da Doğu ladini alt yükseltelerde daha hızlı ayrışmıştır, fakat farklı olarak doğu ladini ölü örtüleri bakı olarak üst yükseltelerde farklılık göstermez iken, alt yükseltelerde güney bakıdaki ladin ölü örtüsünün ayrışması daha hızlı olmuştur. İki çalışma arasındaki bu farklılığın (1) ayrışma deneyinde kullanılan türlerin farklı olmasından (yapraklı ve iğne yapraklı), (2) çalışmanın gerçekleştiği alanların yükseltelerinin farklı olmasından (özellikle bizim çalışmamız daha üst yükseltelerde gerçekleştirilmiştir), (3) çalışmanın gerçekleştiği alanların bitki çeşitliliği, karışımı yanında toprak canlılarının farklılığından kaynaklandığını düşünmekteyiz.



Şekil 4.1 Yükselti bakıya ve zarar düzeyine göre 1 yıllık kütle kaybının değişimi grafiği

Sarıyıldız ve ark. (2005) türlerin farklı bakı ve yükseltelerde farklı ayrışma oranları göstermelerini, bakı ve yükseltiye bağlı olarak değişen toprak özelliklerinin, türlerin ölü örtülerinin kimyasal bileşenlerini değiştirmesi (özellikle lignin miktarına) olarak açıklamışlardır. Bizim çalışmamızda da, ladin ibrelerinin kimyasal bileşenlerinin miktarları bakımından (özellikle lignin ve azot bakımından) bakı ve yükselti arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. İbre ayrışma oranları üzerinde ibrelerin kimyasal bileşen miktarlarındaki farklılıkların etkisini belirlemek amacıyla oluşturulan korelasyonda, ibrelerin içerdikleri azot konsantrasyonu ibrelerin kütle azalmaları ile

pozitif yönde önemli bir korelasyon gösterirken, Ca, Mg, C:N ve lignin:N oranları ile negatif yönde bir korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.4). Bunun anlamı, azot konsantrasyonunun artması ölü örtü kütle azalmasını arttırmakta, C:N ve lignin:N oranının artması ise ölü örtü ayrışma oranını azaltmaktadır. İbrelerin ayrışması üzerinde kimyasal bileşimlerdeki farklılıkları sabit tutup, bakı, yükselti ve böcek zarar dereceleri nedeniyle oluşabilecek mikroiklim özelliklerin ölü örtü ayrışma oranları üzerine olası etkilerini belirlemek için ilgili alanlara bırakılan standart ibre örneklerinin ayrışma oranlarında önemli farklılıklar belirlenememiştir (Şekil 4.2.).

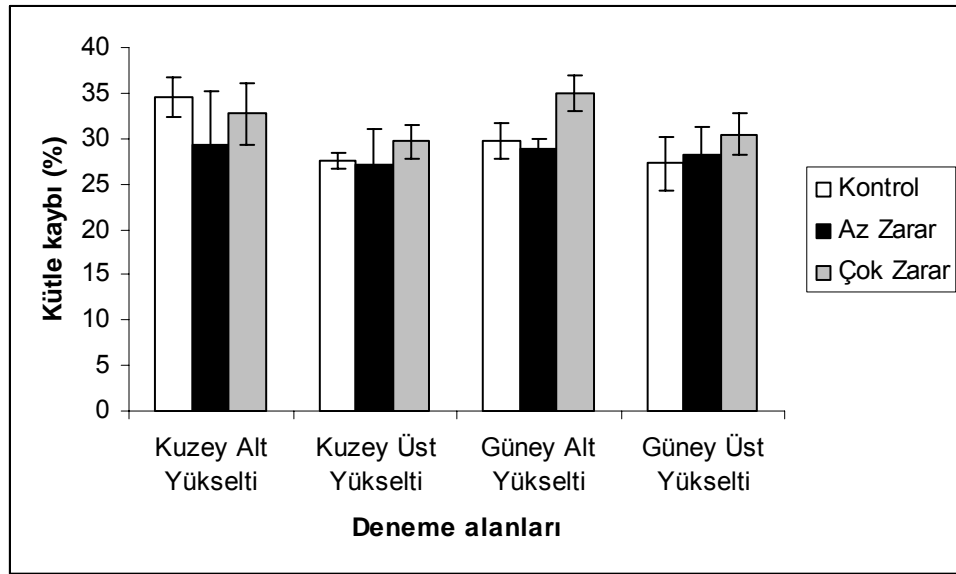
Çizelge 4.3 Bakı ve yükselti ile zarar düzeyinin kütle azalması üzerine etkilerinin önem derecesi varyans analiz sonuçları

Bakı	Yükselti	Z. D.	K	r <sup>2</sup>	Kalan Kütle(%)	Zarar düzeyleri arasındaki farklar (%)	
Kuzey	Üst	Çz	-0.424 ± 0.023	0.996	65.4 ± 1.84	1.5 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>
		Az	-0.402 ± 0.012	0.988	66.9 ± 1.26		
		Kont.	-0.357 ± 0.011	0.972	70.0 ± 2.60		
	Alt	Çz	-0.493 ± 0.015	0.989	61.1 ± 1.58	2.9 <sup>a</sup>	5.5 <sup>b</sup>
		Az	-0.447 ± 0.013	0.995	64.0 ± 2.55		
		Kont.	-0.408 ± 0.005	0.988	66.6 ± 1.36		
Güney	Üst	Çz	-0.448 ± 0.009	0.965	64.0 ± 2.67	6.7 <sup>b</sup>	9.0 <sup>c</sup>
		Az	-0.367 ± 0.007	0.953	69.3 ± 2.48		
		Kont.	-0.315 ± 0.017	0.958	73.0 ± 2.45		
	Alt	Çz	-0.613 ± 0.007	0.962	54.7 ± 1.92	0.5 <sup>a</sup>	13.5 <sup>b</sup>
		Az	-0.616 ± 0.016	0.998	54.2 ± 3.52		
		Kont.	-0.383 ± 0.013	0.991	68.2 ± 4.02		

Mikro iklim özelliklerinden özellikle toprak pH ve nem miktarları böcek zararı gören meşcereler altında farklılıklar göstermiştir. Örneğin, toprak pH sı, fazla zarar gören ve kapalılığı kırılan meşcerelerde daha düşük belirlenmiştir. Bununla beraber, mikroiklim özelliklerindeki farklılıklar, böceklerin farklı derecede zarar verdikleri meşcerelerin bir yıllık ayrışma sürecinde önemli bir etkiye sahip olmamıştır.

Standart ibrelerin ayrışma oranları bakı ve yükseltiye göre farklılıklar göstermekle beraber, bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Bütün bu sonuçlar değerlendirildiğinde, bir yıllık süre içerisinde doğu ladini ibrelerinin ayrışma oranları arasındaki farklılıkları en iyi açıklayan özellik, ladin ibrelerinin kimyasal bileşiminin farklı bakı, yükselti ve böcek zarar derecelerine bağlı olarak değişmesidir. Kimyasal bileşimleri aynı olan ibrelerin (standart ibreler) farklı bakı, yükselti ve zarar görmüş meşcereler altında önemli bir farklılık göstermemesi, ibre ayrışması üzerinde bakı, yükselti ve böcek zararından dolayı değişen mikro iklim özelliklerinin bir yıllık süre içinde baskın bir etkisinin olmadığını göstermektedir.



Şekil 4.2 Yükselti bakı ve zarar düzeyine göre standart ibrelerin 1 yıllık kütle kayıpları

Çizelge 4.4 İbre ayrışma oranları ile kimyasal bileşenler arasındaki korelasyon analizi sonuçları

	Kütle kaybı	Carbon	Lignin	N	P	K	Ca	Mg	Mn	C:N	C:P	Lignin : N	Lignin : Ca	Lignin: P
Kütle kaybı	-													
Carbon	0.103	-												
Lignin	-0.189	0.742**	-											
N	<b>0.635**</b>	-0.088	-0.029	-										
P	0.001	-0.330*	-0.239	0.192	-									
K	-0.076	0.108	0.384*	-0.223	-0.216	-								
Ca	-0.578**	-0.047	-0.017	-0.797**	-0.098	0.347*	-							
Mg	-0.481**	-0.020	0.340*	-0.362*	0.126	0.577**	0.182	-						
Mn	-0.172	-0.485**	-0.305	0.157	-0.034	0.068	0.261	-0.342*	-					
C:N	<b>-0.623**</b>	0.246	0.149	-0.970**	-0.301	0.241	0.789**	0.307	-0.140	-				
C: P	0.013	0.360*	0.252	-0.186	-0.998**	0.212	0.091	-0.137	0.020	0.300	-			
Lignin: N	<b>-0.625**</b>	0.496**	0.674**	-0.661**	-0.352*	0.324	0.574**	0.341*	-0.115	0.756**	0.353*	-		
Lignin: Ca	0.497**	0.304	0.407*	0.809**	-0.103	-0.150	-0.848**	-0.211	-0.130	-0.737**	0.114	-0.249	-	
Lignin: P	0.012	0.459**	0.425**	-0.095	-0.963**	0.196	0.007	-0.130	-0.023	0.226	0.967**	0.413*	0.263	-

\*\* Korelasyon 0.01 düzeyinde anlamlıdır.

\*Korelasyon 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

## 4.2 Toprak Solunumu

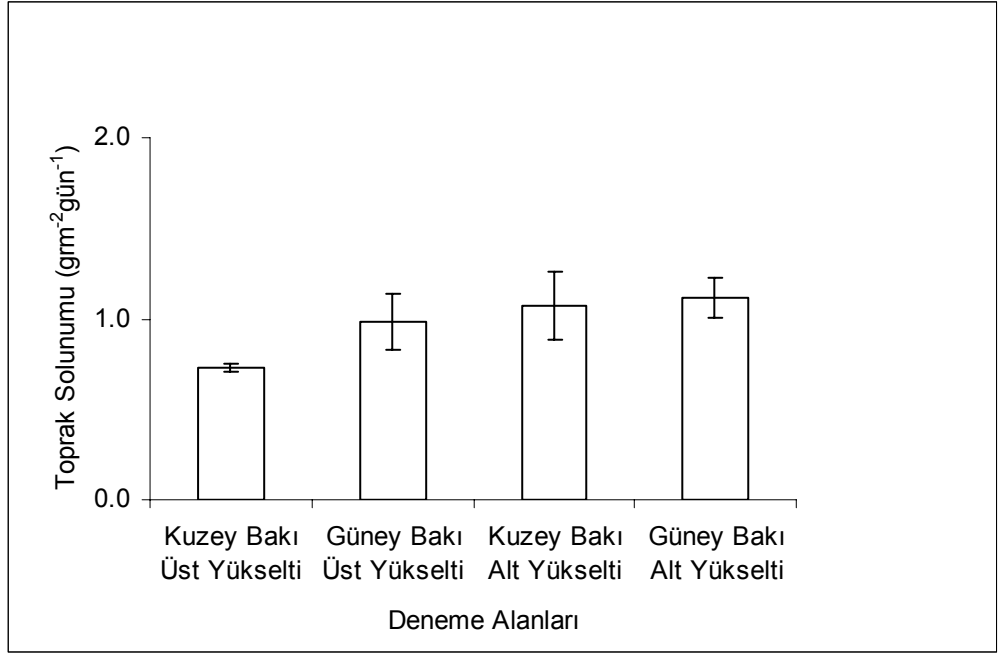
Toprak solunumu yalnız bakı veya yükseltiye göre anlamlı düzeyde ( $P>0,05$ ) farklılık göstermez iken bakı ve yükseltinin etkileşimi sonucu anlamlı derecede ( $p<0,05$ ) farklılık göstermiştir. Toprak sıcaklığı hem yalnız bakı ve yükseltiye göre anlamlı düzeyde hem de bakı ve yükseltiye göre anlamlı derecede ( $P<0,001$ ) farklılık gösterirken, toprak nemi sadece bakı ve yükseltinin etkileşimi sonucu anlamlı düzeyde ( $P<0,05$ ) farklılık göstermiştir(Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Bakı ve yükselti ile toprak sıcaklığı nemi ve solunumu arasındaki çöğül varyans analizi sonuçları

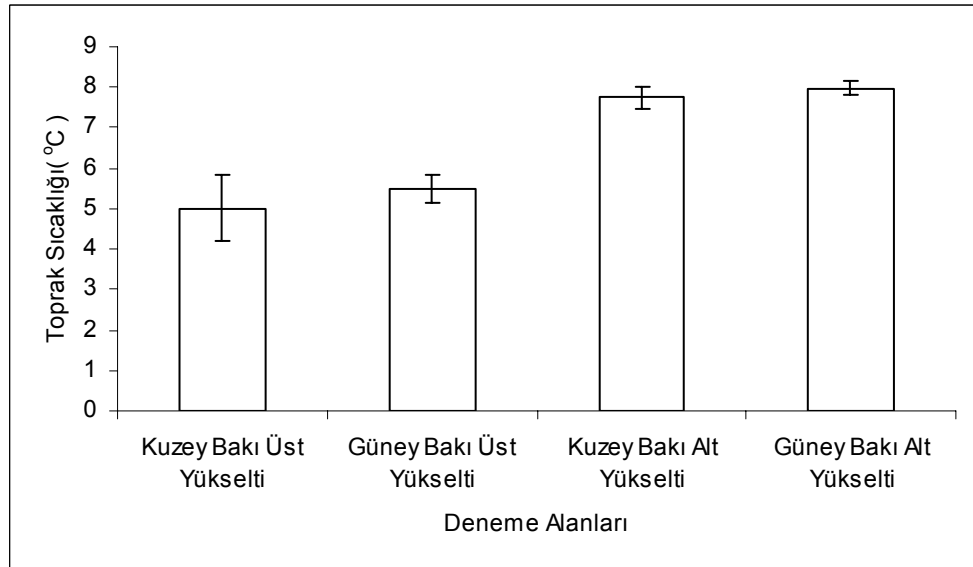
	Bağımlı Değişkenler	SS	df	Mean Square	F	Eta Squared
BAK <sub>1</sub>	SICAKLIK	120.5	1	120.5	239.7	.882***
	NEM	1161.7	1	1161.6	3.59	.101
	SOLUNUM	.039	1	.039	.66	.020
YÜKSELTİ	SICAKLIK	4.22	1	4.22	8.40	.208**
	NEM	119.3	1	119.3	.36	.011
	SOLUNUM	.153	1	.153	2.59	.075
BAK <sub>1</sub> * YÜKSELTİ	SICAKLIK	105.8	1	105.8	210.6	.868***
	NEM	2036.1	1	2036.1	6.28	.164*
	SOLUNUM	.325	1	.325	5.51	.147*

Yükseltiye göre ortalama toprak solunum değerlerini karşılaştırdığımızda her iki bakıda da alt yükseltelerde üst yükseltilere göre daha yüksek bulunmuştur (Şekil 4.3). Bakıya göre ortalama toprak solunum değerleri her iki yükseltide de güney bakılar kuzey bakılara göre daha yüksek bulunmuştur. Toprak nemi ise üst yükseltelerde kuzey bakılar güney bakılara nazaran daha nemli bulunurken, alt yükselteler de bunun tam tersine güney bakılar kuzey bakılara oranla daha nemli bulunmuştur (Şekil 4.5). Şekil 4.3 ve Şekil 4.4 e bakıldığında toprak solunumu ile toprak sıcaklığının yaklaşık olarak birbirine paralel olduğu görülmektedir. Bu da çalışma alanında toprak sıcaklığının toprak solunumunu sınırlayıcı bir faktör olduğunu göstermektedir.

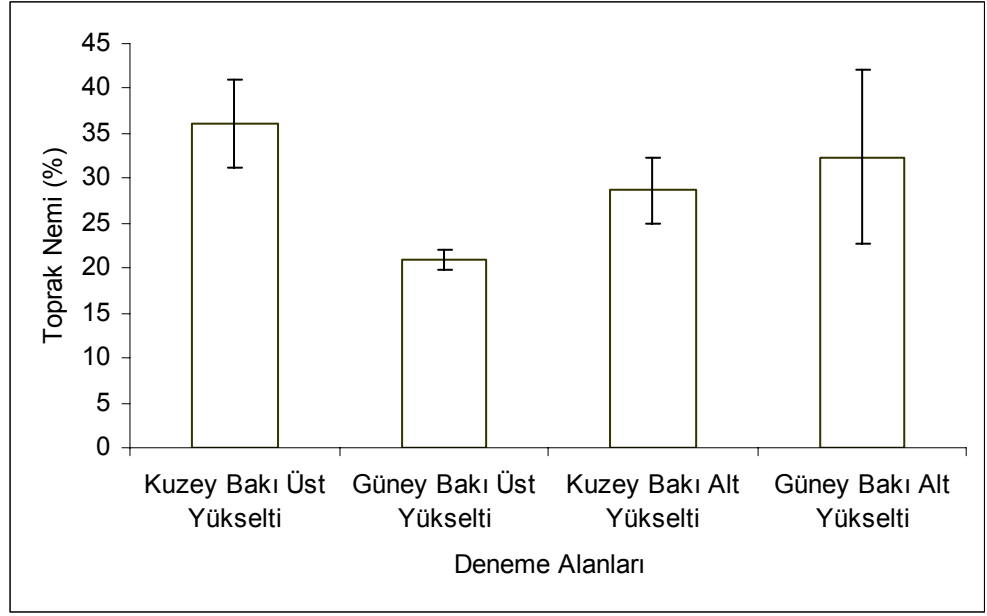




Şekil 4.3 Bakı ve yükseltiye göre ortalama toprak solunum değerleri



Şekil 4.4 Toprak solunumu ölçülen alanlardaki ortalama toprak sıcaklığı değerleri



Şekil 4.5 Toprak solunumu ölçülen alanlardaki ortalama toprak nemi(%) değerleri

### 4.3 Toprak Özellikleri

#### 4.3.1 Toprakların 0-15 derinlik kademesine ait değerleri

Çalışma alanlarının 0-15 cm derinlik kademesinden alınan toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait değerler ve ortalamaları Çizelge 4.6 da verilmiştir. Toprak özelliklerinden pH, organik madde ve toprak tekstürü yükselti ve bakı ile önemli derecede değişiklik gösterirken, toprak besin elementlerinden sadece fosfor, demir ve sodyum bakı ve yükseltiye göre önemli değişiklikler sergilemiştir (Çizelge 4.7). Böcek zarar derecesindeki farklılıklar, toprak pH, organik madde ve birçok besin elementi üzerinde önemli farklılıkların ortaya çıkmasına neden olduğu görülmüştür (Çizelge 4.6, Çizelge 4.7). Aşağıda daha çok bakı ve yükselti bakımından toprak özelliklerindeki değişimler üzerinde durulacaktır.

Kuzey bakıda, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru toprak pH'sı önemli derecede ( $p<0.05$ ) artarken, güney bakıda bunun tam tersi olarak, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru toprak pH'sı önemli derecede ( $p<0.05$ ) azalmıştır. Kantarcı (1979) tarafından yapılan Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey aklanındaki Uludağ göknarı ormanlarında yüksekli-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması adlı çalışmada yükselti ile toprak reaksiyonu arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Sarıyıldız ve Ark (2005), toprak pH, kation değişim kapasitesi ve baz

doğunluğunun bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede değiştiğini belirlemişlerdir.

Çizelge 4.6 0-15 cm derinlik kademesine toprak özelliklerinin ortalama değerleri

Toprak özellikleri	Kuzey Bakı ÜstYükselti				Kuzey Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
pH (H <sub>2</sub> O)	4.08	4.16	4.75	<b>4.33</b>	4.05	4.22	5.26	<b>4.51</b>
TOM (%)	1.4	4.87	5.1	<b>3.79</b>	4.4	6.71	7.27	<b>6.13</b>
Kum (%)	93	89	91	<b>91.00</b>	64	74	70	<b>69.33</b>
Kil(%)	2	3	1	<b>2.00</b>	26	17	18	<b>20.33</b>
Toz (%)	5	8	8	<b>7.00</b>	10	9	12	<b>10.33</b>
Mn (mg/kg)	9.4	22.7	31	<b>21.03</b>	18.3	48.9	53.2	<b>40.13</b>
Cu (mg/kg)	0.27	0.48	0.58	<b>0.44</b>	0.74	0.86	0.91	<b>0.84</b>
Zn (mg/kg)	1.88	2.27	2.98	<b>2.38</b>	1.65	1.9	3	<b>2.18</b>
Fe (mg/kg)	175	204	324	<b>234.33</b>	115	193	408	<b>238.67</b>
Na (mg/kg)	15.3	16.3	19.1	<b>16.90</b>	9.3	10.6	11.7	<b>10.53</b>
Mg (mg/kg)	28	55	111	<b>64.67</b>	88	73	236	<b>132.33</b>
Ca (mg/kg)	411	610	622	<b>547.67</b>	112	287	995	<b>464.67</b>
K (mg/kg)	63	119	159	<b>113.67</b>	105	133	207	<b>148.33</b>
P (mg/kg)	5.03	5.81	6.73	<b>5.86</b>	6.9	9.66	13.3	<b>9.95</b>
Toprak özellikleri	Güney Bakı ÜstYükselti				Güney Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
pH (H <sub>2</sub> O)	4.22	4.61	4.91	<b>4.58</b>	3.62	3.98	4.16	<b>3.92</b>
TOM (%)	1.17	1.5	2.13	<b>1.60</b>	4.08	6.2	6.48	<b>5.59</b>
Kum (%)	77	73	76	<b>75.33</b>	68	69	65	<b>67.33</b>
Kil(%)	9	12	13	<b>11.33</b>	15	12	18	<b>15.00</b>
Toz (%)	14	15	11	<b>13.33</b>	17	19	17	<b>17.67</b>
Mn (mg/kg)	6.2	11.7	21.7	<b>13.20</b>	13.3	23.8	39	<b>25.37</b>
Cu (mg/kg)	0.7	0.81	1.26	<b>0.92</b>	0.65	0.91	1.71	<b>1.09</b>
Zn (mg/kg)	0.98	1.25	2.22	<b>1.48</b>	1.21	1.82	3.08	<b>2.04</b>
Fe (mg/kg)	129	140	171	<b>146.67</b>	151	212	240	<b>201.00</b>
Na (mg/kg)	16	16.9	22.8	<b>18.57</b>	14.3	16.6	17.5	<b>16.13</b>
Mg (mg/kg)	26	31	104	<b>53.67</b>	42	69	159	<b>90.00</b>
Ca (mg/kg)	75	114	572	<b>253.67</b>	248	292	672	<b>404.00</b>
K (mg/kg)	54	84	131	<b>89.67</b>	78	120	167	<b>121.67</b>
P (mg/kg)	3.45	5.11	5.86	<b>4.81</b>	5.28	5.94	6.52	<b>5.91</b>

Kuzey bakılar toprak pH, kasyon değişim kapasitesi ve baz doygunluğunun bakımından güney bakılardan daha yüksek değerleri gösterirken, en düşük değerler en üst yükseltide, en yüksek değerler ise en alt yükseltide belirlenmiştir. Tüfekçioğlu, (1995) yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Ordu-Melet havzasında dört yükselti kuşağında yapılan bu çalışmada ilk üç yükselti kuşağında yükselti arttıkça pH değeri düşerken, son yükselti kuşağında tekrar arttığı bildirilmiştir. Bük kapalılığı arttıkça pH değerinin azaldığı bildirilmiştir

Toprak pH'sında olduğu gibi, kuzey bakılarda, toprak organik maddesi üst yükseltiden (%3.79) alt yükseltiye (%5.59) doğru artış göstermiştir. Aynı şekilde, güney bakılarda da, üst yükseltiden (%1.60) alt yükseltiye doğru organik madde miktarı artmıştır (%6.13). Chun-Chih Tsui et all. (2004)'de Tayvan'ın alçak yağmur ormanlarında yamaç durumu ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler adlı çalışmada organik karbonun arttığını bildirmiştir. Toprak pH ve organik madde miktarları bakımından iki bakı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır ( $p>0.05$ , Çizelge 4.7). Kuzey bakılarda, kum miktarı, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru önemli derecede ( $p<0.001$ ) azalırken, kil miktarı önemli derecede ( $p<0.001$ ) artış göstermiştir. Kuzey bakıdan farklı olarak, güney bakıda hem kum hem de kil miktarı üst yükseltiden alt yükseltiye doğru önemli derecede ( $p<0.001$ ) artmıştır. Toprak tekstürüne ait bu değerler, her iki bakı arasında da istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir (kum ve toz için  $p<0.001$ , kil için  $p<0.05$ ). Okatan (1987) Trabzon Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar adlı çalışmasında toprak fraksiyonlarının ortalama değerlerinden elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre 0-20 örnekleme derinliğinde kum, 2 mm den küçük ve 2 mm den büyük fraksiyonlar bakımından yükseklik kademeleri arasında 0.01 yanılma olasılığı ile toz fraksiyonları bakımından ise 0.05 yanılma olasılığı ile önemli fark bulmuştur.

Toprak besin elementlerine ait ortalama değerler bakı ve yükselti ile artma ve azalma yönünde görülmekle beraber, istatistiksel olarak sadece fosfor, demir ve sodyum miktarlarının bu toprak derinlik kademesinde farklı olduğu bulunmuştur. Fosfor ve sodyum miktarları her iki bakıda da, üst yükselti de alt yükseltiye göre daha az belirlenmiştir. Fosfor ve demir miktarı iki bakı arasında önemli bir farklılık gösterirken ( $p<0.01$ ), sodyum miktarı bakıya göre önemli bir farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.7 Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(0-15 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
Bakı(B.)	P	453.2	1	453.2	11.7	<0,01	Kum	741.0	1	741.0	19.0	<0,001
	K	17392.4	1	17392.4	2.36	>0.05	Kil	74.4	1	74.4	7.10	<0.05
	Ca	367019.5	1	367019.5	2.45	>0.05	Toz	345.9	1	345.9	18.6	<0,001
	Mg	4378.9	1	4378.9	.571	>0.05	pH	.24	1	.24	1.99	>0.05
	Na	178.7	1	178.7	3.54	>0.05	TOM	.66	1	.66	.41	>0.05
	Fe	56930.7	1	56930.7	9.37	<0,01						
	Zn	3.18	1	3.18	2.11	>0.05						
	Cu	1837.3	1	1837.3	.97	>0.05						
	Mn	37353.9	1	37353.9	.43	>0.05						
	Yükselti(Yük.)	P	1122.6	1	1122.6	28.9	<0,001	Kum	774.8	1	774.8	19.9
K		6074.9	1	6074.9	.83	>0.05	Kil	748.0	1	748.0	71.3	<0,001
Ca		30307.5	1	30307.5	.20	>0.05	Toz	.24	1	.24	.01	>0.05
Mg		1628.1	1	1628.1	.21	>0.05	pH	.57	1	.57	4.50	<0.05
Na		295.9	1	295.9	5.85	<0.05	TOM	124.4	1	124.4	77.6	<0,001
Fe		4507.8	1	4507.8	.74	>0.05						
Zn		.448	1	.448	.29	>0.05						
Cu		1888.7	1	1888.7	1.00	>0.05						
Mn		119962.9	1	119962.9	1.39	>0.05						
Zarar Derecesi(Z.D.)		P	552.7	2	276.4	7.13	<0,001	Kum	34.5	2	17.2	.44
	K	132330.3	2	66165.1	8.99	<0,001	Kil	5.30	2	2.65	.25	>0.05
	Ca	4696396.3	2	2348198.1	15.7	<0,001	Toz	15.1	2	7.55	.41	>0.05
	Mg	247383.4	2	123691.7	16.1	<0,001	pH	2.32	2	1.16	9.24	<0,001
	Na	11.5	2	5.768	.114	>0.05	TOM	27.7	2	13.8	8.63	<0,001
	Fe	458664.8	2	229332.4	37.8	<0,001						
	Zn	11.2	2	5.620	3.72	<0.05						
	Cu	3761.8	2	1880.9	.99	>0.05						
	Mn	279791.5	2	139895.8	1.62	>0.05						

Çizelge 4.7 (Devam) Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(0-15 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
B.*Yük.	P	765.7	1	765.7	19.8	<0,001	Kum	1332.6	1	1332.6	34.2	<0,001
	K	2.92	1	2.92	.000	>0.05	Kil	377.7	1	377.7	36.0	<0,001
	Ca	848362.8	1	848362.8	5.66	<0.05	Toz	291.3	1	291.3	15.7	<0,01
	Mg	26030.5	1	26030.5	3.39	>0.05	pH	1.87	1	1.87	14.9	<0,01
	Na	247.1	1	247.1	4.89	<0.05	TOM	5.86	1	5.86	3.66	>0.05
	Fe	1896.7	1	1896.7	.31	>0.05						
	Zn	2.32	1	2.32	1.54	>0.05						
	Cu	2027.9	1	2027.9	1.07	>0.05						
	Mn	120915.7	1	120915.7	1.40	>0.05						
	B.*Z.D.	P	216.8	2	108.4	2.79	>0.05	Kum	22.0	2	11.0	.28
K		104483.2	2	52241.6	7.09	<0,01	Kil	22.9	2	11.5	1.09	>0.05
Ca		1070049.3	2	535024.6	3.57	<0.05	Toz	34.3	2	17.1	.92	>0.05
Mg		83070.8	2	41535.4	5.41	<0,01	pH	.79	2	.39	3.18	>0.05
Na		267.9	2	133.9	2.65	>0.05	TOM	.51	2	.25	.16	>0.05
Fe		89507.5	2	44753.7	7.36	<0,01						
Zn		5.35	2	2.67	1.77	>0.05						
Cu		3725.6	2	1862.7	.98	>0.05						
Mn		80583.3	2	40291.6	.46	>0.05						
Yük.* Z.D.		P	262.9	2	131.5	3.39	<0.05	Kum	118.3	2	59.163	1.52
	K	19634.7	2	9817.3	1.33	>0.05	Kil	60.5	2	30.278	2.88	>0.05
	Ca	761230.7	2	380615.3	2.54	>0.05	Toz	12.0	2	6.015	.324	>0.05
	Mg	14570.0	2	7285.0	.94	>0.05	pH	.504	2	.252	2.01	>0.05
	Na	231.7	2	115.8	2.29	>0.05	TOM	3.121	2	1.560	.974	>0.05
	Fe	29507.1	2	14753.5	2.42	>0.05						
	Zn	24.3	2	12.1	8.05	<0,01						
	Cu	3554.6	2	1777.3	.94	>0.05						
	Mn	235598.4	2	117799.2	1.36	>0.05						

Çizelge 4.7 (Devam) Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(0-15 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
B.*Yük.*Z.D.	P	475.5	2	237.7	6.13	<0,01	Kum	51.2	2	25.617	.658	>0.05
	K	12596.3	2	6298.1	.856	>0.05	Kil	2.58	2	1.293	.123	>0.05
	Ca	16271.7	2	8135.8	.054	>0.05	Toz	37.5	2	18.760	1.00	>0.05
	Mg	1570.7	2	785.365	.102	>0.05	pH	.017	2	.009	.068	>0.05
	Na	328.328	2	164.164	3.247	<0.05	TOM	1.857	2	.929	.57	>0.05
	Fe	43181.1	2	21590.5	3.55	<0.05						
	Zn	2.289	2	1.144	.758	>0.05						
	Cu	3872.390	2	1936.1	1.02	>0.05						
	Mn	107088.0	2	53544.0	.620	>0.05						

#### 4.3.2 Toprakların 15-35 derinlik kademesine ait değerleri

Çalışma alanlarının 15-35 cm derinlik kademesinden alınan toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait değerler ve ortalamaları Çizelge 4.8 de verilmiştir. Bakıya göre toprak özelliklerinden toprak pH sı, toprak organik maddesi ve toprak tekstürü yükselti ve bakı ile önemli derecede değişiklik gösterirken, toprak besin elementlerinden bakıya göre çinko ve mangan, yükseltiye göre sadece demir ve önemli değişiklikler sergilemiştir (Çizelge 4.9).

Böcek zarar derecesindeki farklılıklar, bu derinlik kademesinde de, toprak pH, organik madde ve birçok besin elementi üzerinde önemli farklılıkların ortaya çıkmasına neden olduğu görülmüştür (Çizelge 4.8, Çizelge 4.9). Kuzey bakıda, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru toprak pH(H<sub>2</sub>O)'sı önemli derecede ( $p<0.05$ ) artarken, güney bakıda bunun tam tersi olarak, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru toprak pH'sı önemli derecede ( $p<0.05$ ) azalmıştır. Toprak pH'sında olduğu gibi, kuzey bakılarda, toprak organik maddesi üst yükseltiden (%2,32) alt yükseltiye (%3,53) doğru artış göstermiştir. Aynı şekilde, güney bakılarda da, üst yükseltiden (%3,58) alt yükseltiye doğru organik madde miktarı artmıştır (%4,80). Tüfekçioğlu yapmış olduğu tez çalışmasında da aynı sonuçları bulmuştur. Toprak pH ve organik madde miktarları bakımından iki bakı arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır( $p>0.05$ , Çizelge 4.9). Kuzey bakılarda, kum miktarı, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru önemli derecede ( $p<0.001$ ) azalırken, kil miktarı önemli derecede ( $p<0.001$ ) artış göstermiştir. Kuzey bakıların tam tersine, güney bakıda kum miktarı üst yükseltiden alt yükseltiye doğru önemli derecede ( $p<0.001$ ) artarken, kil miktarı önemli derecede azalmıştır. Toprak tekstürüne ait bu değerler, her iki bakı arasında da istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir (kum ve toz için  $p<0.001$ , kil için  $p<0.05$ ). Okatan (1987) Trabzon Meryemana deresi yağış havzasında 20-50 cm örnekleme derinliğinde ise yukarıda sayılan fraksiyonlar bakımından yükseklik kademeler arasında 0.01 yanılma olasılığı ile önemli fark bulunmuştur.

Toprak besin elementlerine ait ortalama değerler bakı ve yükselti ile artma ve azalma yönünde görülmekle beraber(Çizelge 4.8), istatistiksel olarak bakıya göre sadece mangan( $p<0,01$ ) ve çinko( $p<0,001$ ) miktarlarının bu toprak derinlik kademesinde farklı olduğu bulunurken, yükseltiye göre sadece sodyum( $p<0,001$ ) miktarları arasında farklılık olduğu bulunmuştur. Bakı ve yükseltiye göre ise potasyum ve bakır miktarları



arasında istatistiki olarak  $p < 0,001$  düzeyinde farklılık bulunurken, kalsiyum, magnezyum, sodyum, demir ve çinko miktarları arasında  $p < 0,01$  düzeyinde farklılık bulunmuştur.

Çizelge 4.8 15-35 cm derinlik kademesine toprak özelliklerinin ortalama değerleri

Besin elementleri	Kuzey Bakı Üst Yükselti				Kuzey Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
pH (H <sub>2</sub> O)	4.31	4.69	5.06	<b>4.69</b>	4.54	4.61	5.70	<b>4.95</b>
TOM (%)	1,9	1.70	3.37	<b>2.54</b>	1.81	4.13	4.67	<b>3.53</b>
Kum (%)	89.8	89.8	90.4	<b>90.0</b>	55.5	68.1	69.2	<b>64.3</b>
Kil(%)	1.92	1.25	2.25	<b>1.81</b>	26.4	18.8	17.7	<b>21.0</b>
Toz (%)	8.33	9.00	7.33	<b>8.22</b>	18.1	13.1	13.0	<b>14.7</b>
Mn (mg/kg)	16.2	22.7	25.4	<b>21.4</b>	77.0	18.3	83.2	<b>59.5</b>
Cu (mg/kg)	0.21	0.34	0.37	<b>0.31</b>	0.46	0.64	0.88	<b>0.66</b>
Zn (mg/kg)	1.42	1.32	1.38	<b>1.37</b>	0.59	1.01	1.76	<b>1.12</b>
Fe (mg/kg)	168.0	80.6	86.2	<b>111.6</b>	67.3	177.9	100.7	<b>115.3</b>
Na (mg/kg)	21.9	16.5	18.1	<b>18.8</b>	9.5	19.0	13.7	<b>14.1</b>
Mg (mg/kg)	20.3	18.8	109.0	<b>49.4</b>	69.6	62.5	232.8	<b>121.7</b>
Ca (mg/kg)	73.2	84.5	397.1	<b>184.9</b>	240.6	243.0	1094.6	<b>526.1</b>
K (mg/kg)	40.1	151.2	98.9	<b>96.7</b>	46.0	54.1	82.8	<b>61.0</b>
P (mg/kg)	23.5	8.45	10.1	<b>14.0</b>	7.20	9.02	8.27	<b>8.16</b>
Besin elementleri	Güney Bakı Üst Yükselti				Güney Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
pH (H <sub>2</sub> O)	4.79	4.79	4.61	<b>4.73</b>	3.97	3.78	4.40	<b>4.05</b>
TOM (%)	2.23	5.23	3.27	<b>3.58</b>	3.85	6.42	4.13	<b>4.80</b>
Kum (%)	71.6	63.0	65.1	<b>66.6</b>	70.5	75.3	67.9	<b>71.2</b>
Kil(%)	10.37	15.3	12.9	<b>12.9</b>	16.1	13.4	18.7	<b>16.1</b>
Toz (%)	18.0	21.7	22.0	<b>20.6</b>	13.4	11.4	13.4	<b>12.7</b>
Mn (mg/kg)	11.7	23.1	22.5	<b>19.1</b>	3.7	23.2	13.7	<b>13.5</b>
Cu (mg/kg)	0.40	0.65	0.51	<b>0.52</b>	0.41	0.27	0.45	<b>0.38</b>
Zn (mg/kg)	0.26	0.68	0.38	<b>0.44</b>	0.85	1.23	1.19	<b>1.09</b>
Fe (mg/kg)	68.3	68.9	82.8	<b>73.3</b>	111.7	203.1	93.4	<b>136.1</b>
Na (mg/kg)	15.2	13.8	17.3	<b>15.4</b>	15.6	11.1	25.6	<b>17.4</b>
Mg (mg/kg)	66.5	137.2	72.1	<b>91.9</b>	19.8	68.4	68.0	<b>52.0</b>
Ca (mg/kg)	418.2	615.8	315.4	<b>449.8</b>	98.4	303.0	363.3	<b>254.9</b>
K (mg/kg)	52.4	111.0	58.4	<b>73.9</b>	86.3	118.6	131.5	<b>112.1</b>
P (mg/kg)	12.2	6.29	9.05	<b>9.16</b>	6.28	14.0	15.4	<b>11.9</b>

Çizelge 4.9 Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(15-35 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
Zarar Derecesi(ZD)	P	24803.9	2	12401.9	1.12	.023	Kum	28.9	2	14.4	.517	.041
	K	24499.6	2	12249.8	6.47	<0.01	Kil	13.75	2	6.87	.657	>0.05
	Ca	2179417.2	2	1089708.6	5.06	<0.01	Toz	2.95	2	1.47	.160	>0.05
	Mg	108199.9	2	54099.9	6.09	<0.01	pH	2.35	2	1.17	11.7	<0.001
	Na	683.6	2	341.8	1.71	>0.05	TOM	23.7	2	11.8	4.06	<0.05
	Fe	32875.9	2	16437.9	7.38	<0.001						
	Zn	4.10	2	2.053	5.25	<0.01						
	Cu	.536	2	.268	3.65	<0.05						
Bakı(B)	Mn	12472.3	2	6236.1	2.45	>0.05						
	P	10288.6	1	10288.6	.937	>0.05	Kum	605.8	1	605.8	21.5	<0.001
	K	1470.3	1	1470.3	.777	>0.05	Kil	83.9	1	83.90	8.01	<0.01
	Ca	1973.3	1	1973.3	.009	>0.05	Toz	238.8	1	238.8	25.9	<0.001
	Mg	5227.9	1	5227.9	.589	>0.05	pH	1.346	1	1.34	13.4	<0.001
	Na	405.9	1	405.9	2.03	>0.05	TOM	14.2	1	14.2	4.88	<0.05
	Fe	1937.6	1	1937.6	.871	>0.05						
	Zn	4.84	1	4.84	12.4	<0.001						
Yükselti(Yük.)	Cu	.026	1	.026	.354	>0.05						
	Mn	59376.8	1	59376.8	23.3	<0.001						
	P	9265.3	1	9265.3	.843	>0.05	Kum	998.	1	998.8	35.5	<0.001
	K	5170.0	1	5170.0	2.73	>0.05	Kil	1126.9	1	1126.9	107.6	<0.001
	Ca	164867.1	1	164867.1	.766	>0.05	Toz	3.87	1	3.87	.421	>0.05
	Mg	7398.9	1	7398.9	.834	>0.05	pH	.224	1	.224	2.23	>0.05
	Na	249.2	1	249.2	1.25	>0.05	TOM	13.3	1	13.3	4.56	<0.05
	Fe	29051.3	1	29051.3	13.0	<0.001						
	Zn	.534	1	.534	1.36	>0.05						
	Cu	.254	1	.254	3.46	>0.05						
	Mn	1252.6	1	1252.6	.493	>0.05						

Çizelge 4.9 (Devam) Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(15-35 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p		Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BX Yük.	P	15998.1	1	15998.1	1.45	.015		Kum	2073.7	1	2073.7	73.896	<0.001
	K	51179.0	1	51179.0	27.04	<0.001		Kil	575.6	1	575.6	55.0	<0.001
	Ca	1842396.8	1	1842396.8	8.560	<0.01		Toz	464.1	1	464.1	50.4	<0.001
	Mg	82667.2	1	82667.2	9.315	<0.01		pH	2.37	1	2.37	23.6	<0.001
	Na	1611.9	1	1611.9	8.09	<0.01		TOM	.000	1	.000	.00	>0.05
	Fe	22907.5	1	22907.5	10.2	<0.01							
	Zn	4.18	1	4.18	10.7	<0.01							
	Cu	1.691	1	1.691	23.0	<0.001							
BXZD	Mn	36.3	1	36.3	.014	>0.05							
	P	15975.3	2	7987.6	.727	>0.05		Kum	218.8	2	109.44	3.900	<0.05
	K	2541.9	2	1270.9	.672	>0.05		Kil	75.5	2	37.7	3.61	<0.05
	Ca	2334636.3	2	1167318.1	5.42	<0.01		Toz	38.1	2	19.0	2.07	>0.05
	Mg	121055.8	2	60527.9	6.82	<0.01		pH	1.32	2	.664	6.62	<0.01
	Na	333.4	2	166.7	.837	>0.05		TOM	15.672	2	7.836	2.68	>0.05
	Fe	5157.9	2	2578.9	1.15	>0.05							
	Zn	.728	2	.364	.932	>0.05							
Yük.X ZD	Cu	.237	2	.119	1.61	>0.05							
	Mn	7491.6	2	3745.8	1.47	>0.05							
	P	12547.7	2	6273.8	.571	>0.05		Kum	260.971	2	130.4	4.65	<0.05
	K	16749.439	2	8374.7	4.42	<0.05		Kil	81.539	2	40.7	3.89	<0.05
	Ca	1163840.960	2	581920.4	2.70	>0.05		Toz	51.119	2	25.5	2.77	>0.05
	Mg	26175.1	2	13087.5	1.47	>0.05		pH	.824	2	.412	4.11	<0.05
	Na	1391.3	2	695.692	3.49	<0.05		TOM	1.712	2	.856	.29	>0.05
	Fe	99327.7	2	49663.8	22.3	<0.001							
	Zn	1.38	2	.694	1.77	>0.05							
	Cu	.302	2	.151	2.06	>0.05							
Mn	18719.6	2	9359.8	3.68	<0.05								

Çizelge 4.9 (Devam) Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(15-35 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BXYük.XZD.	P	22511.6	2	11255.8	1.025	>0.05	Kum	45.6	2	22.8	.814	>0.05
	K	1912.7	2	956.3	.505	>0.05	Kil	45.1	2	22.5	2.15	>0.05
	Ca	52242.4	2	26121.2	.121	>0.05	Toz	.002	2	.001	.000	>0.05
	Mg	1333.9	2	666.9	.075	>0.05	pH	.066	2	.033	.329	>0.05
	Na	61.8	2	30.9	.155	>0.05	TOM	3.504	2	1.752	.60	>0.05
	Fe	25296.5	2	12648.2	5.68	<0.01						
	Zn	1.89	2	.950	2.43	>0.05						
	Cu	.192	2	.096	1.31	>0.05						
	Mn	23804.8	2	11902.4	4.68	<0.05						

#### 4.3.3 Toprakların 35-65 derinlik kademesine ait değerleri

Çalışma alanlarında açılan toprak profillerinin 35-65 cm derinlik kademesinden alınan toprakların bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait değerler ve ortalamaları Çizelge 4.10 de verilmiştir.

Çizelge 4.10 35-65 cm derinlik kademesine ait bazı toprak özelliklerinin ortalama değerleri

Besin elementleri	Kuzey Bakı ÜstYükselti				Kuzey Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
pH (H <sub>2</sub> O)	4.64	4.77	5.13	<b>4.85</b>	4.74	4.79	5.85	<b>5.13</b>
TOM (%)	2.70	3.57	6.13	<b>4.13</b>	0.91	2.54	3.54	<b>2.33</b>
Kum (%)	89.41	88.75	91.75	<b>89.97</b>	57.58	66.62	67.21	<b>63.80</b>
Kil(%)	2.59	2.59	2.92	<b>2.70</b>	29.06	19.70	20.09	<b>22.95</b>
Toz (%)	8.00	8.67	5.33	<b>7.33</b>	13.36	13.68	12.71	<b>13.25</b>
Mn (mg/kg)	22.50	20.86	28.96	<b>24.11</b>	38.69	20.50	62.54	<b>40.58</b>
Cu (mg/kg)	0.21	0.35	0.30	<b>0.28</b>	0.36	0.35	0.65	<b>0.45</b>
Zn (mg/kg)	1.04	0.46	0.72	<b>0.74</b>	0.49	0.54	0.58	<b>0.53</b>
Fe (mg/kg)	72.05	34.59	32.50	<b>46.38</b>	42.09	58.73	69.40	<b>56.74</b>
Na (mg/kg)	18.47	13.90	16.25	<b>16.21</b>	5.17	22.44	25.47	<b>17.69</b>
Mg (mg/kg)	13.03	12.48	106.89	<b>44.13</b>	136.05	72.17	276.79	<b>161.67</b>
Ca (mg/kg)	62.31	71.55	289.36	<b>141.07</b>	414.51	331.41	1081.68	<b>609.20</b>
K (mg/kg)	75.65	119.74	63.69	<b>86.36</b>	63.40	77.31	145.13	<b>95.28</b>
P (mg/kg)	8.47	6.13	6.70	<b>7.10</b>	11.99	5.81	6.32	<b>8.04</b>
Besin elementleri	Güney Bakı ÜstYükselti				Güney Bakı Alt Yükselti			
	Çz	Az	Kont.	Ort	Çz	Az	Kont.	Ort
pH (H <sub>2</sub> O)	5.02	4.93	4.75	<b>4.90</b>	4.08	4.15	4.42	<b>4.21</b>
TOM (%)	5.83	7.30	5.83	<b>6.32</b>	3.89	5.42	3.41	<b>4.24</b>
Kum (%)	65.30	57.73	64.77	<b>62.60</b>	67.64	68.84	66.80	<b>67.76</b>
Kil(%)	15.04	20.66	17.23	<b>17.64</b>	18.68	15.06	19.51	<b>17.75</b>
Toz (%)	19.67	21.62	18.00	<b>19.76</b>	13.68	16.11	13.69	<b>14.49</b>
Mn (mg/kg)	18.22	28.34	24.92	<b>23.82</b>	2.86	12.87	14.29	<b>10.01</b>
Cu (mg/kg)	0.45	0.38	0.41	<b>0.41</b>	0.28	0.24	0.57	<b>0.36</b>
Zn (mg/kg)	0.43	0.36	0.42	<b>0.40</b>	0.52	0.98	1.13	<b>0.88</b>
Fe (mg/kg)	64.54	46.51	81.00	<b>64.01</b>	65.27	169.39	65.01	<b>99.89</b>
Na (mg/kg)	15.62	20.20	17.02	<b>17.61</b>	8.45	12.42	7.68	<b>9.52</b>
Mg (mg/kg)	79.14	53.09	68.37	<b>66.87</b>	70.69	80.43	74.35	<b>75.16</b>
Ca (mg/kg)	386.38	711.87	270.04	<b>456.09</b>	181.40	511.94	92.46	<b>261.93</b>
K (mg/kg)	51.28	82.91	105.74	<b>79.98</b>	107.58	113.08	143.62	<b>121.42</b>
P (mg/kg)	7.40	6.15	7.01	<b>6.85</b>	4.41	9.46	12.18	<b>8.68</b>

Toprak özelliklerinden pH, organik madde ve toprak tekstürü yükselti ve bakı ile önemli derecede değişiklik gösterirken, toprak besin elementlerinden yalnız demir ve mangan bakıya göre önemli değişiklikler sergilerken, fosfor, kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko miktarı yükseltiye göre önemli değişiklikler sergilemiştir. (Çizelge 4.11). Böcek zarar derecesindeki farklılıklar, toprak pH, organik madde ve birçok besin elementi üzerinde önemli farklılıkların ortaya çıkmasına neden olduğu görülmüştür (Çizelge 4.10, Çizelge 4.11).

Kuzey bakıda, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru toprak pH'sı önemli derecede ( $p<0.05$ ) artarken, güney bakıda bunun tam tersi olarak, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru toprak pH'sı önemli derecede ( $p<0.05$ ) azalmıştır. Toprak pH'sında olduğu gibi, kuzey bakılarda, toprak organik maddesi üst yükseltiden (%4,13) alt yükseltiye (%2,33) doğru azalış göstermiştir. Aynı şekilde, güney bakılarda da, üst yükseltiden (%6,32) alt yükseltiye doğru organik madde miktarı artmıştır (%4,24). Toprak pH sı ve organik madde miktarları bakımından iki bakı arasında istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur (toprak pH sı için  $p<0,001$ , toprak organik maddesi için  $p<0,01$ , Çizelge 4.11). Kuzey bakılarda, kum miktarı, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru önemli derecede ( $p<0.001$ ) azalırken, kil miktarı önemli derecede ( $p<0.001$ ) artış göstermiştir. Kuzey bakıdan farklı olarak, güney bakıda hem kum hem de kil miktarı üst yükseltiden alt yükseltiye doğru önemli derecede ( $p<0.001$ ) artmıştır. Toprak tekstürüne ait bu değerler, her iki bakı arasında da istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir (kum ve toz için  $p<0.001$ , kil için  $p<0.01$ ).

Toprak besin elementlerine ait ortalama değerler bakı ve yükselti ile artma ve azalma yönünde görülmekle beraber, istatistiksel olarak sadece demir, mangan ve çinko miktarlarının bu toprak derinlik kademesinde farklı olduğu bulunmuştur. Demir miktarları her iki bakıda da, üst yükselti de alt yükseltiye göre daha az belirlenmiştir. Mangan ve demir miktarı iki bakı arasında önemli bir farklılık gösterirken ( $p<0.001$ ), çinko miktarı bakıya göre önemli bir farklılık göstermemiştir ( $p>0.05$ ).

Çizelge 4.11 Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(35-65 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
Zarar Derecesi(ZD)	P	4613.546	2	2306.7	4.152	<0.05	Kum	47.5	2	23.7	.722	>0.05
	K	24844.713	2	12422.3	.870	>0.05	Kil	22.2	2	11.10	.639	>0.05
	Ca	975820.223	2	487910.1	3.417	<0.05	Toz	40.1	2	20.0	1.62	>0.05
	Mg	72288.732	2	36144.3	5.017	<0.01	pH	1.28	2	.641	9.05	<0.01
	Na	1300.992	2	650.4	9.778	<0.001	TOM	15.3	2	7.65	3.18	>0.05
	Fe	6026.114	2	3013.0	2.966	>0.05						
	Zn	6.685	2	3.34	5.577	<0.01						
	Cu	4.638	2	2.31	3.444	<0.05						
	Mn	8939.434	2	4469.7	10.6	<0.001						
	Bakı(B)	P	2006.736	1	2006.7	3.61	>0.05	Kum	1233	1	1233	37.4
K		47590.795	1	47590.7	3.33	>0.05	Kil	213	1	213.4	12.2	<0.01
Ca		13663.575	1	13663.5	.096	>0.05	Toz	420	1	420.6	34.0	<0.001
Mg		6582.269	1	6582.2	.914	>0.05	pH	1.68	1	1.681	23.7	<0.001
Na		22.048	1	22.04	.331	>0.05	TOM	37.7	1	37.7	15.7	<0.001
Fe		24938.946	1	24938.96	24.5	<0.001						
Zn		2.063	1	2.06	3.44	>0.05						
Cu		.767	1	.767	1.13	>0.05						
Mn		10088.598	1	10088.5	23.9	<0.001						
Yükselti(Yük.)		P	2812.753	1	2812.753	5.06	<0.05	Kum	992.9	1	992.9	30.17
	K	1292.338	1	1292.338	.090	>0.05	Kil	932.7	1	932.7	53.66	<0.001
	Ca	832559.98	1	832559.9	5.83	<0.05	Toz	.941	1	.941	.076	>0.05
	Mg	58732.073	1	58732.0	8.15	<0.01	pH	.372	1	.372	5.25	<0.05
	Na	18.156	1	18.15	.273	>0.05	TOM	33.9	1	33.9	14.1	<0.001
	Fe	14432.891	1	14432.8	14.2	<0.001						
	Zn	4.65	1	4.65	7.76	<0.01						
	Cu	1.654	1	1.654	2.457	>0.05						
	Mn	179.099	1	179.099	.425	>0.05						

Çizelge 4.11 (Devam) Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(35-65 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p		Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BX Yük.	P	1895.2	1	1895.2	3.412	>0.05		Kum	2207.9	1	2207	67.0	<0.001
	K	6772.6	1	6772.6	.474	>0.05		Kil	912.74	1	912.7	52.5	<0.001
	Ca	2310396.0	1	2310396.0	16.1	<0.001		Toz	281.45	1	281.4	22.7	<0.001
	Mg	135707.4	1	135707.4	18.8	<0.001		pH	2.112	1	2.112	29.8	<0.001
	Na	143.8	1	143.8	2.16	>0.05		TOM	.176	1	.176	.07	>0.05
	Fe	4394.0	1	4394.0	4.32	<0.05							
	Zn	.095	1	.095	.158	>0.05							
BXZD	Cu	2.39	1	2.39	3.55	>0.05							
	Mn	1680.7	1	1680.7	3.99	<0.05							
	P	6637.6	2	3318.8	5.97	<0.01		Kum	99.2	2	49.6	1.50	>0.05
	K	96651.0	2	48325.5	3.38	<0.05		Kil	66.2	2	33.1	1.90	>0.05
	Ca	2878785.4	2	1439392.7	10.0	<0.001		Toz	4.318	2	2.159	.175	>0.05
	Mg	172363.1	2	86181.5	11.9	<0.001		pH	1.035	2	.517	7.29	<0.01
	Na	19.6	2	9.82	.148	>0.05		TOM	23.156	2	11.57	4.82	<0.05
Yük.X ZD	Fe	13798.220	2	6899.110	6.79	<0.01							
	Zn	3.542	2	1.771	2.95	<0.05							
	Cu	2.005	2	1.003	1.48	>0.05							
	Mn	8494.729	2	4247.365	10.0	<0.001							
	P	3688.9	2	1844.481	3.32	<0.05		Kum	130.570	2	65.2	1.98	>0.05
	K	135051.0	2	67525.5	4.72	<0.05		Kil	130.722	2	65.36	3.76	>0.05
	Ca	836348.9	2	418174.4	2.92	>0.05		Toz	6.594	2	3.297	.267	>0.05
	Mg	40662.7	2	20331.3	2.82	<0.001		pH	.704	2	.352	4.96	>0.05
	Na	1417.2	2	708.6	10.6	<0.001		TOM	1.70	2	.851	.35	>0.05
	Fe	37109.7	2	18554.8	18.2	<0.01							
	Zn	8.325	2	4.162	6.94	<0.05							
	Cu	4.505	2	2.253	3.345	>0.05							
	Mn	901.207	2	450.604	1.07	>0.05							



Çizelge 4.11 (Devam) Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(35-65 cm için)

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	Eta Squared	Değişkenler	SS	df	MS	F	Eta Squared
BXYük.XZD.	P	6153.0	2	3076.5	5.538	<0.01	Kum	25.80	2	12.903	.392	>0.05
	K	67236.4	2	33618.2	2.35	>0.05	Kil	31.06	2	15.533	.894	>0.05
	Ca	89821.3	2	44910.6	.315	>0.05	Toz	.528	2	.264	.021	>0.05
	Mg	1654.1	2	827.0	.115	>0.05	pH	.030	2	.015	.209	>0.05
	Na	570.6	2	285.3	4.28	<0.05	TOM	.413	2	.207	.08	>0.05
	Fe	25955.5	2	12977.7	12.7	<0.001						
	Zn	3.04	2	1.52	2.53	>0.05						
	Cu	1.84	2	.920	1.36	>0.05						
	Mn	131.	2	65.6	.156	>0.05						

#### **4.3.4. Derinlik Kademesine Göre Belirlenen Toprak Özelliklerine Ait Bulgular**

Elde edilen toprak özellikleri derinlik kademesine göre incelendiğinde genel olarak üst derinlik kademesinden aşağı kademelere inildikçe TOM(%) si, toprak pH sı ile kil(%), toz(%), Mn(mg/kg), Na(mg/kg), Mg(mg/kg), Ca(mg/kg) miktarının arttığı belirlenmiştir. Bunların tam tersine kum(%), Cu(mg/kg), Fe(mg/kg), K(mg/kg), P(mg/kg), miktarının üst derinlik kademesinden aşağı kademelere inildikçe azaldığı belirlenmiştir. Okatan (1987) Trabzon Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar adlı çalışmasında üst yükselti kademesi alt yükselti kademesine oranla, kil, toz ve 2 mm den büyük fraksiyonlar bakımından alt yükseklik kademesinin üst yükseklik kademesine oranla daha zengin olduğu belirtilmiştir. Toprak fraksiyonlarının ortalama değerlerinden elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre 0-20 örnekleme derinliğinde kum, 2 mm den küçük ve 2 mm den büyük fraksiyonlar bakımından yükseklik kademeleri arasında 0.01 yanılma olasılığı ile toz fraksiyonları bakımından ise 0.05 yanılma olasılığı ile önemli fark bulmuştur. 20-50 cm örnekleme derinliğinde ise yukarıda sayılan fraksiyonlar bakımından yükseklik kademeler arasında 0.01 yanılma olasılığı ile önemli fark bulunmuştur. Diğer taraftan bu toprak özelliklerinin değişim gösterdiği etmenler arasındaki farkın bakılara göre kum kil ve toz fraksiyonlarında 0.01 yanılma olasılığı ile, 2mm den büyük fraksiyonlar da ise 0.05 yanılma olasılığı ile önemli oranda değiştiği bildirilmiştir.

Chun-Chih Tsui et all. (2004)'de Tayvan'ın alçak yağmur ormanlarında yamaç durumu ve toprak özellikleri arasındaki ilişkiler adlı çalışmada üst yamaçta bakı ve eğimin, su ve materyal taşınımını kontrol edebileceği ve toprak özelliklerin alansal farklılıklarında payının olduğu bildirilmektedir. İlgili çalışmada 0-5 cm derinlik kademesi topraklarında; pH, yararlanılabilir fosfat ve değişebilir kalsiyum ve magnezyum alt yamaçta önemli ölçüde yüksek bulunurken, organik karbon, yararlanılabilir azot, potasyum ve alınabilir demir ve değişebilir sodyum üst yamaçta en yüksek bulunmuştur. Benzer sonuçlar 5-15 cm derinlik kademesi topraklarında da gözlemlenmiştir. Artan yükseltiye bağlı olarak, organik karbonun arttığı gözlemlenmiş ve bunun nedeninin üst yükseltelerde ayrışmaya konu maddelerin kimyasal yapılarından ve düşük ayrışma oranlarında kaynaklanabileceği bildirilmiştir[15].

#### 4.4 Meşcere Özellikleri

Yükselti bakı ve zarar düzeyine ile meşcere özellikleri arasındaki varyans analiz sonuçları Çizelge 4.12 de verilmiştir.

Meşcere özelliklerinden üst boy, ölüm oranı ve göğüs yüzeyi yükselti ve bakı ile önemli derecede değişiklik gösterirken, meşcere yaşı ve ağaç çapı sadece yükselti ile meşcere sıklık derecesi ise bakı ile önemli derecede değişiklik göstermiştir. Kalay (1989) “Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında Saf Doğu ladini Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak özelliklerinin ve Fizyografik etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması” adlı çalışmasında Yükselti arttıkça doğu ladininin gelişiminde (bonitetinde) düşük düzeyde azalış gösterdiği belirtilmektedir. Zira aynı çalışmada alt yükselti kuşağından alınan bükler iyi bonitet sınıfında iken üst yükselti kuşağından alınan bükler daha çok kötü bonitet sınıfında yer aldığı belirtilmiştir. Bakıya göre bükler karşılaştırılmış ve kuzey bakılar güney bakılardan daha verimli olduğu bildirilmiştir.

Günlü ve Ark (2006)’nın, “Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü, Merkez İşletme Şefliği sınırları içerisindeki Genya Dağı bölgesinde yayılış gösteren saf Doğu Ladini meşcerelerinde bonitet endeksi ile bazı edafik ve fizyografik özellikler arasındaki ilişkiler” isimli çalışmasında ayırt edilen dört yükseklik kuşağına göre alt yamaçlardan üst yamaçlara doğru verimliliğin azaldığı belirtilmektedir. Öte yandan meşcere sıklık derecesi hariç ölçülen diğer meşcere özellikleri ile zarar derecesi arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Her iki bakıda da, üst yükseltiden alt yükseltiye doğru meşcere yaşı, üst boy, hakim ağaçların ortalama çapı önemli derecede ( $p<0.001$ ) artarken, göğüs yüzeyi önemli derecede artmıştır. Bunların tersine ölüm oranı her iki bakıda da üst yükseltiden alt yükseltiye doğru önemli derecede ( $p<0,01$ ) azalmıştır.

Çizelge 4.12 Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile meşcere özellikleri arasındaki varyans analizi

Source	Değişkenler	SS	df	MS	F	p		SS	df	MS	F	p
ZD	Yaş(yıl)	6804.1	2	3402.0	3.86	<0.05	Yük XZ D	26719.2	2	13359.6	15.2	<0.001
	Üst boy(m)	181.9	2	90.9	24.9	<0.001		12.03	2	6.01	1.65	>0.05
	Kabuk kalınlığı(cm)	3.09	2	1.55	5.65	<0.01		.69	2	.35	1.27	<0.01
	Göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	852.8	2	426.4	.79	<0.01		4559.1	2	2279.6	4.24	<0.01
	Sıklık derecesi	25.9	2	12.9	1.40	>0.05		83.6	2	41.8	4.53	>0.05
	Çap (cm)	433.5	2	216.8	4.96	<0.01		275.9	2	138.0	3.16	>0.05
	Ölüm oranı (%)	23589.6	2	11794.8	98.1	<0.001		764.7	2	382.3	3.18	>0.05
B	Yaş(yıl)	39.8	1	39.8	.045	>0.05	BX Yük.	59.8	1	59.8	.07	>0.05
	Üst boy(m)	129.9	1	129.9	35.6	<0.001		.28	1	.28	.08	>0.05
	Kabuk kalınlığı(cm)	.078	1	.078	.28	>0.05		.43	1	.43	1.55	>0.05
	Göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	2544.1	1	2544.1	4.73	.165*		680.7	1	680.7	1.27	>0.05
	Sıklık derecesi	90.5	1	90.5	9.81	<0.01		3.50	1	3.50	.38	>0.05
	Çap (cm)	65.0	1	65.0	1.49	>0.05		587.1	1	587.1	13.4	<0.01
	Ölüm oranı (%)	584.0	1	584.0	4.86	.168*		210.3	1	210.3	1.75	>0.05
Yük.	Yaş(yıl)	47771.4	1	47771.4	54.2	<0.001	BX ZD	6014.3	2	3007.2	3.42	>0.05
	Üst boy(m)	153.8	1	153.8	42.1	<0.001		99.0	2	49.5	13.6	.530***
	Kabuk kalınlığı(cm)	8.81	1	8.81	32.2	<0.001		1.78	2	.89	3.25	>0.05
	Göğüs yüzeyi (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	6504.9	1	6504.9	12.1	<0.01		176.1	2	88.0	.16	>0.05
	Sıklık derecesi	18.2	1	18.2	1.97	>0.05		3.27	2	1.63	.18	>0.05
	Çap (cm)	3407.1	1	3407.1	78.0	<0.001		270.7	2	135.4	3.10	>0.05
	Ölüm oranı (%)	1482.3	1	1482.3	12.3	<0.01		22.9	2	11.4	.10	>0.05

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hatila Vadisi Milli Parkında, Doğu ladininin saf olarak yayılış gösterdiği yüksek alanların, kuzey ve güney bakılarıyla, her bir bakının 1200- 1700 m (alt) ve 1700-2200 m (üst) yükseltisinde gerçekleştirilen bu çalışmamızın sonuçlarını şu şekilde özetleyebiliriz

(1) Doğu ladininin saf olarak bulunduğu alanların toprak özellikleri üst yükseltilere doğru gidildikçe fakirleşmektedir. Güney bakılar ise toprak özellikleri bakımından kuzey bakılara göre daha fakir durumdadır.

(2) Zararlı kabuk böceği, *Ips typographus*'un en fazla zarar verdiği meşcereler toprak özelliklerinin en fakir olduğu meşcerelerdir. Zarar gören meşcereler ortalama olarak daha yaşlı, daha çaplı, daha sık ve daha yüksek göğüs yüzeyine ve çift kabuk kalınlığına sahiptir.

(3) Toprak solunumu yalnız bakı veya yükseltiye göre anlamlı düzeyde ( $P>0,05$ ) farklılık göstermez iken bakı ve yükseltinin etkileşimi sonucu anlamlı derecede ( $p<0,05$ ) farklılık göstermiştir.

(4) Bu böceğin vermiş olduğu zarar yanında bakı ve yükseltiler arasındaki farklı mikroiklim özellikleri nedeniyle, ibrelerin toplam karbon, lignin, fosfor, potasyum, magnezyum ve mangan konsantrasyonları ve lignin:P oranları bakımından göstermiş oldukları farklılıklar üzerindeki en önemli faktörler bakı ve yükselti olarak belirlenmiştir. Zarar derecesine göre de ibrelerin kimyasal yapılarının farklı olduğu saptanmıştır. Özellikle, azot, magnezyum ve kalsiyum konsantrasyonları ile C:N ve Lignin:Ca oranları böcek zarar derecesine bağlı olarak önemli derecede farklılık göstermiştir. Böceklerin en fazla zarar verdiği meşcerelerde azot konsantrasyonu diğer alanlardan daha fazla olarak belirlenmiştir. Kalsiyum konsantrasyonu ise zarar gören alanlardaki ibrelerde daha düşük bulunmuştur. Dolayısıyla, doğu ladininin ölü örtüsünün kimyasal yapısındaki bileşiklerin miktarında (özellikle azot ve lignin) meydana gelen değişim, ölü örtü ayrışma oranlarının farklı olmasına neden olmaktadır. Özellikle böceğin zarar verdiği meşcerelerde ayrışmanın hızlı olması, oldukça fazla yağış alan, eğimli ve kumlu topraklara sahip olan bu alanlarda, salıverilen besin elementlerinin aşırı yıkanmasına ve sonuçta toprak kalitesinin düşmesine neden olabilecektir.

İbrelerin ayrışması üzerinde kimyasal bileşimlerdeki farklılıkları sabit tutup, bakı, yükselti ve böcek zarar dereceleri nedeniyle oluşabilecek mikroiklim özelliklerin ölü örtü ayrışma oranlar üzerine olası etkilerini belirlemek için ilgili alanlara bırakılan standart ibre örneklerinin ayrışma oranlarında önemli farklılıklar belirlenememiştir.

Her iki bakıda da, alt yükselti deki ibreler üst yükseltilerden daha hızlı bir ayrışma göstermiştir.

İki bakı arasındaki ibre kütle azalmaları arasındaki farklılıklar incelendiğinde, alt yükselti dikkate alındığında güney bakılarda ibreler daha hızlı ayrışırken, üst yükseltilerdeki ise iki bakı arasında ibre ayrışma oranları bakımından fazla bir fark olmadığı bulunmuştur. Ölü örtü ayrışma olayı zaman içerisinde, besin elementlerinin döngüsünü ve doğu ladini meşcerelerinin verimliliğini etkilemesi, toprak ve meşcere özelliklerinin farklı olmasına neden olabilecek buda böceklerin zarar şiddetini önemli ölçüde etkileyebilecektir.

(5) Bu nedenle, toprak özelliklerini iyileştirici silvikültürel müdahalelerin zamanında yapılması gerekmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

- [1] Aksu, Y., 1987. Artvin Ladin (*Picea orientalis*) Ormanlarında önemli ölçüde zarar yapan *Dendroctonus micans* (Kug), adlı kabuki böceklerine karşı yapılan mücadele yöntemleri ve tespit edilen önemli yırtıcıları, *Orman ve Av Dergisi*, yıl:63, cilt:63, Sayı:7, Ankara, 24-26.
- [2] Anonim, "Artvin Devlet Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü" Artvin, (1981-2001).
- [3] Atalay, İ. ve Ark., 1980, "Kuzeydoğu Anadolunun Ekosistemleri". Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 141, Ankara, 25-50.
- [4] (Brubaker et al.,1993. Soil Properties Associated with Landscape Position. *Soil Science Society of America Journal* 57, 235-239.
- [5] Aksoy, H., "Karbük-Beylikdüz Araştırma Ormanındaki Orman Toplulukları ve Bunların Silvikültürel Özellikleri Üzerine Araştırmalar", İ.Ü. Orman Fak. Yay., İ.Ü. Yay No:2332, O.F. Yay. No: 237, İstanbul, 1978.
- [6] Aksu Y. ve Ark. 1990. *Rhizophagus dispar* Pk.'nın *Ips sexdentatus* ve diğer kabuk böcekleri Üzerindeki etkisi ile Biyolojik mücadelede kullanılması olanakları üzerine araştırmalar. Uluslar arası Biyolojik mücadele Sempozyumu, Antalya, bildiriler Kitabı, 120-123.
- [7] Allen, S.E. (1989). *Chemical Analysis of Ecological Materials*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- [8] Anonim, "Doğu Ladini", Ormancılık Araştırma Enstitüsü yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi:58, El Kitabı Dizisi: 5, p:11-56, Ankara,1989.
- [9] Arol, N., "Bolu ve civarında bazı göknar, kayın, çan saf ve karışık meşcerelerinde ölü örtü miktarı ile besin maddesi muhtevası üzerine araştırmalar", T.C. Ziraat Vekaleti Orman Umum Müdürlüğü Yayını, Neşriyat Sıra Nu, 301, Seri 3, Ankara, 1959.
- [10] Balcı, A.N., "İç Anadolu da Ana Materyal ve Bakı Faktörlerinin Erodibilite ile İlgili Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri", İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 195, p:60, Bozok Marbaası, İstanbul, 1973.
- [11] Boerner, R.E., 1984, "Nutrient fluxes in litterfall and decomposition in four forests along a gradient of soil fertility in southern Ohio", *Canadian Journal of Forest Research* 14, 794-802.

- [12] Bouyoucos, G. J., “Direction for making mechanical analysis of soils by hydrometer method”, Soil Science Soc. Am. Proc. Volum 42, p: 225-229,1936,
- [13] Brubaker, S.C., Jones, A., J., Lewis, D.T.& Frank K. 1993. “Soil Properties Associated with Lanscape Position”, Soil Science Society of America Journal 57, 235-239.
- [14] Chapman SK, Hart SC, Cobb NS, Whitham TG, Koch GW (2003) Insect herbivory increases litter quality and decomposition: an extension of the acceleration hypothesis. Ecology 84:2867-2876
- [15] Chen, Z.S., Hsieh, C.F., Jiang, F.Y., Hsieh, T.H.& Sun. I.F. 1997. Relations of soil propoities to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan. Plant Ecology 132, 229-241.
- [16] Christiansen, E., Bakke, A., 1988. The spruce bark beetle of Eurasia. In: Berryman, A.A. (Ed.), Dynamics of Forest Insect Populations; Patterns, Causes, Implications, Plenum Press, New York, pp. 479–503.
- [17] Chun-Chih Tsui, Zueng-Sang Chen at all. (2004). “Relationshipps between soil propoities and slope position in lowland rain forest of southern Taiwan”. Journal Geoderma, Volume 123, Issues 1-2, p:131-142
- [18] Cobb RC, Orwig DA, Currie S (2006) Decomposition of green foliage in eastern hemlock forests of southern New England impacted by hemlock woolly adelgid infestations. Can J For Res 36:1331-1341
- [19] Curtis RO et. Al,1981. “A new stand Simulator for coast douglas-fir: DFSIM users guide: U.S.A., Forest Service General Technical Report PNW-128.
- [20] Çepel, N. Ve Karaveli, A., “Uludağ Milli Park’ının Üst toprağına ait Tekstür ve Asitlilik Özellikleri”, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri:A, Volume:40, Sayı:1, İstanbul, (1990).
- [21] Çepel, N., Orman Ekolojisi, İ.Ü. Yayın No: 3118, Orman Fak. Yayın No: 399, İstanbul, (1984)
- [22] Emimağaoğlu, Ö., Artvin-Atila(Hatila) Vadisi Florası”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 1996
- [23] Erbek FS, Ölmez Z, Uça Avcı ZD (2005) Artvin yöresi ladin (*Picea orientalis* L. Link) orman alanlarında böcek zararlıları nedeniyle oluşan tahribatın izlenmesinde



- uydu görüntülerinin kullanımı. Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı-I, 20-22 Ekim, s. 222-232, Trabzon.
- [24] Erinç, S., Klimatoloji ve Metotları, İ.Ü. Yayın No:3278, Deniz Bil. ve Coğrafya enstitüsü Yayın No: 399, İstanbul, (1984)
- [25] ERUZ, E., “Belgrad Orman’ındaki meşe ve kayın ekosistemlerinin bazı önemli kimyasal ve fiziksel toprak özelliklerine ilişkin araştırmalar”, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İ.Ü Yayın No:2641, O.F. Yayın No: 280, p: 49, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul (1980).
- [26] Feting, J.C. ve Ark.,”The effectiveness of vejetation management practies for prevention and control of bark betle infestations in coniferous forests of the western and southern Unitef States”, Forest Ecology and Management 238, 24-53, 2007
- [27]Gemci, M., “Artvin-Atila Vadisi Yan Derelerinden Cogla Deresi Yağış Alanında yer Alan Değişik Orman Formasyonu Topraklarında Erozyon Eğiliminin Hidrolojik Toprak Özelliklerine Bağlı Olarak Değişimi”, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Artvin, 2002.
- [28] Gülçur, F., “ Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri”, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, p:225, Kurtuluş Matbaası, İstanbul (1974).
- [29] Günlu, A., Yılmaz, M., Altun, L.,Ercanlı, İ.,Küçük, M., Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, Yıl: 2006, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 1-10
- [30] [http://www.ogm.gov.tr / oip / yönetmelik\\_1. pdf](http://www.ogm.gov.tr / oip / yönetmelik_1. pdf), p:9.
- [31] Heal, O.W., Anderson, J.W. and Swift, M.J. (1997). Plant litter quality and decomposition: An historical overview. In *Driven by Nature: Plant Litter Quality and Decomposition*, eds. G. Cadisch and K. E. Giller, pp. 3-45. CAB International Wallingford, U.K.
- [32] Holt, J. A., Hodgen M. J. And Lamb D., “Soil Respiration in the seasonally dry tropics near Townsville, North Queensland”, Soil Biology and Biochemistry, 28:738-745 (1990)
- [33]Irmak, A. Çepel, N. 1974. Bazı karaçam, kayın, meşe meşcerelerinde ölü örtü ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar. İst. Üni. Orm. Fak. Yay. Nu. 204
- [34] Kacar, B., “Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri:III”, Ankara Üniversitesi, Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No:3, p:102

- [35] Kalay, H.Z., “Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mintikasında Saf Doğuladini Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak özelliklerinin ve Fizyografik etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması”, Doçentlik Tezi, İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul (1989).
- [36] Kalra Y.P. ve D.G. Maynard, 1991. Methods Manual for Forest Soil and Plant Analysis. Forestry Canada, Northern Forestry Publications. Alberta, Canada.
- [37] Kantarcı M. D., Belgrad Ormanında Toprak ve Orman Yetiştirme Muhiti Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri : A, Cilt : XXII, Sayı : 1, İstanbul, (1972).
- [38] Kantarcı, M.D. 1978. Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey alanlarındaki Uludağ göknar ormanlarında yükselti-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması. İÜ. Orm. Fak. Der., Seri-A, 28: 60-116.
- [39] Kantarcı, D. M., “Aladağ Kütlesinin (Bolu) Kuzey Aklanındaki Uludağ Göknarı Ormanlarında Yüksekli-İklim Kuşaklarına Göre Bazı Ölü Örtü ve Toprak Özelliklerinin Analitik olarak Araştırılması”, Matbaa Teknisyenleri Basımevi (1979).
- [40] Karagül, R. (1990). Artvin-Murgul yöresindeki kayın ve kızılçam orman ölü örtülerinin bazı hidrolojik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, 1990. Yüksek Lisans Tezi
- [41] Karaöz, M.Ö. 1993. Bazı yerli ve yabancı yöre yapraklı ağaç türlerine ait plantasyonlarda ölü örtü miktar ile bunlardaki besin rezervi üzerine araştırmalar. İstanbul Üniv. Orm. Fak. Der., Seri-A, 43: 93-115.
- [42] Kurz-Besson, C., Couteaux M. M., Remacle, J., Ribeiro, C., Romanya, J., Thiery, J.M., (2006) “A climate response function explaining most of the variation of the forest floor litter mass and the needle decomposition in pine forest across Europe. Plant Soil 285: 97-114.
- [43] Losche, E.K., McCracken, R.J., Davey, C.B., 1970. “Soils of steeply sloping landscapes in southern Appalachian mountains. Soil Science Society of America 34, 473-478.
- [44] Meydan, M., Aksu Y., Göktürk T., “Thanasimus Formicarius (Coleoptera: Cleridae)’un Laboratuvar Şartlarında Üretimi ve Biyolojik Mücadele Uygulamalarında

- Kullanılması Olanakları Üzerine Araştırmalar”, KTÜ. Orman Fakültesi Ladin Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Cilt 1 p:206-212, Trabzon (2005).
- [45] M.T.A. Genel Müdürlüğü, 1961, Türkiye Jeoloji Haritası, Harita Genel Müdürlüğü Matbaası, Ankara.
- [46] Mudrick, D. A., Hoosein, M., Hicks, R. R., Townsend, E. C., 1994. Decomposition of leaf litter in an Appalachian forest: effects of leaf species, aspect, slope position and time. *Forest Ecology & Management* 68, 231-250.
- [47] Okatan, A., “Trabzon Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı”. K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, 1987. Yüksek Lisans Tezi
- [48] Olson, J.S. (1963). Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology* 14, 322-331.
- [49] Özbayram A. K., “Farklı Arazi Kullanımlarının Toprak Solunumuna Olası Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin Orman Fak., Artvin (2006)
- [50] Prescott CE, Blevins LL, Staley CL. 2000. Effects of clear-cutting on decomposition rates of litter and forest floor in forests of British Columbia. *Can J For Res* 30:1751-1757.
- [51] Prescott CE, Hope GD, Blevins LL. 2003. Effect of gap size on litter decomposition and soil nitrate concentrations in a high-elevation spruce-fir forest. *Can J For Res* 33:2210-2220.
- [52] Raich J.W. & Tüfekçioğlu, A., *Vegetation and soil: Correlations and Controls, Biogeochemistry*,48(1);71-90(2000)
- [53] Rawls, W.J. & Pachepsky, Y.A., “Using field topographic descriptors to estimate soil water retention”, *Soil Science* 167, p:423-435., (2002).
- [54] Saraçoğlu, Ö., 1988. “ Karadeniz Yöresel Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme”.OGM Yayınları, p:312
- [55] Sanger, L. J., Cox, P., Splatt, P., Whelan, M. J., Anderson, J. M., 1996. Variability in the quality of *Pinus sylvestris* needles and litter from sites with different soil characteristics: Lignin and phenylpropanoid signature. *Soil Biology & Biochemistry* 28, 829-835.

- [56] Sanger, L. J., Cox, P., Splatt, P., Whelan, M. J., Anderson, J. M., 1998. Variability in the quality and potential decomposability of *Pinus sylvestris* litter from sites with different soil characteristics: Acid detergent fibre (ADF) and carbohydrate signature. *Soil Biology & Biochemistry* 30, 445-461.
- [57] Saraçoğlu, Ö., 1988. “ Karadeniz Yöresel Gökmar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme”.OGM Yayınları, p:31
- [58] Sarıyıldız T., Tüfekçioğlu, A. and Küçük,M., “Effect of Aspect and Slope Position on Decomposition of *Picea orientalis* needle litter Grown in Artvin Region”. International Soil Congress(ISC) on “Natural Resource Management for Sustainable Developments” (2004).
- [59] Sarıyıldız ve Ark., 2005. “Doğu Ladini İbrelerrinin Ayrışmasında Kimyasak yapının, Tür Karışımının ve orman Gülünün Etkisi”. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ladin Sempozyumu, bildiri Kitabı, Cilt: I, p:130-142
- [60] Sarıyıldız, T., “Ölü Örtü Ayrışmasının Önemi ve Ölü Örtü Ayrışmasında Ölü Örtü Bileşenlerinin Etkisi Konusunda Yapılan Çalışmalara Genel Bir Bakış” Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Bildiriler Kitabı Cilt:2, p:807, Artvin, (2002).
- [61] Sariyildiz, T. and M. Gemci, “Effect of different forest formation types on soil erodibility related to hydrological soil properties in Cogla Creek watershed in Artvin, Turkey”, *International Soil Congress (ISC) on “Natural Resource Management for Sustainable Development*, Proceedings, D1-D10, 8-15, Erzurum, Turkey (2004)
- [62] Sarıyıldız, T., Akkuzu, E., Tilki, F., Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Küçük, M. ve Aksu, Yaşar. “Artvin Yöresi Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) Ormanlarının *Ips typographus* (L.) Saldırısına Maruz Kalmasında Ağaçların Fizyolojik Durumu, Yetiştirme Ortamı ve Meşcere Silvikültürel Özelliklerinin Etkisi”. TOVAG, Proje No: 1060193. 2006.
- [63] Scheffer/ Schachtschable, “Toprak Bilimi”, Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:73, Ders Kitapları No:16, p:604-606, Adana (1993).

- [64] Stalling, J.H., “Soil coservation”, Prentice Hall. Inc. Engl. Wood Cliffs, N.J. (1957)
- [65] Swift, M.J., Heal, O.W. and Anderson, J.M. (1979). *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- [66] Tompson, L.M., “Soil and Soil Fertility Mc Graw – Hill Book Co. Inc., New York (1952).
- [67] Tüfekçioğlu, A. “Ordu Melet Irmağı Havzasındaki Orman Ekosistemlerinde Yükselti ve Bakı Etmenlerine Göre Bitki Örtüsü ve Bazı Toprak Özelliklerinin Araştırılması”. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, 1995.
- [68] Tüfekçioğlu, A., Küçük, M., “Soil Respiration in Young and Old Oriental Spruce Stands and in Adjacent Grasslands in Artvin, Turkey”, *Turkish Journal Of Agriculture and Foresestry*, Volume:28, Number:6, p:429-434., (2004).
- [69] Tüfekçioğlu, A., Raich J.W., Isenhardt T., & Schultz R.C. “ Soil respiration within riparian buffers and adjacent croplands”, *Plant and Soil* 229 (1): 117-124.,(2001).
- [70] Vitousek, P.M., Turner, D.R., Parton, W.J. and Sandford, R.L. (1994). Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: Patterns, mechanisms and models. *Ecology* 75 (2), 418-429.
- [71] Wermelinger B (2004) Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*- a review of recent research. *For Ecol Manage* 202:67-82
- [72] Wulder M.A. 2006. “Estimating the probability of mountain pine betle red attack damage”. *Remote sensin of Environment* 101: 150-166.
- [73] Zhang Q. Zak JC. 1995. Effects of gap size on litter decomposition and microbial activity in a subtropical forest. *Ecology* 76:2196-2204.

## ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Duman,1981 yılında Mersin İli Anamur ilçesinde doğdu. İlk ve Orta ve Lise Öğrenimini Mersin İli Bozyazı ilçesinde tamamladı. 2000 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesinde Üniversite Eğitime başlayıp, Orman Fakültesinde kayıt yaptıırıp 2004 yılında mezun oldu. 2006 yılında Kafkas Üniversitesi Fen B 2004 yılında mezun oldu. 2004-2006 yılları arasında farklı kurumlar tarafından desteklenen Üniversite projelerinde yardımcı araştırmacı olarak görev aldı.2006 yılında Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne kayıt yaptıırarak Yüksek Lisans Eğitime başladı. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesinde devam eden TÜBİTAK destekli bir projede burslu olarak çalıştı. ilimlerine kayıt yaptıırarak Yüksek Lisans eğitimine başladı. Orta derecede İngilizce bilmektedir. Kendisi, bilgisayar programları da dahil olmak üzere arazi ve Laboratuar konularında çalışmalarına devam etmekte olup henüz bekardır