

**Artvin Yöresi Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.)
Ormanlarının *Ips typographus* (L.) Saldırısına Maruz
Kalmasında Ağaçların Fizyolojik Durumu, Yetişme Ortamı
ve Meşcere Silvikültürel Özelliklerinin Etkisi**

Proje No: 106O193

Doç. Dr. Temel SARIYILDIZ
Yrd. Doç. Dr. Erol AKKUZU
Doç. Dr. Fahrettin TİLKİ
Doç. Dr. Aydın TÜFEKÇİOğLU
Yrd. Doç. Dr. Sinan GÜNER
Arş. Gör. Mehmet KÜÇÜK
Biyolog Yaşar AKSU
Ahmet DUMAN

ARALIK 2008
ARTVİN

ÖNSÖZ

Burada sunulan “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” konulu ve 106O193 nolu proje TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. TÜBİTAK’a çalışmamıza göstermiş olduğu maddi ve manevi desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

Bu çalışmamızda, yetiştirme ortamı özelliklerinin ve silvikültürel uygulamaların *Ips typographus*’un davranışı üzerindeki ve Doğu Ladininde zarar derecesine etkisi sayısal olarak ortaya konulmaya çalışılmıştır. Özellikle Türkiye’nin sadece Kuzey Doğu Anadolu bölgesinde yetişen Doğu Ladinine *Ips typographus*’un zararında bu faktörlerin etkisinin çalışılması Türkiye ve Dünya literatüründe bir ilk olup, bu konuyla ilgili önemli bilgilerin elde edilmesi sağlanmıştır. Oldukça engebeli ve dağlık bir alanda gerçekleştirdiğimiz projemizin arazi çalışmaları sırasında araziye ulaşımında, feromon tuzaklarının ve seyyar meteoroloji istasyonlarının araziye kurulmasında, tuzakların içindeki kimyasal preparatların değiştirilmesi ve yakalanan böceklerin muhafazası, toprak ve diğer örneklerin araziden laboratuvar ortamına taşınmasında bizden yardımlarını esirgemeyen Artvin Bölge Müdürlüğüne ve özellikle Bölge Müdür Yardımcısı Yüksek Orman Mühendisi Mimar Sinan ÖZKAYA’ya burada teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Toprak ve ibre örneklerimizin muhafaza edildiği, analize hazır hale getirilmesinde ve örnekler üzerinde bazı kimyasal ve fiziksel analizlerin gerçekleştirilmesinde laboratuvar imkânlarını bize sağlayan Artvin Çoruh Üniversitesi Rektörlüğüne ve Orman Fakültesi Dekanlığına teşekkürlerimizi sunuyoruz.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLolar LİSTESİ	iv
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
ÖZET	ix
ABSTRACT	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Toprak özellikleri konusunda genel bilgiler	11
2.2. Ölü örtü ayrışması ve böcek zararının ölü örtü ayrışmasına etkisi	15
3. GEREÇ VE YÖNTEM	19
3.1. Çalışma Alanının Tanıtımı	19
3.2. Feromon tuzaklarının ve Seyyar otomatik meteoroloji istasyonlarının araziye kurulması ve verilerin elde edilmesi	25
3.3. Deneme parsellerinin alınması	27
3.4. Deneme parsellerinden toprak örnekleme ve analizi	28
3.5. Deneme parsellerinden ibre örnekleme ve analizi	29
3.6. İbre ayırma deneyinin kurulması	30
3.7. Deneme parsellerinde dendrometrik ölçümler	31
3.9. İstatistik Analizi	32
4. BULGULAR	33
4.1. Böcek yoğunluğu üzerinde bakı ve yükseltinin etkisi	33
4.2. Çalışma alanlarının meşcere ve toprak özellikleri	39
4.2.1. Hatila Çalışma Alanı	39
4.2.2. Saçınka Çalışma Alanı	57
4.3. Ölü Örtü Ayrışması	78
4.3.1. Ölü Örtünün kimyasal bileşenlerindeki değişim	78
4.3.2. Ölü örtü ayrışması ve ölü örtü ayrışması üzerinde kimyasal bileşenlerin ve mikroiklim özelliklerinin etkisi	80
5. TARTIŞMA/SONUÇ	91
5.1. Böcek yoğunluğu	91

5.2. Zarar derecesi ile meşcere ve toprak özellikleri arasındaki ilişki	93
5.3. Ölü örtü ayrışması üzerinde böcek zararının etkisi	99
5.3.1. Ölü örtünün kimyasal bileşenlerindeki değişime olan etkisi	99
5.3.2. Ölü örtü ayrışması ve ölü örtü ayrışması üzerinde kimyasal bileşenlerin ve mikroiklim özelliklerinin etkisi	102
6. Genel sonuçlar ve öneriler	106
7. Kaynaklar	108

TABLolar LİSTESİ**Sayfa No:**

Tablo 1: Artvin Meteoroloji İstasyonununun 1980-2005 Yıllarına Ait Meteorolojik İklim Değerleri ve Thornthwaite Yöntemine Göre Enterpole Edilmiş Çalışma Alanlarına Ait Bazı İklim Değerleri	23
Tablo 2: <i>I. typographus</i> ve <i>T. formicarius</i> böceklerinin sayıları üzerinde bakı ve yükseltinin etkilerinin istatistiksel analizleri	33
Tablo 3: Feremon tuzaklarıyla yakalanan <i>I. typographus</i> ve <i>T. formicarius</i> böceklerinin ortalama sayıları	34
Tablo 4: Feremon tuzaklarıyla yakalanan <i>I. typographus</i> ve <i>T. formicarius</i> böceklerinin sayıları arasındaki ilişkinin önem derecesi (Pearson korelasyonu)	34
Tablo 5: <i>I. typographus</i> ve <i>T. formicarius</i> böceklerinin ağırlıkları ve boyları üzerinde bakı ve yükseltinin etkilerinin istatistiksel analizleri	35
Tablo 6: Bakı ve yükseltiye göre <i>I. typographus</i> böceğinin boy ve ağırlığındaki değişimler	35
Tablo 7: Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi	36
Tablo 8: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde, zararlı böcek tarafından çok zarara uğramış (ÇZ), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) deneme alanlarının yeri ve meşcere özellikleri	40
Tablo 9: Meşcere özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analizi	41
Tablo 10: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (ÇZ), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 0-15 cm derinliğine ait bazı özellikleri	45
Tablo 11: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (ÇZ), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 15-35 cm derinliğine ait bazı özellikleri	46

Sayfa No:

Tablo 12: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 35-65cm derinliğine ait bazı özellikleri	47
Tablo 13: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (0-15 cm için)	48
Tablo 14: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (15-35 cm için)	51
Tablo 15: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (35-65 cm için)	54
Tablo 16: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde, zararlı böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) deneme alanlarının yeri ve meşcere özellikleri	58
Tablo 17: Meşcere özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analizi	59
Tablo 18: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 0-15 cm derinliğine ait bazı özellikleri	61
Tablo 19: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 15-35 cm derinliğine ait bazı özellikleri	62
Tablo 20: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 35-65cm derinliğine ait bazı özellikleri	63
Tablo 21: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (0-15 cm için)	64
Tablo 22: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(15-35 cm için)	67

Sayfa No:

Tablo 23: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(35-65 cm için)	70
Tablo 24: Hatila ve Saçinka kontrol deneme alanlarının meşcere özelliklerinin karşılaştırılması	74
Tablo 25: Hatila ve Saçinka kontrol meşcerelerinin toprak özelliklerinin karşılaştırılması (0-15 cm)	75
Tablo 26: Hatila ve Saçinka kontrol meşcerelerinin toprak özelliklerinin karşılaştırılması (15-35 cm)	76
Tablo 27: Hatila ve Saçinka kontrol meşcerelerinin toprak özelliklerinin karşılaştırılması (35-65cm)	77
Tablo 28: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan ve böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altından toplanan o yıla ait ölü ladin ibrelerinin kuru ağırlıklarının içerdiği kimyasal bileşenleri ve bunların bazılarının birbirlerine oranları. Yatayda aynı harf ile gösterilen ortalama değerler arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır	79
Tablo 29: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde alınan çok zarar (Çz), az zarar (Az) ve kontrol (Kontrol) deneme alanlarına bırakılan Doğu Ladini ibrelerinin ilk yıla ait ayrışma sabiti (k). Ortalama değerlerin \pm standart hataları verilmiştir. Elde edilen verilerin ayrışma modeline uygunluğunu gösteren belirleme faktörü (r^2) belirtilmiştir. Asteriks olarak verilen işaretler önem derecesini belirtmek içindir; *, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ***, $p<0.001$	82
Tablo 30: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde alınan çok zarar (Çz), az zarar (Az) ve kontrol (Kontrol) deneme alanlarına bırakılan Doğu Ladini ibrelerinin ikinci yıla ait ayrışma sabiti (k). Ortalama değerlerin \pm standart hataları verilmiştir. Elde edilen verilerin ayrışma modeline uygunluğunu gösteren belirleme faktörü (r^2) belirtilmiştir. Asteriks olarak verilen işaretler önem derecesini belirtmek içindir; *, $p<0.05$; **, $p<0.01$; ***, $p<0.001$	85

	Sayfa No:
Tablo 31: Normal ladin ibrelerinin alt ve üst bakıya bağılı olarak yerlerinin değişmesi sonucu meydana gelen ibre kütle azalması farklılıkları	89
Tablo 32: İbrelerin başlangıçtaki kimyasal bileşenleriyle kütle azalması arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları	90

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No:
Şekil 1: İki çalışma bölgesinin, (a) Hatila Vadisi Mill Parkı ve (b) Saçınka, hazırlanan haritaları	20
Şekil 2: Walter Yöntemine Göre Alt Yükseltiye (1800 m) ve Üst Yükseltiye (2100 m) Ait Sıcaklık-Yağış Grafiği	24
Şekil 3: Araştırma alanının jeoloji haritası	25
Şekil 4: Arazide Alınan Deneme Alanlarının Şematik Olarak Gösterimi. Şematik gösterim sadece bir alan için verilmiş olup 36 adet deneme parselini göstermektedir	28
Şekil 5: <i>I. typographus</i> (L) ergininin boyu ve ağırlığı arasındaki ilişki	36
Şekil 6: Feromon feromon tuzağına düşen ortalama <i>I. typographus</i> sayısı ile sıcaklık (a), nem (b), çığ noktası (c), yağış (d) ve rüzgâr (e) arasındaki ilişki	38
Şekil 7: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde ladin ibrelerinin ilk bir yıla ait ortalama kütle azalması değerleri (kolonlar üzerindeki ortalamaların hata çubukları verilmiştir)	81
Şekil 8: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde ladin ibrelerinin ikinci yıla ait ortalama kütle azalması değerleri	84
Şekil 9: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde standart ladin ibrelerinin ilk yıla ait ortalama kütle azalması değerleri	86
Şekil 10: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde standart ladin ibrelerinin ikinci yıla ait ortalama kütle azalması değerleri	87

ÖZET

Burada sunulan projede, Doğu Ladini ormanlarına oldukça büyük zararı olan *Ips typographus*'un etkisi, boyutu ve şiddeti bireysel Ladin ağacı ve meşcere düzeyinde Artvin Hatila Milli Parkında gerçekleştirilecek büyük kapsamlı parsel ağı ile ortaya konmaya çalışılmıştır. Silvikültürel müdehale gören alanlar ile uzun bir süre hiçbir silvikültürel müdehale görmeyen alanlarda, *Ips typographus*'un etkisini ve davranışını karşılaştırmak amacıyla, proje çalışması Hatila (müdehale görmemiş alan olarak) ve Saçinka (müdehale gören alan olarak) çalışma alanlarında gerçekleştirilmiştir. Doğu Ladininin saf olarak yayılış gösterdiği Hatila ve Saçinka alanlarının kuzey ve güney bakışının en alt (ortalama 1700 m) ve en üst yükseltilerinde (ortalama 2100 m), çok zarar, az zarar ve kontrol amaçlı deneme parselleri (20 x 20 m) alınarak toprak ve meşcere özellikleri belirlenmiştir. Bakı ve yükseltinin böceğin popülasyonu, boyu ve ağırlığı üzerine olan etkisi feromon tuzakları kullanılarak sadece Hatila çalışma alanında gerçekleştirilmiştir. Yine aynı çalışma alanında, böcek zararının Doğu Ladini ibre ölü örtüsü ve genel ölü örtü ayrışma seyri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde: (1) kabuk böceğinin popülasyonun, ağırlığın ve boyun güney bakılarda ve üst yükseltilerde daha fazla olduğu bulunmuştur. (2) Doğu Ladininin bazı meşcere (yaş, çift kabuk kalınlığı gibi) ve toprak özelliklerinin (besin elementleri gibi), *Ips typographus*'un saldırı hassasiyetinin belirleyicisi olarak kullanılabiliceği, fakat *Ips typographus*'un saldırı oranları ile meşcere yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin bakı ve yükseltiye bağlı olarak değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. (3) *Ips typographus*'un ağaçlara verdiği zarar, ibrelerin azot (N) konsantrasyonunun yükselmesine, karbon ve C:N ve lignin:N oranının azalmasına neden olarak, zarar gören Doğu Ladini meşcerelerinde ibre ayrışmasını hızlandırmıştır. Yüksek kum miktarına ve yağışa sahip olan bu alanlarda, hızlı meydana gelen ölü örtü ayrışması ve bu olumsuz yetiştirme ortamı şartları, toprakta besin elementlerinin yıkanmasına neden olabilecektir, bunun da zaman içinde besin elementlerinin döngüsünü, toprak verimliliğini, toprak kimyasını, tür dinamiğini ve ekosistem gelişmesini etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Ips typographus*, *Picea orientalis*, topografya, yetiştirme ortamı özellikleri, ölü örtü ayrışması, feromon tuzağı

ABSTRACT

This present project investigated the impact, extent and severity of bark beetle on Oriental spruce at tree and stand level through an extensive plot network on a portion of Hatila National Park in Artvin. In order to compare the behavior and effects of *Ips. typographus* on managed and unmanaged area, the Project was carried out in Hatila (unmanaged) and in Saçinka (managed) areas. Soil and stand characteristics of highly, moderately and not damaged (control) spruce stands on the north- and south-facing sites and at two slope positions (top slope-mean altitude 1700 m and bottom slope- 2100 m) on each aspect were determined in Hatila and Saçinka. The influences of aspect and slope position on bark beetle (*Ips typographus* L.) populations, body length and weight in Oriental Spruce (*Picea orientalis*) dominated stands in was only investigated in Hatila Valley National Park using pheromone traps. The effects of *Ips. typographus* damage on litter quality and decomposition rates of Oriental Spruce were also determined in Hatila. Results have showed that (1) bark beetle population, length and weight were significantly higher on south sapect and at top slope stands on each aspect. (2) soil and stands characteristics can be used as predictors of the vulnerability of oriental spruce stands to attack by *Ips typographus*, but the relationships between *Ips typographus* attack rates and site characteristics of spruce stands vary significantly according to aspect and slope position. (3) *Ips typographus* damage on Oriental spruce can accelerate litter decomposition rates by increasing N concentration and decreasing C:N and lignin:N ratios. With higher sand content and rainfall, this may result in leaching soil nutrients through the soil, and in turn this can influence nutrient cycling, soil productivity, soil chemistry, species dynamics and ecosystem development.

Keywords: *Ips typographus*, *Picea orientalis*, topography, site characteristics, litter decomposition, pheromone traps

1. GİRİŞ

Doğu Ladininin (*Picea orientalis* (L.) Link.) ana vatanı Doğu Karadeniz Bölgesi ve Kafkas dağlarıdır. Doğu ladini Türkiye'de 444 933 hektar alanda saf halde ve genellikle kayın, sarıçam ve göknar türleriyle karışık meşcereler kuran birinci derecede asli orman ağacı türüdür. Artvin yöresinde saf Doğu ladini alanlarının büyüklüğü 41756 hektardır. Ladinin diğer türlerle oluşturduğu karışık meşcerelerin büyüklüğü; ladin-kayın karışımı 4777 hektar, ladin-sarıçam karışımı 1071 hektar, ladin-kayın-sarıçam karışımı 2512 hektar, sarıçam-ladin-göknar karışımı ise 5669 hektardır (Artvin O.B.M. 2004). Artvin yöresi ormanları içinde önemli bir yer tutan bu asli ağaç türümüz *Ips typographus* L.'un saldırısı altında olup, bugün Artvin Ladin ormanlarında yaklaşık 15 000 hektarlık sahada zararlı durumdadır.

Ips typographus (L.) paleartik bölgelerde de ladinlere saldıran en tahripkâr kabuk böceğidir (Christiansen ve Bakke, 1988). Avrupa'nın en önemli ladin zararlısı olan *Ips typographus*'un Türkiye ormanlarındaki varlığı 9 Nisan 1984 tarihinde Artvin'de yapılan bir tespitle ortaya çıkmıştır (Alkan, 1985). Avrupa'da bu böceğin ladin ormanlarında yaptığı zarara ait kayıtlar on dokuzuncu yüzyıla kadar uzanmaktadır. Böceğin ladin ormanlarındaki salgını neticesinde, Almanya'da 1944-1948 yılları arasında 30 milyon m³, İsveç'te 1976-1979 yılları arasında 2 milyon m³, Norveç'te 5 milyon m³ odun kaybının olduğu bildirilmiştir (Christiansen ve Bakke, 1988). Bu böcek salgınının İtalya, Polonya, Çek Cumhuriyeti ve Japonya'da da önemli derecede ladin odununa zarar verdiği bilinmektedir.

Avrupa'da *Ips typographus*'un ormanları istilası, bu böceğin biyolojisi, ekolojisi ve ekonomisi konuları üzerinde araştırmaların yapılmasına neden olmuştur. Biyotik ve abiyotik faktörlerin, örneğin iklimin (Gagne ve Ark., 1980), doğal düşmanlarının (Turchin ve Ark., 1991), meşcere koşullarının (Paine ve Stephen, 1987a) ve konukçu ağaç koşullarının (Paine ve Stephen, 1987b), *Ips typographus*'un popülasyon dinamiğinde ve zararlıının konukçuya yaptığı zarar üzerinde çok önemli etkilere sahip olduğu uzun bir süredir bilinmektedir. Bu bilgilere rağmen, *Ips typographus*'un popülasyon dinamiği, tamamen anlaşılmaktan ve hatta tahmin edilmekten oldukça uzaktır. Daha geniş bir boyutta, bunun nedeninin iklim şartlarındaki ve diğer karar verici olaylardaki örneğin fırtına ya da kuraklık gibi, belirsizlikten kaynaklandığı söylenebilir. Ek olarak, zayıf düşmüş ladin ağaçlarının yeniden iyileşme süreçlerinin

değerlendirilmesi zor olup, bu değerlendirmede iklim şartlarına bağlı olmaktadır. Bundan başka, zararlı ile mücadele çalışmaları insanların kontrol tedbirleri kadar konukçu ağacın elde edilebilirliği ve direnci *Ips typographus*'ün hayatta kalmasını etkilemektedir. Son yıllarda, zararlıya karşı dirençte konukçu ağacın koşullarının potansiyel etkisi ki bu koşullar çevresel stres ve mevsimsel büyüme ve gelişme evreleri tarafından etkilenmektedir, konusu ciddi bir şekilde araştırılmaktadır (Blanche ve Ark., 1985ab; Dunn ve Lorio, 1993).

Ladin ağacının zararlı tarafından konukçu haline gelmeye karşı direnç yeteneği, ağacın dirençliliğinin, meşcere koşullarının ve kabuk böceğinin sayısının bir fonksiyonudur. Bir öncü olarak, küçük kabuk böceği ölmekte olan ve yeni ölmüş ağaçları koloni haline getirir ve böylece ağacın kabuklarını ve odununu ayrıştırmaya başlar. Kısa ömürlü kaynakları kullanarak, hızlı bir şekilde oldukça yüksek bir sayıya ulaşabilmektedir. Orman yüzeyine düşmüş ağaçlar üremeleri için çok kuru olmaları durumunda önemli bir miktardaki *Ips typographus* yaşayan ladin ağaçlarını istila etme yönünde hareket ederler. Böyle bir epidemi durumunda, *Ips typographus* ladin ağaçları bakımından zengin olan ormanlar ile özellikle kendilerinin uygun yaşam alanları dışındaki diğer meşcerelerde ciddi bir sorun yaratabilirler.

Konukçu ağaçların dirençliliği ve savunma mekanizmaları *Ips typographus* tarafından yapılan saldırının başarısında çok önemli bir yer tutmaktadır. Ladin meşcerelerinin bulunduğu yer ile yaşın, *Ips typographus*'ün 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 saldırı daha fazla olduğu bildirilmiştir (Lobinger ve Skatulla, 1996; Jakus, 1998ab). Fazla miktarda Avrupa ladin ağacının bulunduğu meşcerelerin, *Ips typographus*'ün saldırılarını arttırdığı, 70 yaşından büyük ağaçların daha fazla zarar gördüğü ve özellikle 100 yaş üzeri ağaçlarda bu saldırının daha yoğun olduğu belirlenmiştir (Becker ve Schröter, 2000).

Meşcerelerin dirençliliğini etkileyen faktörleri belirlemek için birçok risk analizleri gerçekleştirilmiştir. Çok yönlü regresyon analizleri, yükselti ve toprak besin elementlerinin, özellikle azot, fosfor ve magnezyum, *Ips typographus*'ün saldırı oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Nef, 1994; Dutilleul

ve Ark., 2000). Lexer (1995 ve 1997) 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 olduğunu çalışmalarında belirtmiştir.

Burada sunduğumuz projemizin konusu ise bu zararlının en önemli konukçusu durumundaki Doğu Ladin ağacının fizyolojik durumunun (özellikle besin maddeleri ve fenolik maddeler), yetiştirme ortamı koşullarının ve silvikültürel özelliklerinin (yükselti, bakı, eğim, toprak besin elementleri, ağaç yaşı, ölü örtü ayrışma oranı vb.) *Ips typographus*'un saldırısındaki başarısında ve zararın diğer alanlara yayılmasında ki önem derecesinin araştırılması olmuştur. Bu değişik faktörlerin birbirleriyle olan ilişkilerinin belirlenerek modellenmesinin, şu anda ladin ormanlarında meydana gelen zararlara karşı yürütülen uygulamalara ve gelecekte bu küçük kabuk böceklerinin diğer alanlara yayılmasının önlenmesine karşı daha hazırlıklı olmak açısından faydalı olacağı düşünülmüştür.

Projemizin temel amaçları: (1) Doğu Ladini ormanlarında oldukça büyük zarar yapan küçük kabuk böceğinin etkisi, boyutu ve şiddeti bireysel Doğu Ladini ağacı ve meşcere düzeyinde Artvin Hatila Milli Parkında gerçekleştirilecek büyük kapsamlı parsel ağı ile ortaya konulması, (2) *Ips typographus*'un 3 farklı düzeyde (zarar görmemiş (kontrol), az ve çok zarar görmüş) zarar verdiği alanların karşılaştırılması ile Doğu Ladininde görülen böcek zararı ile ağaç, meşcere ve yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi, (3) *Ips typographus*'un doğal kontrol faktörleri, popülasyon dinamikleri, ağaç dirençliği ve yönetim uygulamaları arasındaki karmaşık ilişkinin ortaya konulması olmuştur.

Projemiz Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Merkez Orman İşletme Müdürlüğü Hatila Orman İşletme Şefliği içerisinde yoğun böcek zararının görüldüğü Artvin Hatila Vadisi Milli Park Alanında ve böcek zararının çok daha az görüldüğü Saçinka Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı olarak seçilen Hatila Vadisi Milli Park alanında özellikle 2000 yılından itibaren saf Doğu Ladini meşcereleri üzerinde *Ips typographus* yoğun olarak zarara yol açmış olup alanda böcek zararına uğrayan ağaçların yaklaşık yarısı (60 000 m³ ağaç) 2003-2004 yıllarında Artvin Orman Bölge Müdürlüğü tarafından alandan çıkarılmıştır. Çalışma alanı olarak seçilen Milli Park alanı 1994 tarihinden itibaren koruma altında

olduğundan bu alanlarda yetişen saf veya karışık Doğu Ladini ormanları herhangi bir işletme müdahalesine maruz kalmamıştır.

Bu alandaki böcek zararının çevre ormanlara oranla çok daha fazla olmasının nedenlerini de ortaya koyabilmek amacı ile, 2 farklı çalışma alanında (Hatila ve Saçinka bölgesi) hakim ağaç türü Doğu Ladini olan alanlarda, 2 farklı bakı (güneşli ve gölgeli) ve her bakı içerisinde 2 farklı yükseltiden (alt ve üst) 20 m x 20 m boyutlarında çalışma parselleri alınmıştır. Çalışma parselleri her bir yükseltide düşük, yüksek ve zarar görmemiş (kontrol) alanlardan alınmıştır. Deneme parsellerine feromon tuzakları asılarak yakalanan böcek türü ve sayısı ile deneme parsellerinin yetişme ortamı, ölü örtü ayrışması ve meşcere silvikültürel özellikleri belirlenmiş, Doğu Ladini ağacının fizyolojik durumunun, yetişme ortamı koşullarının ve silvikültürel özelliklerinin *Ips typographus*'un yoğunluğu ve zararı arasındaki ilişkiler ortaya konmaya çalışılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Karada gelişen diğer tüm bitkiler gibi, orman ağaçları da yaşamak ve gelişmek için beş temel kaynağa ihtiyaç duymaktadırlar. Bunlar; güneşten gelen enerji, karbon dioksit (CO₂), su, mineral besin elementleri ve fiziksel destek amaçlı geçirgen bir ortam olarak sıralamak mümkündür. Bitkiler, enerji ihtiyaçlarının bir kısmını atmosferdeki güneş radyasyonundan ve CO₂ 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 rüzgârgülü yönünden hangisine baktığını ifade eden bir terimdir. Bir arazinin bakısı, bu rüzgârgülü 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 (Çepel, 1984).

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 (Çepel, 1984). 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, sıcak altı-Castanetum zonu, 500-1000 m arası yapraklı orman, serin üstü-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 formasyonlarının olduğu bildirilmiştir (Eminağaoğlu, 1996; Gemci, 2002). 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 (Çepel, 1984). 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 (Çepel, 1984).

Herhangi bir alanda, topografya, iklimsel etkenlerin işlevini geciktirebilir ya da 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 sığ 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 alkali reaksiyon göstermektedir.

Mikroiklim özelliklerini etkileyen topografyanın diğer bir faktörü de yükseltilerdir. Yükseltinin artması ile sıcaklık düşer ve belli bir yükseltiye kadar yağış artar. Yükseklerle 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 birçok çalışmada ortaya konulmuştur. Sariyildiz ve Ark. (2005a) Artvin yöresinde yaptıkları bir çalışmada, toprak pH, katyon değişimi ve yüzde baz doygunluğunun bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede farklılık gösterdiğini bildirmişlerdir. Chen ve Ark (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, CaCO₃, değişebilir Ca, Mg 'un da arttığını gözlemlemiştir (Brubaker ve Ark. 1993). Doğu Tayvan'daki dağlık bir alanında yapılan bir çalışmada ise toprak pH' sı için bakı ve eğimin kontrol edici bir faktör olduğu bulunmuştur (Chen ve Ark. 1997).

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 sağlanmasında önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü bu materyallerin ayrışması sistem içindeki besin döngüsü süreçlerinde kritik bir rol üstlenmektedir. Ölü örtünün ayrışma oranları ve besin elementlerinin saliverilmesi çevresel şartlar (sıcaklık, nem gibi), mikroorganizmaların ve toprak faunasının ayrışma süreci içindeki etkinlikleri ve ölü örtünün biyokimyasal bileşenleri ya da kalitesi tarafından etkilenmektedir (Sariyildiz 2002). Topografya ya bağlı olarak meydana gelen mikroiklim şartlarındaki farklılıklarda ölü örtü ayrışma oranlarının farklı olmasına neden olabilmektedir (Sariyildiz ve Küçük 2008). Değişen mikroiklim özellikleri bir yandan ortamdaki ölü örtü ayrıştırıcılarının ve parçalayıcılarının çeşitliliğini, sayısını ve aktifliğini etkilerken, diğer yandan ortamdaki bulunacak bitki türlerinin çeşitliliğini etkileyerek ayrışan ölü örtünün kimyasal kalitesini değiştirmektedir. Birçok 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 Sariyildiz ve Ark. (2005bc) 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. Topografya, türlerin bu şekildeki tür karışımını oluşturmasını etkilemesi açısından ölü örtü ayrışmasında önemlidir.

Bakıya bağlı olarak alınan güneş enerjisi de değişmektedir. Güney bakılar, fazla miktarda güneş enerjisi alarak tipik sıcak, kuru olurlar ve daha hızlı mevsimsel ve günlük mikro iklim değişikliklerine konu olurlar. Bunun tersine kuzey bakılar, daha

az güneş enerjisi alarak 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 (Brubaker ve Ark., 1993). Mikroiklimi etkileyen diğer bir topografik faktör ise yükseltidir. Zirveye yakın üst yükseltilerde dışbükey yüzeyler daha yoğun güneş ışınımına, yüksek hızda rüzgâra maruz kalmakta ve su ve rüzgâr 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 yükseltilerde içbükey alanlar kuvvetli rüzgârlardan 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 bağlı 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 sınırdaki 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 mıntıkasındaki 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)

gözleendiği (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 (Anonim 1989).

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 (Aksu ve Ark., 1990). 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 (Aksu, 1987; Aksu ve Ark., 1990) *Ips typographus* bu zayıf düşmüş ladin ormanlarında gelişimini sürdürmüştür ve günümüzde 165000 hektar ladin ormanlarına yayılmış olup, kitle üremesi yaptığı sahalarda, 1998 yılından itibaren ağaçların ölümlerine neden olmaya başlamıştır. Bu nedenle Doğu Karadeniz Ormanlarımızın asli ağaç türlerimizden olan doğu ladinin geleceği tehlike altındadır. Doğu ladinine üzerine yapılmış birçok çalışma olmasına karşılık, yükselti, bakım ve zarar düzeyine göre toprak özellikleri ve ayrışma özellikleri ile ilgili bir çalışma yapılmamıştır.

Topoğrafik şartlar, iklim, meşcerenin yapısı (yaş, boy, sıklık, kompozisyon vb.) gibi etkenlerin yanı sıra doğal düşmanlar, özellikle de *Thanasimus formicarius* (L.) (Col. Cleridae), *I. typographus* popülasyonunun yoğunluğu ve zararı üzerinde oldukça etkili olan bir biyotik faktördür. *T. formicarius*, *I. typographus*'un Türkiye'deki en yaygın yırtıcılarından birisi olup toplamda 15 cins (*Dendroctonus*, *Dryocoetes*, *Hylastes*, *Hylesinus*, *Hylurgops*, *Hylurgus*, *Ips*, *Leperesinus*, *Orthotomicus*, *Pityogenes*, *Pityokteines*, *Polygraphus*, *Scolytus*, *Tomicus* and *Trypodendron*) mensup 27 kabuk böceğinin doğal düşmanı durumundadır (Gauss, 1954; Mills, 1983;

Tommeras, 1988). *T. formicarius*'un larva ve ergin dönemindeki yüksek avlanma kapasitesi (Dippel ve Ark., 1997; Weslien ve Regnander, 1992) ve yüksek orandaki üreme yeteneği bu yırtıcı böceğin *I. typographus*'un populasyon dinamiği üzerinde çok önemli bir etkiye sahip olmasına yol açmaktadır (Mills, 1985, 1986; Weslien, 1992, Weslien ve Regnander, 1992).

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.

2.1. Toprak özellikleri konusunda genel bilgiler

Topografyaya bağlı olarak toprak özelliklerinde meydana gelen değişimler birçok çalışmada ortaya konulmaya çalışılmıştır (Gemci, 2002; Kantarcı, 1972; Saraçoğlu, 1988). 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 (Mudrick ve Ark., 1994).

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 (Kantarcı, 1979). 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 belirlenmiştir. Toprağın taşlılık oranı yükselti arttıkça arttığı bildirilmektedir. Bunun sonucu yükselti arttıkça toprakların daha gevşek bir yapıda oldukları ve yağışın da artmasıyla birlikte koloidal organik maddenin toprak kesiti boyunca taşınmasına neden olabileceği belirtilmiştir. Değiştirilebilir sodyumunda yükselti arttıkça arttığı saptanmıştır (Kantarcı, 1978).

Boerner (1984), Güney Oihoda 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.

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.

Artvin yöresinde, farklı türlerin (meşe, kestane ve kayın) ve topografyanın toprak kimyası, ölü örtü kimyasal yapısı ve ayrışması üzerine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmasında Sarıyıldız ve Ark. (2005a), toprak pH, katyon değişim kapasitesi ve baz doygunluğunun bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede değiştiğini belirlemişlerdir. Kuzey bakılar toprak pH, katyon 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.

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 çalışmasında, 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.

Okatan (1987) Trabzon Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı üzerine araştırmalar adlı çalışmasında 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 kademeleri 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. 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 otlamaya açık kuzey bakılı alanlar, aynı yükseklik kademesindeki otlamaya açık güney bakılı alanlar ile yakın bitki toplumu oluşturmuştur. Diğer taraftan alt yükseklik kademesindeki otlamaya kapalı kuzey bakılı alanlarla, üst yükseklik kademesindeki otlamaya 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 değiştiği tespit edilmiştir. Her iki özellik üzerinde, iklim ve yükselti faktörlerinden çok, anataşın baskın bir etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur.

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

Meyil'e ve yöney'e bağlı 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 değişim de güney yamaçlardaki topraklara göre daha az sıklıkla ortaya çıkmaktadır.

Tüfekçioğlu, (1995) yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışmasında Ordu-Melet havzasında, güneşli bakılarla gölgeli bakılar arsında 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.

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.

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 (Kalay 1989).

Chun-Chih Tsui ve Ark. (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 (Chen ve Ark. 1997).

2.2. Ölü örtü ayrışması ve böcek zararının ölü örtü ayrışmasına etkisi konusunda genel bilgiler

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 (Heal ve Ark. 1997; Sariyildiz 2008ab). 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 saliverilmesini 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) (Sariyildiz ve Anderson 2003ab; Sariyildiz ve Anderson 2005; Kurz-Bensson ve Ark., 2006). 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 (Sariyildiz ve Ark., 2005a). 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 (Cobb ve Ark., 2006; Schowalter 2000; Mattson 1980; Hunter 2001).

Türkiye ormanlarının ölü örtü miktarları, kimyasal özellikleri, besin rezervleri, hidrolojik ve fiziksel özellikleri konularında birçok çalışma bulunmaktadır (Arol 1959;

Irmak ve Çepel 1974; Kantarcı 1978; Karagül 1990; Karaöz 1993). Bununla beraber, ölü örtünün ayrışma seyri üzerindeki çalışmaların sayısı oldukça azdır (Sarıyıldız ve Ark., 2005a; Sarıyıldız 2008ab). 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.

Doğu ladinini (*Picea orientalis* (L.) Link) ibrelerinin ayrışmasında kimyasal yapının, tür karışımının ve orman gülünün (*Rhododendron ponticum* L.) etkisi” isimli çalışmada, Sarıyıldız ve Ark (2005c), 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].

Sarıyıldız ve Ark., (2005a), “Artvin Yöresinde Yetişen Doğu Ladinini İbrelerinin Ayrışması Üzerine Bakı ve Yamaç Durumunun Etkileri” adlı çalışmalarında 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.

Yerel alanlarda, zararlı böceklerin vermiş oldukları zararların ölü örtü ayrışmasını önemli ölçüde değiştirdiği yönünde bir kaç çalışma bulunmaktadır (Chapman ve Ark., 2003; Cobb ve Ark., 2006). 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 (Christiansen ve Bakke 1988), 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 (Aksu ve Ark., 1990). Bugün, Hatila Vadisi Milli Parkında ladin ağaçlarına vermiş olduğu zararın 15000 hektar olduğu bildirilmiştir (Erbek ve Ark., 2005). 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 birçok faktör tarafından etkilendiği bildirilmiştir (Wermelinger 2004; Dutilleul ve Ark., 2000; Jakus 1998ab).

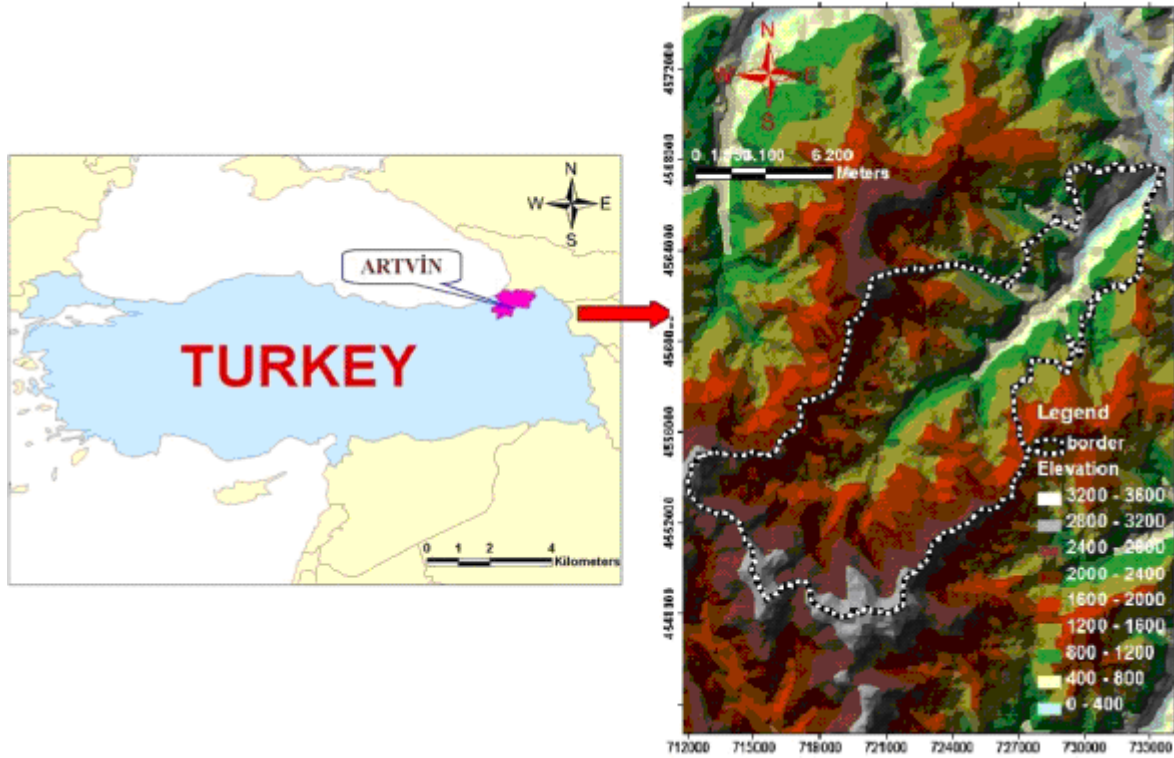
Ladin ağacının *I. typographus* tarafından konukçu haline gelmeye karşı direnç yeteneği, ağacın dirençliliğinin, meşcere koşullarının ve zararlıların sayısının bir fonksiyonudur. Konukçu ağaçların dirençliliği ve savunma mekanizmaları *I. typographus* tarafından yapılan saldırının başarısında çok önemli bir yer tutmaktadır. Ladin meşcerelerinin bulunduğu yer ile yaşın, *I. typographus*'ün 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 (Wermelinger 2004).

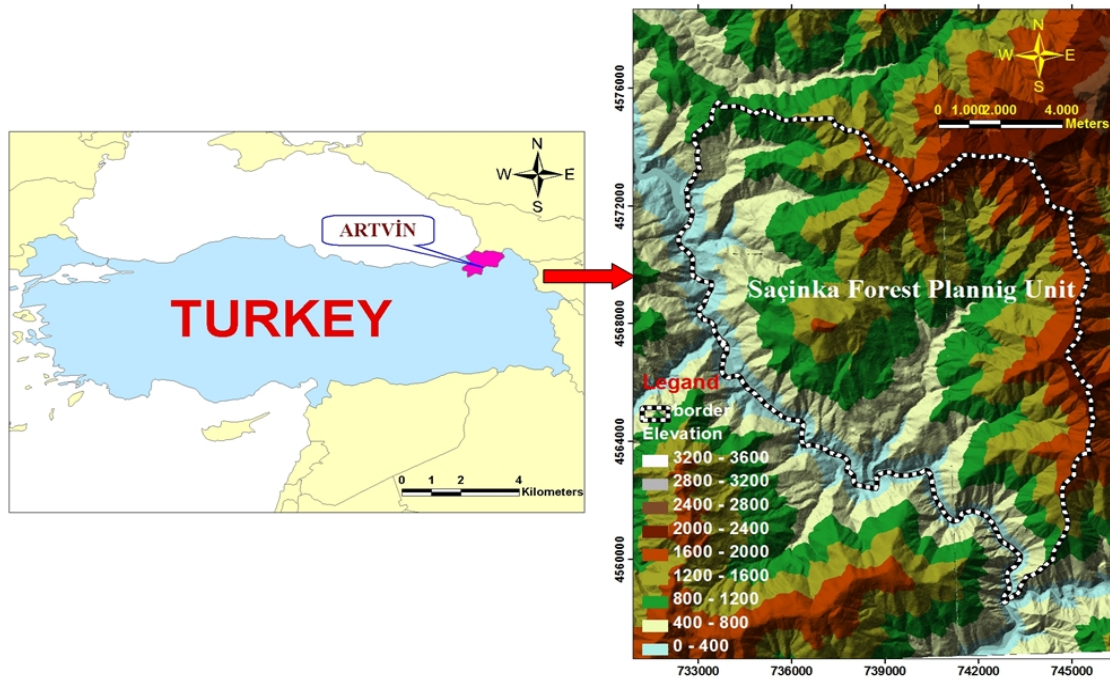
3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanlarının Tanıtımı

Bu çalışma; Türkiye'nin Kuzeydoğusunda, Artvin ilinin 30 km batısında yer alan Hatila Vadisi Milli Parkı ve 15 km doğusunda yer alan Saçınka alanındaki doğal saf doğu ladini ormanlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma yapılan alanlardan, Hatila Vadisi Milli Parkı, Artvin Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı, Taşlıca Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alırken (Şekil 1a) Saçınka ise Saçınka İşletme Şefliği sınırları içinde bulunmaktadır Şekil 1b).



(a)



(b)

Şekil 1. İki çalışma bölgesinin, (a) Hatila Vadisi Mill Parkı ve (b) Saçinka, hazırlanan haritaları.

Hatila Vadisi Milli Parkı 31 Ağustos 1994 tarih ve 22037 Sayılı Resmî Gazetede yayınlanan Bakanlar Kurulunun 94/5841 Sayılı Kararı ile 2873 Sayılı Milli

Parklar Kanununa göre Milli Park olarak ilan edilmiştir. Toplam alanı 16 988 ha, orman alanı 12 562 ha ve normal koru ormanı 9 645 ha'dır. Güner ve Ark., (1995) alanda yaptıkları çalışmada 70 den fazla ağaç ve çalı türü saptamış olup hakim ağaç ve çalı türlerinin yayılışları dikkate alarak Hatila Vadisi Milli Parkında bulunan bitki kuşaklarını belirlemişlerdir. Yapılan bu çalışma sonucunda Hatila Vadisi Milli Parkında toplam 5 yükselti kuşağı tespit edilmiş olup, bunlar yarı kurak Psedumaki (yalancı maki) alanları (200-600), yarı nemli sapsız meşe, kayacık, ladin ve sarıçam ormanları (600-900), yarı nemli göknar, kayın ve ladin ormanları (900-1300), nemli ladin, göknar ormanları (1300-1700) ve çok nemli ladin, göknar, sarıçam ve huş ormanları (1700-2200)'dir. 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.

1998 yılından sonra *Dendroctonus micans* ve *Ips sexdentatus* böceği zararı ile ağaçların zayıf düşmesi, iklimde değişikliklerin oluşması, rüzgâr zararı ile aşırı şekilde devriklerin oluşması ve alanda yalnızca saf doğu ladini meşcerelerinin çoğunlukta olması nedeni ile *Ips typographus* kabuk böceği yoğun bir şekilde 1500 ha'lık bir alanda etkili olmuş ve bu alanda yaklaşık 140 000 m³ dikili kuru ağaç tespit edilmiştir. 2003-2004 yıllarında bu alandan yaklaşık 60 000 m³ tomruk kabuklu olarak alan dışına çıkarılmıştır (Anonim 2004). Bu böceğe karşı, 2004 yılında Artvin Orman Bölge Müdürlüğü tarafından toplam 9900 adet feromon tuzakları asılarak toplam 56 425 000 adet ergin böcek tuzaklara çekilerek imha edilmiştir. Ayrıca *I. typographus*'un yoğun olarak gittiği tuzak ağacı konumundaki böcekli ağaçlar tespit edilerek, sahalardan kabuklu olarak alan dışına çıkarılarak depolarda kabukların soyulması sonucu, yaklaşık 48 milyon *I. typographus* ergin, pupa ve larva safhasında imha edilmiştir (Anonim 2004). Saçınka alanında ise doğu ladinin saf olarak yayılış yaptığı alanların en alt sınırı 1400 m den başlayıp 2100 m kadar çıkmaktadır.

Çalışma alanlarının iklim verileri, alana en yakın Artvin İli Merkez Meteoroloji İstasyonundan (628 m- kuzey bakı) alınan verilerin çalışma alanlarına enterpole edilmesiyle elde edilmiştir. Bunun yanında, yalnızca Hatila çalışma alanında zararlı böceğin faaliyete geçtiği zamandaki yoğunluğuyla iklim verileri arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi yanında kuzey ve güney bakılarının iklim verileri arasındaki

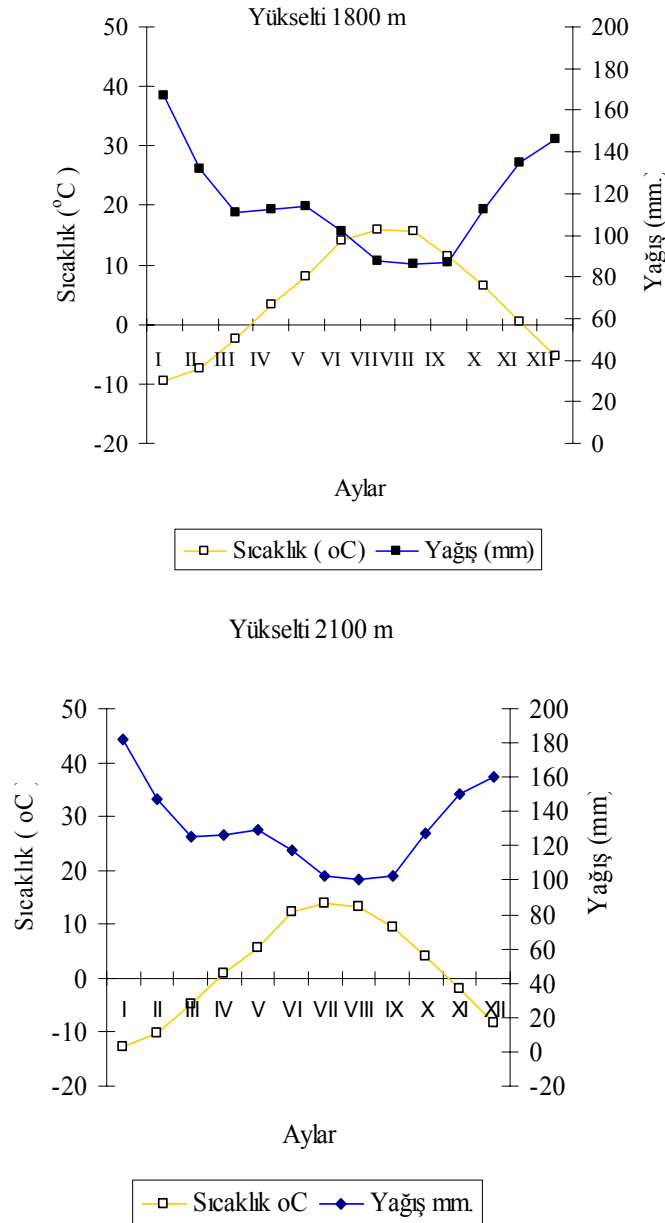
farklılıkları (özellikle sıcaklık) belirlemek amacıyla her iki bakıya kurulan alana kurulan seyyar meteoroloji istasyonu (Davis Instrument 6161C Cabled Vantage Pro 2) verilerine ait değerlerde alanın iklimi hakkında bilgi sahibi olmak için kullanılmıştır. Bu meteoroloji istasyonlarından elde edilen iklim verileri, Thornthwaite yöntemi kullanılarak çalışma alanlarındaki yükselti kuşaklarının ortalama yükseltilerine enterpole edilmiştir (Tablo 1).

Bu iklim verilerine göre, genel olarak, Artvin’de iklim kışları soğuk yazları ise yarı kurak olarak tanımlanmaktadır. Çalışma alanımızın yıllık toplam yağış miktarı en alt yükseltide (ortalama yükselti 1800 m) 1392 mm, yağışın en yüksek olduğu ay Ocak (167 mm), en düşük olduğu ay Ağustos ayıdır (86 mm). 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).

Tablo 1: Artvin Meteoroloji İstasyonunun 1980-2005 Yıllarına Ait Meteorolojik İklim Değerleri ve Thornthwaite Yöntemine Göre Enterpole Edilmiş Çalışma Alanlarına Ait Bazı İklim Değerleri

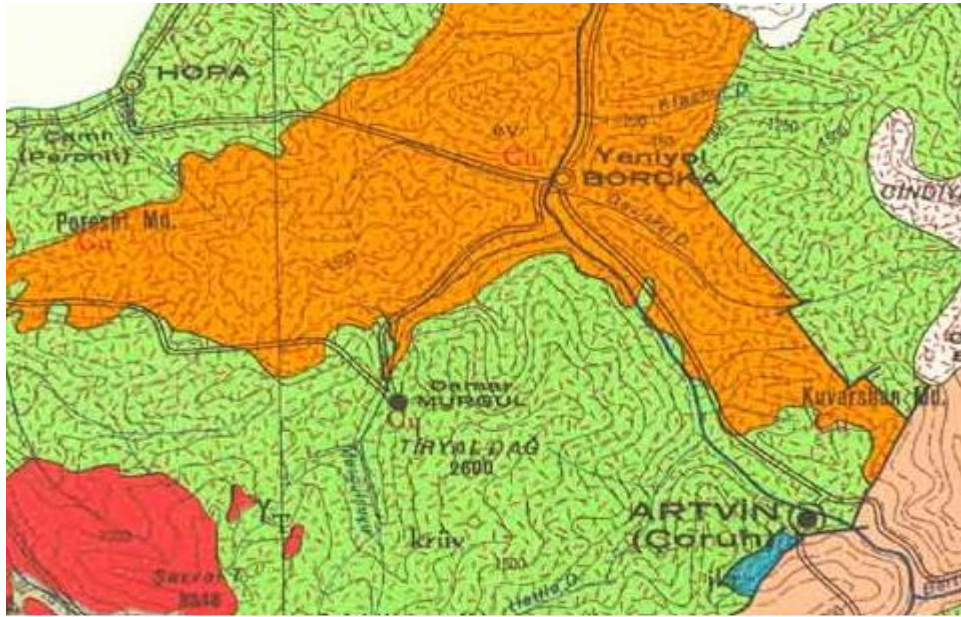
Artvin Meteoroloji İstasyonu (628 m, Enlem: 41°10" N, Boylam: 41° 49" E), 1980-2005 Ölçme Yıllarına ait İklim Değerleri														
Bilanço elemanları		A Y L A R												YILLIK
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Sıcaklık	°C	2,4	2,9	6,5	12,0	15,3	18,4	20,5	20,4	17,7	13,7	8,4	4,3	11,9
Düzeltilmiş 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(mm)	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	70	32	1	-	-	-	-	-	-	-	33	240,8
Çalışma alanlarının (1800m, Enlem:41°51" N,Boylam: 41° 06" E), Artvin Meteoroloji İstasyonunu 1980-2005 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
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(mm)	167	132	111	112	114	102	88	86	87	112	135	146	1392
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
Çalışma alanlarının (2100m, Enlem:41°51" N, Boylam: 41° 06" E), Artvin Meteoroloji İstasyonunu 1980-2005 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(mm)	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	147	126	115	78,9	22,9	-	5,9	40,3	97,4	150	160	1125,8

En üst yükseltide ise (ortalama yükselti 2100 m) yıllık toplam yağış 1569 mm, yağışın en yüksek olduğu ay Ocak (182 mm), en düşük olduğu ay Ağustos ayıdır (100 mm). 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 2).



Şekil 2: Walter Yöntemine Göre Alt Yükseltiye (1800 m) ve Üst Yükseltiye (2100 m) Ait Sıcaklık-Yağış Grafiği

Çalışma alanları, Pliyosen zamanının, Üst Kretase dönemine ait volkanik fasiyeslerle örtülüdür (Şekil 3). Toprak örneklerinin alınması amacıyla açılan profillerde A_n 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 alanlarına ait ayrıntılı toprak bilgileri bulgular kısmında verilecektir.



Kröv Üst Kretase, Volkanik Fasiyes

Cu Bakır

Şekil 3: Araştırma alanının jeoloji haritası

3.2. Feromon tuzaklarının ve Seyyar otomatik meteoroloji istasyonlarının araziye kurulması ve verilerin elde edilmesi

Zararlı kabuk böceğinin yoğunluğu üzerinde büyük çapta etkili olabilecek olan biyotik (özellikle yırtıcılar) ve abiyotik faktörlerin (özellikle yükselti, bakı, sıcaklık ve nem) etki oranları, Hatila bölgesinde araziye asılan feromon tuzakları ve kurulan seyyar meteoroloji istasyonları yardımıyla belirlenmiştir. Bu kapsamda “yedi hunili Kanada tipi feromon tuzakları” kullanılmıştır. Bu tuzaklarda “(S)-cis-Verbenol + Metilbutenol + Ipsdienol” içeren ve “Pheroprax” ticari adı ile bilinen feromon preparatları kullanılmıştır. Seyyar meteoroloji istasyonu olarak Davis Instrument 6161C Cabled Vantage Pro 2 modelinden yararlanılmıştır.

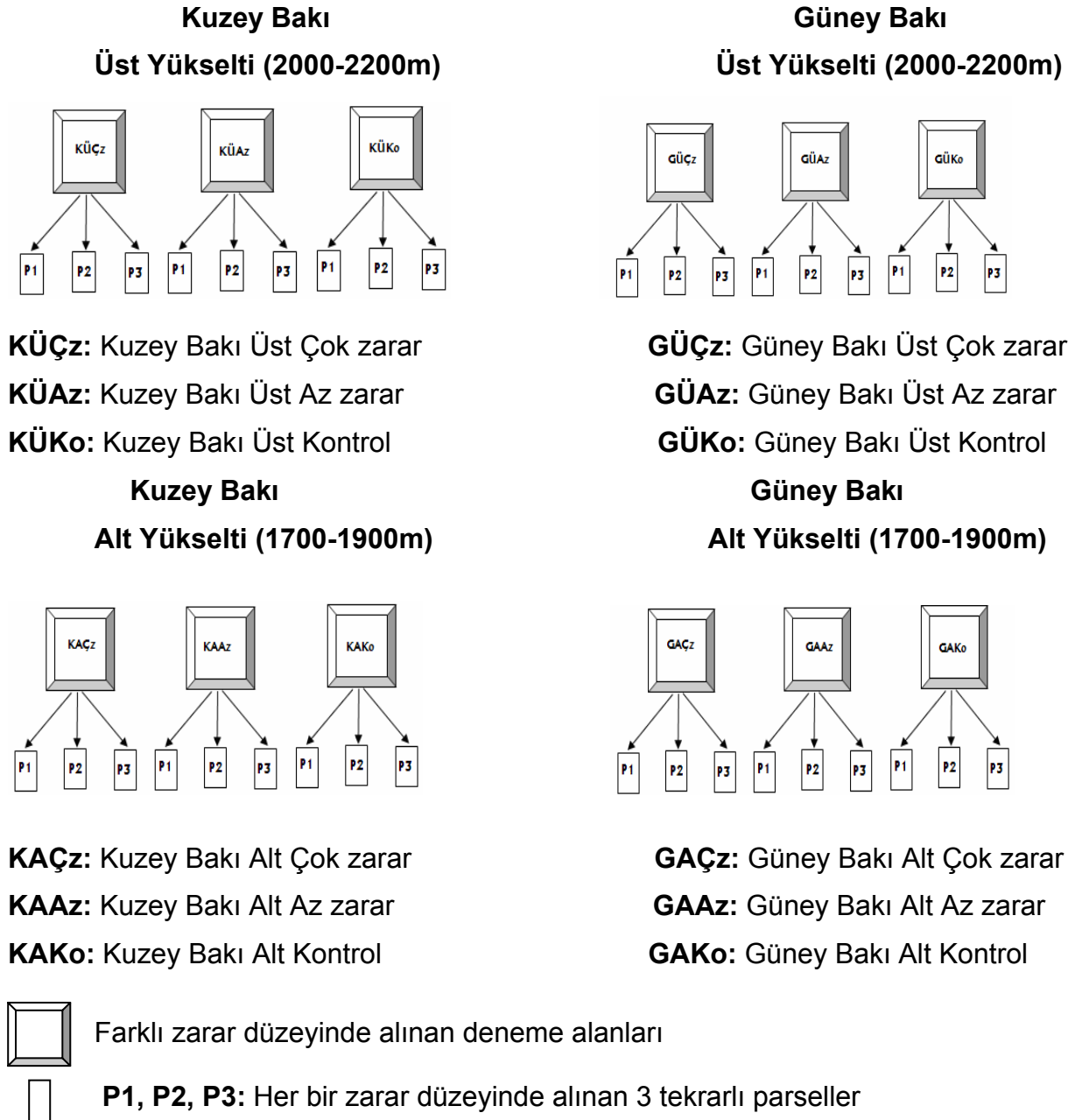
Hatila Vadisi Milli Parkı'nda doğu ladini 1200 m'den başlayıp 2200 m'ye kadar genellikle saf meşcereler halinde bulunmakta, 1200 m'den aşağıda yer yer saf meşcereler bulunmakla beraber daha çok karışık meşcereler oluşturmaktadır. Böylece saf doğu ladinin alt ve üst yayılışını ayıran sınır olarak aritmetik ortalama $[(1200m+2200m)/2]$ sonucu 1700 m rakımı esas alınmıştır. Araştırmada bakının (kuzey ve güney) ve her bir bakıdaki yükseltinin etkisini tespit edebilmek amacıyla, alt yükselti olarak kabul ettiğimiz 1200-1700 m'ler ve üst yükselti olarak kabul ettiğimiz 1700-2200 m'ler arasına toplam 120 adet feromon tuzakları asılmıştır. Feromon tuzakları 2006 ve 2007 yılının hava koşullarının araziye çıkmaya imkan verdiği bahar-yaz mevsiminde araziye asılmış ve her 15 günde bir yakalanan böceklerin sayımı yapıp tuzakların preparatları yenilenmiştir. Bu tuzaklar, sonbahar başında, havaların soğuması ile birlikte böceğin faaliyetinin sona ermesi nedeniyle, bu alanlardan toplanmış ve bir sonraki yıl böceğin yeniden faaliyetine başlayacağı bahar döneminde yeniden aynı alanlara asılana kadar muhafaza altına alınmıştır.

Bakı ve yükseltinin zararının morfolojisi üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla gölgeli ve güneşli bakıların alt ve üst rakımlarından yakalanan 1. ve 2. generasyon *I. typographus* erkek ve dişi erginleri üzerinde ölçümler yapılmıştır. Değişken sayısını en aza indirmek amacıyla aynı boy, çap ve yaşta olan ve hemen hemen aynı derecede böcek zararına uğramış ladinlerin kabukları kaldırılarak 1. ve 2. generasyon ergin erkek ve dişi bireyler toplanmıştır. Gölge ve güneşli bakıların (üçer farklı alanda) herbir alt ve üst rakımından 30 adet erkek ve 30 adet dişi olmak üzere toplam 360 adet erkek ve 360 adet dişi birey toplanıp laboratuvara getirilmiştir. Laboratuvara getirilen kabuk böceklerinin boy ve ağırlıkları ölçülmüştür. Ağırlık ölçümünde hassas terazi, boy ölçümünde ise kameralı mikroskopla birlikte çekilen böcek fotoğraflarını analiz eden bir yazılım (ImPA[®]) kullanılmıştır.

Farklı bakı ve yükseltideki mikroiklim özellikleriyle, böceğin feromon tuzağıyla yakalanma yoğunluğu arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla gerekli olan iklim verilerini elde etmek için, güney ve kuzey bakıya otomatik meteoroloji istasyonu da feromon tuzaklarının araziye kurulduğu zamanda yerleştirilmiştir. Bu meteoroloji istasyonlarından elde edilen makroiklim verileri, Thornthwaite yöntemi kullanılarak çalışma alanlarındaki yükselti kuşaklarının ortalama yükseltilerine enterpole edilmiştir.

3.3. Deneme parsellerinin alınması

Çalışma için gerekli deneme alanları, hem Hatila hem de Saçınka çalışma bölgesindeki yükselti kuşaklarının hem kuzey hem de güney bakılarının en alt (1700-1900 m) ve en üst (2000-2200m) yükselti sınırları arasından seçilmiştir. Çalışma alanlarındaki saf ladin meşcereleri doğal yolla oluşmuş, saf ladin alanları olup, Hatila çalışma alanında ladin ağaçları 15-20 yıl içinde şiddetli kabuk böceği zararına maruz kalmıştır. Saçınka çalışma alanında da Hatila çalışma alanında olduğu kadar aşırı derecede olmaz ise de bu çalışma alanında da ladin ağaçlarında kabuk böceği zararına rastlanmıştır. Bu sebeple deneme alanları seçilirken, böceklerin meşcereye vermiş olduğu zarar dereceleri de dikkate alınarak deneme alanları seçilmiştir. Meşcerelerin 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 4 de görülen düzenek kullanılarak, her bir deneme alanından üç tane 20x20 m genişliğinde deneme parselleri alınmıştır. Buna göre alınan toplam deneme parseli sayısı Hatila için 72 (2 farklı bakı x 2 farklı yükselti x 3 farklı zarar düzeyi x 3 tekrar x 2 farklı alan = 72) ve Saçınka için de Hatila çalışma alanındaki deneme parseline uygun yine 72 adet parsel olup, her iki çalışma alanında toplam 144 deneme parseli alınmıştır. Bu parsellerin sınırları ip çekilerek belirlenmiş ve yerleri GPS ile işaretlenmiştir.



Şekil 4: Arazide Alınan Deneme Alanlarının Şematik Olarak Gösterimi. Şematik gösterim sadece bir alan için verilmiş olup 36 adet deneme parselini göstermektedir.

3.4 Deneme parsellerinden toprak örnekleme ve analizi

Her bir deneme parselinde bir toprak profili açılmış ve bu toprak profilinin 3 farklı derinlik kademesinden (0-15cm; 15-35cm ve 35-65cm) toprak örnekleme yapılmıştır. Alınan örnekler etiketlenerek laboratuara getirilmiştir.

Toprak örnekleri, Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Toprak İlimi ve Ekoloji Anabilim Dalı laboratuvarında kâğıt üzerinde serilmiş ve oda sıcaklığında hava

kurusu hale getirilmiştir. Bu örnekler daha sonra porselen havanda dövülmüş, 2 mm'lik elekten elenmiş ve poşetlere koyularak etiketlenmiştir. Bazı kimyasal analizler için (örneğin toprak organik maddesi) her bir örnekten yeterli miktarda toprak yine havanda dövülerek 0,5 mm'lik elekten elenmiş, etiketlenmiş ve poşetlere koyulmak suretiyle analize hazır hale getirilmiştir. Analize hazır hale getirilen toprak örnekleri üzerinde pH, tekstür (kum, toz ve kil miktarları), organik madde, makro ve mikro besin elementleri (P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu and Mn) analizleri yapılmıştır.

Toprak pH'sı 1/2.5 toprak-su karışımında belirlenmiştir (Gülçür 1974). Toprak organik maddesi Kalra ve Maynard (1991) tarafından modifiye edilmiş Walkley Black metoduyla, toprak tekstürü Gülçür tarafından geliştirilmiş Bouyoucos'un hidrometre metoduyla belirlenmiştir (Gülçür 1974). Toprak makro ve mikro besin elementleri analizi özel Konya Ticaret Borsası Laboratuvarında yaptırılmıştır. Bütün analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.5 Deneme parsellerinden ibre örnekleme ve analizi

Deneme parsellerinin toprak yüzeyine düşmüş olan o yıla ait ibre örnekleri 2006 Eylül ortalarında toplanmış ve plastik poşetlere konularak etiketlenmiştir. Önceki yıllara ait olan rengi koyulaşmış ve mantarla kaplanmış ibre örneklerinin örneklerin alınmamasına özen gösterilmiştir. Her bir zarar düzeyine ait olan deneme parselleri örnekleri birleştirilerek homojen bir örnek haline getirilmiştir.

Araziden alınan ibreler ilk önce laboratuvarında oda sıcaklığında hava kurusu hale getirildikten sonra, 40 °C'ye ayarlanmış fırında 48 saat bırakılarak fırın kurusu hale getirilmiştir. 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. Toplam karbon, Nelson ve Sommers'in oksidasyon metodu (1982), lignin miktarı ise Rowland ve Roberts'in Acid Detergent Fiber metodu (1994) yardımıyla belirlenmiştir. İbre makro ve mikro besin elementleri analizi (N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu and

Mn) yine Konya Ticaret Borsası Laboratuvarında yaptırılmıştır. Bütün analizler üç tekrarlı olarak yapılmıştır.

3.6 İbre ayrışma deneyinin kurulması

İbrelerin arazideki kütle kaybını belirlemek amacıyla, 20 x 20 cm genişliğinde, 1 mm den daha küçük ağ gözüne sahip ölü örtü ayrışma poşetleri hazırlanmıştır. Her bir zarar düzeyine ait hava kurusu ibrelerin (bunlar bundan böyle yerel ibre örnekleri olarak isimlendirilecek) yaklaşık 3 gramı hazırlanmış poşetin içine konulmuş ve bu poşetler eş zamanlı olarak deneyin gerçekleştirileceği Hatila çalışma alanındaki ilgili deneme alanlarının (kuzey ve güney bakının, iki farklı yükseltisinin, üç farklı zarar düzeyindeki deneme alanlarının her birisine) mineral toprak yüzeyine küçük demir çubuklarla uçlarından sabitleştirilmiştir.

Yerel ibrelerin kimyasal yapısındaki değişikliklerin ayrışmaya olan etkisini sabit tutup, sadece mikroiklim özelliklerinin ibre ayrışması üzerine olan etkisini belirleyebilmek için kimyasal yapısı aynı olan ibre örnekleri (bundan böyle standart ibreler olarak adlandırılacaktır) ölü örtü ayrışma poşetleri içinde yerel örneklerin konulduğu alanlara bırakılmıştır. Bu iki ayrışma deneyine ek olarak, her bakının alt ve üst yükseltilerine konulan kimyasal yapısı farklı ibreler, yer değiştirilerek, yani alt bakıdan toplanan ibre örnekleri üst bakıya, üst bakıdan toplananlar alt bakıya bırakılarak, mikroiklim 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 her bir 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 kütleyi, W_0 ise başlangıçtaki kütleyi ifade etmektedir. Yine Olson tarafından kullanılan, %95 kütle azalması için gerekli olan zaman $T_{95} = 3/k$ formülünden yararlanarak hesaplanmıştır.

3.7 Deneme parsellerinde dendrometrik ölçümler

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 tablolara 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 (Saraçoğlu 1988).

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

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

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

Ancak yapılan bu hesaplamada bazı parsellerde sıklık değeri 1 den daha fazla çıkmaktadır. Bu nedenle CURTIS ve Ark. (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 (m²/ha), dg = meşcere göğüs yüzeyi orta ağacının çapı (cm)'dir.

3.9 İstatistik Analizi

Araştırma alanında bakı ve yükseltinin *I. typographus* ve *T. formicarius* yoğunluğu ve *I. typographus*'un ağırlık ve boyu üzerindeki etkisini ortaya koyabilmek amacıyla 2 yönlü MANOVA testi uygulanmıştır. Bu işlemten sonra her bir böcek türü için 2 yönlü ANOVA testi uygulanmıştır. Bu testler (2 yönlü ANOVA) sonucu, anlamlı farklar tespit edilmesi durumunda, ortalamaların birbirlerine göre anlamlılık düzeyini ortaya koyabilmek amacıyla tek yönlü ANOVA ile birlikte LSD (p<0.05) testi tatbik edilmiştir. Araştırmamızda, ladin ormanlarında biyotik ve abiyotik faktörlerin kabuk böceği yoğunluğu üzerindeki etki oranlarının tespit edilebilmesi için de "çok değişkenli doğrusal regresyon analizi" yapılmıştır. Bütün istatistiki testler SPSS® 15.0 for Windows® yazılımı kullanılarak ve α=0.05 anlamlılık düzeyine göre yapılmıştır.

Farklı zarar düzeyine, bakıya ve yükseltiye göre belirlenen toprak özelliklerinin, meşcere karakteristiklerinin, ibrelerin kimyasal bileşenlerinin ve ibrelerin ayrışma oranlarının 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) (α=0.05) yardımıyla ortaya konulmuştur. İbrelerin kütle kayıpları ile kimyasal bileşenleri arasındaki ilişki Korelasyon Analizi yardımıyla belirlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Böcek yoğunluğu üzerinde bakı ve yükseltinin etkisi

Bakı ($p < 0.001$), yükselti ($p < 0.001$) ve bakı-yükselti etkileşiminin ($p < 0.001$) *I. typographus* ve *T. formicarius* yoğunluğu üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu saptanmıştır (2 yönlü MANOVA, $\alpha = 0.05$) (Tablo 2). Her bir tür için ayrı ayrı yapılan 2 yönlü ANOVA testleri de bakı ($p < 0.001$), yükselti ($p < 0.001$) ve bakı-yükselti etkileşiminin ($p < 0.001$) anlamlı olduğunu göstermiştir (Tablo 2). Araştırma alanında hem bakı hem de yükseltinin *I. typographus* ve *T. formicarius* yoğunluğu üzerine etkili olduğu bu testler sonucu ortaya konulmuştur.

Tablo 2: *I. typographus* ve *T. formicarius* böceklerinin sayıları üzerinde bakı ve yükseltinin etkilerinin istatistiksel analizleri.

	df	F	p
İki yönlü MANOVA			
Yükselti	2	26.167	<0.001
Bakı	2	32.604	<0.001
Yükselti x bakı	2	32.214	<0.001
İki yönlü ANOVA			
Yükselti (I)	1	37.294	<0.001
Bakı (I)	1	31.066	<0.001
Yükselti x bakı (I)	1	36.036	<0.001
Error (I)	956		
Yükselti (T)	1	15.665	<0.001
Bakı (T)	1	34.989	<0.001
Yükselti x bakı (T)	1	27.697	<0.001
Error (T)	956		

Bu testlerden sonra yapılan tek yönlü ANOVA testinde 4 ayrı deneme alanında feromon tuzakları ile yakalanan *I. typographus* ve *T. formicarius* sayıları arasında istatistikî olarak anlamlı farkların olduğunu ortaya koymuştur. LSD testi ($p < 0.05$), tuzaklarda yakalanan *I. typographus* kabuk böceğinin diğer deneme alanlarına oranla güney üst rakımlarda daha fazla olduğunu göstermektedir (Tablo 3).

Kuzey-üst, kuzey-alt ve güney-alt rakımlarda bulunan deneme alanlarında yakalanan ortalama *I. typographus* sayısı bakımından anlamlı bir fark tespit edilememiştir (Tablo 3). Ancak, kuzey bakının alt rakımlarında yakalanan *T.*

formicarius sayısının anlamlı olarak diğer deneme alanlarına oranla daha fazla olduğu LSD testi ile tespit edilmiştir. Kuzey-alt rakım dışındaki diğer deneme alanları arasında ise yakalanan *T. formicarius* sayısı bakımından anlamlı bir fark bulunmamaktadır (Tablo 3).

Feromon tuzağı ile yakalanan *I. typographus* ve *T. formicarius* türleri arasında anlamlı bir korelasyon bulunmamaktadır (Pearson korelasyonu: $r = -0.035$, $N = 960$, $P = 0.275$) (Tablo 4).

Tablo 3. Feromon tuzaklarıyla yakalanan *I. typographus* ve *T. formicarius* böceklerinin ortalama sayıları

Yükselti (m)	Bakı	Tuzaklar*	Ortalama <i>I. typographus</i> sayısı ±SE	Ortalama <i>T. formicarius</i> sayısı ±SE
Alt yükselti	Güney	240	4.5625±0.4614b	0.0917±0.0229b
	Kuzey	240	18.5792±1.7871b	1.1625±0.1820a
Üst yükselti	Güney	240	399.9375±65.2432a	0.2167±0.0393b
	Kuzey	240	21.9708±1.9438b	0.2792±0.0388b

Farklı harfler ortalamalar arasında önemli bir farklılığın olduğunu belirtmektedir (LSD test, $p < 0.05$)

* Çalışma süresi içerisinde kontrol edilen tuzak sayısını bildirmektedir.

Tablo 4: Feromon tuzaklarıyla yakalanan *I. typographus* ve *T. formicarius* böceklerinin sayıları arasındaki ilişkinin önem derecesi (Pearson korelasyonu).

		<i>I. typographus</i>	<i>T. formicarius</i>
<i>I. typographus</i>	Pearson	1	-0.035
	Korelasyonu		
	Sig. (2-yönlü)		0.275
	N	960	960
<i>T. formicarius</i>	Pearson	-0.035	1
	Korelasyonu		
	Sig. (2-yönlü)	0.275	

Her iki topoğrafik faktör bakı ($p = 0.001$) ve yükselti ($p = 0.006$) *I. typographus*'un ağırlık ve boyunu anlamlı olarak etkilemektedir. Ancak bakı-yükselti etkileşiminin ($p = 0.975$) ağırlık ve boy üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir (2 yönlü MANOVA, $\alpha = 0.05$) (Tablo 5). Zararlılığın ağırlığının ve boyunun üst rakımlarda ve güney bakılarda anlamlı olarak diğer deneme alanlarına göre daha fazla olduğu tespit

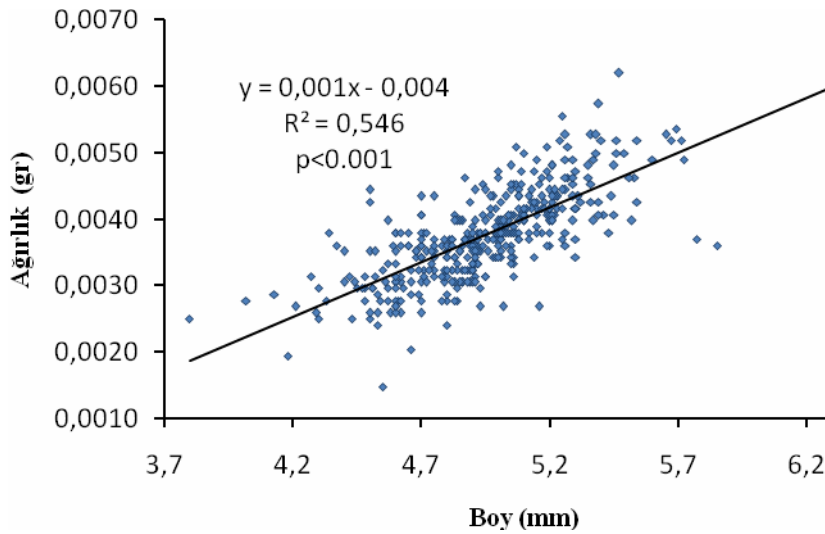
edilmiştir (Tablo 5, 6). Ayrıca, ağırlık ve boy arasında da istatistiki olarak anlamlı düzeyde bir pozitif lineer korelasyon olduğu bulunmuştur (Şekil 5).

Tablo 5. *I. typographus* ve *T. formicarius* böceklerinin ağırlıkları ve boyları üzerinde bakı ve yükseltinin etkilerinin istatistiksel analizleri.

	df	F	p
İki yönlü MANOVA			
Yükselti	2	5.157	0.006
Bakı	2	7.240	0.001
Yükselti x bakı	2	0.026	0.975
	df	F	p
İki yönlü ANOVA			
Yükselti (L)	1	8.314	0.004
Bakı (L)	1	9.211	0.003
Hata (L)	716		
Yükselti (W)	1	9.441	0.002
Bakı (W)	1	14.346	<0.001
Hata (W)	716		

Tablo 6: Bakı ve yükseltiye göre *I. typographus* böceğinin boy ve ağırlığındaki değişimler.

	Vücut uzunluğu		Vücut ağırlığı	
	Ortalama	SD	Ortalama	SD
Yükselti				
Alt	4.9073	0.2843	0.0040	0.0007
Üst	4.9921	0.3112	0.0042	0.0008
Bakı				
Güney	4.9943	0.2811	0.0042	0.0007
Kuzey	4.9051	0.3135	0.0039	0.0007



Şekil 5: *I. typographus* (L) ergininin boyu ve ağırlığı arasındaki ilişki

Araştırma sonunda, ladin ormanlarında biyotik ve abiyotik faktörlerin kabuk böceği yoğunluğu üzerindeki etki oranlarının tespit edilebilmesi için “çok değişkenli doğrusal regresyon analizi” yapılmıştır. Araştırma kapsamında bağımlı değişkenimizi feromon tuzaklarında yakalanan kabuk böceği sayısı ve bağımsız değişkenlerimizi ise feromon tuzaklarında yakalanan *T. formicarius* sayısı ve tuzakların asılı kaldığı süre içerisindeki iklim değerleri (sıcaklık, nem, çiy noktası, rüzgâr hızı ve düşen yağış miktarı) oluşturmaktadır. Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi sonucunda aşağıdaki sonuçlar ve regresyon denklemi (1) elde edilmiştir (Tablo 7).

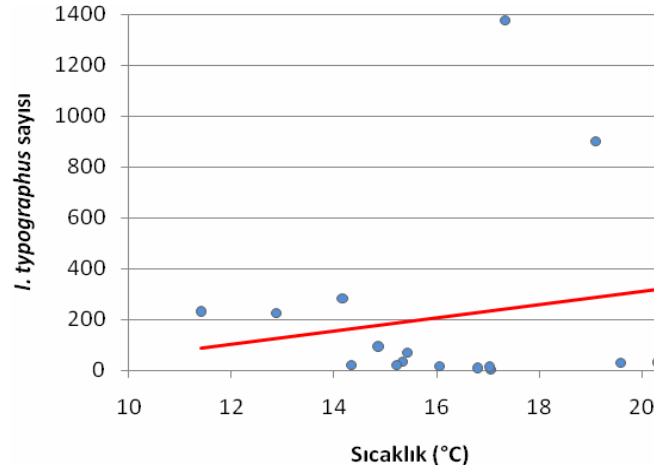
$$\hat{Y} = -30573,12 - 22,924\beta_1 + 1489,952\beta_2 + 311,979\beta_3 + 45,390\beta_4 - 232,450\beta_5 - 1501,294\beta_6 \quad (1)$$

Tablo 7: Çok değişkenli doğrusal regresyon analizi

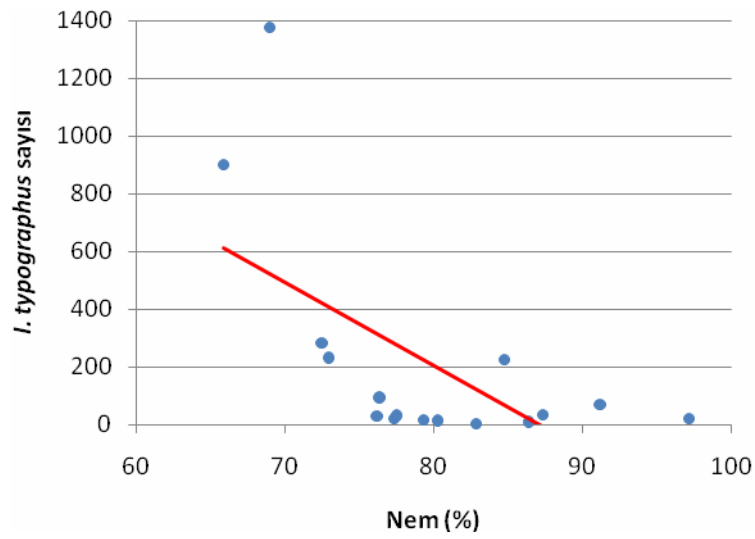
Model		Standardize Edilmemiş Katsayılar		Standardize Edilmiş Katsayılar Beta	t	Sig.
		B	Std. Hata			
1	(Sabit)	30573,123	8482,128		-3,604	,000
	<i>T. formicarius</i>	-22,924	14,978	-,065	-1,531	,127
	Sıcaklık	1489,952	343,431	4,648	4,338	,000
	Nem	311,979	87,369	3,362	3,571	,000
	Rüzgâr	45,390	257,342	,019	,176	,860
	Yağmur	-232,450	320,964	-,057	-,724	,469
	Çiy noktası	-1501,294	346,308	-5,277	-4,335	,000

Çok değişkenli doğrusal regresyon analizine göre bağımlı değişken olan ve feromon tuzakları ile yakalanan *I. typographus* sayısı ile bu sayı üzerinde etkili olan iklim faktörleri arasındaki ilişkiler aşağıda grafikler üzerinde gösterilmiştir (Şekil 6). Bu grafiklere göre; yakalanan *I. typographus* sayısı ile sıcaklık ve rüzgar arasında pozitif bir ilişki olduğu, yani sıcaklık ve rüzgar arttıkça yakalanan *I. typographus* sayısının da arttığı görülmektedir. Diğer taraftan, yakalanan *I. typographus* sayısı ile nem, çiy noktası ve yağış arasında negatif bir ilişki olduğu, yani nem, çiy noktası ve yağış değerleri arttıkça yakalanan *I. typographus* sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir.

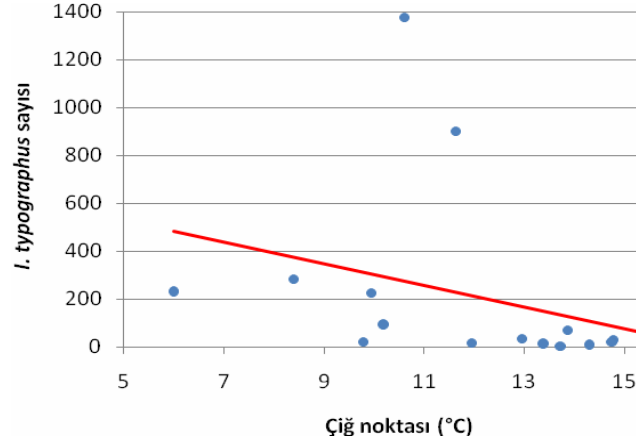
(a) Sıcaklık



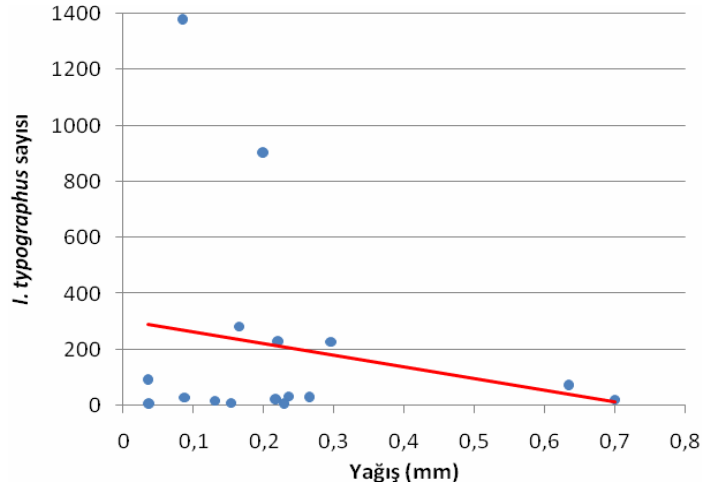
(b) Nem



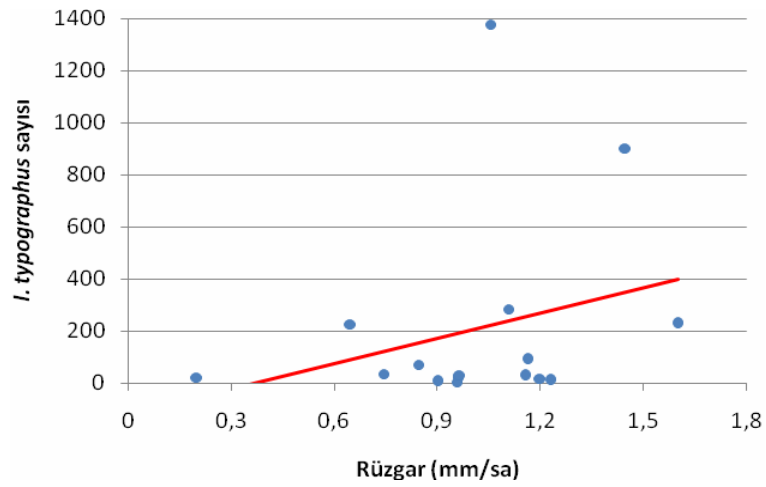
(c) Çiğ noktası



(d) Yağış



(e) Rüzgâr



Şekil 6: Feromon feromon tuzağına düşen ortalama *I. typographus* sayısı ile sıcaklık (a), nem (b), çiğ noktası (c), yağış (d) ve rüzgâr (e) arasındaki ilişki.

4.2. Çalışma alanlarının meşcere ve toprak özellikleri

4.2.1 Hatila Çalışma Alanı

Meşcere Özellikleri

Hatila çalışma alanında, kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde, zararlı böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) alanlardan alınan deneme alanlarının yeri ve meşcere özellikleri Tablo 8 de verilmiştir. Meşcere özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analiz sonuçları Tablo 9 de verilmiştir. Meşcere sıklık derecesi hariç ölçülen meşcere özellikleri ile zarar derecesi arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar olduğu bulunmuştur (Tablo 9). Her bir faktörün bir değişken üzerine tek başına veya her iki yada üç faktörün o değişken üzerine beraber yaptıkları etkinin anlamlı olması, etki eden faktör yada faktörlere göre o değişkenin farklı yönde değişiklik gösterdiğini belirtmektedir. Örneğin, meşcere üst boyunun her bir faktör için (böcek zarar dereces, bakı ve yükselti) anlamlı bir şekilde değişiklik gösterirken ($P < 0.001$), Yükselti X Zarar derecesi ortak etkisinde ise anlamlı olmaması ($P > 0.05$) meşcere üst boyunun her hangi bir yükseltide meşcere üst boyu ile böcek zarar derecesi arasındaki ilişkinin aynı yönde olduğu yorumunun ortaya çıktığını bize bildirmektedir. Tablo 9 de diğer değişkenler ve etki eden faktörler arasındaki benzer istatistiksel ilişki verilmiştir.

Deneme alanlarının yükseltisi 1769 m ile 2146 m arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 8). Deneme parsellerinin eğimi en düşük %38 en yüksek %68 olmuştur. Az zarar ve kontrol meşcereleriyle karşılaştırıldığında, çok zarar gören meşcereler en düşük kapalılığa ve yüzde ölüm oranı olarak hesaplanan en sağlıksız meşcere özelliklerine sahip olmuştur. Kuzeye bakan yamaçların üst yükseltisinde, kapalılık %22 ile çok zarar görmüş meşcerelerden %90 ile kontrol meşcereleri arasında değişim gösterirken, alt yükseltisinde %57 ile %93 arasında, güneye bakan yamaçların üst yükseltisinde %18 ile %90, alt yamaçlarında ise %50 ile %92

Tablo 8: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde, zararlı böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) deneme alanlarının yeri ve meşcere özellikleri.

	Kuzey bakı						Güney bakı					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
Alan												
Yükselti (m)	2137	2141	2146	1823	1801	1769	2142	2123	2131	1862	1842	1808
Eğim (%)	38	48	47	45	40	38	43	43	42	62	68	65
Böcek yoğunluğu	Yüksek	Orta	Yok	Yüksek	Orta	Yok	Yüksek	Orta	Yok	Yüksek	Orta	Yok
<i>Picea orientalis</i> Meşcereleri												
Kapalılık (%)	22	70	90	57	83	93	18	63	90	50	82	92
Ölüm oranı (%)	87	30	16	46	20	5	95	44	23	70	24	10
Yaş (yıl)	130	108	85	118	102	89	140	120	110	114	105	97
Üst boy (m)	17	20	22	24	26	28	23	25	27	29	31	33
Çift kabuki kalınlığı (cm)	3.01	2.82	2.33	2.68	2.47	1.38	3.70	3.33	2.94	2.86	2.54	1.71
Gögüs yüzeyi (m ² ha ⁻¹)	96	71	61	47	36	34	106	80	64	73	69	52
Sıklık derecesi	13.2	12.1	8.88	8.74	7.65	7.10	16.5	12.1	9.74	11.4	10.8	7.62
Çap (cm)	43	38	35	24	22	21	58	52	36	31	27	24

Tablo 9: Meşçere özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analizi.

Kaynak	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 ² ha ⁻¹)	852.8	2	426.4	.79	<0.01		4559.1	2	2279.6	4.24	<0.01
	Sıklık derecesi (m ² ha ⁻¹ cm ^{-1/2})	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 ² ha ⁻¹)	2544.1	1	2544.1	4.73	<0.05		680.7	1	680.7	1.27	>0.05
	Sıklık derecesi (m ² ha ⁻¹ cm ^{-1/2})	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	<0.05		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	<0.001
	Kabuk kalınlığı (cm)	8.81	1	8.81	32.2	<0.001		1.78	2	.89	3.25	>0.05
	Göğüs yüzeyi (m ² ha ⁻¹)	6504.9	1	6504.9	12.1	<0.01		176.1	2	88.0	.16	>0.05
	Sıklık derecesi (m ² ha ⁻¹ cm ^{-1/2})	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

arasında değişim göstermiştir. Her bir böcek zarar derecesinin meşcere ölüm oranı yüzdesi şu sıralama içinde değişim göstermiştir: güney bakının üst yükseltisi > kuzey bakının üst yükseltisi > güney bakının alt yükseltisi > kuzey bakının alt yükseltisi (Tablo 8). Örneğin, çok zarar gören meşcerelerdeki ölüm oranı yüzdesi güney bakının üst yükseltisinde %95, kuzey bakının üst yükseltisinde %87, güney bakının alt yükseltisinde %70 ve kuzey bakının alt yükseltisinde %46 olarak bulunmuştur. Benzer sonuçlar az zarar ve kontrol meşcereleri içinde not edilmiştir (Tablo 8).

Her bir yükseltide çalışılan deneme alanlarının yaşı böcek zarar derecesi ile bir artış göstermiştir. Çok zarar gören meşcereler en yaşlı meşcereler olup bunu az zarar ve kontrol meşcereleri izlemiştir. Örneğin, kuzeye bakan yamaçlarda, üst yükseltelerde ortalama meşcere yaşı çok zarar görmüş meşcerelerde 130 yıl ile kontrol meşcerelerinde 85 yıl arasında değişirken, alt yükseltelerde ortalama meşcere yaşı çok zarar görmüş meşcerelerde 118 yıl ile kontrol meşcerelerde 89 yıl arasında değişiklik göstermiştir. Güney bakıdaki her bir zarar derecesindeki meşcerelerin yaşı kuzey bakılardakinden daha yaşlıdır, fakat kuzey bakıdaki sonuçlara benzer olarak çok zarar gören meşcerelerin yaşı en yüksek olup bunu sırasıyla az zarar ve kontrol meşcereleri takip etmiştir. Meşcere yaşına tezat olarak, ortalama meşcere üst boyu böcek zarar derecesi ile azalma göstermiştir. Kontrol meşcereleri en yüksek boya sahip olup bunu az zarar gören ve çok zarar gören meşcereler takip etmiştir. Örneğin, kuzeye bakan yamaçlarda, üst bakılarda ortalama meşcere üst boyu çok zarar gören meşcerelerde 17 m olarak belirlenirken kontrol meşcerelerinde bu rakam 22 m olarak belirlenmiştir. Ortalama meşcere üst boyu her bir zarar derecesi için güney bakılarda kuzey bakılara göre daha uzun boylu bulunmuştur.

Ortalama çift kabuk kalınlığı, göğüs yüzeyi, meşcere sıklığı ve ağaç çapı böcek zarar derecesi ile bir artış göstermiştir. Her bir yükseltide, çok zarar gören meşcereler en yüksek ortalama çift kabuk kalınlığı, göğüs yüzeyi, meşcere sıklığı ve ağaç çapı gösterirken bunu sırasıyla az zarar ve kontrol meşcereleri izlemiştir. Örneğin, kuzey yamaçların üst yükseltisinde, ortalama çift kabuk kalınlığı 3.01 cm den (çok zarar gören meşcelerde) 2.33 cm arasında (kontrol meşcerelerinde) değişiklik gösterirken, alt yükseltelerde bu kalınlık 2.68 cm (çok zarar gören meşcelerde) ile 1.38 cm (kontrol meşcerelerinde) arasında değişmiştir. Meşcerelerdeki ağaçların ölüm yüzdelerinde gözleendiği gibi, her bir böcek zarar seviyesinin bu dört meşcere özelliği bakımından sıralanması şu şekilde olmuştur: güney bakının üst yükseltisi > kuzey bakının üst yükseltisi > güney bakının alt

yükseltisi > kuzey bakının alt yükseltisi. Örneğin, güney bakının üst yükseltisindeki çok zarar görmüş meşcerelerdeki ortalama çift kabuk kalınlığı 3.70 cm iken, kuzey bakının üst yükseltisinde 3.01, güney bakının alt yükseltisinde 2.86 ve kuzey bakının alt yükseltisinde 2.68 cm olarak belirlenmiştir.

Toprak Özellikleri

Hatila deneme alanlarında açılan toprak profillerinin, farklı derinlik kademelerinden (0-15 cm, 15-35 cm ve 35-65 cm) alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri anılan sıralamaya göre Tablo 10, Tablo 11 ve Tablo 12 de verilmiştir. Her bir toprak derinlik kademesi özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analiz sonuçları Tablo 13, Tablo 14 ve Tablo 15 de gösterilmiştir.

Toprak pH, organik madde ve besin elementleri (P, K, Ca, Mg, Fe ve Zn) böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasında önemli derecede değişiklikler göstermiştir (Tablo 13, 14 ve 15). Genel olarak toprak pH sı böcek zarar derecesi ile artış göstermiştir. Kuzey yamaçların üst yükseltisinde, toprak pH sı 4.08 den (çok zarar gören meşcerelerde) 4.75 (kontrol meşcereleri) arasında değişim gösterirken, alt yükseltide 4.05 den 5.26 arasında değişim göstermiştir. Güney yamaçların üst yükseltisinde ise toprak pH sı 4.22 den (çok zarar gören meşcerelerde) 4.91 (kontrol meşcereleri) arasında değişim gösterirken, alt yükseltide 3.32 den 4.16 arasında değişim göstermiştir. Toprak tekstürü böcek zarar dereceleri arasında önemli bir değişiklik göstermemiştir. Bununla beraber, hem kuzey hem de güney yamaçlarda kum miktarı üst yükseltide alt yükseltiden daha fazla bulunurken, toz ve kil miktarları ise alt yükseltide üst yükseltiden daha fazla belirlenmiştir.

Çok zarar gören meşcerelerde en yüksek toprak organik maddesi belirlenirken bunu sırasıyla az zarar ve kontrol meşcereleri izlemiştir. Meşcere özelliklerinden farklı olarak, her bir zarar derecesinin toprak organik madde miktarı şu şekilde değişim göstermiştir: güney bakının üst yükseltisi < kuzey bakının üst yükseltisi < güney bakının alt yükseltisi < kuzey bakının alt yükseltisi. Örneğin, güney bakının üst yükseltisinde çok zarar gören meşcerelerde toprak organik maddesi %1.17 iken, kuzey bakının üst yükseltisinde %1.40, güney bakının alt yükseltisinde 4.08 ve kuzey bakının alt yükseltisinde 4.40 olarak belirlenmiştir.

Tablo 10: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 0-15 cm derinliğine ait bazı özellikleri.

	Kuzey						Güney					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
pH (H ₂ O)	4.08	4.16	4.75	4.05	4.22	5.26	4.22	4.61	4.91	3.62	3.98	4.16
Kum (%)	93	89	91	64	74	70	77	73	76	68	69	65
Kil (%)	2	3	1	26	17	18	9	12	13	15	12	18
Toz (%)	5	8	8	10	9	12	14	15	11	17	19	17
Organik Madde (%)	1.40	4.87	5.10	4.40	6.71	7.27	1.17	1.50	2.13	4.08	6.20	6.48
Mn (mg kg ⁻¹)	9.4	22.7	31.0	18.3	48.9	53.2	6.2	11.7	21.7	13.3	23.8	39.0
Cu (mg kg ⁻¹)	0.27	0.48	0.58	0.74	0.86	0.91	0.70	0.81	1.26	0.65	0.91	1.71
Zn (mg kg ⁻¹)	1.88	2.27	2.98	1.65	1.90	3.00	0.98	1.25	2.22	1.21	1.82	3.08
Fe (mg kg ⁻¹)	175	204	324	115	193	408	129	140	171	151	212	240
Na (mg kg ⁻¹)	15.3	16.3	19.1	9.3	10.6	11.7	16.0	16.9	22.8	14.3	16.6	17.5
Mg (mg kg ⁻¹)	28	55	111	88	73	236	26	31	104	42	69	159
Ca (mg kg ⁻¹)	411	610	622	112	287	995	75	114	572	248	292	672
K (mg kg ⁻¹)	63	119	159	105	133	207	54	84	131	78	120	167
P (mg kg ⁻¹)	5.03	5.81	6.73	6.90	9.66	13.3	3.45	5.11	5.86	5.28	5.94	6.52

Tablo 11: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 15-35 cm derinliğine ait bazı özellikleri.

	Kuzey						Güney					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
pH (H ₂ O)	4.31	4.69	5.06	4.54	4.61	5.70	4.79	4.79	4.61	3.97	3.78	4.40
Kum (%)	90	90	90	56	68	69	72	63	65	71	75	68
Kil (%)	2	1	3	26	19	18	10	15	13	16	13	19
Toz (%)	8	9	8	18	13	13	18	22	22	13	12	13
Organik Madde (%)	1.90	1.70	3.37	1.81	4.13	4.67	2.23	5.23	3.27	3.85	6.42	4.13
Mn (mg kg ⁻¹)	16.2	22.7	25.4	77.0	18.3	83.2	11.7	23.1	22.5	3.7	23.2	13.7
Cu (mg kg ⁻¹)	0.21	0.34	0.37	0.46	0.64	0.88	0.40	0.65	0.51	0.41	0.27	0.45
Zn (mg kg ⁻¹)	1.42	1.32	1.38	0.59	1.01	1.76	0.26	0.68	0.38	0.85	1.23	1.19
Fe (mg kg ⁻¹)	168	81	86	67	178	101	68	69	83	113	203	93
Na (mg kg ⁻¹)	21.9	16.5	18.1	9.5	19.0	13.7	15.2	13.8	17.3	15.6	11.1	25.6
Mg (mg kg ⁻¹)	20	19	109	70	63	233	67	137	72	20	68	68
Ca (mg kg ⁻¹)	73	85	397	241	243	1095	418	615	315	98	303	363
K (mg kg ⁻¹)	40	151	99	46	54	83	52	111	58	86	119	132
P (mg kg ⁻¹)	23.5	8.45	10.1	7.20	9.02	8.27	12.2	6.29	9.05	6.28	14.0	15.4

Tablo 12: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 35-65cm derinliğine ait bazı özellikleri.

	Kuzey						Güney					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
pH (H ₂ O)	4.64	4.77	5.13	4.74	4.79	5.85	5.02	4.93	4.75	4.08	4.15	4.42
Kum (%)	89	89	92	58	67	67	65	58	65	68	69	67
Kil (%)	3	3	3	29	20	20	15	21	17	19	15	20
Toz (%)	8	8	5	13	13	13	20	21	18	13	16	13
Organik Madde (%)	2.70	3.57	6.13	0.91	2.54	3.54	5.83	7.30	5.83	3.89	5.42	3.41
Mn (mg kg ⁻¹)	22.5	20.9	30.0	38.7	20.5	62.5	18.2	28.3	24.9	2.86	12.9	14.3
Cu (mg kg ⁻¹)	0.21	0.35	0.30	0.36	0.35	0.65	0.45	0.38	0.41	0.28	0.24	0.57
Zn (mg kg ⁻¹)	1.04	0.46	0.72	0.49	0.54	0.58	0.43	0.36	0.42	0.52	0.98	1.13
Fe (mg kg ⁻¹)	72	35	33	42	59	69	65	47	81	65	169	65
Na (mg kg ⁻¹)	18.5	14.0	16.3	5.17	22.4	25.5	15.6	20.2	17.0	8.45	12.4	7.68
Mg (mg kg ⁻¹)	13	13	107	136	72	278	79	53	68	71	80	74
Ca (mg kg ⁻¹)	62	72	289	415	331	1082	386	712	270	181	512	93
K (mg kg ⁻¹)	75	120.0	64	63	77	145	51	83	106	108	113	144
P (mg kg ⁻¹)	8.47	6.13	6.70	12.0	5.81	6.32	7.40	6.15	7.01	4.41	9.46	12.2

Tablo 13: Yükselti, bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (0-15 cm için)

Kaynak	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	<0,001
	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	>0.05
	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						

Tablo 13: (Devam)

Kaynak	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	>0.05
	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	59.16	1.52	>0.05
	K	19634.7	2	9817.3	1.33	>0.05		Kil	60.5	2	30.27	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							

Tablo 13: (Devam)

Kaynak	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						

Tablo 14: Yükselti, bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (15-35 cm için)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	
Zarar Derecesi(ZD)	P	24803.9	2	12401.9	1.12	>0,05	Kum	28.9	2	14.4	.517	>0.05	
	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							
	Mn	12472.3	2	6236.1	2.45	>0.05							
	Bakı(B)	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							
Cu		.026	1	.026	.354	>0.05							
Mn		59376.8	1	59376.8	23.3	<0.001							
Yükselti(Yük.)		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							

Tablo 14: (Devam)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BX Yük.	P	15998.1	1	15998.1	1.45	>0,05	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						
	Mn	36.3	1	36.3	.014	>0.05						
BXZD	P	15975.3	2	7987.6	.727	>0.05	Kum	218.8	2	109.4	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						
	Cu	.237	2	.119	1.61	>0.05						
	Mn	7491.6	2	3745.8	1.47	>0.05						
Yük.X ZD	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						

Tablo 14: (Devam)

Kaynak	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							

Tablo 15: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (35-65 cm için)

Kaynak	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						

Tablo 15: (Devam)

Kaynak	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							
	Cu	2.39	1	2.39	3.55	>0.05							
	Mn	1680.7	1	1680.7	3.99	<0.05							
	BXZD	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
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							
Yük.X ZD		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							

Tablo 15: (Devam)

Kaynak	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						

Toprak besin elementleride böcek zarar derecesi ile bir azalma göstermiştir. Çok zarar gören meşcerelerin topraklarında en düşük besin elementleri belirlenirken bunu sırasıyla az zarar ve kontrol meşcereleri izlemiştir. Örneğin, kuzey bakının üst yükseltisinde, Mn miktarı 9.4 mg kg^{-1} (çok zarar gören meşcerelerin topraklarında) ile 31 mg kg^{-1} (kontrol meşcerelerinin topraklarında) arasında değişirken, alt yükseltide bu değişim 18.3 mg kg^{-1} (çok zarar gören meşcereler) ile 53.2 mg kg^{-1} (kontrol meşcereleri) arasında olmuştur. Toprak organik maddesindeki değişime benzer olarak, toprak besin elementlerindeki değişimde şu şekilde olmuştur: güney bakının üst yükseltisi < kuzey bakının üst yükseltisi < güney bakının alt yükseltisi < kuzey bakının alt yükseltisi. Örnek olarak yine Mn verilirse, çok zarar gören meşcereler için Mn miktarı güney bakının üst yükseltisinde 6.2 mg kg^{-1} , kuzey bakının üst yükseltisinde 9.4 mg kg^{-1} , güney bakının alt yükseltisinde 13.3 mg kg^{-1} , ve kuzey bakının alt yükseltisinde 18.4 mg kg^{-1} olarak belirlenmiştir. Benzer sonuçlar kontrol ve az zarar görmüş meşcereler ve diğer toprak derinlik kademeleri içinde not edilmiştir (Tablo 10, 11, 12, 13, 14 ve 15).

4.2.2 Saçınka Çalışma Alanı

Meşcere Özellikleri

Saçınka çalışma alanında, kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde, zararlı böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) alanlardan alınan deneme alanlarının yeri ve meşcere özellikleri Tablo 16 de verilmiştir. Meşcere özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analiz sonuçları Tablo 17 de verilmiştir. Meşcere özellikleri ile zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar bulunamamıştır (Tablo 17).

Deneme alanlarının yükseltisi 1750 m ile 2010 m arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 16). Deneme parsellerinin eğimi en düşük %38 en yüksek %62 olmuştur. Meşcere kapalılığı %85 ile 97 arasında değişiklik göstermiştir. Çok zarar gören meşcerelerde ölüm oranı %9 ile %12 arasında değişim gösterirken, kontrol meşcerelerinde bu oran %1 ile %2 arasında belirlenmiştir. Meşcerelerin ortalama yaşı 75 ile 88 yıl arasında bulunmuştur. Ortalama meşcere üst boyu, kuzeye bakan yamaçların üst yükseltilerinde 26 m ile 30 m, alt yükseltilerinde 27 m ile 35 m arasında değişirken güney bakıların üst yükseltilerinde 26 m ile 35 m, alt

Tablo 16: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde, zararlı böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) deneme alanlarının yeri ve meşcere özellikleri.

	Kuzey bakı						Güney bakı					
	Üst Yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
Alan												
Yükselti (m)	2010	1994	1985	1750	1760	1810	1990	1983	1988	1830	1865	1875
Eğim (%)	45	42	38	50	45	40	50	48	45	62	60	58
Böcek yoğunluğu	Düşük	Çok düşük	yok	Düşük	Çok düşük	yok	Düşük	Çok düşük	yok	Düşük	Çok düşük	yok
<i>Picea orientalis</i> Meşcereleri												
Kapalılık (%)	85	95	96	90	93	95	86	96	97	88	94	96
Ölüm oranı (%)	10	7	2	8	5	1	12	7	2	9	6	2
Yaş (yıl)	83	79	75	87	86	81	85	75	80	88	86	85
Boy (m)	26	28	30	28	27	35	26	30	35	36	34	37
Çift kabuki kalınlığı (cm)	2.41	1.95	1.87	1.60	1.40	1.30	1.81	2.20	1.91	1.65	1.82	1.47
Göğüs yüzeyi (m ² ha ⁻¹)	57	50	55	42	39	32	53	49	55	45	46	48
Sıklık	6.78	6.28	5.62	6.80	5.89	5.22	6.95	5.72	7.05	5.85	5.56	5.74
Ağaç çapı (cm)	31	34	28	28	27	23	39	36	32	35	31	28

Tablo 17: Meşcere özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analizi.

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p		SS	df	MS	F	p
ZD	Yaş (yıl)	8.795	2	4.40	4.63	p>0.05	Yük XZ D	4.80	2	2.40	2.53	p>0.05
	Üst boy (m)	7.051	2	3.53	1.88	p>0.05		18.2	2	9.12	4.85	p>0.05
	Kabuk kalınlığı (cm)	.571	2	.29	3.16	p>0.05		.045	2	.023	1.83	p>0.05
	Göğüs yüzeyi (m ² ha ⁻¹)	227.3	2	113.7	2.98	p>0.05		31.4	2	15.7	1.78	p>0.05
	Sıklık derecesi (m ² ha ⁻¹ cm ^{-1/2})	2.19	2	1.10	5.54	p>0.05		.179	2	.089	2.08	p>0.05
	Çap (cm)	333.7	2	166.9	2.15	p>0.05		65.0	2	32.5	4.30	p>0.05
	Ölüm oranı (%)	383.4	2	191.7	6.72	P<0.05		12.2	2	6.12	5.45	p>0.05
B	Yaş (yıl)	812.0	1	812.0	5.41	p>0.05	BX Yük.	168.5	1	168.6	1.62	p>0.05
	Üst boy (m)	91.3	1	91.3	4.61	p>0.05		16.0	1	16.0	5.53	p>0.05
	Kabuk kalınlığı (cm)	.002	1	.002	.152	p>0.05		.099	1	.099	4.01	p>0.05
	Göğüs yüzeyi (m ² ha ⁻¹)	119.7	1	119.7	3.61	p>0.05		19.4	1	19.4	2.21	p>0.05
	Sıklık derecesi (m ² ha ⁻¹ cm ^{-1/2})	.144	1	.144	3.35	p>0.05		1.81	1	1.81	4.13	p>0.05
	Çap (cm)	201.8	1	201.8	2.71	p>0.05		80.7	1	80.7	3.71	p>0.05
	Ölüm oranı (%)	1.13	1	1.13	1.00	p>0.05		2.94	1	2.94	2.62	p>0.05
Yük.	Yaş (yıl)	5.61	1	5.61	4.91	p>0.05	BX ZD	250.7	2	125.3	4.01	p>0.05
	Üst boy (m)	18.7	1	18.7	3.98	p>0.05		.782	2	.391	.208	p>0.05
	Kabuk kalınlığı (cm)	1.80	1	1.80	4.14	p>0.05		.602	2	.301	4.42	p>0.05
	Göğüs yüzeyi (m ² ha ⁻¹)	29.0	1	29.0	3.30	p>0.05		21.5	2	10.7	1.22	p>0.05
	Sıklık derecesi (m ² ha ⁻¹ cm ^{-1/2})	2.73	1	2.73	3.45	p>0.05		2.02	2	1.01	3.41	p>0.05
	Çap (cm)	192.7	1	192.7	5.51	p>0.05		23.1	2	11.5	1.53	p>0.05
	Ölüm oranı (%)	28.2	1	28.2	5.11	p>0.05		2.89	2	1.44	1.29	p>0.05

yükseltilerinde 34 m ile 37 m arasında ölçülmüştür. Ağaç çift kabuk kalınlığı kuzey yamaçların üst yükseltilerinde 2.41 cm (çok zarar gören meşcereler) ile 1.87 cm (kontrol meşcereler), alt yükseltilerinde 1.30 cm ile 1.60 cm arasında değişirken, güney yamaçlarda bu değişim üst yükseltilerde 2.20 cm (az zarar gören meşcereler) ile 1.81 cm (çok zarar gören meşcereler), alt yükseltilerde 1.82 cm (az zarar gören meşcerelerde) ile 1.47 cm (kontrol meşcereler) arasında bulunmuştur. Meşcere göğüs yüzeyi en düşük 32 m² ha⁻¹ ile kuzey bakının alt yükseltisinde kontrol meşcerelerde belirlenirken, en yüksek göğüs yüzeyi 57 m² ha⁻¹ ile kuzey bakının üst yükseltisinin çok zarar gören meşcerelerinde belirlenmiştir. Meşcere sıklığı en yüksek 7.05 ile güney bakının üst yükseltisinin kontrol meşcerelerinde belirlenirken en düşük sıklık ise 5.22 ile kuzey bakının alt yükseltisinin kontrol meşcerelerinde belirlenmiştir. Ortalama ağaç çapı en düşük kuzey bakının alt yükseltisinin kontrol meşcerelerinde ölçülürken (23 cm) en yüksek ortalama ağaç çapı (39 cm) güney bakının en üst yükseltisinin çok zarar gören meşcerelerinde ölçülmüştür.

Toprak Özellikleri

Saçınka deneme alanlarında açılan toprak profillerinin, farklı derinlik kademelerinden (0-15 cm, 15-35 cm ve 35-65 cm) alınan toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri anılan sıralamaya göre Tablo 18, Tablo 19 ve Tablo 20 de verilmiştir. Her bir toprak derinlik kademesi özellikleri ile böcek zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasındaki varyans analiz sonuçları yine anılan sıralamaya göre Tablo 21, Tablo 22 ve Tablo 23 da sunulmuştur.

Genel olarak toprak özellikleri bakı ve yükseltiler arasında önemli değişiklikler gösterirken, böcek zarar dereceleri arasında aynı yönde ve önemli bir değişiklik belirlenememiştir (Tablo 21, 22 ve 23). Örneğin, kuzey bakıların üst ve alt yükseltilerinde 0-15 cm derinlik kademesinden alınan toprak örneklerinin ortalama kum miktarı en yüksek kontrol meşcerelerinde belirlenirken, güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde ise en yüksek kum miktarı çok zarar gören meşcerelerde bulunmuştur (Tablo 18). Toprak besin elementlerinin çoğunluğu bakımından kontrol meşcereleri çok zarar gören meşcerelerden daha yüksek ortalama miktarlar içerdiği görülmekle beraber (Tablo 18, 19 ve 20), zarara dereceleri arasındaki bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (Tablo 21, 22 ve 23).

Tablo 18: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 0-15 cm derinliğine ait bazı özellikleri.

	Kuzey						Güney					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
pH (H ₂ O)	4.55	4.51	4.85	4.68	4.71	5.59	5.15	4.93	5.23	5.05	4.81	4.75
Sand (%)	59	75	81	60	62	60	77	76	68	76	69	55
Clay (%)	20	14	9	21	20	23	11	11	17	12	18	17
Silt (%)	21	11	10	19	18	17	12	13	15	12	13	18
Organic Matter (%)	6.81	3.84	6.08	8.76	3.52	8.85	5.41	9.06	5.86	5.08	4.55	7.29
Mn (mg kg ⁻¹)	17.0	24.2	38.1	20.4	35.0	61.6	13.4	18.1	23.4	25.6	31.8	46.3
Cu (mg kg ⁻¹)	0.47	1.29	0.88	1.31	1.25	1.06	0.53	0.72	1.09	1.69	1.36	1.02
Zn (mg kg ⁻¹)	2.04	5.70	4.59	1.41	3.63	3.81	2.61	3.86	3.86	8.38	1.30	3.51
Fe (mg kg ⁻¹)	297.8	374.5	350.6	144.6	188.5	225.5	176.5	257.6	272.9	159.9	135.9	233.5
Na (mg kg ⁻¹)	17.5	7.02	29.21	4.64	11.6	12.34	6.10	6.57	7.56	6.46	13.4	8.56
Mg (mg kg ⁻¹)	65.4	114.5	129.4	279.8	191.8	267.7	92.8	258.8	182.6	281.1	285.8	314.4
Ca (mg kg ⁻¹)	400	1179	1058	2150	1632	1521	532	1662	1050	2242	1012	1543
K (mg kg ⁻¹)	54.9	84.4	173.0	77.9	110.7	149.1	87.8	86.7	179.1	132.1	54.8	178.0
P (mg kg ⁻¹)	4.50	15.5	10.9	5.05	7.07	23.14	9.37	7.86	6.78	8.14	3.91	8.28

Tablo 19: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 15-35 cm derinliğine ait bazı özellikleri.

	Kuzey						Güney					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
pH (H ₂ O)	4.69	4.62	4.96	4.75	5.20	4.90	5.30	5.25	5.27	5.20	4.95	4.90
Sand (%)	69	78	71	56	55	43	78	62	53	76	55	56
Clay (%)	18	12	15	25	25	31	12	18	24	13	26	26
Silt (%)	13	10	14	19	20	26	10	20	23	11	19	18
Organic Matter (%)	4.72	2.80	6.51	7.59	3.75	5.46	4.62	5.78	4.49	5.31	3.26	5.81
Mn (mg kg ⁻¹)	17.3	12.0	28.1	21.2	10.7	19.1	4.92	3.77	18.3	14.2	26.6	18.1
Cu (mg kg ⁻¹)	0.63	1.21	0.93	1.60	1.06	0.86	0.54	0.55	0.59	1.13	1.25	0.71
Zn (mg kg ⁻¹)	1.30	9.55	3.41	0.78	0.64	2.42	0.84	0.92	1.06	1.22	0.66	1.43
Fe (mg kg ⁻¹)	134.6	255.8	165.9	94.5	85.0	137.1	112.7	102.1	169.6	119.6	101.3	150.9
Na (mg kg ⁻¹)	14.0	10.0	9.78	12.5	19.3	13.3	6.77	5.97	8.64	8.39	23.0	30.1
Mg (mg kg ⁻¹)	56.4	129.6	115.2	316.9	281.9	227.3	111.6	170.4	182.9	254.2	312.5	309.5
Ca (mg kg ⁻¹)	326	907	772	1990	1589	1643	549	797	966	1439	1247	1465
K (mg kg ⁻¹)	27.6	66.6	100.4	45.5	58.8	96.0	41.6	35.4	62.2	112.2	41.9	125.7
P (mg kg ⁻¹)	5.61	8.72	12.1	5.53	2.73	11.8	4.50	6.79	13.5	15.01	14.41	13.35

Tablo 20: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altındaki toprakların 35-65cm derinliğine ait bazı özellikleri.

	Kuzey						Güney					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
pH (H ₂ O)	5.10	5.15	5.24	4.85	4.75	4.80	5.45	5.30	5.50	5.18	5.05	5.10
Sand (%)	59	73	68	54	59	62	71	67	57	64	68	74
Clay (%)	23	15	18	24	23	18	16	19	22	21	17	14
Silt (%)	18	12	14	22	18	20	13	14	21	15	15	12
Organic Matter (%)	2.61	2.08	5.10	7.46	3.26	5.00	3.84	4.56	6.10	2.93	3.28	4.54
Mn (mg kg ⁻¹)	19.1	16.0	27.7	24.9	11.2	7.96	3.44	3.94	5.40	17.3	20.1	19.9
Cu (mg kg ⁻¹)	0.67	0.94	0.82	1.16	1.61	0.53	0.45	0.44	0.55	0.96	1.20	0.64
Zn (mg kg ⁻¹)	1.13	6.85	3.81	0.50	1.09	0.52	0.54	0.80	0.71	0.82	0.47	0.41
Fe (mg kg ⁻¹)	131.0	185.6	154.5	64.8	90.6	83.8	70.0	62.5	77.9	115.7	65.5	96.9
Na (mg kg ⁻¹)	9.18	15.7	12.1	8.92	15.4	15.4	8.86	13.4	18.7	9.92	30.9	19.4
Mg (mg kg ⁻¹)	66.6	127.3	133.9	357.3	189.6	314.6	91.0	157.8	118.0	267.3	911.7	295.4
Ca (mg kg ⁻¹)	377	791	570	2190	879	1591	424	539	544	1315	1647	1404
K (mg kg ⁻¹)	22.2	45.9	73.1	45.9	72.0	82.3	50.0	29.1	62.3	71.5	48.2	94.5
P (mg kg ⁻¹)	7.64	7.27	7.48	10.0	3.11	12.2	2.89	6.87	6.29	4.07	3.04	3.35

Tablo 21: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (0-15 cm için)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
Bakı (B.)	P	169.9	1	169.9	2.94	>0.05	Kum	25.5	1	25.5	12.9	<0.01
	K	3185.4	1	3185.4	1.49	>0.05	Kil	17.3	1	17.3	17.7	<0.001
	Ca	90309.9	1	90309.9	.20	>0.05	Toz	10.4	1	10.4	9.30	<0.01
	Mg	91730.4	1	91730.4	18.0	<0.001	pH	13.2	1	13.2	191.8	<0.001
	Na	81.5	1	81.5	1.27	>0.05	TOM	.370	1	.370	7.11	<0.05
	Fe	84423.5	1	84423.5	22.8	<0.001						
	Zn	4.94	1	4.94	.64	>0.05						
	Cu	.130	1	.130	.76	>0.05						
	Mn	358.4	1	358.4	1.82	>0.05						
Yükselti (Yük.)	P	1946.9	1	1946.9	33.7	<0.001	Kum	279.2	1	279.2	140.6	<0.001
	K	2703.8	1	2703.8	1.26	>0.05	Kil	129.0	1	129.0	131.2	<0.001
	Ca	11537753.9	1	11537753.9	26.0	<0.001	Toz	40.3	1	40.3	36.1	<0.001
	Mg	390505.0	1	390505.0	76.6	<0.001	pH	1.69	1	1.69	24.5	<0.001
	Na	.025	1	.025	.000	>0.05	TOM	.114	1	.114	2.20	>0.05
	Fe	307302.9	1	307302.9	82.9	<0.001						
	Zn	.560	1	.560	.073	>0.05						
	Cu	4.34	1	4.34	25.3	<0.001						
	Mn	1894.5	1	1894.5	9.64	<0.01						
Zarar Derecesi (Z.D.)	P	638.0	2	319.0	5.53	>0.05	Kum	69.8	2	34.9	7.63	<0.05
	K	11268.1	2	5633.5	2.63	>0.05	Kil	22.9	2	11.5	8.62	<0.05
	Ca	26444.5	2	13222.5	.030	>0.05	Toz	38.5	2	19.5	7.32	<0.05
	Mg	39115.9	2	19557.9	3.84	<0.05	pH	11.9	2	5.75	6.81	<0.05
	Na	39.9	2	19.9	.310	>0.05	TOM	.023	2	.001	.221	>0.05
	Fe	32787.0	2	16393.5	4.43	<0.05						
	Zn	3.12	2	1.56	.203	>0.05						
	Cu	.134	2	.067	.392	>0.05						
	Mn	955.6	2	477.8	2.43	>0.05						

Tablo 21: (Devam)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p		Değişkenler	SS	df	MS	F	p
B.*Yük.	P	196.9	1	196.9	3.41	>0.05		Kum	162.0	1	162.0	81.6	<0.001
	K	833.8	1	833.8	.390	>0.05		Kil	49.5	1	49.5	50.3	<0.001
	Ca	544573.5	1	544573.5	1.22	>0.05		Toz	11.2	1	11.2	10.0	<0.01
	Mg	934.2	1	934.2	.183	>0.05		pH	.726	1	.726	10.5	<0.01
	Na	198.6	1	198.6	3.08	>0.05		TOM	1.66	1	1.66	32.0	<0.001
	Fe	6234.6	1	6234.6	1.68	>0.05							
	Zn	31.9	1	31.9	4.14	<0.05							
	Cu	.786	1	.786	4.58	<0.05							
	Mn	524.5	1	524.5	2.66	>0.05							
B.*Z.D.	P	2194.3	2	1097.1	19.0	<0.001		Kum	43.2	2	21.6	10.8	<0.001
	K	38651.0	2	19325.5	9.03	<0.001		Kil	5.72	2	2.86	2.90	>0.05
	Ca	49179.9	2	24589.9	.055	>0.05		Toz	28.8	2	14.4	12.9	<0.001
	Mg	42805.6	2	21402.8	4.19	<0.05		pH	4.44	2	2.22	32.3	<0.001
	Na	126.3	2	63.1	.982	>0.05		TOM	.028	2	.014	.270	>0.05
	Fe	9789.3	2	4894.6	1.32	>0.05							
	Zn	156.4	2	78.2	10.1	<0.001							
	Cu	.401	2	.201	1.17	>0.05							
	Mn	569.7	2	284.8	1.44	>0.05							
Yük.* Z.D.	P	820.7	2	410.3	7.10	<0.01		Kum	148.1	2	74.0	37.3	<0.001
	K	14281.3	2	7140.6	3.33	<0.05		Kil	49.4	2	24.7	25.1	<0.001
	Ca	17157886.9	2	8578943.4	19.3	<0.001		Toz	66.1	2	33.0	29.6	<0.001
	Mg	131374.7	2	65687.3	12.8	<0.001		pH	18.9	2	9.47	137.8	<0.001
	Na	663.8	2	331.9	5.16	<0.01		TOM	.032	2	.016	.306	>0.05
	Fe	30682.0	2	15341.0	4.14	<0.05							
	Zn	112.4	2	56.2	7.30	<0.01							
	Cu	4.809	2	2.40	14.0	<0.001							
	Mn	12.269	2	6.13	.031	>0.05							

Tablo 21: (Devam)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
B.*Yük.*Z.D.	P	320.3	2	160.1	2.774	>0.05	Kum	1099.7	2	549.8	276.9	<0.001
	K	18363.9	2	9181.9	4.291	<0.05	Kil	358.0	2	179.0	182.0	<0.001
	Ca	1033812.5	2	516906.2	1.166	>0.05	Toz	174.2	2	87.1	78.0	<0.001
	Mg	681.0	2	340.5	.067	>0.05	pH	40.7	2	20.3	296.2	<0.001
	Na	199.7	2	99.8	1.553	>0.05	TOM	.037	2	.018	.354	>0.05
	Fe	75776.4	2	37888.2	10.22	<0.001						
	Zn	58.8	2	29.4	3.824	<0.05						
	Cu	1.63	2	.817	4.764	<0.05						
	Mn	.875	2	.437	.002	>0.05						

Tablo 22: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları(15-35 cm için)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
Bakı	P	165.3	1	165.3	5.71	<0.05	Kum	702.1	1	702.1	76.8	<0.001
	K	124.3	1	124.3	.112	>0.05	Kil	87.7	1	87.7	20.8	<0.001
	Ca	632047.5	1	632047.5	2.59	>0.05	Toz	293.4	1	293.4	18.8	<0.001
	Mg	28990.9	1	28990.9	6.80	<0.05	pH	67.3	1	67.3	1.89	>0.05
	Na	26.5	1	26.5	.691	>0.05	TOM	.678	1	.678	30.4	<0.001
	Fe	31210.3	1	31210.3	11.0	<0.01						
	Zn	123.9	1	123.9	22.6	<0.001						
	Cu	1.48	1	1.48	14.4	<0.001						
Yükselti	Mn	552.5	1	552.5	7.63	<0.01						
	P	1118.9	1	1118.9	38.6	<0.001	Kum	1481.1	1	1481.1	162.0	<0.001
	K	1724.8	1	1724.8	1.55	>0.05	Kil	564.3	1	564.3	133.9	<0.001
	Ca	20364475.1	1	20364475.1	83.6	<0.001	Toz	216.9	1	216.9	13.9	<0.001
	Mg	681723.9	1	681723.9	160.0	<0.001	pH	39.9	1	39.9	1.12	>0.05
	Na	1288.1	1	1288.1	33.5	<0.001	TOM	0.000	1	0.000	.002	>0.05
	Fe	99808.6	1	99808.6	35.3	<0.001						
	Zn	90.9	1	90.9	16.6	<0.001						
Zarar derecesi	Cu	3.10	1	3.10	30.1	<0.001						
	Mn	1095.8	1	1095.8	15.1	<0.001						
	P	63.1	2	31.5	1.09	>0.05	Kum	342.1	2	171.0	7.71	>0.05
	K	9122.0	2	4561.0	4.09	<0.05	Kil	76.7	2	38.3	6.10	>0.05
	Ca	351373.7	2	175686.8	.721	>0.05	Toz	102.3	2	51.1	3.29	>0.05
	Mg	33644.7	2	16822.3	3.95	<0.05	pH	102.2	2	51.1	1.43	>0.05
	Na	316.5	2	158.2	4.12	<0.05	TOM	.076	2	.038	1.71	>0.05
	Fe	6647.0	2	3323.5	1.17	>0.05						
	Zn	64.2	2	32.1	5.87	<0.01						
	Cu	1.06	2	.534	5.18	<0.01						
Mn	53.5	2	26.7	.370	>0.05							

Tablo 22: (Devam)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p		Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BX Yük.	P	649.2	1	649.2	22.4	<0.001		Kum	349.2	1	349.2	38.2	<0.001
	K	1871.5	1	1871.5	1.68	>0.05		Kil	188.9	1	188.9	44.8	<0.001
	Ca	1762252.4	1	1762252.4	7.23	<0.01		Toz	24.4	1	24.4	1.57	>0.05
	Mg	12822.5	1	12822.5	3.01	>0.05		pH	60.5	1	60.5	1.70	>0.05
	Na	267.3	1	267.3	6.96	<0.05		TOM	.909	1	.909	40.8	<0.001
	Fe	14637.3	1	14637.3	5.18	<0.05							
	Zn	75.0	1	75.0	13.7	<0.001							
	Cu	.446	1	.446	4.33	<0.05							
	Mn	847.4	1	847.4	11.7	<0.01							
BXZD	P	179.5	2	89.7	3.10	<0.05		Kum	21.2	2	10.62	1.16	>0.05
	K	31051.1	2	15525.5	13.9	<0.001		Kil	45.7	2	22.8	5.42	<0.05
	Ca	438558.0	2	219279.0	.900	>0.05		Toz	47.2	2	23.6	1.52	>0.05
	Mg	28345.3	2	14172.6	3.32	<0.05		pH	37.6	2	18.8	.529	>0.05
	Na	334.7	2	167.3	4.35	<0.05		TOM	.246	2	.123	5.53	<0.05
	Fe	19161.8	2	9580.9	3.39	<0.05							
	Zn	80.9	2	40.4	7.39	<0.01							
	Cu	.046	2	.023	.224	>0.05							
	Mn	1107.3	2	553.6	7.65	<0.01							
Yük.X ZD	P	650.2	2	325.1	11.2	<0.001		Kum	111.1	2	55.5	6.07	<0.01
	K	32280.2	2	16140.1	14.5	<0.001		Kil	63.0	2	31.5	7.47	<0.01
	Ca	2265228.2	2	1132614.1	4.65	<0.05		Toz	53.5	2	26.7	1.72	>0.05
	Mg	30568.4	2	15284.2	3.58	<0.05		pH	49.9	2	24.9	.701	>0.05
	Na	771.1	2	385.5	10.0	<0.001		TOM	.152	2	.076	3.42	<0.05
	Fe	27919.1	2	13959.5	4.94	<0.01							
	Zn	108.1	2	54.0	9.88	<0.001							
	Cu	2.73	2	1.36	13.2	<0.001							
	Mn	266.3	2	133.1	1.84	>0.05							

Tablo 22: (Devam)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BXYük.XZD.	P	334.2	2	167.1	5.78	<0.01	Kum	755.3	2	377.6	41.3	<0.001
	K	9193.5	2	4596.7	4.13	<0.05	Kil	356.3	2	178.1	42.2	<0.001
	Ca	232652.8	2	116326.4	.478	>0.05	Toz	82.7	2	41.3	2.65	>0.05
	Mg	20626.0	2	10313.0	2.42	>0.05	pH	132.4	2	66.2	1.86	>0.05
	Na	35.1	2	17.5	.457	>0.05	TOM	.424	2	.212	9.53	<0.01
	Fe	83427.8	2	41713.9	14.7	<0.001						
	Zn	99.2	2	49.6	9.07	<0.001						
	Cu	2.03	2	1.01	9.87	<0.001						
	Mn	686.7	2	343.3	4.74	<0.05						

Tablo 23: Yükselti bakı ve zarar düzeyi ile bazı toprak özelliklerinin varyans analiz sonuçları (35-65 cm için)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	
Bakı	P	1181.9	1	1181.9	14.2	<0.001	Kum	45.6	1	45.6	6.54	<0.05	
	K	7235.8	1	7235.8	4.73	<0.05	Kil	.849	1	.849	.095	>0.05	
	Ca	354076.3	1	354076.3	1.13	>0.05	Toz	58.9	1	58.9	3.58	>0.05	
	Mg	436826.4	1	436826.4	10.0	<0.05	pH	24.3	1	24.3	748.3	<0.001	
	Na	291.1	1	291.1	4.09	<0.05	TOM	.157	1	.157	4.40	<0.05	
	Fe	54303.0	1	54303.0	42.1	<0.001							
	Zn	66.1	1	66.1	22.4	<0.001							
	Cu	2.22	1	2.22	13.0	<0.001							
	Mn	807.5	1	807.5	9.94	<0.01							
	Yükselti	P	638.4	1	638.4	7.69	<0.01	Kum	78.5	1	78.5	11.2	<0.01
		K	17.4	1	17.4	.011	>0.05	Kil	66.1	1	66.1	7.43	<0.05
		Ca	23677557.6	1	23677557.6	75.8	<0.001	Toz	.532	1	.532	.032	>0.05
		Mg	1807565.4	1	1807565.4	41.7	<0.001	pH	.042	1	.042	1.29	>0.05
		Na	226.6	1	226.6	3.18	>0.05	TOM	1.77	1	1.77	49.9	<0.001
Fe		47329.4	1	47329.4	36.7	<0.001							
Zn		64.2	1	64.2	21.8	<0.001							
Cu		3.05	1	3.05	17.9	<0.001							
Mn		665.9	1	665.9	8.22	<0.01							
Zarar Derecesi		P	181.4	2	90.7	1.09	>0.05	Kum	354.6	2	177.3	5.44	>0.05
	K	95.3	2	47.6	.031	>0.05	Kil	82.5	2	41.2	4.64	>0.05	
	Ca	281234.6	2	140617.3	.451	>0.05	Toz	136.2	2	68.1	4.14	>0.05	
	Mg	577762.2	2	288881.1	6.66	<0.01	pH	6.15	2	3.07	4.43	>0.05	
	Na	1957.8	2	978.9	13.7	<0.001	TOM	.074	2	.037	1.02	>0.05	
	Fe	4722.5	2	2361.2	1.83	>0.05							
	Zn	46.5	2	23.2	7.92	<0.01							
	Cu	2.36	2	1.18	6.95	<0.01							
	Mn	865.0	2	432.5	5.32	<0.01							

Tablo 23: (Devam)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BX Yük.	P	227.2	1	227.2	2.74	>0.05	Kum	567.5	1	567.5	81.3	<0.001
	K	2683.2	1	2683.2	1.75	>0.05	Kil	118.9	1	118.9	13.3	<0.01
	Ca	7271.2	1	7271.2	.023	>0.05	Toz	166.9	1	166.9	10.1	<0.01
	Mg	329282.3	1	329282.3	7.69	<0.01	pH	2.60	1	2.60	80.0	<0.001
	Na	335.0	1	335.0	4.77	<0.05	TOM	1.55	1	1.55	43.4	<0.001
	Fe	53417.8	1	53417.8	41.4	<0.001						
	Zn	54.7	1	54.7	18.6	<0.001						
	Cu	.383	1	.383	2.25	>0.05						
	Mn	1158.2	1	1158.2	14.2	<0.001						
BXZD	P	619.6	2	309.8	3.73	<0.05	Kum	115.0	2	57.5	8.25	<0.01
	K	36544.0	2	18272.0	11.9	<0.001	Kil	148.3	2	74.1	8.33	<0.01
	Ca	2107574.6	2	1053787.3	3.37	<0.05	Toz	169.8	2	84.9	5.16	<0.01
	Mg	860279.2	2	430139.6	9.94	<0.001	pH	8.68	2	4.34	133.2	<0.001
	Na	173.7	2	86.8	1.22	>0.05	TOM	.021	2	.010	.289	>0.05
	Fe	22953.2	2	11476.6	8.91	<0.001						
	Zn	47.5	2	23.7	8.09	<0.01						
	Cu	.380	2	.190	1.11	>0.05						
	Mn	529.9	2	264.9	3.26	<0.05						
Yük.X ZD	P	1082.6	2	541.3	6.52	<0.01	Kum	38.3	2	19.1	2.75	>0.05
	K	42411.6	2	21205.8	13.8	<0.001	Kil	31.4	2	15.7	1.76	>0.05
	Ca	2640688.7	2	1320344.3	4.23	<0.05	Toz	.372	2	.186	.011	>0.05
	Mg	344934.0	2	172467.0	3.98	<0.05	pH	20.2	2	10.1	310.9	<0.001
	Na	441.4	2	220.7	3.10	>0.05	TOM	.105	2	.053	1.47	>0.05
	Fe	16043.2	2	8021.6	6.27	<0.01						
	Zn	37.3	2	18.6	6.35	<0.01						
	Cu	4.17	2	2.089	12.7	<0.001						
	Mn	495.3	2	247.6	3.05	<0.05						

Tablo 23: (Devam)

Kaynak	Değişkenler	SS	df	MS	F	p	Değişkenler	SS	df	MS	F	p
BXYük.XZD.	P	637.9	2	318.9	3.84	<0.05	Kum	204.4	2	102.2	14.6	<0.001
	K	8772.6	2	4386.4	2.87	>0.05	Kil	63.1	2	31.5	3.54	<0.05
	Ca	4256677.3	2	2128338.6	6.82	<0.01	Toz	40.5	2	20.2	1.23	>0.05
	Mg	792697.1	2	396348.5	9.15	<0.001	pH	10.1	2	5.07	154.8	<0.001
	Na	388.3	2	194.1	2.78	>0.05	TOM	.010	2	.005	.140	>0.05
	Fe	3686.2	2	1843.1	1.41	>0.05						
	Zn	24.2	2	12.1	4.11	<0.05						
	Cu	.474	2	.237	1.39	>0.05						
	Mn	212.0	2	106.0	1.30	>0.05						

Milli Park olduktan sonra (1994) herhangi bir işletme ve silvikültürel müdahalenin olmadığı Hatıla çalışma alanı ile düzenli müdehale gören Saçınka çalışma alanlarından kontrol amacıyla alınan deneme parsellerinin meşcere özellikleri karşılaştırıldığında (Tablo 24), Saçınka alanında oluşan Doğu Ladini meşcerelerinin meşcere kapalılığı ve üst boyu daha yüksek olarak belirlenirken, diğer meşcere özelliklerinin (yaş, çift kabuk kalınlığı, göğüs yüzeyi, sıklık, ağaç çapı) daha düşük olduğu bulunmuştur. Örneğin, Hatıla çalışma alanının kuzey bakışının üst yükseltisinde meşcere kapalılığı %90, ortalama üst boy 22 m iken Saçınka alanının aynı bakı ve yükseltisi için bu değerler anılan sıralamaya göre %96 ve 30 m olarak belirlenmiştir (Tablo 24). Aynı deneme alanının Hatıla'da ortalama yaşı 85, çift kabuk kalınlığı 2.33 cm, göğüs yüzeyi $61 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, sıklığı 8.88, çapı 35 iken Saçınka alanında bu değerler anılan sıralamaya göre 75 yıl, 1.87 cm, $55 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, 5.62 ve 28 cm olarak bulunmuştur.

Bu iki farklı çalışma alanında alınan kontrol parsellerinin toprak özelliklerinin derinlik kademelerine göre karşılaştırılması Tablo 25 (0-15 cm), Tablo 26 (15-35 cm) ve Tablo 27 (35-65 cm)'de verilmiştir. Toprak özellikleri bakımından, genel olarak Saçınka kontrol parsellerinin topraklarının pH değerleri Hatıla alanında alınanlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Saçınka alanlarından alınan toprak örneklerinin kum içerikleri daha düşük bulunurken, kil ve toz miktarları ise daha yüksek bulunmuştur. Saçınka alanının topraklarının daha yüksek toprak organik maddesine sahip olduğu belirlenmiştir. Toprak besin elementleri bakımından da Saçınka kontrol alanından alınan toprakların daha yüksek besin elementlerine sahip oldukları belirlenmiştir (Tablo 25, 26 ve 27).

Tablo 24: Hatila ve Saçinka kontrol deneme alanlarının meşcere özelliklerinin karşılaştırılması.

	Kuzey				Güney			
	Hatila		Saçinka		Hatila		Saçinka	
	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti
Yükselti (m)	2146	1769	1985	1810	2131	1808	1988	1875
Eğim (%)	47	38	38	40	42	65	45	58
Kapalılık (%)	90	93	96	95	90	92	97	96
Ölüm oranı (%)	16	5	2	1	23	10	2	2
Yaş (yıl)	85	89	75	81	110	97	80	85
Üst boy (m)	22	28	30	35	27	33	35	37
Çift kabuki kalınlığı (cm)	2.33	1.38	1.87	1.30	2.94	1.71	1.91	1.47
Gögüs yüzeyi (m ² ha ⁻¹)	61	34	55	32	64	52	55	48
Sıklık derecesi	8.88	7.10	5.62	5.22	9.74	7.62	7.05	5.74
Çap (cm)	35	21	28	23	36	24	32	28

Tablo 25: Hatila ve Saçinka kontrol meşcerelerinin toprak özelliklerinin karşılaştırılması (0-15 cm)

	Kuzey				Güney			
	Hatila		Saçinka		Hatila		Saçinka	
	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti
pH (H ₂ O)	4.75	5.26	4.85	5.59	4.91	4.16	5.23	4.75
Kum (%)	91	70	81	60	76	65	68	55
Kil (%)	1	18	9	23	13	18	17	27
Toz (%)	8	12	10	17	11	17	15	18
Organik Madde (%)	5.10	7.27	6.08	8.85	2.13	6.48	5.86	7.29
Mn (mg kg ⁻¹)	31.0	53.2	38.1	61.6	21.7	39.0	23.4	46.3
Cu (mg kg ⁻¹)	0.58	0.91	0.88	1.06	1.26	1.71	1.09	1.02
Zn (mg kg ⁻¹)	2.98	3.00	4.59	3.81	2.22	3.08	3.86	3.51
Fe (mg kg ⁻¹)	324	408	350.6	225.5	171	240	272.9	233.5
Na (mg kg ⁻¹)	19.1	11.7	29.21	12.34	22.8	17.5	7.56	8.56
Mg (mg kg ⁻¹)	111	236	129.4	267.7	104	159	182.6	314.4
Ca (mg kg ⁻¹)	622	995	1058	1521	572	672	1050	1543
K (mg kg ⁻¹)	159	207	173.0	149.1	131	167	179.1	178.0
P (mg kg ⁻¹)	6.73	13.3	10.9	23.14	5.86	6.52	6.78	8.28

Tablo 26: Hatila ve Saçinka kontrol meşcerelerinin toprak özelliklerinin karşılaştırılması (15-35 cm)

	Kuzey				Güney			
	Hatila		Saçinka		Hatila		Saçinka	
	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti
pH (H ₂ O)	5.06	5.70	4.96	4.90	4.61	4.40	5.27	4.90
Kum (%)	90	69	71	43	65	68	53	56
Kil (%)	3	18	15	31	13	19	24	26
Toz (%)	8	13	14	26	22	13	23	18
Organik Madde (%)	3.37	4.67	6.51	5.46	3.27	4.13	4.49	5.81
Mn (mg kg ⁻¹)	25.4	83.2	28.1	19.1	22.5	13.7	18.3	18.1
Cu (mg kg ⁻¹)	0.37	0.88	0.93	0.86	0.51	0.45	0.59	0.71
Zn (mg kg ⁻¹)	1.38	1.76	3.41	2.42	0.38	1.19	1.06	1.43
Fe (mg kg ⁻¹)	86	101	165.9	137.1	83	93	169.6	150.9
Na (mg kg ⁻¹)	18.1	13.7	9.78	13.3	17.3	25.6	8.64	30.1
Mg (mg kg ⁻¹)	109	233	115.2	227.3	72	68	182.9	309.5
Ca (mg kg ⁻¹)	397	1095	772	1643	315	363	966	1465
K (mg kg ⁻¹)	99	83	100.4	96.0	58	132	62.2	125.7
P (mg kg ⁻¹)	10.1	8.27	12.1	11.8	9.05	15.4	13.5	13.35

Tablo 27: Hatila ve Saçinka kontrol meşcerelerinin toprak özelliklerinin karşılaştırılması (35-65cm)

	Kuzey				Güney			
	Hatila		Saçinka					
	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt Yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti	Üst yükselti	Alt yükselti
pH (H ₂ O)	5.13	5.85	5.24	4.80	4.75	4.42	5.50	5.10
Kum (%)	92	67	68	62	65	67	57	64
Kil (%)	3	20	18	18	17	20	22	24
Toz (%)	5	13	14	20	18	13	21	12
Organik Madde (%)	6.13	3.54	5.10	5.00	5.83	3.41	6.10	4.54
Mn (mg kg ⁻¹)	30.0	62.5	27.7	7.96	24.9	14.3	5.40	19.9
Cu (mg kg ⁻¹)	0.30	0.65	0.82	0.53	0.41	0.57	0.55	0.64
Zn (mg kg ⁻¹)	0.72	0.58	3.81	0.52	0.42	1.13	0.71	0.41
Fe (mg kg ⁻¹)	33	69	154.5	83.8	81	65	77.9	96.9
Na (mg kg ⁻¹)	16.3	25.5	12.1	15.4	17.0	7.68	18.7	19.4
Mg (mg kg ⁻¹)	107	278	133.9	314.6	68	74	118.0	295.4
Ca (mg kg ⁻¹)	289	1082	570	1591	270	93	544	1404
K (mg kg ⁻¹)	64	145	73.1	82.3	106	144	62.3	94.5
P (mg kg ⁻¹)	6.70	6.32	7.48	12.2	7.01	12.2	6.29	3.35

4.3 Ölü Örtü Ayrışması

4.3.1 Ölü Örtünün kimyasal bileşenlerindeki değişim

Ölü ladin ibrelerinin kuru ağırlığındaki kimyasal bileşenler, üç farklı meşcere zarar dereleri ile farklı iki bakı ve her bir bakının iki farklı yükseltisi arasında önemli değişiklikler göstermiştir (Tablo 28). ANOVA sonuçlarında özellikle azot ve kalsiyum konsantrasyonları ile karbon:azot (C:N), lignin:N ve lignin:Ca oranlarındaki değişikliklerin, meşcere zarar dereceleri tarafından önemli derecede etkilendiği bulunmuştur. Kontrol ve az zarar görmüş meşcerelerle karşılaştırıldığında, çok zarar görmüş meşcerelerden toplanan ladin ibrelerinde daha yüksek azot belirlenmiştir. Örneğin, kuzey bakının üst yükseltisinde bulunan çok zarar görmüş meşcerelerden toplanan ibrelerde en yüksek azot konsantrasyonu (% 1.46) belirlenirken aynı alanda kontrol meşcerelerinden toplanan ladin ibrelerinde ise en düşük azot konsantrasyonu (% 1.18) belirlenmiştir. Aynı ilişki, yani çok zarar gören ladin meşcerelerindeki ibrelerin yüksek azot konsantrasyonuna sahip olması, diğer bakı ve yükseltilerde de belirlenmiştir (Tablo 28). Bu ilişkiye tezat olarak, çok zarar görmüş ladin meşcerelerindeki ibreler en düşük kalsiyum konsantrasyonuna sahip olurken, zarar görmemiş ladin meşcerelerindeki ibreler ise en yüksek konsantrasyonuna sahip olmuştur. Karbon:N ve lignin:N oranları da çok zarar gören meşcerelerde en düşük belirlenirken, lignin:Ca oranı ise en yüksek belirlenmiştir (Tablo 28).

Bütün çalışma alanlarından toplanan ölü ladin ibrelerindeki toplam karbon, lignin, fosfor, potasyum, magnezyum ve manganez konsantrasyonları ile lignin:P oranı bakı ve yükseltiyle bağlı olarak da önemli farklılıklar göstermiştir. Örnek olarak ifade edilirse, güney bakılar ve her bir bakının üst yükseltisinden toplanan ölü ibrelerin lignin konsantrasyonu kuzey bakılar ve alt yükseltilerden toplanan ibrelerden daha yüksek belirlenmiştir. Daha iyi anlaşılсын diye bir örnek verilirse, güney bakının üst yükseltisinden toplanan ibrelerin ortalama lignin konsantrasyonu %43.4 iken aynı yükseltinin kuzey bakısından toplanan ibrelerin lignin konsantrasyonu %38.5 olarak bulunmuştur. Bununla beraber, farklı derecede zarar gören meşcerelerden toplanan ibreler arasında lignin konsantrasyonları bakımından istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunamamıştır. Geri kalan diğer bileşenlerde lignin ile aynı yönde bir eğilim göstermiştir (Tablo 28).

Tablo 28: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde bulunan ve böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş (Kontrol) ladin meşcereleri altından toplanan o yıla ait ölü ladin ibrelerinin kuru ağırlıklarının içerdiği kimyasal bileşenleri ve bunların bazılarının birbirlerine oranları. Yatayda aynı harf ile gösterilen ortalama değerler arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır.

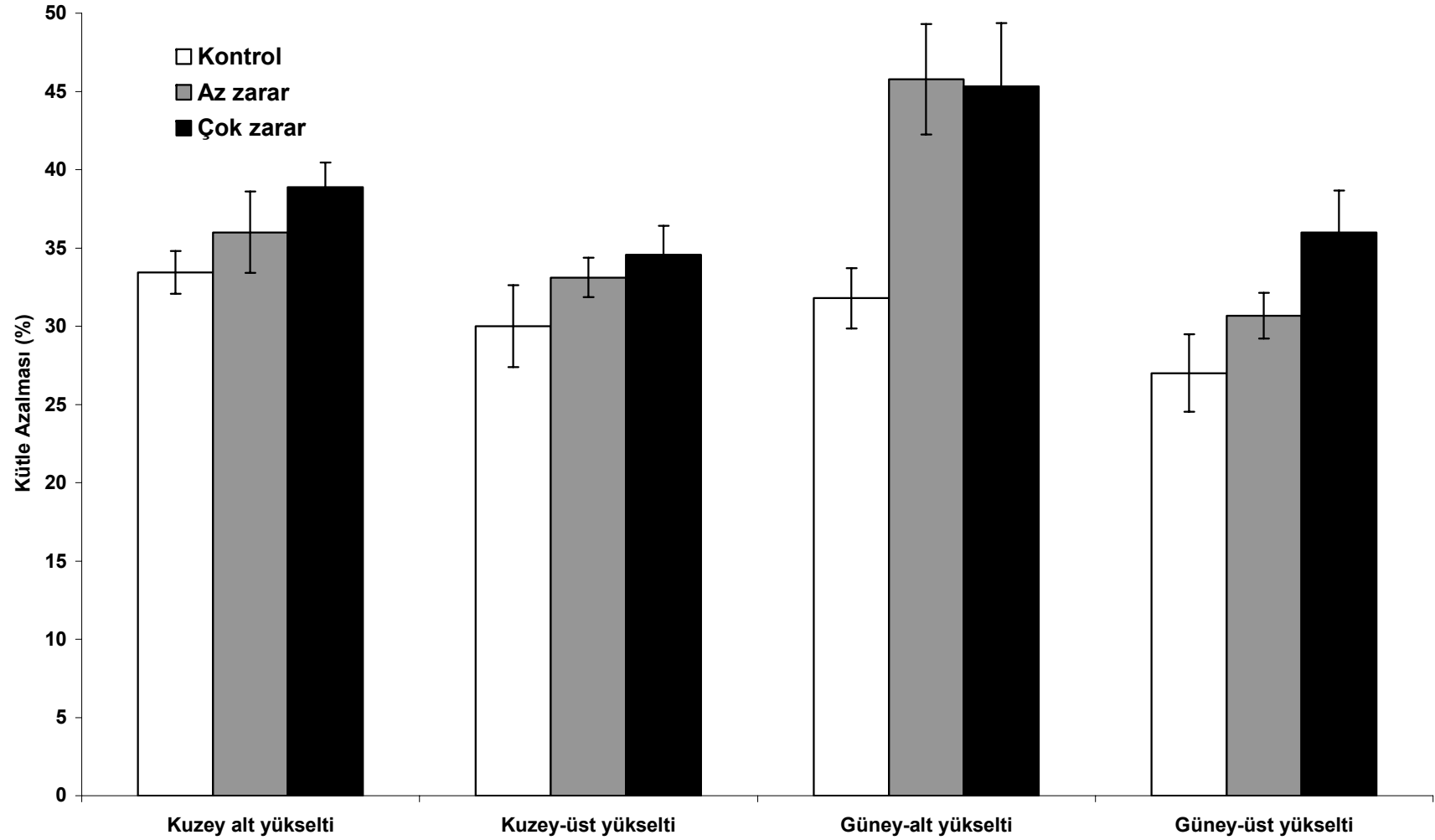
	Kuzey						Güney					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselt			Alt yükselti		
	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol	Çz	Az	Kontrol
C (%)	46.5 ^a	46.3 ^a	47.3 ^b	46.3 ^a	46.6 ^a	46.5 ^a	47.5 ^{bc}	47.4 ^{bc}	47.4 ^{bc}	47.9 ^c	47.6 ^{bc}	47.3 ^b
N (%)	1.46 ^e	1.23 ^c	1.18 ^a	1.46 ^e	1.19 ^{ab}	1.17 ^a	1.39 ^d	1.25 ^c	1.17 ^a	1.34 ^d	1.21 ^{bc}	1.17 ^a
P (%)	0.075 ^f	0.065 ^e	0.050 ^{bc}	0.057 ^d	0.074 ^f	0.053 ^{cd}	0.063 ^e	0.045 ^{ab}	0.097 ^h	0.054 ^{cd}	0.047 ^{ab}	0.042 ^a
K (%)	0.136 ^b	0.175 ^c	0.137 ^b	0.183 ^c	0.124 ^b	0.283 ^e	0.258 ^e	0.224 ^d	0.254 ^e	0.088 ^a	0.175 ^c	0.201 ^{cd}
Ca (%)	1.182 ^{ef}	1.220 ^f	1.284 ^g	0.968 ^b	1.123 ^d	1.689 ^h	0.850 ^a	1.142 ^{de}	1.907 ⁱ	1.071 ^c	1.282 ^g	1.305 ^g
Mg (%)	0.095 ^b	0.105 ^{cd}	0.093 ^b	0.105 ^{cd}	0.115 ^{de}	0.120 ^e	0.260 ^f	0.266 ^f	0.344 ^g	0.075 ^a	0.095 ^{bc}	0.116 ^e
Mn (%)	0.292 ^g	0.191 ^f	0.320 ^h	0.191 ^f	0.040 ^a	0.186 ^f	0.101 ^b	0.135 ^d	0.129 ^d	0.095 ^b	0.156 ^e	0.113 ^c
Lignin (%)	38.5 ^b	39.3 ^b	40.5 ^b	35.1 ^a	34.8 ^a	35.4 ^a	43.4 ^d	43.0 ^d	42.5 ^d	41.3 ^c	41.3 ^c	40.8 ^b
C:N	31.7 ^a	37.5 ^d	40.2 ^g	31.8 ^a	39.0 ^{ef}	39.7 ^{fg}	34.1 ^b	38.2 ^{de}	40.7 ^g	35.8 ^c	39.0 ^{ef}	40.6 ^g
C:P	615.9 ^b	711.4 ^c	954.0 ^g	807.3 ^{de}	630.9 ^b	869.1 ^{ef}	758.8 ^{cd}	1048.9 ^h	487.0 ^a	884.3 ^f	1019.1 ^{gh}	1122 ⁱ
Lignin:N	26.3 ^b	31.8 ^d	34.4 ^{ef}	24.1 ^a	29.2 ^c	30.2 ^c	31.2 ^{cd}	34.5 ^{ef}	36.4 ^g	30.9 ^{cd}	33.8 ^e	35.0 ^f
Lignin:P	511.1 ^b	603.6 ^c	816.7 ^f	612.2 ^{cd}	472.3 ^{ab}	662.5 ^{de}	693.5 ^e	950.9 ^h	436.0 ^a	762.6 ^f	884.2 ^g	966.3 ^h
Lignin:Ca	32.6 ^c	32.2 ^{bc}	31.5 ^{bc}	36.3 ^d	31.0 ^b	21.0 ^a	51.1 ^f	37.6 ^{de}	22.3 ^a	38.5 ^e	32.2 ^{bc}	31.2 ^{bc}

4.3.2 Ölü örtü ayrışması ve ölü örtü ayrışması üzerinde kimyasal bileşenlerin ve mikroiklim özelliklerinin etkisi

Doğu Ladini ibrelerinin, kuzey ve güney bakılara ve bu bakıların alt ve üst yükseltilerine ve her bir yükseltideki farklı böcek zarar düzeylerine göre göstermiş olduğu kütle azalmalarının bir yıllık sonuçları Şekil 7 de gösterilmiştir. Bir yıl sonundaki ayrışma sabiteleri, ayrışma verilerinin modele uygunluğunu belirten r^2 değerleri, bakı ve yükseltiyle ilişkili zarar dereceleri arasında ibrelerin kütle azalmalarındaki farklılıklar Tablo 29 de verilmiştir. İbre kütle kayıpları üzerinde zarar derecesinin, bakı ve yükseltinin tek başlarına ve birlikte gösterdikleri etkiler yine Tablo 29 de listelenmiştir. İbre kütle kayıpları üzerinde zarar derecelerinin etkisi en yüksek bulunmuştur ($F=960$, $P<0.001$). İkinci en yüksek etki ise yükselti ($F=619$, $P<0.001$) olup onu bakı takip etmiştir ($F=57$, $P<0.05$).

Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol deneme alanları içinde, çok zarar gören meşcerelerden toplanan ibreler en yüksek ayrışmayı gösterirken bunu az zarar gören ve kontrol meşcerelerinden toplanan ibreler izlemiştir (Şekil 7). İlk yıla ait kalan kütle değerleri incelendiğinde, kuzeye bakının üst yükseltisinde, çok zarar gören meşcerelerde ortalama kalan kütle miktarı (%65.4) aynı alandaki kontrol meşcerelerindeki kalan kütle miktarından (%70) daha düşük bulunmuştur. Bu değerlere göre, bu alanda çok zarar gören meşcereler ile kontrol meşcereleri arasındaki kalan kütle miktarları bakımından fark %4.6 dır. Aynı bakının, alt yükseltisinde ise çok zarar gören meşcereler ile kontrol meşcereleri arasındaki kalan kütle miktarları bakımından fark %5.5 dir. Güney bakılarda ise hem üst hem de alt yükseltilerde, çok zarar gören meşcereler ile kontrol meşcereleri arasında kalan kütle miktarları bakımından fark kuzey bakıdan daha fazladır. Kalan kütle miktarları bakımından farklılıklar üst yükseltide %9, alt yükseltide ise %13.5 olarak bulunmuştur.

Kalan kütle miktarları üzerinde zarar derecesi seviyeleri, bakı ve yükseltinin temel etkileri arasında bir çok ilişkiler istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$) (Tablo 29). Bunun anlamı zarar dereceleri arasındaki yüzde kalan kütle miktarlarındaki farklılıklar bakı ve yükseltiye göre farklı eğilimler göstermiştir. Örneğin, ilk yıl için, güney bakının üst yükseltisinde çok zarar gören meşcereler ile kontrol meşcereleri arasındaki kalan kütle miktarları farkı (%9) kuzey bakının üst yükseltisindeki değerden oldukça daha fazladır (%4.6).



Şekil 7: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltlerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde ladin ibrelerinin ilk bir yıla ait ortalama kütle azalması değerleri (kolonlar üzerindeki ortalamaların hata çubukları verilmiştir).

Tablo 29: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltelerinde alınan çok zarar (Çz), az zarar (Az) ve kontrol (Kontrol) deneme alanlarına bırakılan Doğu Ladini ibrelerinin ilk yıla ait ayrışma sabiti (k). Ortalama değerlerin \pm standart hataları verilmiştir. Elde edilen verilerin ayrışma modeline uygunluğunu gösteren belirleme faktörü (r^2) belirtilmiştir. Asteriks olarak verilen işaretler önem derecesini belirtmek içindir; *, $p < 0.05$; **, $p < 0.01$; ***, $p < 0.001$.

Bakı	Yükselti	Zarar derecesi	k ortalama \pm se	r^2	% kütle mean \pm se	Kalan Zarar arasındaki farklılıkları (%)	düzeyle kütle farklılıkları (%)
Kuzey	Üst	Çok zarar	-424 \pm 0.023	0.996	65.4 \pm 1.84	1.5 ^a	4.6 ^b
		Az zarar	-402 \pm 0.012	0.988	66.9 \pm 1.26		
		Kontrol	-357 \pm 0.011	0.972	70.0 \pm 2.60		
	Alt	Çok zarar	-493 \pm 0.015	0.989	61.1 \pm 1.58	2.9 ^a	5.5 ^b
		Az zarar	-447 \pm 0.013	0.995	64.0 \pm 2.55		
		Kontrol	-408 \pm 0.005	0.988	66.6 \pm 1.36		
South	Üst	Çok zarar	-448 \pm 0.009	0.965	64.0 \pm 2.67	6.7 ^b	9.0 ^c
		Az zarar	-367 \pm 0.007	0.953	69.3 \pm 2.48		
		Kontrol	-315 \pm 0.017	0.958	73.0 \pm 2.45		
	Alt	Çok zarar	-613 \pm 0.007	0.962	54.7 \pm 1.92	0.5 ^a	13.5 ^b
		Az zarar	-616 \pm 0.016	0.998	54.2 \pm 3.52		
		Kontrol	-383 \pm 0.013	0.991	68.2 \pm 4.02		

Kütle azalması verilerinin ANOVA'sı

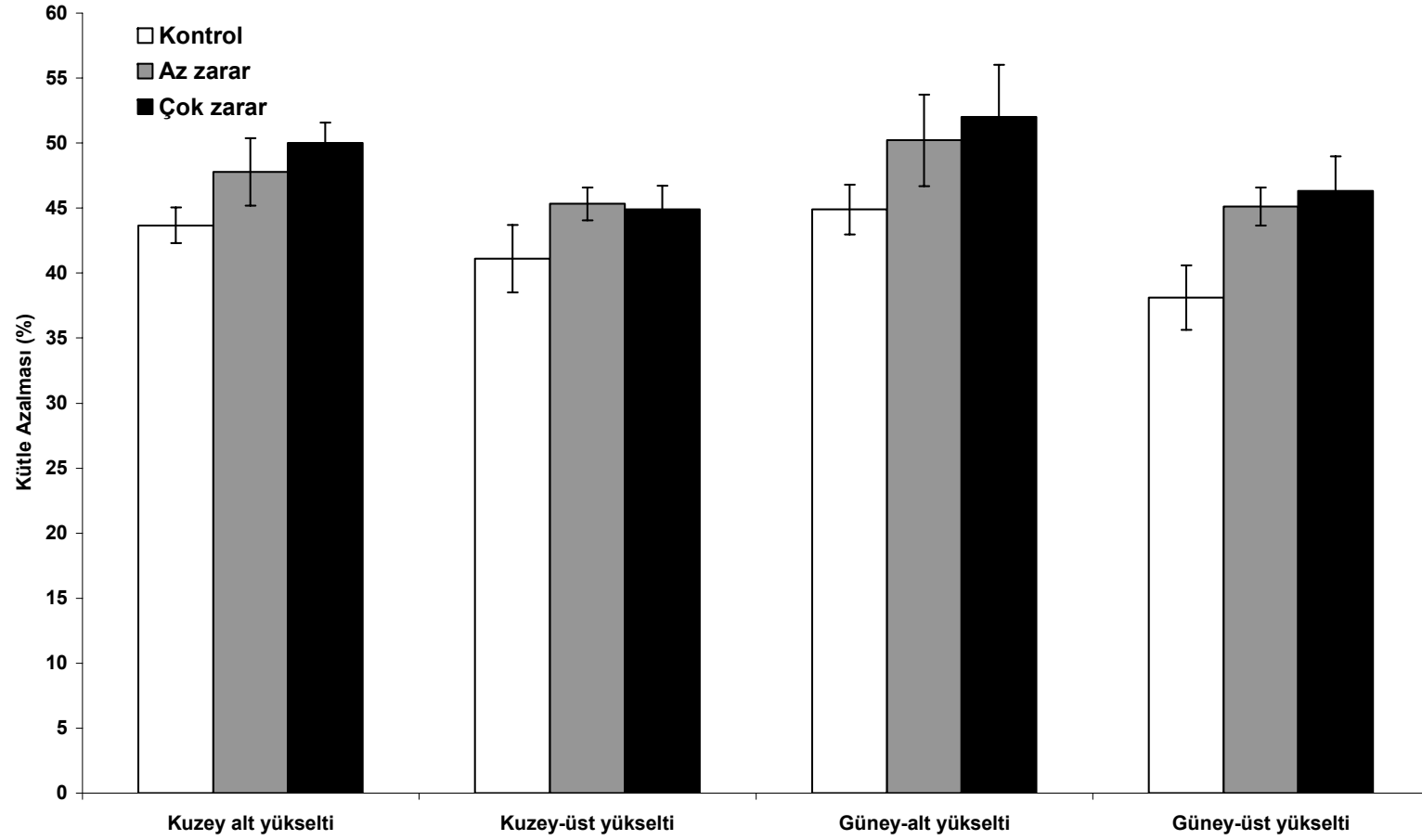
Kaynak	SS	df	MS	F	p
Düzeltilmiş Model	1096.0	11	99.6	278.8	
Intersept	44743.5	1	44743	125215	
Zarar derecesi (ZD)	442.7	2	343.3	960.4***	0.0001
Bakı (B)	20.5	1	20.5	57.3*	0.025
Yükselti (Y)	343.1	1	221.1	619.3***	0.0001
ZD x B	85.2	2	42.6	119.2**	0.001
ZD x Y	42.4	2	21.2	60.0*	0.031
B x Y	103.9	1	103.9	290.8**	0.002
ZD x B x Y	58.3	2	29.2	81.6*	0.042
Hata	8.58	24	0.357		
Toplam	45848.1	36			
Düzeltilmiş toplam	1104.6	35			

İkinci yılsonunda ibrelerin kütle azalması değerleri incelendiğinde ve istatistiksel analizleri yapıldığında ibrelerin farklı zarar derecelerine göre kütle azalmaları değerleri arasındaki ilişki, ilk yıldakiyle benzerlik göstermiştir (Şekil 8 Tablo 30). Kuzey bakının üst yükseltisinde, çok zarar gören meşcereler ile kontrol meşcereleri arasındaki kalan kütle miktarları bakımından fark %3.8 dir. Aynı bakının,

alt yükseltisinde ise çok zarar gören meşcereler ile kontrol meşcereleri arasındaki kalan kütle miktarları bakımından fark %6.3 dir. Güney bakılarda ise hem üst hem de alt yükseltelerde, çok zarar gören meşcereler ile kontrol meşcereleri arasında kalan kütle miktarları bakımından fark yine kuzey bakıdan daha fazladır. Kalan kütle miktarları bakımından farklılıklar üst yükseltide %8.2, alt yükseltide ise %7.1 olarak bulunmuştur. Kalan kütle miktarları üzerinde zarar derecesi seviyeleri, bakı ve yükseltinin temel etkileri arasında ilişkiler de istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$) (Tablo 30).

Ips typographus tarafından kapalılığı kırılarak zarar gören meşcerelerde meydana gelebilecek mikroiklim özelliklerindeki değişimin ölü örtü ayrışması üzerinde bir etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla çalışmanın gerçekleştirildiği kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltilerindeki çok zarar, az zarar ve kontrol amaçlı alınan deneme alanlarına bırakılan standart ibrelerin (kimyasal bileşimi aynı olan) ilk yıla ait ortalama kütle azalmaları Şekil 9 de, ikinci yıla ait azalmaları Şekil 10 de verilmiştir.

Çok zarar, az zarar ve kontrol amacıyla alınan deneme meşcerelerine bırakılan standart ibreler ayrışma oranları bakımından ilk yılda önemli bir farklılık göstermemişlerdir (Şekil 9). İkinci yılsonunda ise kontrol meşcereleri altındaki standart ibrelerin ayrışmasının çok zarar gören meşcerelerde daha fazla olduğu görülmekle beraber (Şekil 10) bu farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Zarar dereceleri arasında standart ibreleri ayrışma oranları bakımından fark göstermez iken, bakı ve yükseltiye göre ayrışma oranları önemli değişiklik göstermiştir. Kuzey yada güney bakının en alt yükseltisine yerleştirilen standart ibreler üst yükseltideki standart ibrelerden daha hızlı ayrılmıştır (Şekil 9 ve Şekil 10). Genel olarak standart ibreleri ilk yılda güney bakıda kuzey bakıdan daha hızlı bir ayrışma seyri gösterirken (Şekil 9), ikinci yıl sonunda kuzey bakıdaki ayrışması güney bakıdakine yaklaşmıştır (Şekil 10).



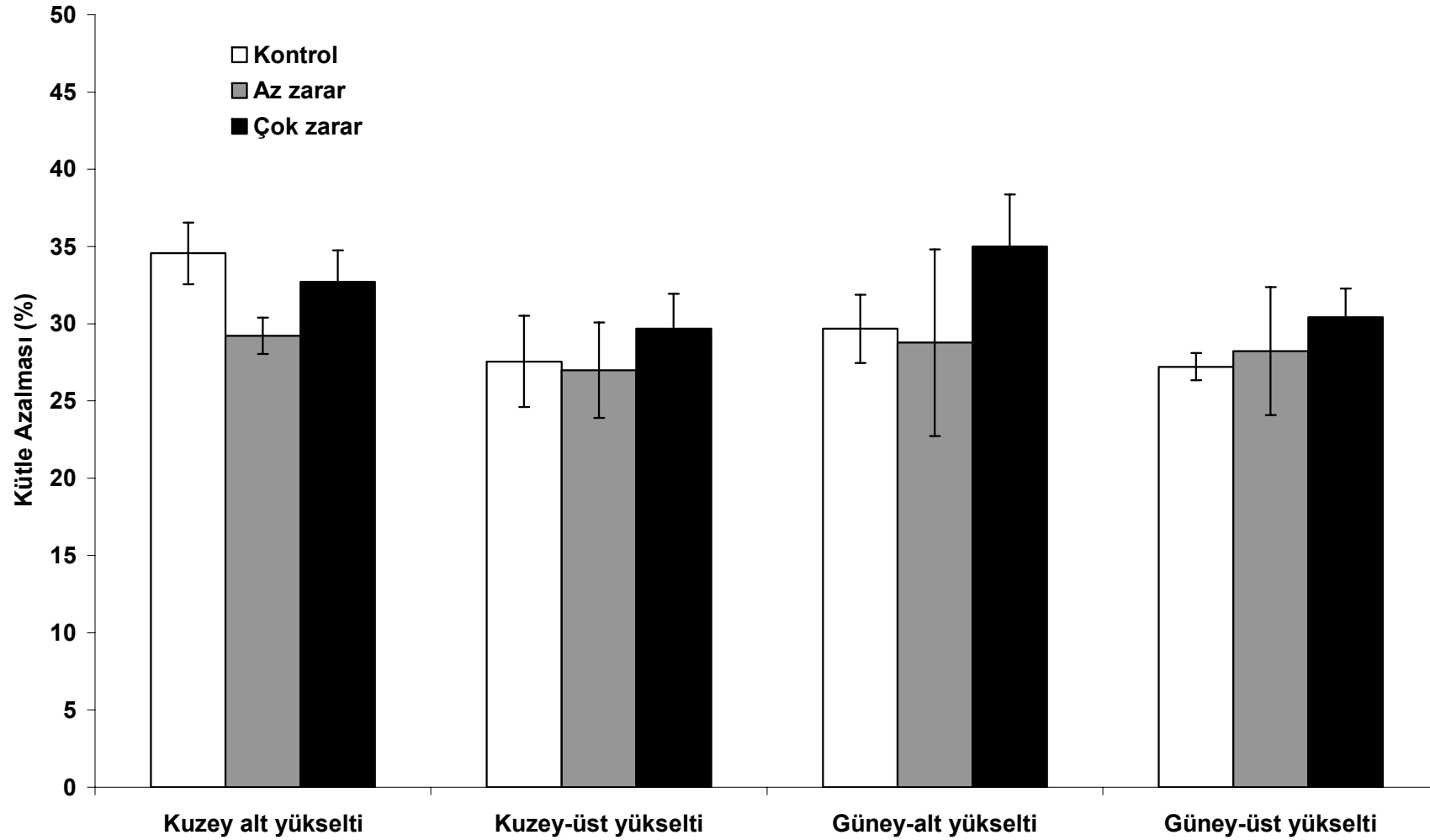
Şekil 8: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltlerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde ladin ibrelerinin ikinci yıla ait ortalama kütle azalması değerleri.

Tablo 30: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltelerinde alınan çok zarar (Çz), az zarar (Az) ve kontrol (Kontrol) deneme alanlarına bırakılan Doğu Ladini ibrelerinin ikinci yıla ait ayrışma sabiti (k). Ortalama değerlerin \pm standart hataları verilmiştir. Elde edilen verilerin ayrışma modeline uygunluğunu gösteren belirleme faktörü (r^2) belirtilmiştir.

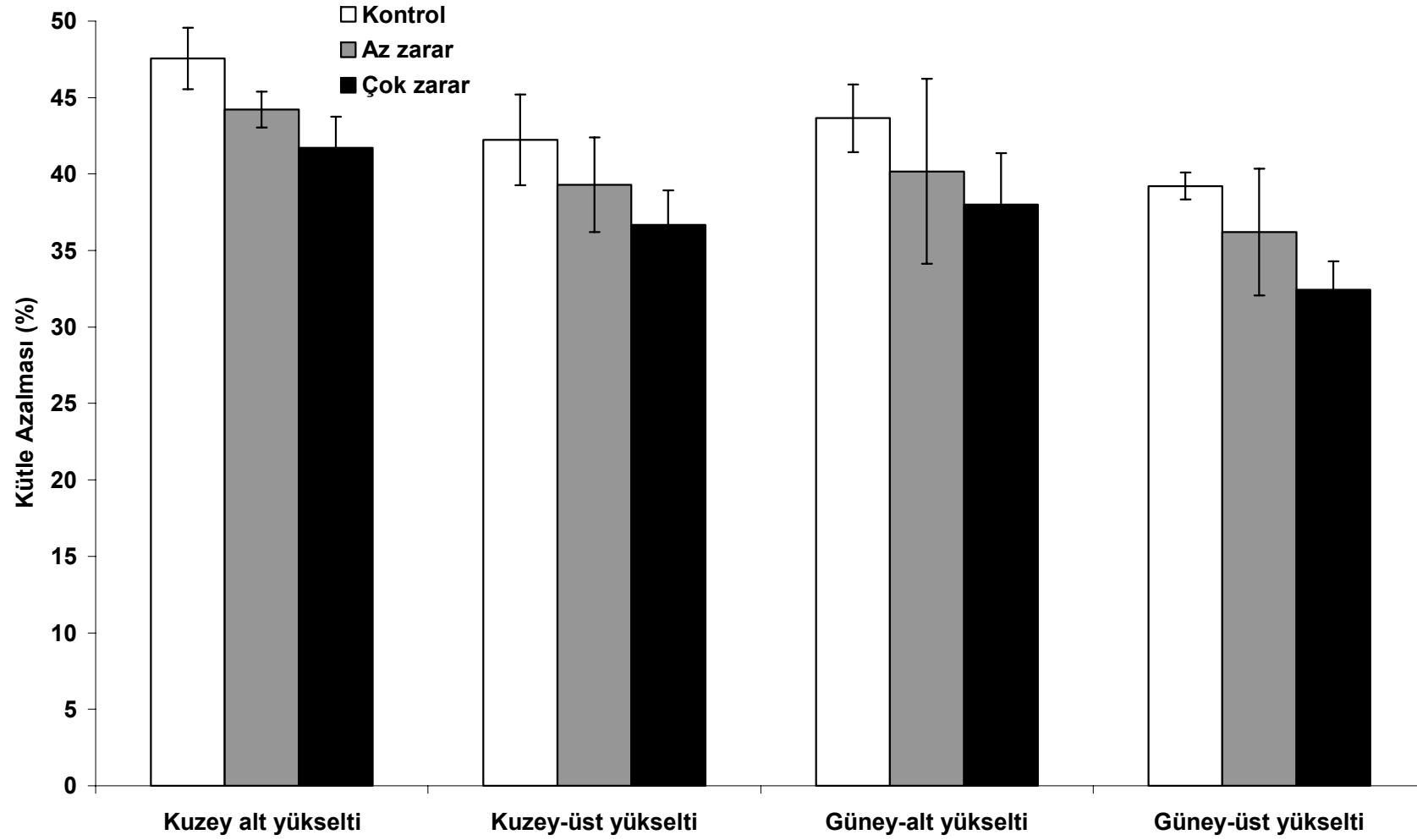
Bakı	Yükselti	Zarar derecesi	k ortalama \pm se	r^2	% kütle mean \pm se	Kalan Zarar düzeyleri arasındaki kütle farklılıkları (%)	
Kuzey	Üst	Çok zarar	-596 \pm 0.012	0.941	55.1 \pm 1.07	0.4 ^a 4.2 ^b	3.8 ^b
		Az zarar	-604 \pm 0.014	0.955	54.7 \pm 1.66		
		Kontrol	-530 \pm 0.010	0.949	58.9 \pm 0.69		
	Alt	Çok zarar	-693 \pm 0.018	0.919	50.0 \pm 1.45	2.2 ^a 4.2 ^b	6.3 ^c
		Az zarar	-650 \pm 0.011	0.945	52.2 \pm 1.17		
		Kontrol	-574 \pm 0.003	0.968	56.3 \pm 0.67		
South	Üst	Çok zarar	-622 \pm 0.005	0.953	53.4 \pm 0.88	1.2 ^a 7.0 ^b	8.2 ^b
		Az zarar	-600 \pm 0.003	0.934	54.9 \pm 0.51		
		Kontrol	-480 \pm 0.014	0.926	61.9 \pm 0.45		
	Alt	Çok zarar	-734 \pm 0.002	0.912	48.0 \pm 0.58	1.8 ^a 5.3 ^b	7.1 ^c
		Az zarar	-698 \pm 0.014	0.938	49.8 \pm 0.69		
		Kontrol	-596 \pm 0.011	0.921	55.1 \pm 0.84		

Kütle azalması verilerinin ANOVA'sı

Kaynak	SS	df	MS	F	p
Düzeltilmiş Model	1096.0	11	99.6	278.8	
Intersept	44743.5	1	44743	125215	
Zarar derecesi (ZD)	442.7	2	343.3	875.2***	0.0001
Bakı (B)	20.5	1	20.5	189.8*	0.042
Yükselti (Y)	343.1	1	221.1	559.2***	0.0001
ZD x B	85.2	2	42.6	211.2**	0.001
ZD x Y	42.4	2	21.2	90.0*	0.076
B x Y	103.9	1	103.9	310.8**	0.004
ZD x B x Y	58.3	2	29.2	98.5*	0.069
Hata	8.58	24	0.357		
Toplam	45848.1	36			
Düzeltilmiş toplam	1104.6	35			



Şekil 9: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltlerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde standart ladin ibrelerinin ilk yıla ait ortalama kütle azalması değerleri.



Şekil 10: Kuzey ve güney bakıların alt ve üst yükseltlerinde alınan çok zarar, az zarar ve kontrol meşcerelerinde standart ladin ibrelerinin ikinci yıla ait ortalama kütle azalması değerleri.

Her bir bakının alt ve üst yükseltmelerinden toplanan ibrelerin yerlerinin değiştirilerek yani üst yükselti ibrelerinin alt yükseltiye, alt yükselti ibrelerinin üst yükseltiye yerleştirilerek yükselti ve buna bağlı olarak yine mikroiklim özelliklerindeki değişimin ibre kütle azalmasına olası etkilerinin incelendiği diğer deneyin sonuçları Tablo 31 de verilmiştir. Aynı şekilde ibrelerin yerleri değiştirilerek yapılan deneyde de alt yükseltelerde ibrelerin üst yükseltelerden daha hızlı bir şekilde ayrıştığı görülmüştür (Tablo 31).

İbrelerin kütle kayıpları ile ibrelerin kimyasal bileşenleri arasındaki ilişkinin derecesini belirlemek amacıyla bütün alanlardan elde edilen veriler kullanılarak bir korelasyon matrisi oluşturulmuştur (Tablo 32). İbrelerin başlangıçta içerdikleri azot konsantrasyonu ile kütle azalması arasında pozitif yönde güçlü bir ilişki olduğu belirlenirken ($r= 0.635$), C:N ve lignin:N oranları ile negatif yönde yüksek bir ilişki bulunmuştur (anılan sıralamaya göre $r=-0.623$ ve $r=-625$). Ca konsantrasyonu ve Lignin:Ca oranı da aynı zamanda ibre kütle azalmasıyla iyi bir ilişki göstermiştir (anılan sıralamaya göre $r=0.578$ ve $r= 0.497$). Tek başına karbon yada lignin konsantrasyonları kütle azalmasıyla önemli bir ilişki göstermemiştir.

Tablo 31: Normal ladin ibrelerinin alt ve üst bakıya bağlı olarak yerlerinin değişmesi sonucu meydana gelen ibre kütle azalması farklılıkları.

		12. ay			24. ay		
		Kuzey Bakı			Kuzey bakı		
Kuzey üst bakı ibreleri	Zarar derecesi	Üst yükselti	Alt yükselti	Fark	Üst yükselti	Alt yükselti	Fark
	Kontrol	30.0	35.3	5.3	41.1	45.5	4.4
	Az zarar	33.1	33.9	0.8	45.3	48.6	3.3
	Çok zarar	34.6	35.4	0.9	44.9	49.5	4.6
Kuzey alt bakı ibreleri	Kontrol	31.2	33.4	2.2	40.3	43.7	3.4
	Az zarar	29.4	36.0	6.6	43.2	47.8	4.6
	Çok zarar	31.4	38.9	7.5	47.6	50.0	2.4
		Güney Bakı			Güney Bakı		
Güney üst bakı ibreleri	Zarar derecesi	Üst yükselti	Alt yükselti	Fark	Üst yükselti	Alt yükselti	Fark
	Kontrol	30.7	32.4	1.8	38.1	42.6	4.5
	Az zarar	27.0	30.1	3.1	45.1	49.5	4.4
	Çok zarar	36.0	44.4	8.4	46.3	50.2	3.9
Güney alt bakı ibreleri	Kontrol	30.2	31.8	1.6	40.2	44.9	4.7
	Az zarar	38.8	45.8	7.0	48.1	50.2	2.1
	Çok zarar	39.6	45.3	5.7	49.2	52.0	2.8

Tablo 32: İbrelerin başlangıçtaki kimyasal bileşenleriyle kütle azalması arasındaki ilişkilerin korelasyon katsayıları

	Kütle azalması	Karbon	Lignin	N	P	K	Ca	Mg	Mn	C:N	C:P	Lignin :N	Lignin :Ca	Lignin: P
Kütle azalması	-													
Karbon	0.103	-												
Lignin	-0.189	0.742**	-											
N	0.635**	-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	-0.623**	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	-0.625**	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	-

5. TARTIŞMA/SONUÇ

5.1 Böcek yoğunluğu

Yapılan araştırmalar, alandaki *I. typographus* yoğunluğu ile bu böcek tarafından saldırıya uğrayan ağaç sayısı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Faccoli ve Stergulc (2004) tuzak başına düşen *I. typographus* sayısı ile bu zararlının saldırısına uğramış olan ağaç sayısı arasında yüksek bir korelasyon olduğunu belirtmektedir. Weslien et al. (1989) da ağaçların *I. typographus* tarafından öldürülme riskinin artan *I. typographus* sayısı ile doğru orantılı olduğunu tespit etmiştir. Bu bağlamda, araştırmamızın sonuçlarının yorumlanmasında, zararlı böcek yoğunluğunu konu alan araştırmalar ile birlikte birim alanda *I. typographus* saldırısına uğramış olan ağaç sayıları ile ilgili literatür bilgileri de kullanılmıştır.

Bu araştırma sonucu, *I. typographus*'un güney üst rakımlarda diğer deneme alanlarına (kuzey-alt, kuzey-üst ve güney-alt rakımlar) oranla daha yoğun olarak bulunduğu tespit edilmiştir (Tablo 2 ve 3). Bu sonuç, Grodzki (2004) ün yaptığı araştırmanın sonuçları ile uyumlu bulunmaktadır. Ayrıca birçok araştırma göstermiştir ki, özellikle solar radyasyon seviyesinin arttığı güney bakıda bulunan ağaçlar zararlı tarafından tercih edilmektedir (Lobinger and Skatulla, 1996; Jakus, 1998).

Araştırma alanının alt rakımları farklı ağaç türlerine (gürgen, meşe, göknar, ladin vb.) ve diri örtüye sahip karışık meşcerelerden oluşmaktadır. Buna karşılık, üst rakımlarda ise hemen hemen saf doğu ladinli meşcereleri bulunmaktadır. Jactel et al. (2005), ağaç kompozisyonu, yaş kademeleri ve diri örtü açısından zengin olan ormanların farklı bir ağaç fizyolojisine sahip olduğunu ve fırtınaya ve kabuk böceği saldırılarına daha dayanıklı olduğunu belirtmektedir.

Yüksek rakımların güney bakılarında ortalama ağaç yaşı, boyu ve kabuk kalınlığı diğer deneme alanlarına oranla daha fazla olduğu bu araştırma sonucu tespit edilmiştir. Christiansen et al., (1987) un belirttiği gibi ormanlar yaşlandıkça fırtına, yangın, mantar ve böcekler gibi biyotik ve abiyotik faktörlere karşı daha dirençsiz olmaktadır. Aynı şekilde Becker and Schröter (2000) da, yaşlı ağaçların kabuki böceği saldırılarına karşı daha az dirençli olduğunu tespit etmiştir.

Kabuğun anatomisi ve potansiyel konukçunun fizyolojik durumu, kabuk böceği saldırısının başarıya ulaşmasında hayati öneme sahiptir (Wermelinger, 2004). Kalın kabuğa ve yoğun reçine kanallarına sahip olan ladin ağaçları böcek saldırılarını engellemede ince kabuklu ve daha az reçine kanallı olan ağaçlara oranla daha etkilidir (Nihoul and Nef, 1992; Baier, 1996). Reçine akıntısı ladinlerin kabuk böceği

saldırılarını savuşturmada kullandığı en önemli savunma mekanizmalarından birisidir. Baier et al. (2002) yaptığı araştırmanın sonucunda karışık meşcerelerdeki ladin ağaçlarındaki birincil reçine akıntısının saf meşcerelerdeki ladinlere oranla daha fazla olduğunu tespit etmiştir.

Bu araştırmanın sonuçlarından birisi de; *T. formicarius* popülasyonu yoğunluk açısından doğrudan *I. typographus*'un yoğunluğuna bağlı değildir. Sonuçlara göre; feromon tuzakları ile yakalanan *I. typographus* sayısı güney üst rakımlarda daha fazla olmasına rağmen, *T. formicarius*'un kuzey alt bakılarda daha yoğun olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın öncesinde, *I. typographus* ve *T. formicarius* yoğunlukları arasında pozitif bir korelasyon olması gerektiği tahmin ediliyordu. Araştırma sonucunun farklı çıkmasının muhtemel nedenleri: 1) Gauss (1954), Mills (1983) ve Tommeras (1988) *T. formicarius* yalnızca *I. typographus*'un değil, toplam 27 tür kabuk böceğinin yırtıcısı konumundadır. Bu nedenle, *T. formicarius* kuzey alt rakımlarda hayatını devam ettirebilmek için *I. typographus*'un yanı sıra diğer konukçu türleri ile de beslenmektedir. 2) Araştırma alanında güney üst rakımlarda genel anlamda *I. typographus* popülasyonunu yoğun olmasına rağmen, hala böceğin zararına uğramamış, fakat potansiyel olarak risk altında olan meşcereler de bulunmaktadır. Wermelinger (2004) *I. typographus*'un yüksek bir yayılma kapasitesine sahip olduğunu, bu nedenle de biyotik ve abiyotik düşmanlarından kaçabilme yeteneğine sahip olduğunu belirtmektedir. Özellikle *I. typographus*'un potansiyel olarak zarar verebileceği alanlarda rakiplerinin yoğunluklarının düşük olması, söz konusu kabuk böceğinin bu alanlara başarılı bir şekilde yerleşmesine neden olmaktadır (Wermelinger, 2004). Araştırma alanında, bu gibi potansiyel sahaların saf ladin meşcerelerinden oluşması nedeni ile de doğal düşmanlarının sayısının düşük olması beklenmektedir. 3) Hatıla Vadisi Milli Parkında alt rakımlar karışık meşcerelerden, üst rakımlar ise hemen hemen saf ladin meşcerelerinden oluşmakta olup monokültür bir özellik taşımaktadır. Jäkel and Roth (2005) karışık meşcerelerde yırtıcı ve parazitlerin, saf meşcerelere oranla çok daha yaygın olduğunu belirtmektedir.

I. typographus'un boyu ve ağırlığının yüksek rakımlarda ve güney bakılarda daha fazla olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5, 6). Grodzki (2004) yaptığı çalışmada bu tip meşcerelerin dirençsiz ağaçlara sahip olması nedeniyle zararlıya çok daha uygun üreme ortamı koşulları sağladığını, bunun sonucunda da *I. typographus*'un ortalama boyunun arttığını belirtmektedir. Grodzki (2004) ayrıca, ağaçların yüksek

dayanıklılığa sahip olması gibi nedenlerden dolayı düşük mortalite seviyesine sahip olan meşcerelerde kabuk böceklerinin daha küçük yapıda olduğunu tespit etmiştir.

I. typographus'un popülasyon dinamiği üzerinde etkili olan en önemli faktörlerden birisi de sıcaklıktır. Zaslavski (1988) sıcaklığın bu zararlıının gelişimini kuvvetli bir şekilde etkilediğini belirtmektedir. Araştırmalar, *I. typographus*'un 16,5 veya 17 C nin üzerindeki sıcaklıklarda uçuş faaliyetine başlayabildiğini göstermiştir. Ayrıca, böceğin gelişimi, yumurta koyması ve üreme faaliyeti de doğrudan sıcaklığa bağlı olarak kendini göstermektedir (Wermelinger, 2004; Wermelinger ve Seifert, 1998, 1999).

Araştırmamızda, kuraklık stresinin derecesini etkileyen yağış miktarı, nem ve çığ noktası ile yakalanan *I. typographus* sayısı arasında ters orantı tespit edilmiştir. Alana düşen yağış miktarı, nem yetersizliği ve çığ noktasının düşüklüğü ile ilişkili olan kuraklık stresi, konukçu durumdaki ladinleri *I. typographus*'a karşı savunmasız bırakan önemli etkenlerden birisidir. İğne yapraklı türlerin kabuk böceklerine karşı direnci, ağacın enerjisi ve dayanıklılığı oranında artış göstermektedir (Waring ve Pitman, 1983). Bu bağlamda, kuraklık stresi *I. typographus* saldırılarına karşı ağaçları dirençsiz kılan en önemli faktördür ((Økland ve Christiansen, 2001).

5.2 Zarar derecesi ile meşcere ve toprak özellikleri arasındaki ilişki

Projenin bu kısmında *Ips typographus* zararlısının Doğu Ladinini ağaçlarına saldırı yoğunluğu ile Doğu Ladininin meşcere ve toprak özellikleri arasındaki ilişkinin topografyaya bağlı olarak değişiminin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu nedenle, iki bakı (kuzey ve güney) ve bu bakılarda yayılım gösteren saf Doğu Ladininin en alt ve en üst yükseltilerinde çok zarar, az zarar ve kontrol meşcereleri alınarak bunların toprak ve meşcere özellikleri analiz edilmiştir. Meşcere ve toprak özelliklerinin zarar dereceleri, bakı ve yükseltiye arasında önemli derecede değişiklik gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak sonuçlar incelendiğinde, güney bakılar ile üst yükseltilerde meşcere ölüm oranları seviyesi kuzey ve alt yükseltilerden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, bu konuda yapılan diğer çalışmalarda (örneğin Jakus 1998ab) elde edilen sonuçlarla benzer yöndedir. Bu araştırmacıların çalışmalarında da güneyi gören ağaçların *Ips typographus* zararlısı tarafından daha çok tercih edilir bir şekilde saldırıya uğradığı, özellikle güneş radyasyonundaki ani yükselmelerin bu saldırıyı bu bakıda daha da arttırdığı yönündedir. Bu etki yanında, *Ips typographus* zararlısının üremesini ve gelişmesini arttırabilen yada azaltabilen topografya

tarafından meydana gelen farklı mikroiklim şartları, farklı bakı ve yükselti arasında meydana gelen farklı meşcere ölüm oranlarından sorumlu tutulabilir. Birçok çalışmada (örneğin, Christiansen ve Bakke, 1988; Dolezal ve Sehnal 2007) sıcaklığın *Ips typographus* zararlısının üreme ve gelişmesine olan etkisi incelenmiştir. Wermelinger ve Seifert (1999) tarafından yapılan bir lineer olmayan bir modellemede, olgunlaşmamış bir gelişme için optimal sıcaklığın 30 °C, üreme için ise 28.9 °C olduğu hesaplanmıştır. Bilindiği gibi, Kuzey yarım küresinde, bakı yerel bir alanın mikroiklim özelliklerini etkileyen önemli bir topografya bileşenidir. Bakı özellikle alınan güneş enerjisinin miktarını belirlemede oldukça önemlidir. Bu projeyi gerçekleştirdiğimiz çalışma alanlarımızın güneye bakan kısımları daha fazla güneş enerjisi almakta, daha sıcak, kuru ve mevsimsel ve günlük mikroiklimlerin değişimi hızlı olmaktadır. Kuzey bakılarda ise bunun tersi bir durum söz konusudur, bu kısımlar daha düşük güneş radyasyonu almakta, serin ve nemli olup, mevsimsel ve günlük mikroiklimlerin değişimi yavaştır. Yüksek kısımlar yada yüksek alandaki dışbükey yüzeyler daha yoğun güneş radyasyonuna ve daha güçlü rüzgarlara maruz kalmaktadırlar. Daha alt kısımlarda ise içbükey kısımlar güçlü rüzgardan korunmakta, daha nemli olup, organik maddenin birikimine maruz kalmaktadırlar. Bu nedenlerle, bu gibi farklı ortam değişikliklerinin, böcek gelişmesini ve üremesini etkilemesi kaçınılmazdır. Bu etkilenmede o ortamda bulunan meşcerelere olan zararlının saldırı şiddetini ve zarar derecesini etkileyecektir. Buradaki projemizde de bakı ve yükselti nedeniyle oluşan mikroiklim ve yetiştirme ortamı özelliklerindeki farklılıkların böceğin yoğunluğunda önemli bir etkiye sahip olduğunun belirlenmesi bu söylediğimizi destekler yöndedir.

Bununla beraber, çalışmamızda, aynı çevresel şartlar altında böcek zarar dereceleri arasında da farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, bizlere mikroiklim özelliklerindeki farklılıklara ek olarak başka faktör yada faktörlerinde zararlı böceğin saldırısında Doğu Ladini meşcerelerinin duyarlılığını etkilediğini göstermektedir. Diğer bu konudaki çalışmalarda rapor edildiği gibi (örneğin, Dutilleul ve Ark 2000), bizim projemizde de meşcere ve toprak özelliklerinin, *Ips typographus* zararlısının Doğu ladini meşcerelerine saldırması üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, zararlının saldırı oranları ile meşcere ve toprak özellikleri arasındaki ilişkinin bakı ve yükseltiye bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Toprak ve meşcere özellikleri arasında bir negatif ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Genel olarak, çok zarar gören meşcereler en düşük toprak organik maddesi ve besin elementlerine sahip

olurken bunu az zarar gören ve kontrol meşcereleri izlemiştir. Tezat olarak, çok zarar gören meşcerelerin ortalama meşcere yaşı, çift kabuk kalınlığı, göğüs yüzeyi, sıklığı ve ağaç çapı daha az zarar ve kontrol meşcerelerinden daha düşük bulunmuştur. Her bir zarar derecesinin toprak organik madde ve besin elementi miktarı şu sıra dahilinde azalma göstermiştir: güney bakının üst yükseltisi < kuzey bakının üst yükseltisi < güney bakının alt yükseltisi < kuzey bakının alt yükseltisi. Bunun yanında, meşcere özellikleri ise her bir özellik için üsteki sıralamanın aksi istikametinde bir yükselme göstermiştir: güney bakının üst yükseltisi > kuzey bakının üst yükseltisi > güney bakının alt yükseltisi > kuzey bakının alt yükseltisi. Bütün veriler birleştirilerek elde edilen ölüm oranları ile meşcere ve toprak özellikleri arasındaki ilişkilerde ölüm oranları toprak besin elementleri ve toprak organik maddesi arasında negatif bir ilişki belirlenirken, ölüm oranları ile meşcere özellikleri arasında pozitif bir ilişki belirlenmiştir. Bu sonuçların anlamı şu şekilde yorumlanmalıdır. Toprak besin elementleri ve organik maddesi bakımından fakir, meşcere özellikleri bakımından yüksek değerler gösteren Doğu Ladini meşcereleri *Ips typographus* zararlısının saldırısına daha açık durumda kalmışlardır. Bunun yanında, buradaki sonuçlardan çıkan diğer bir özellik ise her hangi bir alanda, fakir toprak özellikleri ve yüksek meşcere özellikleriyle, yüksek miktarda saldırıya uğramış bir Doğu Ladini meşceresi, başka bir alanda daha düşük saldırıya uğramış bir meşcere özelliği sergileyebilmektedir. Bu farklı sonucun, aynı zamanda topografyanın en önemli bileşenleri olan bakı ve yükseltiye bağlı olarak meydana gelen mikroiklim ve yetiştirme ortamı özelliklerinin farklı olması ve bu farklılığın böcek sayısı, üremesi ve saldırısını etkilemesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Dutilleul ve Ark. (2000) tarafından hazırlanan ve bugüne kadar *Ips typographus*'un *Picea abies*'e (Norveç çamı) saldırı duyarlılığının bir belirleyicisi olarak, yetiştirme ortamı özelliklerinin değerlendirildiği bütün çalışmalarını yeniden analiz ederek ortaya koyduğu derleme çalışmasında da *Picea abies*'e *Ips typographus* zararlısının saldırı oranları üzerinde toprak besin elementlerinin etkili olduğu rapor edilmektedir. Çevresel stres ile yüksek böcek yoğunluğu arasındaki pozitif bir ilişkinin olduğu çok iyi belgelenmiştir (Mopper ve Ark., 1990; Mopper ve Whithm 1992). Düşük besin elementleri, düşük nem yada diğer abiyotik stres ibrelerde şeker yada diğer kullanılabilir bileşiklerin konsantrasyonunu yükseltebilir yada besin elementleri bakımından daha avantajlı hale getirebilir (Mopper ve Whithm 1992). Mopper ve Ark. (1990) sinder (cüruf, kül) tarlalarına bitişik olan ve daha düşük kumlu balçık topraklar

üzerinde gelişen *Pinus edulis* (pinyon çamı) çam türünün nadiren saldırıya uğradığını ve normal üreme ve gelişme sergilediğini çalışmalarında göstermişlerdir. Bu araştırmacılar, daha az kumlu-balçık topraklar üzerinde gelişen ağaçların en düşük miktarda reçine ürettiklerini ifade ederek bunun sonucunda zararlı saldırısı için en düşük seviyede kaldıklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle, ağaçlara saldırı az olduğunda onların savunma için yapacakları fazla bir şey yoktur ve çok önemli değildir, bu yüzden fotosentez savunmadan daha çok öncelikle gelişme için kullanılır. Burada sunulan projemizde elde ettiğimiz sonuçlarda, bu araştırmacıların sonuçları ile benzer yöndedir. Şöyle ki, her iki bakının üst yükseltilerindeki Doğu Ladini meşcereleri en fazla kum miktarına ve en düşük besin elementlerine sahip olup, *Ips typographus* zararlısı tarafından en fazla tercih edilen meşcereler olmuştur.

Becker ve Schröter (2000) tarafından gerçekleştirilen ve 70 yaşından daha yaşlı *Picea abies* ağaçlarının kabuk böcekleri tarafından daha fazla saldırıya uğradığını, 100 yaşından daha yaşlı olanların ise en yüksek derecede saldırıya maruz kaldığını bildiren çalışmasında olduğu gibi, bizim burada sunduğumuz projemizde de daha yaşlı Doğu Ladini meşcerelerinin *Ips typographus* tarafından en fazla tercih edildiği ve zarara uğratıldığını tespit edilmiştir. Larsson ve Ark. (1983) *Pinus ponderosa* çam türünde, meşcere sıklığı arttıkça ağaç türünün saldırıya dirençliliğinin azaldığını belirtmiştir. Benzer şekilde bizim burada çalıştığımız Doğu Ladini türü içinde meşcere sıklığı arttıkça ağaçların dirençliliğinin azaldığı görülmüştür. Meşcere sıklığı yanında, çalışmamızda, ortalama çift kabuk kalınlığı yüksek olan meşcerelerin daha fazla saldırı altında olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, *Ips typographus* zararlısının saldırı oranları ve Doğu Ladini meşcere özellikleri topografya ile değişiklik göstermiştir. Şöyle ki, *Ips typographus* zararlısı alt yükseltilerde 100 yaşından daha yaşlı olan Doğu Ladini meşcerelerine öncelikle saldırırken, üst yükseltilerde 100 yaşından daha yaşlı Doğu Ladini meşcerelerine saldırmamışlardır. Çalışmanın gerçekleştiği dönem içerisinde, bu üst yükseltilerde öncelikle 100 yaşından daha yaşlı meşcerelere saldırmışlardır. Bu sonuç bizlere, zararlının meşcereye saldırısında, meşcere yaşından daha çok diğer faktörlerin meşcere duyarlılığı üzerinde rol oynadığını bildirmektedir. Yaş ve ağaç çapı genel olarak iyi bir korelasyon içindedir, yani daha yaşlı ağaçlar meşcere içinde daha çaplıdır. Bu nedenle, yaş ile beraber *Ips typographus* saldırısında meşcere duyarlılığındaki yükselme ağaç çapının etkisinden kaynaklanıyor olabilir. Şöyle ki, üst yükseltilerde en fazla saldırıya uğramış daha yaşlı Doğu Ladini meşcereleri, alt

yükseltilerdeki meşcerelerden daha geniş ağaç çapı göstermişlerdir. Daha geniş ağaç çapının, ağacı tamamıyla öldüren kabuk böceklerinin saldırı oranında, konukçu ağaçların saldırıya duyarlılığını belirleyen yaygın bir özelliği olduğu bilinmektedir (Shore ve Ark., 1999; Bleiker ve Ark., 2003). Daha geniş çapa sahip ağaçlar, saldırıyı gerçekleştiren yetişkin böcekler için daha uygun ortam yada yiyecek kaynağı sağlayabilmesi yanında, floem kalınlığı nedeniyle döl gelişimi içinde uygun şartlar sunabilmektedir (Haack ve Ark., 1987). Bir çok araştırmacı, örneğin, Massey ve Wygant (1954), Hard ve Ark., (1983) daha geniş çapa sahip *Picea abies* ağaçlarının kabuk böcekleri tarafından öncelikle tercih edildiğini rapor etmişlerdir. Dymerski ve Ark. (2001) benzer sonuçları *Picea Engelmannii* Ladin türüne saldıran kabuk böcekleri için belirlemiştir.

Silvikültürel müdahaleler özellikle aralama ve bakım kültürel bir uygulama olup öncelikle meşcere sıklığını azaltarak ağaç gelişimini iyileştirmek ve böylece orman sağlığını yükseltmeyi amaçlamaktadır (Helms, 1998). Aralamalar meşcere içerisinde olması arzulanan ağaçların yetişme alanının yeniden dağılımının düzenlenmesi yanında yangın, böcek istilası ve hastalıklar bakımından yaygın olarak kullanılmaktadır (Smith 1986a). Olsen ve Ark., (1996) aralamayla yapılan aktif uygulamaların dağ çamı kabuk böceklerinin saldırısı karşısında daha az duyarlı olan daha sağlıklı ağaçların alanda bulunmasını sağladığı için önemli olduğunu bildirmiştir. Feeney ve Ark. (1998) Ponderosa çamında, meşcere altı aralamaların etkilerinin ağaç gelişiminde, yaprak fizyolojisinde ve bir çok çevresel faktörler üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu rapor etmiştir. Benzer sonuçlar farklı türleri içinde bulunmuştur (örneğin, Kolb ve Ark., 1998; Sala ve Ark., 2005; Skov ve Ark., 2005). Bu sonuçlar bize, özellikle aralama çalışmaları başta olmak üzere, silvikültürel uygulamaların bir sonucu olarak, ağaç direncinin, yetişmesinin ve meşcere sağlığının arttığını ve bundan dolayı bireysel ağaçlar üzerinde kabuk böceklerinin bulunmasını azalttığını göstermektedir. Burada sunduğumuz projemizde de silvikültürel müdahale gören Saçinka çalışma alanımızdaki Doğu Ladini meşcerelerinin oldukça düşük oranlarda *Ips typographus* saldırısına maruz kalmıştır. Bu alanda bulunan Doğu Ladini meşcere özellikleri silvikültürel uygulamalar nedeniyle, silvikültürel müdahale yapılmayan Hatıla çalışma alanından daha genç, daha boylu, daha az sık ve daha sağlıklı olarak belirlenmiştir. Toprak özellikleri bakımından da yine Saçinka çalışma alanının toprak özellikleri besin elementleri açısından daha zengindir. Hem daha sağlıklı meşcere özellikleri hem de daha verimli toprak özellikleri bir arada düşünüldüğünde, Saçinka

alanında *Ips typographus*'un daha az zararlı olmasının nedenleri arasında bu silvikültürel müdahalelerin olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Schmid ve Frye (1976) tarafından geliştirilen ve Ladin ormanlarına zararlı böcek saldırısında tehlike oran sistemi olarak en yaygın bir biçimde kullanılan modele göre, iyi drenajlı alanlar üzerinde yetişen meşcereler, ve meşcere yaşayan ladinlerin ortalama ağaç çapının 25.4 cm den geniş (en geniş 40.6 cm den büyük), ortalama göğüs yüzeyinin 34.3 m²/ha dan büyük olduğu meşcerelerin böcek saldırısına daha duyarlıdır. Buradaki projede elde ettiğimiz sonuçlarda da, daha geniş ortalama çapa ve daha yüksek göğüs yüzeyine sahip Doğu Ladini meşcerelerinin *Ips typographus* tarafından öncelikle tercih edildiğini bizlere göstermiştir. Bununla beraber, *Ips typographus* saldırı olasılığını tahmin etmede kullanılacak bir sınıflama modeli geliştirmek için burada kolay olmamaktadır. Çünkü, meşcere özelliklerini belirleyerek elde ettiğimiz rakamsal değerler bakı ve yükseltiye bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Örnek olarak verilirse, bir alanda (örneğin, kuzey bakının alt yükseltisinde) *Ips typographus* ortalama göğüs yüzeyi 34 m²/ha den daha yüksek olan Doğu Ladini meşcerelerine (az ve çok zarar gören meşcereler) saldırırken, diğer bir alanda (örneğin, kuzey bakının üst yükseltisi) *Ips typographus* zararlısı ortalama göğüs yüzeyi 62 m²/ha olan (kontrol) meşcerelerine saldırmamıştır. Benzer sonuçlar, çift kabuk kalınlığı, meşcere sıklığı ve ağaç çapı içinde aynı şekilde belirlenmiştir. Örneğin, *Ips typographus* ortalama ağaç çapı 35 cm olan üst yükseltideki meşcerelere saldırmaz iken, ortalama çapı 24 cm olan alt yükseltideki meşcerelere saldırmışlardır. Bu nedenle, Doğu Ladini için tehlike oranlama sistemleri ve risk sınıflaması yapılırken ve modellenirken alanın topografyası (özellikle bakısı ve yükseltisi) dikkate alınmalıdır.

Sonuç olarak, projenin bu kısmında Doğu Ladinin meşcere ve toprak özellikleri bakı ve yükseltiye bağlı olarak önemli derecede değişmektedir. Bu özelliklerdeki önemli olan değişiklik *Ips typographus* böceğinin saldırısı karşısında Ladin meşcerelerinin duyarlılığını güçlü bir şekilde etkilemektedir. Yüksek meşcere özelliklerine ve fakir toprak verimliliğine sahip olan Doğu Ladini meşcereleri *Ips typographus* zararlısının saldırılarına daha çok maruz kalmaktadır. Burada belirlenen yetiştirme ortamı özellikleri (toprak ve meşcere özellikleri) *Ips typographus* zararlısının saldırısında, Doğu Ladini meşcerelerinin duyarlılığının bir belirleyicisi olarak kullanılabilir, fakat böceğin saldırı oranları ile yetiştirme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilerin bakı ve yükseltiye bağlı olarak değişiklik gösterebileceği dikkate alınmalıdır.

BU nedenden dolayı, *Ips typographus* salgınındaki olasılığı tahmin etmede kullanılabilecek bir sınıflandırma modeli geliştirmek oldukça zor olmaktadır. Fakir toprak özellikleri ve yüksek meşcere özellikleri ile çok fazla zarara uğrayan bir meşcere, başka bir alanda aynı özelliklerle daha az saldırıya uğramış bir meşcere olarak düşünülebilmektedir. Bu farklılıklar, bakı ve yükseltiye bağlı olarak *Ips typographus* zararlısının üremesi ve gelişmesindeki farklılıklara bağlanabilir. Bu nedenle, gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalarda, yetiştirme ortamı özellikleri ve *Ips typographus* böceğinin davranışları birlikte düşünülmelidir.

5.3 Ölü Örtü Ayrışması üzerinde böcek zararının etkisi

5.3.1 Ölü Örtünün kimyasal bileşenlerindeki değişime olan etkisi

Projemizde *Ips typographus* zararlısının Doğu ladinine vermiş olduğu zarar bu ağaç türümüzün ibre kimyasal yapısının değişmesine yol açarak onun ayrışma oranlarını önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Çalışmamızda bulduğumuz bu sonuçlar (Sariyildiz ve Ark., 2008) diğer araştırmacıların bu konuda yaptıkları çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir, yani böcek zararı ölü ibrelerdeki azot miktarını yükseltmekte, fakat lignin miktarında önemli bir değişiklik meydana getirmemektedir (e.g. Pontius ve Ark., 2002; Chapman ve Ark., 2003; Stadler ve Ark., 2005). Pontius ve Ark. (2002) yılında meşçere kapalılıkları tsuga woolly adelgid zararlısı tarafından zarar görmüş 60 tane tsuga meşçeresinde yaptıkları çalışmalarında, zarar görmüş ibrelerin azot seviyesinin zarar görmemiş ibrelerden daha yüksek olduğunu, fakat lignin seviyesi bakımından zarar gören ve görmeyen ibreler arasında herhangi bir farkın olmadığını bildirmişlerdir. Stadler ve Ark. (2005) yılında zararlı böcekler tarafından istila edilen tsuga ağaçlarının ibrelerindeki azot seviyesinin zarar görmeyen tsuga ağaçların ibrelerinden daha yüksek olduğunu, bu farkın küçük olmakla birlikte istatistiksel olarak önemli olduğunu bildirmiştir. Benzer sonuçlar Chapman ve Ark. (2003) tarafından ortaya konulmuştur. Bu araştırmacılar, böcek zararlısı istilasına uğrayan *Pinus edulis* ağaçlarının daha yüksek azot konsantrasyonuna, ve daha düşük C:N ve lignin:N oranına sahip olduklarını, fakat zarar gören ve görmeyen ağaçlar arasında lignin konsantrasyonları bakımından önemli bir farklılığın olmadığını belirlemişlerdir.

Zararlı böceklerin meydana getirdikleri etkileri çalışan bir çok çalışmada ibre ölü örtüsünün kimyasal bileşiminde gözlenen bu değişikliklerin ana nedeni olarak ibrelerin erken düşmesi yada düşürülmesi nedeniyle meydana gelmiş olan

tamamlanmamış taşınmadan kaynaklandığını bildirmektedirler (Chapman ve Ark., 2003). Yaprak dokularının zamanından önce dökülmesi yaşlanmanın tamamlanmasını engelleyerek besin elementlerinin yeniden rezorpsiyonunu azaltmakta ve azot konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır (Enoki ve Ark., 1997; Chapman ve Ark., 2003; Chapman 2006). Kaban ve Baldwin (1997) araştırdığı iğne yapraklı türlerin yüzde 37 sinin otçul hayvanlara karşı tepki olarak zamanından önce yaprak döktüğünü ve nadiren ibrelerde ikincil bileşikler oluşturduğunu belirlemiştir. Nykanen ve Koricheva (2004) tarafından hazırlanan ve odunsu bitkilerde zarar görme sonucu meydana gelen değişikliklerin araştırılması konulu derleme bir çalışmada burada bulunan sonuçları destekler yöndedir. Bu derleme çalışmasında araştırmacılar, zarar gören ibreli türlerin besin elementleri konsantrasyonlarını arttırma yönünde oldukları, bununla beraber fenolik ikincil bileşiklerinde çok az değişiklik meydana geldiğini ortaya koymuşlardır.

Diğer yandan, ağaç türleri/toprak verimliliği üzerine çalışmalar yapan diğer çalışmalar, doğal ormanlarda ağaç türlerinin farklı toprak verimlilikleriyle ilişki içinde olduğunu ifade etmişlerdir (Wessman ve Ark., 1988; Sariyildiz ve Anderson 2005). Bu toprak/ağaç ilişkileri yaprakların biyokimyasal yapılarını ve besin elementleri konsantrasyonunu yansıtmakta ve bu yansımada dönemi içinde ağaca zarar veren zararlıyı, ölü örtünün kalitesini, ölü örtünün ayrışmasını ve buna bağlı olarak besin elementlerinin elde edilebilirliği vasıtasıyla bitki beslenmesini sağlayan toprak özelliklerinin gelişmesini etkilemektedir (Zak ve Ark. 1993; Aerts ve Chapin 2000). 2005 yılında Sariyildiz ve Ark. doğal olarak daha az verimli topraklar üzerinde yetişen ağaçların, yapraklarında daha düşük besin elementi konsantrasyonuna sahip olduğunu, yaprak dökülmesinden önce daha yüksek N ve P transferi yaptığını ve yaprak ölü örtülerinde daha az besin elementi konsantrasyonları gösterdiğini bildirmişlerdir. Burada yaptığımız projemizde de bütün çalışılan alanların toprak besin elementleri konsantrasyonları geniş bir şekilde analiz edilmiş ve toprak özellikleri ile ölü örtü kalitesi arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır. Böcek zararı vakalarıyla besin elementlerinin elde edilebilirliği arasında güçlü bir ilişkinin olduğunun belirlenmesine rağmen böcek zarar dereceleri arasında, başlangıçta ölü ibrelerin besin elementi konsantrasyonları ile toprak besin elementleri konsantrasyonları arasında belirgin bir ilişki bulunamamıştır. Bu nedenle, ibre ölü örtüsündeki bu gözlenen değişimin ibrelerin erken dökülmesi nedeniyle tamamlanamayan rezorpsiyondan kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Bakı ve yükseltiye bağılı olarak ta, Doğu Ladini ölü ibrelerinin kimyasal kalitesini önemli derecede etkilemiştir. Genel olarak, güneye bakan ve üst yükseltilerden alınan ölü ibreler daha düşük besin elementleri, fakat daha yüksek lignin ve lignin:N, C:N ve lignin:P oranları göstermişlerdir. Ölü ibrelerin kimyasal kalitesindeki bu farklılıkları bakı ve yükseltiye bağılı olarak çevresel şartlardaki farklılıklara örneğin, ışık intensitesi, rüzgar, fiziksel stres (özellikle suyun elde edilebilirliği, kullanımı) ve toprak besin elementlerine bağlayabiliriz. Güneye bakan yamaçlar kuzeye bakan yamaçlardan daha fazla güneş alırlar, daha sıcak ve kurudurlar. Zirve alanlar yada daha yüksek kesimler daha yoğun güneş radyasyonuna açık olup daha hızlı esen rüzgarlara maruz kalırlar. Daha fazla güneşe maruz kalan (güneş yaprakları) yaprakların daha az güneşe maruz kalanlardan (gölge yaprakları) morfolojik ve anatomik yapı bakımından farklılık gösterdikleri herkes tarafından bilinmektedir (Rollet 1990). Sariyildiz ve Anderson (2003) gölge yapraklarının güneş yapraklarından daha yüksek azot ve selüloz konsantrasyonuna sahip olduklarını, güneş yapraklarının ise gölge yapraklarından daha yüksek lignin içerdiklerini rapor etmişlerdir. Benzer değişiklikler ibreli türler içinde bulunmuştur (Barnes ve Ark. 1998). Bizim projemizin sonuçları da bunu destekler yöndedir çünkü güney yamaç ve üst yükseltilerden toplanan ibreleri kuzeye yamaç ve alt yükseltilerden toplanan ibrelerden daha yüksek konsantrasyonda lignin içerdiği bulunmuştur. Böcek zarar dereceleri içindeki toprak besin elementleri ve ibre ölü örtüsü kalitesi arasındaki ilişkiye tezat olarak, ölü ibrelerin besin elementlerindeki farklılıklar bakı ve yükseltilerin toprak besin elementleri konsantrasyonlarıyla çok yüksek bir ilişki göstermiştir. Bu nedenle, şunu ifade etmek mümkündür. Bakı ve yükselti arasındaki toprak kimyasal karakteristikleri ve mikroiklim şartlarındaki farklılıklar çalışılan alanlar arasındaki ölü örtünün kimyasal yapısının farklı olmasından birinci derecede sorumludur. Öte yandan, bu faktörlerin ölü örtünün kalitesi üzerine olan etkileri ölü örtünün kimyasal yapısı bileşenlerinin türüne göre değişiklik göstermektedir. Örneğin, kontrol meşcerelerinden alınan ölü ibrelerin azot konsantrasyonu bakı ve yükseltiye göre değişiklik göstermemiştir (yaklaşık %1.17). Bunun yanında aşırı zarar gören meşcerelerden alınan ibrelerin azot miktarı artış göstermiştir (yaklaşık %1.40). Bu sonuçlar bize aşırı zarar gören meşcerelerdeki ölü ibrelerdeki azot miktarındaki artışın böcek zararından kaynaklandığını bakı ve yükseltinin ise rolünün az olduğunu göstermesi açısından önem taşımaktadır.

5.3.2 Ölü örtü ayrışması ve ölü örtü ayrışması üzerinde kimyasal bileşenlerin ve mikroiklim özelliklerinin etkisi

Çok zarar gören Doğu Ladini meşcerelerinden alınan ibrelerin kütle azalması, az zarar ve kontrol meşcerelerinden alınan ibrelerden daha hızlı olmuştur. Böcek zarar dereceleri içindeki ayrışma oranları ibrelerin başlangıçta içerdikleri azot yada C:N ve lignin:N oranlarıyla önemli bir ilişki göstermiştir. Chapman ve Ark. (2003) benzer sonuçları zararlı böceklerin saldırısına uğrayan pinyon çamı için rapor etmiştir. Saldırıya uğrayan pinyon çamı ölü ibreleri saldırıya uğramamış aynı türün ağaçların ibrelerinden daha yüksek azot konsantrasyonuna sahip olup daha hızlı ayrılmıştır. Azot konsantrasyonu yada C:N ve lignin:N oranları bir çok çalışmada ölü örtü ayrışmasının hızını belirlemede önemli bir faktör olarak gösterilmiştir (örneğin, Aber ve Ark., 1990; Berg ve Meetemeyer 2002). Mikroorganizmaların dokularındaki azot konsantrasyonu genel olarak ölü örtünün içerdiği azottan daha yüksek miktardadır bu nedenle azot konsantrasyonu yaygın olarak ayrıştırıcı organizmaların aktifliğini sınırlamaktadır. Yüksek azot konsantrasyonları mikrobiyal biomanın gelişmesini sağlayarak suda çözülebilir bileşiklerin ve ligninleşmemiş selülozun ayrışmasını teşvik etmektedir. Bu nedenle, bu çözülebilir fraksiyonların ayrışmanın başlangıç safhasında mikroorganizmalar tarafından elde edilebilmesi ayrışma süreçlerinin ilerleyen safhası üzerinde önemli bir etkiye sahip olmaktadır (Swift ve Ark., 1979; Cox ve Ark., 2001). Projemizin bu kısmında biz aynı zamanda aynı kimyasal bileşime sahip standart ibreleri kullanarak, ölü ibrelerin ayrışma oranları üzerinde mikroiklim şartlarının ve ibre kimyasal bileşenlerinin etkisini ayırt etmeye çalıştık. Standart ibrelerin ayrışma oranlarının böceklerin farklı derecelerde zarar verdiği meşcereler arasında önemli farklılıklar göstermemesi nedeniyle (Şekil 9 ve Şekil 10), *Ips typographus* zararlı böceğinin Doğu Ladini meşcerelerine vermiş olduğu zarar nedeniyle, ibrelerinin kimyasal bileşiminde meydana gelen değişimlerin ibre ölü örtülerinin ayrışma oranlarını, zararlının meşcerenin kapalılığını kırarak meydana getirdiği mikroiklim şartlarından daha fazla etkilediği sonucuna varmak mümkün olmuştur. Bununla beraber, hem standart ibreler hemde yerleri alt ve üst bakılar arasında değiştirilen yerel ibrelerin bakı ve yükseltiye bağlı olarak farklılık gösterdikleri belirlenmiştir. Böcek zarar dereceleri içinde kütle kayıp oranlarındaki en yüksek farklılıklar güneye bakan alanlarda gözlemlenmiştir (Tablo 29 ve Tablo 30). Bu farklılık alanlar arasındaki mikrobiyal metabolik farklılıklardan (Bauhus ve Ark., 1998), ölü örtü kalitesi ve toprak verimliliği arasındaki ilişkiden (Prescott 1996) ve ölü

örtü kalitesinin mikroorganizma aktiviteleri özellikle fungi üzerindeki etkisinden (Neely ve Ark., 1991; Cox ve Ark., 2001) kaynaklanmış olabilir, fakat burada sunulan projemizde bütün bu mekanizmaların araştırılması amaçlanmamıştır.

Böcek zarar dereceleri içinde gerçekleşen ibre ölü örtüsü ayrışması oranları ile yetiştirme muhiti şartları arasında güçlü bir ilişki belirlenememesine rağmen, farklı baki ve yükselti nedeniyle değiştirilen yetiştirme muhiti şartlarının ölü örtü ayrışmasını önemli derecede etkilediğini tarafımızdan not edilmiştir (Şekil 7, Şekil 8 ve Tablo 29). Genel olarak, ölü örtü ayrışması güneye bakan yamaçlarda kuzeye bakan yamaçlardan daha yüksek olup, alt yükseltilerdeki ölü örtünün ayrışması üst yükseltilerden daha hızlıdır. Hem güney yamaçlarda hemde alt yükseltilerdeki daha hızlı ölü örtü ayrışması bu alanlardaki daha yüksek olan sıcaklık derecesiyle ilişkilendirilebilir. Bilindiği gibi, güneye bakan yamaçlar kuzeye bakan yamaçlardan daha fazla güneş alırlar ve daha sıcaktırlar. Benzer şekilde alçak kesimler yüksek alanlardan daha sıcaktırlar (Sariyildiz ve Ark., 2005a). Birçok çalışmada ölü örtünün ayrışma oranının artan sıcaklıkla yükseldiği bildirilmiştir (Aerts 1997; Liski ve Ark., 2003). Yükselti basamakları boyunca ölü örtünün ayrışmasında meydana gelen değişimlerin incelendiği bir arazi çalışmasında Vitousek ve Ark. (1994) hava sıcaklığındaki 10 °C lik bir artışın ölü örtü ayrışmasını 4 ile 11 katı arttırdığını rapor etmişlerdir. Aynı zamanda bu araştırmacılar, hava sıcaklığındaki yükselmeye bağlı olarak ölü örtü oranlarındaki artışın ayrışmanın meydana geldiği çevrenin ve ayrışan materyalin kimyasal ve fiziksel kalitesine güçlü bir şekilde bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle, buradaki projemizde, güneye bakan yamaçlarda ve alt yükseltilerde ölü örtünün hızlı ayrışmasının en önemli nedeni olarak bu alanlardaki daha yüksek hava sıcaklığı olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, projenin burada açıklanmaya çalışılan bulgularına dayanarak, Doğu Ladini ağaçlarına zarar veren *Ips typographus* ağaçların ibrelerinin azot konsantrasyonunu yükselterek, C:N ve lignin:N oranlarını azaltarak ölü örtü ayrışma oranlarını hızlandırmaktadır. Bununla beraber, *Ips typographus* tarafından verilen zarar ağaç ibresinin ikincil bileşenleri, örneğin lignin gibi, üzerinde önemli bir değişikliğe neden olmamaktadır. İbre ölü örtüsü kalitesinde belirlenen değişiklikler toprak besin elementlerindeki değişikliklerin bir tepkisi olarak meydana gelmemiştir. Bu nedenle, diğer araştırmalarda da ortaya konduğu gibi, böcek zararının bir tepkimesi olarak erken meydana gelen ibre dökülmesi nedeniyle, tamamlanamayan rezorpsiyonun, azot konsantrasyonundaki değişikliklerden sorumlu olduğunu

sonuuna varılmıştır. Böcek zarar dereceleri içinde, azot konsantrasyonu ibre l örtü ayrışma oranlarıyla pozitif yönde güçlü bir korelasyon göstermiştir. Alt yükseltilere ve güney bakılara yerleştirilen ibreler st yükseltiler ve kuzey bakılardan daha hızlı ayrışmıştır. Bakı ve yükseltiler böcek zarar dereceleri arasındaki ibre l örtülerinin ayrışma oranları farlılıklarını etkileyebilir. Böcek zarar dereceleri içinde ibre l örtülerinin ayrışma oranlarındaki en yüksek farlılıklar kuzey bakıdan daha çok güney bakıda gözlemlenmiştir. Bakı ve yükseltiye göre l örtü ayrışma oranlarındaki farlılıklar önemli bir noktayı bir kez daha açıklığa kazandırmıştır ki l örtünün kimyasal yapısı mikrobiyal ayrışmanın oranlarını anlamada önemli rol oynamaktadır fakat bu ayrışma oranları ayrışmanın meydana geldiği yerdeki biyotik ve abiyotik vre şartları tarafından güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Bu farlılıklar alanın yetişme muhiti özelliklerindeki farlılıklara, örneğin toprak sıcaklığı, su ve besin elementlerinin elde edilebilirliği, toprak flora türleri, mikrobiyal metabolik işlevleri, ve farlı l örtü kimyasal kalitesinin l örtü ayrıştırıcıları üzerindeki etkisine bağlanabilir, bu nedenle bu mekanizmalar gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalarda dikkate alınmalıdır.

6. GENEL SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1)- Doğu Ladininin geliştiği alanlardaki doğal faktörler örneğin yetiştiği alandaki toprak ve meşcere özellikleri ve iklim şartları alandaki Doğu Ladini meşcerelerine *Ips typographus* kabuk böceğinin saldırısını önemli derecede etkilemektedir.

2)- Kum miktarının yüksek, organik madde ve bitki besin elementlerinin az olduğu topraklar üzerinde gelişen Doğu Ladini meşcereleri *Ips typographus* zararlığının saldırılarına daha duyarlıdırlar.

3)- Meşcere özellikleri bakımından daha yaşlı, daha sık, göğüs yüzeyi, çift kabuk kalınlığı ve ağaç çapı daha yüksek olan Doğu Ladini meşcereleri yine *Ips typographus* zararlığının saldırılarına daha duyarlıdırlar.

4)- İklim özellikleri, özellikle sıcaklık ve yağış, *Ips typographus* zararlısının üremesini, gelişmesini ve sayısını etkilediğinden Doğu Ladini meşcerelerinin saldırıya duyarlılığı üzerinde etkili olmaktadır.

5)- Silvikültürel uygulamalar (Şaçınka örneği) özellikle aralamalar ve bakım meşcere sıklığını azaltmakta, ağaç gelişimini iyileştirmekte ve böylece orman sağlığını yükseltmektedir. Bu nedenle, bu uygulamalardan yapılarak Doğu Ladini meşcerelerinin *Ips typographus* zararlığının saldırılarına duyarlılığı azaltılmalıdır.

6)- *Ips typographus* zararlısına karşı Feromon tuzakları kullanılarak yapılan müdahalelerde, tuzakların alanlara asılma yoğunlukları planlanırken alanın bulunduğu yer (bakısı, yükseltisi), müdahale durumu (aralama, bakım), toprak ve meşcere özellikleri dikkate alınmalı, gelişigüzel yapılmamalıdır.

7)- *Ips typographus* zarar verdiği Doğu Ladini meşcerelerinin ibre ölü örtüsünün ayrışması etkilenmektedir. Zarar gören alandaki ladin ibrelerinin erken düşmesi yada düşürülmesi nedeniyle meydana gelmiş olan tamamlanmamış besin elementi taşınmasından dolayı ibre ölü örtüsünün kimyasal bileşiminde değişiklik meydana gelmektedir. Yaprak dokularının zamanından önce dökülmesi yaşlanmanın tamamlanmasını engelleyerek besin elementlerinin yeniden rezorpsiyonunu azaltmakta ve azot konsantrasyonunun artmasına neden olmaktadır. Buda böceğin zarar verdiği meşcerelerde ayrışmanın hızlı olmana neden olmaktadır. Oldukça fazla yağış alan, eğimli ve kumlu topraklara sahip olan bu alanlarda, hızlı bir şekilde salıverilen besin elementlerinin aşırı yıkanması, sonuçta toprak kalitesinin düşmesine neden olabilecektir.

8)- Kabuk böceklerinin çoğunluğunda olduğu gibi *Ips typographus* zararlı böceğide Doğu Ladini ağaçlarının floem dokuları üzerinde beslenmekte ve konukçu olduğu ağacı direk olarak öldürmektedir. Bu olaylarda, ağaçların ilksel üretimini, besin elementlerinin döngüsü, ekolojik süksesyon, orman ağaçlarının boyu, dağılımı ve bolluğunu değiştirerek, orman ekosisteminin yapısını ve işleyişini etkiler. Bu zararlı böceğin saldırısı Doğu Ladini ağaçlarının gelişmesini azaltır, ölüm oranını ve türün azalmasını hızlandırır ve sonuç olarak o alanın başka türler tarafından işgal edilmesine neden olabilmektedir. Hatila çalışma alanında, çok zarar gören meşcerelerin kapalılığının kırılması neticesinde meşcere altının yavaş yavaş orman gülleri ile kaplanmaya başlandığı tarafımızdan tespit edilmiştir. Bundan daha vahini, tamamen kuruyan ağaçların kesilerek alandan çıkarıldığı yerler yoğun olarak orman gülü ile kaplanmış durumdadır. Bu alanların orman gülleriyle kaplamaları Doğu Ladini gençliğinin alanda tekrar gelmesini imkânsız hale getirmiştir.

9)- *Ips typographus* kabuk böceğinin verdiği zarar tomruk üretimini, su kalitesini ve miktarını, balık ve yaban hayatını, rekreasyonu, hayvanların otlama kapasitesini, alanın değerini, biyoçeşitliliği, türün teklime altında olmasını ve kültürel kaynakları etkileyebilmektedir. Bu konudaki ekonomik, sosyal ve politik endişeler geçmiş zamandaki uygulamalar tarafından da etkilenmektedir. Ormanlar üzerinde bu kabuk böceğinin etkisini kontrol altına almak ve tahmin edebilmek ormanların yada ormanları meydana getiren bireysel meşcerelerin normal şartlar altındaki durumunu anlamayı gerektirmektedir. Bu nedenle, gelecek için Doğu Ladini ormanlarımızı meşcere bazında anlamamızı sağlayacak planlamanın yapılması kaçınılmaz gözükmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Aber J.D., Melillo J.M., McClaugherty C.A., Predicting long term pattern of mass loss, nitrogen dynamics and soil organic matter formation from fine litter chemistry in temperate forest ecosystems. *Can. J. Bot.*, 68:2201-2269, (1990).
- Aerts R., Climate, leaf litter chemistry and leaf litter decomposition in terrestrial ecosystems: a triangular relationship. *Oikos*, 79:439-449, (1997).
- Aerts R., Chapin F.S., III The mineral nutrition of wild plants revisited: a re-evaluation of processes and patterns. *Adv Ecol Res*, 30:1-67, (2000).
- Aksu Y. ve Ark., *Rhizophagus dispar* Pk.'nin *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, (1990).
- Aksu Y., 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*, 63, 24-26, (1987).
- Allen, S.E., *Chemical Analysis of Ecological Materials*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, (1989).
- Alkan Ş., Şavşat işletmesi ormanlarında *Dendroctonus micans* Kug. (Dev Soymuk Böceği), *Orman Mühendisliği Dergisi*, Ankara, 1:59-62, (1985).
- Anonim, "Doğu Ladini", Ormancılık Araştırma Enstitüsü yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi:58, El Kitabı Dizisi: 5, p:11-56, Ankara, (1989).
- Anonim, "Artvin Devlet Meteoroloji İstasyonu Müdürlüğü" Artvin, (1981-2001) (2004).
- Anonim., Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Aylık Haber Bülteni, Yıl 1, Sayı 3. Ekim, Artvin, (2004).
- 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).
- Baier P., Defence reactions of Norway spruce (*Picea abies* Karst) to controlled attacks of *Ips typographus* (L.) (Col Scolytidae) in relation to tree parameters. *J. Appl. Entomol.* 120: 587-593, (1996).

- Baier P., Führer E., Kirisits T., Rosner S., Defence reactions of Norway spruce against bark beetles and the associated fungus *Ceratocystis polonica* in secondary pure and mixed species stands. *For. Ecol. Manag.* 159: 73–86, (2002).
- Barnes B.V., Zak D.R., Denton S.R., Spurr S.H., Forest ecology. 4 th edition. John Wiley and Sons, New York, (1998).
- Bauhus J., Pare D., Cote L., Effects of tree species, stand age and soil type on soil microbial biomass and its activity in a southern boreal forest. *Soil Biol Biochem* 30:1077-1098, (1998).
- Becker T, Schröter H., Ausbreitung von rindenbrütenden Borkenkäfern nach Sturmschäden. *Allg. Forstztg.*, 55, 280-282, (2000).
- Berg B., Meentemeyer V., Litter quality in European transect versus carbon storage potential. *Plant Soil* 242:83-92, (2002).
- Blanche C.A., Nebeker T.E., Hodges J.D., Karr B.L., Schmitt J.J., Effect of thinning damage on bark beetle susceptibility indicators in loblolly pine. GTR-SRS-54.U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Asheville, Nc, pp: 471-479, (1985a).
- Blanche, C.A., Hodges, J.D., Nebeker, T.E., Changes in bark beetle susceptibility indicators in a lightning-struck loblolly pine. *Can. J. For. Res.* 15, 397-399, (1985b).
- Bleiker K.P., Lindgren B.S., Maclauchlan L.E., Characteristics of subalpine fir susceptible to attack by western balsam bark beetle (Coleopteran: Scolytidae). *Can. J. For. Res.* 33, 1538-1543, (2003).
- Boerner R.E., 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 (1984).
- Brubaker S.C., Jones A., J., Lewis D.T., Frank K., Soil Properties Associated with Landscape Position, *Soil Science Society of America Journal*, 57, 235-239, (1993).
- Çepel N., Orman Ekolojisi, İ.Ü. Yayın No: 3118, *Orman Fak.* Yayın No: 399, İstanbul, (1984).
- 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,p:1-25 İstanbul, (1990).

- Chapman S.K., Herbivory differentially alters plant litter dynamics of evergreen and deciduous trees. *Oikos*, 114:566-574, (2006).
- Chapman S.K., Hart S.C., Cobb N.S., Whitham T.G., Koch G.W., Insect herbivory increases litter quality and decomposition: an extension of the acceleration hypothesis, *Ecology*, 84:2867-2876, (2003).
- Chen Z.S., Hsieh C.F., Jiang F.Y., Hsieh T.H., Sun. I.F., Relations of soil properties to topography and vegetation in a subtropical rain forest in southern Taiwan. *Plant Ecology*, 132, 229-241, (1997).
- Christiansen E., Bakke, A., *The spruce bark beetle of Eurasia*, ed: Berryman, A.A., Dynamics of Forest Insect Populations; Patterns, Causes, Implications, Plenum Press, New York, (1988), pp. 479–503.
- Christiansen, E., Waring R.H., Berryman A.A., Resistance of conifers to bark beetle attack: Searching for general relationships. *Forest Ecology and Management*. 22: 89-106, (1987).
- Chun-Chih Tsui, Zueng-Sang Chen ve Ark., Relationships between soil properties and slope position in lowland rain forest of southern Taiwan, *Journal Geoderma*, Volume 123, Issues 1-2, p:131-142, (2004).
- Cobb R.C, Orwig D.A., Currie S., 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, (2006).
- Cox P., Wilkinson S.P., Anderson J.M., Effects of fungal inocula on the decomposition of lignin and structural polysaccharides in *Pinus sylvestris* litter. *Biol Fert Soils* 33:246-251, (2001).
- Curtis R.O. ve Ark., A new stand Simulator for coast douglas-fir: DFSIM users guide: U.S.A., Forest Service General Technical Report PNW-128, (1981).
- Dolezal P., Sehnal F., Effects of photoperiod and temperature on the development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. *J. Appl. Entomol.* 131, 165-173, (2007).
- Dunn, J.P., Lorio P.L. Jr., Modified water regimes affect photosynthesis, xylem water potential, cambial growth, and resistance of juvenile *Pinus taeda* to *Dendroctonus frontalis* Zimm. (Coleoptera:Scolytidae). *Environ. Entomology*, 22, 948-957 (1993).

- Dutilleul P., Nef L., Frigon D., 2000. Assessment of site characteristics as predictors of the vulnerability of Norway spruce (*Picea abies* Karst.) stands to attack by *Ips typographus* L. (Col., Scolytidae), *J. Appl. Entomo.*, 124, 1-5, (2000).
- Dymerski A.D., Anhold J.A., Munson A.S., Spruce beetle (*Dendroctonus rufipennis*) outbreak in Engelmann spruce (*Picea engelmannii*) in central Utah, 1986-1998. *West. N. Am. Nat.* 61, 19-24, (2001).
- Eminağaoğlu Ö., Artvin-Atila(Hatila) Vadisi Florası, (Yüksek Lisans Tezi), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, (1996).
- Enoki T., Kawaguchi H., Iwatsubo G., Nutrient-uptake and –use efficiency of *Pinus thunbergii* Parl. along a topographical gradient of soil nutrient availability. *Ecol Res.*, 12:191-199, (1997).
- Erbek F.S., Ölmez Z., Uça Avcı Z.D., 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, (2005).
- Faccoli M., Stergulc F., *Ips typographus* (L.) pheromone trapping in south Alps: spring catches determine damage thresholds. *J. Appl. Entomol.* 128: 307-311, (2004).
- Feeney S.R., Kolb T.E., Covington W.W., Wagner M.R., Influence of thinning and burning restoration treatments on presettlement ponderosa pines at the Gus Pearson Natural Area. *Canadian Journal of Forest Restoration*, 28: 1295–1306, (1998).
- Gagne, J.A., Coulson R., Foltz J.L., Wagner T.L., Edson L.J., Attack and Survival of *Dendroctonus frontalis* In Relation to Weather During Three Years in East Texas, *Environmental Entomology*, 9: 222-229, (1980).
- Gauss R., Der Ameisenbuntkäfer *Thanasimus formicarius* Latr. als Borckenkäferfeind,” pp. 417-429 in G. Wellenstein (ed.), *Diegrosse Borckenkäferkalamität in Südwest-Deutschland 1944-1951*,(1954).
- 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 Orman Fakültesi, (2002).

- Grodzki W., Some reactions of *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae) to changing breeding conditions in a forest decline area in the Sudeten Mountains, Poland. *J. Pest Sci.* 77: 43-48, (2004).
- Gülçur F., Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, p:225, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, (1974).
- Güner S., Tüfekçioğlu A., Aslan Z., Artvin-Atila vadisi milli parkında bulunan ağaç ve çalı türlerinin belirlenmesi ve bazı ekolojik etmenlere göre değişiminin incelenmesi. Türk Haritacılığının Yüzüncü Yılı Türkiye Ulusal Jeodezi-Jeofizik Birliği ve Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği Kongreleri Bildiri Kitabı. 1-5 Mayıs 2005. s. 823-836, Ankara, (1995).
- Günlü A., Yılmaz M., Altun L., Ercanlı İ., Küçük M., Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 1, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 1-10, (2006).
- Haack R.A., Wilkinson R.C., Foltz J.L., Plasticity of life-history traits of the bark beetle *Ips calligraphus* as influenced by bark thickness. *Oecologia*, 72, 32-38, (1987).
- Hard J.S., Werner R.A., Holsten E.H., Susceptibility of white spruce to attack by spruce beetles during the early stages of an outbreak in Alaska. *Can. J. For. Res.* 13, 678-684, (1983).
- Heal O.W., Anderson J.W., Swift M.J., 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., (1997).
- Helms, J.A. The dictionary of forestry. Society of American Foresters, Bethesda, MD, p: 210, (1998).
- Hunter M.D., Insect population dynamics meets ecosystem ecology: effects of herbivory on soil nutrient dynamics, *Agri For Entomol.*, 3:77-84, (2001).
- Jactel H., Brockerhoff E., Duelli P. A test of the biodiversity-stability theory: Meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. In M. Scherer-Lorenzen, C. Körner, & E.-D. Schulze (Eds.), *Forest diversity and function. Ecological studies*, vol. 176 (pp. 235–262). Berlin Heidelberg: Springer Verlag, (2005).

- Jäkel A., Roth M., Conversion of single-layered Scots pine monocultures into close-to-nature mixed hardwood forests: effects on parasitoid wasps as pest antagonists. *Eur. J. Forest Res.* 123: 203-212, (2004).
- Jakus R., 1998a. A method for the protection of spruce stands against *Ips typographus* by the use of barriers of pheromone traps in north-eastern Slovakia. *Anz. Schädl. Kd. Pflanzenschutz Umweltschutz.* 71, 152-158, (1998a).
- Jakus R., 1998b. Types of bark beetle (Coleoptera: Scolytidae) infestation in spruce forest stands affected by air pollution, bark beetle outbreak and honey fungus (*Armillaria mellea*). *Anz. Schädl. Kd. Pflanzenschutz Umweltschutz.* 71, 41-49, (1998b).
- Irmak A., Çepel N., Bazı karaçam, kayın, meşe meşcerelerinde ölü örtü ayrışma ve humuslaşma hızı üzerine araştırmalar, *İst. Üni. Orm. Fak. Yay. No.* 204, (1974).
- Kalay H.Z., Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü Mıntıkasında Saf Doğuladini Büklerinin Gelişimi ile Bazı Toprak özelliklerinin ve Fizyoğrafik etmenlerin Arasındaki İlişkilerin Denel Olarak Araştırılması, (Doçentlik Tezi), İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul, (1989).
- Kalra Y.P., Maynard D.G., *Methods Manual for Forest Soil and Plant Analysis.* Forestry Canada, Northern Forestry Publications. Alberta, Canada, (1991).
- Kantarıcı 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).
- Kantarıcı, M.D., Aladağ kütlesinin (Bolu) kuzey alanlarındaki Uludağ göknar ormanlarında yükselti-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması. *İ.Ü. Orm. Fak. Der.,* Seri-A, 28: 60-116, (1978).
- Kantarıcı, 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).
- Karagül, R., Artvin-Murgul yöresindeki kayın ve kızılğaç orman ölü örtülerinin bazı hidrolojik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, (1990).

- Karaöz, M.Ö., 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, 1(993).
- Karban R., Baldwin I.T., Induced responses to herbivory. University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA, (1997).
- Kolb T.E., Holmberg K.M., Wagner M.R., Stone J.E., Regulation of ponderosa pine foliar physiology and insect resistance mechanisms by basal area treatments, *Tree Physiol.*, 18, 375-381, (1998).
- Kurz-Besson C., Couteaux M.M., Remacle J., Ribeiro C., Romanya J., Thiery J.M., 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, (2006).
- Larsson S., Oren R., Waring R.H., Barrett J.W., Attacks of mountain pine beetle as related to tree vigor of ponderosa pine. *For. Sci.* 29, 395-402, (1983).
- Liski J., Nissinen A., Erhard M., Taskinen O., Climatic effects on litter decomposition from arctic tundra to tropical rainforest. *Global Change Biol.*, 9:575-584, (2003).
- Lobinger, G., Skatulla, U., Untersuchungen zum Einfluss von Sonnenlicht auf das Schwärmverhalten von Borkenkäfern. *Anz. Schädl.kd. Pflanzenschutz Umweltschutz* 69, 183–185, (1996).
- Losche E.K., McCracken R.J., Davey C.B., Soils of steeply sloping landscapes in southern Appalachian mountains, *Soil Science Society of America*, 34, 473-478 (1970).
- Massey C.L., Wygant N.D., Biology and control of the Engelmann spruce beetle in Colorado, Circular 994. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC, 35 pp. (1954).
- Mattson W.J., Herbivory in relation to plant nitrogen content. *Annual Rev Ecol Syst* 11:119-161, (1980).
- Mills N.J., The natural enemies of scolytids infesting conifer bark in Europe in relation to the biological control of *Dendroctonus* spp. in Canada. *Biocontrol News and Information*. 4 (4): 305-328, (1983).
- Mopper S., Whitham TG., Price P.W., Plant phenotype and interspecific competition between insects determine sawfly performance and density. *Ecology*. 71, 2135-2144, (1990).

- Mopper S., Whitham T.G., The plant stress paradox: effects on pinyon sawfly sex ratios and fecundity. *Ecology*, 73, 515-525, (1992).
- Mudrick D.A., Hoosein M., Hicks R.R., Townsend E.C., Decomposition of leaf litter in an Appalachian forest: effects of leaf species, aspect, slope position and time. *Forest Ecology & Management*, 68, 231-250 (1994).
- Neely C.L., Beare M.H., Hargrove W., Coleman D.C., Relationships between fungal and bacterial substrate-induced respiration, biomass and plant residue decomposition. *Soil Biol Biochem* 23:947-954, (1991).
- Nef L., Estimation de la vulnérabilité de pessiers aux attaques d'*Ips typographus* L. à partir de caractéristiques stationnelles. *Silva Belgica*, 101, 7–14, (1994).
- Nihoul P., Nef L., Caractéristiques anatomiques de l'écorce de l'épicéa commun *Picea abies* Karst. et intensité des attaques d'*Ips typographus* L. (Col., Scolytidae). *J. Appl. Entomol.* 114: 26–31, (1992).
- Nykanen H., Koricheva J., Damage-induced changes in woody plants and their effects on insect herbivore performance: a meta-analysis. *Oikos*, 104:132-139, (2004).
- Okatan A., Trabzon Meryemana deresi yağış havzası alpin meralarının bazı fiziksel ve hidrolojik toprak özellikleri ile vejetasyon yapısı. (Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enst., Trabzon, (1987).
- Økland B., Christiansen E., Analysis of data from large-scale trapping of *Ips typographus* 1979–2000. *Aktuelt fra Skogforsk* 7/ 01, 1–10, (2001).
- Olsen W.K., Schmid J.M., Mata S.A., Stand characteristics associated with mountain pine beetle infestations in ponderosa pine, *For. Sci.*, 42, 310-327, (1996).
- Olson J.S., Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 14, 322-331, (1963).
- Paine, T.D., Stephen F.M., Response of loblolly pine to different inoculum doses of *Ceratocystis minor*, a blue-stain fungus associated with *Dendroctonus frontalis*. *Can. J. Bot.*, 65: 2093-2095, (1987a).
- Paine, T.D., Stephen F.M., Fungi associated with the southern pine beetle: Avoidance of induced defense response in loblolly pine. *Oecologia*, 74: 377-379, (1987b).
- Pontious J., Hallett R., Martin M., Examining the role of foliar chemistry in hemlock woolly adelgid infestation and hemlock decline. In Proceedings: Symposium on the Hemlock Woolly Adelgid in the Eastern United States, East

- Brunswick, N.J., 5–7 February 2002. Edited by B. Onken, R. Reardon, J. Lashomb. N.J. Ag. Exp. Sta., Rutgers University, East Brunswick, N.J. pp. 86–99.
- Prescott C.E., Influence of forest floor type on rates of litter decomposition in microcosms. *Soil Biol Biochem*, 28:1319-1325, (1996).
- Rowland A.P., Roberts J.D., Lignin and cellulose fractionation in decomposition studies using Acid-Detergent Fibre methods. *Com. Soil Scien. Plant Analy.* 25: 269-277, (1994).
- Rollet B., Leaf Morphology. In: Rollet B, Hogermann Ch, Roth I (eds). Stratification of tropical forests as seen in leaf structure, Part 2. Kluwer, Dordrecht. (1990).
- Sala A., Peters G.D., McIntyre L.R., Harrington M.G., Physiological responses of ponderosa pine in western Montana to thinning, prescribed burning, and burning season. *Tree Physiol.* 25:339-348, (2005).
- Saraçoğlu Ö., Karadeniz Yöresel Göknar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme. OGM Yayınları, p:31, (1988).
- Sariyildiz T., Effects of Gap Size on Long-Term Litter Decomposition Rates of Beech, Oak and Chestnut Species in a high-elevation of northeast Turkey, *Ecosystems*, 11 (6), 841-853 (2008a).
- Sariyildiz T., Effects of tree canopy on long-term litter decomposition rates of fir, spruce and pine species in northeast Turkey, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 23 (4), 330-338 (2008b).
- Sariyildiz T., Akkuzu E., küçük M., Duman A., Aksu Y., Effects of *Ips typographus* (L.) damage on litter quality and decomposition rates of Oriental Spruce (*Picea Orientalis* (L.) Link.) in Hatila Valley National Park, Turkey, *European Journal of Forest Research*, 127 (5), 429-440 (2008).
- Sariyildiz T., Anderson J.M., Interactions between litter quality, decomposition and soil fertility: a laboratory study. *Soil Biol Biochem*, 35:391-399, (2003a).
- Sariyildiz T., Anderson J.M., Decomposition of sun and shade leaves from three deciduous tree species, as affected by their chemical composition. *Biol Ferti Soils*, 37:137-146, (2003b).
- Sariyildiz T., Anderson J.M., Variation in the chemical composition of green leaves and leaf litters from three deciduous tree species growing on different soil types. *For Ecol Manage* 210:303-319, (2005).

- Sariyildiz T., Anderson J.M., Kucuk M., Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality and decomposition in Northeast Turkey. *Soil Biol Biochem*, 37:1695-1706, (2005a).
- Sariyildiz T., Tüfekcioglu A., Küçük M., Comparison of Decomposition Rates of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and Spruce (*Picea orientalis* (L.) Link) Litter in Pure and Mixed Stands of Both Species in Artvin, Turkey”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29, 429-438 (2005b).
- Sariyıldız T., Tüfekçioglu A., Küçük M., Doğu Ladini İbrelerinin Ayrışmasında Kimyasak yapının, Tür Karışımının ve orman Gülünün Etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Ladin Sempozyumu, bildiri Kitabı, Cilt: I, p:130-141, (2005c).
- Sariyildiz T., Küçük M., Litter Mass Loss Rates in Deciduous and Coniferous Trees in Artvin, Northeast Turkey: Relationships With Litter Quality, Microclimate and Soil Characteristics, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 32 (6), 547-559 (2008).
- Sariyıldız 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).
- Sariyildiz T., Gemci, M., 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).
- Scheffer ve Schachtschable., Toprak Bilimi, Ç.Ü. Ziraat Fak. Genel Yayın No:73, Ders Kitapları No:16, p:604-606, Adana (1993).
- Schmid J.M., Frye R.H., Stand ratings for spruce beetle. GTR-RM-309. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain and Range Experiment. Station, Fort Collins, CO, 4 pp., (1976).
- Schowalter T.D., Insect ecology: an ecosystem approach. Academic Press, San Diego, California. USA, (2000).
- Shore T., Safranyik L., Riel W., Evaluation of factors affecting tree and stand susceptibility to the Douglas-fir beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Entomol.* 131, 831-839, (1999).

- Skov K.R., Kolb, T.E., Wallin K.F., Difference in radial growth response to restoration thinning and burning treatments between young and old ponderosa pine in Arizona. *Western Journal of Applied Forestry*, 20, 36-43, (2005).
- Smith D. M., The Practice of Silviculture. 8th edition. John Wiley & Sons, Inc., New York. ISBN 0-471-80020- p.1 527, (1986).
- Stadler B., Muller T., Orwig D.A., Cobb R.C., Hemlock woolly adelgid: canopy impacts transforming ecosystem processes and landscapes. *Ecosystems*, 8: 233–247, 2005.
- Swift M.J., Heal, O.W., Anderson, J.M., *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, (1979).
- Tommeras B.A., The clerid beetle *Thanasimus formicarius* is attracted to the pheromone of the ambrosia beetle *Trypodendron lineatum*. *Experientia*. 44: 536-537, (1988).
- Turchin P., Lorio P.L. Jr., Taylor A.D., Billings R.F., Why do populations of southern pine beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate? *Environ Entomol*, 20:401–409, (1991).
- 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).
- Vitousek P.M., Turner D.R., Parton W.J., Sandford, R.L., Litter decomposition on the Mauna Loa environmental matrix, Hawaii: Patterns, mechanisms and models. *Ecology*, 75 (2), 418-429, (1994).
- Waring R.H., Pitman G.B., Physiological stress in lodgepole pine as a precursor for mountain pine beetle attack. *Zeitschrift für angewandte Entomologie*, 96, 265–270, (1983).
- Wermelinger B., Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus*- a review of recent research. *For Ecol Manage.*, 202:67-82, (2004).
- Wermelinger B., Seifert, M., Analysis of the temperature dependent development of the spruce bark beetle *Ips typographus*, (L.) (Col., Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 122, 185–191, (1998).

- Wermelinger B., Seifert M., Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. *Ecol. Entomol.* 24, 103-110, (1999).
- Weslien J., Annala E., Bakke A., Bejer B., Eidmann H.H., Narvestad K., Nikula A., Ravn H.P., Estimating risk for spruce bark beetle (*Ips typographus* (L.)) damage using pheromone-baited traps and trees. *Scandinavian Journal of Forest Research.* 4: 87-98, (1989).
- Wessman C.A., Abert J.D., Peterson D.L., Melillo J.M., Remote sensing of canopy chemistry and nitrogen cycling in temperate forest ecosystems. *Nature*, 335:154-156, (1988).
- Zak D.R., Pregitzer K.S., Curtis P.S., Teeri J.A., Fogel R., Randlett D.L., Elevated atmospheric CO₂ and feedback between carbon and nitrogen cycles. *Plant Soil*, 151:105-117, (1993).
- Zaslavski V.A., Insect development: photoperiodic and temperature control. Springer, Berlin, (1988).