

DOĞU LADİNİ ORMANLARININ *IPS TYPOGRAPHUS* SALDIRISINA MARUZ KALMASINDA YETİŞME ORTAMI VE MEŞCERE ÖZELLİKLERİNİN ETKİSİ

Temel SARIYILDIZ¹, Erol AKKUZU¹, Aydın TÜFEKÇİOĞLU², Fahrettin TİLKİ², Sinan GÜNER², Yaşar AKSU³, Mehmet KÜÇÜK², Ahmet DUMAN²

¹Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 37100-Kastamonu,
t_sariyildiz@yahoo.com

²Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümü, 08000-Artvin

³Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Artvin

ÖZET

Bu çalışmada, Ladin ormanlarına zarar veren *I. typographus*'un etkisi, boyutu ve şiddeti meşcere düzeyinde ortaya konulmaya çalışılmıştır. Silvikültürel müdahalenin, *I. typographus*'un saldırısına etkisini belirlemek için, Hatıla (müdahale görmemiş) ve Saçinka (müdahale görmüş) alanları seçilmiştir. Doğu Ladininin yayılış gösterdiği alanlarının kuzey ve güneyinin alt (ort. 1700 m) ve üstünde (ort. 2100 m), çok zarar, az zarar ve kontrol amaçlı parseller alınarak toprak ve meşcere özellikleri belirlenmiştir. Hatıla da, ayrıca zararın ölü örtüsü ayrışmasına olan etkisi araştırılmıştır. Sonuçta: (1) Doğu Ladininin bazı meşcere (yaş, çift kabuk kalınlığı gibi) ve toprak özelliklerinin (besin elementleri), *I. typographus*'un saldırı hassasiyetinin belirleyicisi olarak kullanılabileceği, fakat bu ilişkilerin bakı ve yükseltiye bağlı olduğu belirlenmiştir. (2) *I. typographus*'un ağaçlara verdiği zarar, ibre ayrışmasını hızlandırmıştır. Yüksek kum miktarına ve yağışa sahip olan bu alanlarda, ölü örtünün hızlı ayrışması ve olumsuz yetiştirme ortamı şartları, toprakta besin elementlerinin yıkanmasına neden olabilecektir. Bu etkilerin zamanla besin elementlerinin döngüsünü, toprak verimliliğini, tür dinamiğini ve ekosistem gelişmesini olumsuz etkileyebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Ips typographus*, *Picea orientalis*, topografya, feromon tuzakları

EFFECTS OF STAND CHARACTERISTICS ON THE SUSCEPTIBILITY OF ORIENTAL SPRUCE TO ATTACK BY *IPS TYPOGRAPHUS*

ABSTRACT

This study investigated the impact, extent and severity of bark beetle on Oriental spruce at tree and stand level. In order to compare the effects of *I. typographus* on managed and unmanaged area, the study was carried out in Hatıla (unmanaged) and in Saçinka (managed). 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- 1700 m and bottom slope- 2100 m) were determined. The effects of *I. typographus* damage on litter quality and decomposition rates of Oriental Spruce were only determined in Hatıla. Results have showed that (1) soil and stands characteristics can be used as predictors of the vulnerability of oriental spruce stands to attack by *I. typographus*, but the relationships vary significantly according to aspect and slope position. (2) *I. typographus* damage on Oriental spruce can accelerate litter decomposition rates. With higher sand content and rainfall, this may result in leaching 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, pheromone traps

1. GİRİŞ

Artvin yöresi ormanları içinde önemli bir yer tutan asli ağaç türümüz Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) *Ips typographus* L.'un saldırısı altında olup, bugün Artvin Ladin ormanlarında yaklaşık 15 000 hektarlık sahada zararlı durumdadır. Avrupa'da bu böceğin ladin ormanlarında yaptığı zarara ait kayıtlar on dokuzuncu yüzyıla kadar uzanmaktadır. 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, doğal düşmanlarının, meşcere koşullarının ve konukçu ağaç koşullarının, *Ips typographus*'un popülasyon dinamiğinde ve zararlıının konukçuya yaptığı zarar üzerinde çok önemli etkilere sahip olduğu uzun bir süredir bilinmektedir (Turchin vd., 1991). 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 (Dunn ve Lorio, 1993).

Konukçu ağaçların dirençliliği ve savunma mekanizmaları *Ips typographus* tarafından yapılan saldırının başarısında çok önemli bir yer tutmaktadır. Ladin meşcerelerinin bulunduğu yer ile yaştan, *Ips typographus*'un saldırısına karşı gösterdikleri dirençte etkili olduğu görülmektedir. Güney bakıda bulunan ağaçlar ile güneşi direk gören ağaçların tercihen daha fazla saldırı altında olduğu, özellikle güneş ışınımı seviyesindeki ani yükselmelere maruz kalan alanlardaki ağaçlara saldırı daha fazla olduğu bildirilmiştir (Jakus, 1998). Fazla miktarda Avrupa ladin ağacının bulunduğu meşcerelerin, *Ips typographus*'un 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*'un saldırı oranları üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Dutilleul vd., 2000). Lexer (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. Bu çalışmalar yanında, son yıllarda böcek zararlarının meşcerelerdeki ibre ölü örtülerinin ayrışmasını hızlandırdığı yönünde çalışmalar bulunmaktadır (Chapman vd., 2003).

Burada sunduğumuz çalışmamızın amaçları: (1) Doğu Ladini ormanlarında oldukça büyük zarar yapan küçük kabuk böceğinin etkisi, boyutu ve şiddeti bireysel Doğu Ladini ağacı ve meşcere düzeyinde Artvin Hatıla Milli Parkında (müdahale görmemiş) ve Saçınka alanında (müdahale görmüş) 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 zararın ibre ölü örtüsünün ayrışmasına olan etkisinin belirlenmesi.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Çalışma Alanlarının Tanıtımı ve Örneklerin Alınması

Bu çalışma; Türkiye'nin Kuzeydoğusunda, Artvin ilinin 30 km batısında yer alan Hatıla Vadisi Milli Parkı ve 15 km doğusunda yer alan Saçınka alanındaki doğal saf doğu

ladini ormanlarında gerçekleştirilmiştir. 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. En yağışlı mevsim kış (445 mm), en kurak mevsim ise yazdır (276 mm). 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. Çalışma alanları, Pliyosen zamanının, Üst Kretase dönemine ait volkanik fasiyeslerle örtülüdür. 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 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 meşcereler doğal yolla oluşmuş saf ladin alanları olup, Hatila çalışma alanında ladin ağaçları son 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 her bir deneme alanından üç tane 20x20 m genişliğinde deneme parselleri alınmıştır.

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. 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. 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. 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.

Deneme parsellerinin toprak yüzeyine düşmüş olan o yıla ait ibre örnekleri 2006 Eylül ortalarında toplanmış ve plastik poşetlere konularak etiketlenmiştir. İbre örneklerinin 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)

yardımla 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.

İbrelerin arazideki kütle kaybını belirlemek amacıyla, 20 x 20 cm genişliğinde, 1 mm den daha küçük ağ gözüne sahip ölü örtü ayrışma poşetleri hazırlanmıştır. Bu poşetler eş zamanlı olarak deneyin gerçekleştirileceği Hatıla çalışma alanındaki ilgili deneme alanlarının mineral toprak yüzeyine küçük demir çubuklarla uçlarından sabitleştirilmiştir. Bunlara ek olarak, mikroiklim özelliklerinin ibre ayrışması üzerine olan etkisini belirleyebilmek standart ibreler kullanılarak yerel örneklerin konulduğu alanlara bırakılmıştır.

Her bir deneme alanından 6 ayda bir ölü örtü poşeti alınmış ve laboratuvara getirilmiştir. Daha sonra, ibrelerin başlangıçtaki ağırlıklarına göre kaybettikleri kütle bulunmuştur. Ayrışma sabitesi (k) Olson'un (1963) ayrışma modelinde kullandığı ve günümüzde de yaygın olarak kullanılan $W_t / W_0 = e^{-kt}$ formülüne göre hesaplanmıştır. Burada, $W_t = t$ zamanındaki kalan kütle, W_0 ise başlangıçtaki kütle ifade etmektedir. Yine Olson tarafından kullanılan, %95 kütle azalması için gerekli olan zaman $T_{95} = 3/k$ formülünden yararlanarak hesaplanmıştır.

2.2. İstatistik Analizi

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 yardımla belirlenmiştir. Varyans analizi sonucunu takiben, farklılıkların önem derecesi Tukey testi (HSD) ($\alpha=0.05$) yardımla ortaya konulmuştur. İbrelerin kütle kayıpları ile kimyasal bileşenleri arasındaki ilişki korelasyon analizi yardımla belirlenmiştir.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

3.1. Zarar derecesi ile meşcere ve toprak özellikleri arasındaki ilişki

Çalışma alanlarının meşcere ve toprak özellikleri zarar dereceleri, bakı ve yükselti arasında önemli derecede değişiklik göstermiştir (Çizelge 1). Genel olarak sonuçlar incelendiğinde, güney bakılar ile üst yükseltelerde meşcere ölüm oranları kuzey ve alt yükseltelerden daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, bu konuda yapılan diğer çalışmalarda (örneğin Jakus 1998) 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, 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 yarı küresinde, bakı yerel bir alanın mikroiklim özelliklerini etkileyen önemli bir topografya bileşenidir. Bakı özellikle alınan güneş enerjisinin miktarını belirlemede oldukça önemlidir. Bu çalışmayı gerçekleştirdiğimiz 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 rüzgârdan 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 zararının saldırı şiddetini ve zarar derecesini etkileyecektir. Çalışmamızda da bakı ve yükselti nedeniyle oluşan mikroiklim ve yetiştirme ortamı özelliklerindeki farklılıkların böceğin yoğunluğunda önemli bir etkiye sahiptir.

Bununla beraber, aynı çevresel şartlar altında da 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. Bu konudaki diğer çalışmalarda rapor edildiği gibi (örneğin, Dutilleul vd., 2000), bizim çalışmamızda da meşcere ve toprak özelliklerinin, *Ips typographus* zararlısının Doğu Ladini meşcerelerine saldırması üzerinde güçlü bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, zararının saldırı oranları ile meşcere ve toprak özellikleri arasındaki ilişkinin bakı ve yükseltiye bağlı olarak değiştirdiği belirlenmiştir.

Toprak ve meşcere özellikleri arasında negatif bir ilişki 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 gören 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.

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 çalışmada olduğu gibi, bizim burada sunduğumuz çalışmamızda da daha yaşlı Doğu

Çizelge 1: Kuzey ve güney bakıların iki farklı yükseltisinde, zararlı böcek tarafından çok zarara uğramış (Çz), az zarara uğramış (Az) ve hiç zarar görmemiş Kontrol (K) deneme alanlarının meşçere özellikleri

	Kuzey bakı						Güney bakı					
	Üst yükselti			Alt yükselti			Üst yükselti			Alt yükselti		
	Çz	Az	K	Çz	Az	K	Çz	Az	K	Çz	Az	K
Hatila <i>Picea orientalis</i> Meşçereleri												
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 kabuk 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
Göğüs 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
Ağaç çapı (cm)	43	38	35	24	22	21	58	52	36	31	27	24
Saçınka <i>Picea orientalis</i> Meşçereleri												
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
Üst boy (m)	26	28	30	28	27	35	26	30	35	36	34	37
Çift kabuk 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 derecesi	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

Ladini meşçerelerinin *Ips typographus* tarafından en fazla tercih edildiği ve zarara uğratıldığını tespit edilmiştir. Larsson vd. (1983) *Pinus ponderosa* çam türünde, meşçere sıklığı arttıkça ağaç türünün saldırıya dirençliliğinin azaldığını belirtmiştir. Benzer şekilde bizim burada çalıştığımız Doğu Ladini türü içinde meşçere sıklığı arttıkça ağaçların dirençliliğinin azaldığı görülmüştür. Meşçere sıklığı yanında, çalışmamızda, ortalama çift kabuk kalınlığı yüksek olan meşçerelerin daha fazla saldırı altında olduğu belirlenmiştir. Bununla beraber, *Ips typographus* zararlısının saldırı oranları ve Doğu Ladini meşçere özellikleri topografya ile değişiklik göstermiştir. Şöyle ki, *Ips typographus* zararlısı alt yükseltelerde 100 yaşından daha yaşlı olan Doğu Ladini meşçerelerine öncelikle saldırırken, üst yükseltelerde 100 yaşından daha yaşlı Doğu Ladini meşçerelerine saldırmamışlardır. Çalışmanın gerçekleştiği dönem içerisinde, bu üst yükseltelerde öncelikle 100 yaşından daha yaşlı meşçerelere saldırmışlardır. Bu sonuç bizlere, zararlının meşçereye saldırısında, meşçere yaşından daha çok diğer faktörlerin meşçere duyarlılığı üzerinde rol oynadığını bildirmektedir. Yaş ve ağaç çapı genel olarak iyi bir korelasyon içindedir, yani daha yaşlı ağaçlar meşçere içinde daha çaplıdırlar. Bu nedenle, yaş ile beraber *Ips typographus*

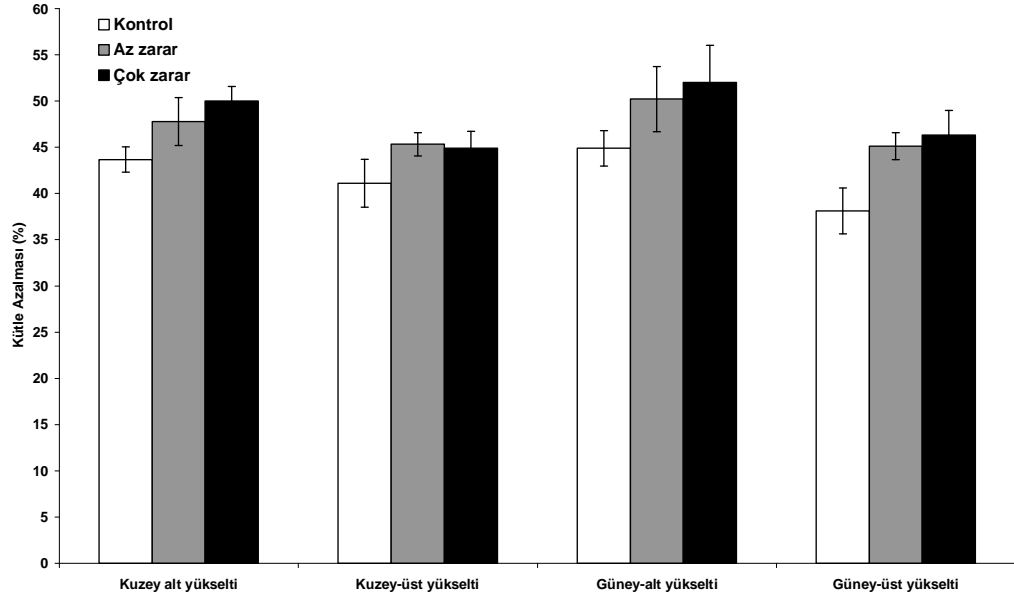
saldırısında meşcere duyarlılığındaki yükselme ağaç çapının etkisinden kaynaklanıyor olabilir. Şöyle ki, üst yükseltelerde en fazla saldırıya uğramış daha yaşlı Doğu Ladini meşcereleri, alt yükseltelerdeki meşcerelerden daha geniş ağaç çapı göstermişlerdir. Daha geniş ağaç çapının, ağacı tamamıyla öldüren kabuk böceklerinin saldırı oranında, konukçu ağaçların saldırıya duyarlılığını belirleyen yaygın bir özelliği olduğu bilinmektedir (Bleiker vd., 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 vd., 1987). Bir çok araştırmacı, örneğin, Hard vd., (1987) daha geniş çapa sahip *Picea abies* ağaçlarının kabuk böcekleri tarafından öncelikle tercih edildiğini rapor etmişlerdir.

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 arzulan ağaçların yetiştirme alanının yeniden dağılımının düzenlenmesi yanında yangın, böcek istilası ve hastalıklar bakımından yaygın olarak kullanılmaktadır. Olsen vd., (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 vd. (1998) Ponderosa çamında, meşcere altı aralamaların etkilerinin ağaç gelişiminde, yaprak fizyolojisinde ve birçok çevresel faktörler üzerinde önemli bir etkisinin olduğunu rapor etmiştir. Benzer sonuçlar farklı türleri içinde bulunmuştur (örneğin, Skov vd., 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. Buradaki çalışmamızda da silvikültürel müdahale gören Saçınka alanımızdaki Doğu Ladini meşcereleri 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 Saçınka çalışma alanının toprak özellikleri besin elementleri açısından daha zengindir. Hem daha sağlıklı meşcere özellikleri hem de daha verimli toprak özellikleri bir arada düşünüldüğünde, Saçınka alanında *Ips typographus*'un daha az zararlı olmasının nedenleri arasında bu silvikültürel müdahalelerin olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Sonuç olarak, çalışmanın 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.

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 (Şekil 1).



Şekil 1: 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

Böcek zarar dereceleri içindeki ayrışma oranları ibrelerin başlangıçta içerdikleri azot yada C:N ve lignin:N oranlarıyla önemli bir ilişki göstermiştir (ayrıca bakınız Sariyildiz vd., 2008). Chapman vd. (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, Sariyildiz, 2008; 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 (Cox vd., 2001). Çalışmanın 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, *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 hem de 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. Bu farklılık alanlar arasındaki mikrobiyal metabolik farklılıklardan, ölü örtü kalitesi ve toprak verimliliği arasındaki ilişkiyi ve ölü örtü kalitesinin mikroorganizma aktiviteleri özellikle fungi üzerindeki etkisinden (Cox ve Ark., 2001) kaynaklanmış olabilir, fakat burada sunulan çalışmamızda bütün bu mekanizmaların araştırılması amaçlanmamıştır.

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TUBITAK) tarafından 106O193 nolu proje ile desteklenmiştir.

4. KAYNAKLAR

- Becker, T., Schröter, H., 2000. Ausbreitung von rindenbrütenden Borckenkäfern nach Sturmschäden. *Allg. Forstztg.*, 55, 280-282.
- Berg, B., Meentemeyer, V., 2002. Litter quality in European transect versus carbon storage potential. *Plant Soil* 242:83-92.
- Bleiker, K.P., Lindgren, B.S., Maclauchlan, L.E., 2003. Characteristics of subalpine fir susceptible to attack by western balsam bark beetle (Coleoptera: Scolytidae). *Can. J. For. Res.* 33, 1538-1543.
- Chapman, S.K., Hart, S.C., Cobb, N.S., Whitham, T.G., Koch, G.W., 2003. Insect herbivory increases litter quality and decomposition: an extension of the acceleration hypothesis. *Ecology*, 84:2867-2876.
- Cox, P., Wilkinson, S.P., Anderson, J.M., 2001. Effects of fungal inocula on the decomposition of lignin and structural polysaccharides in *Pinus sylvestris* litter. *Biol Fert Soils* 33:246-251.
- Dolezal, P., Sehnal, F., 2007. Effects of photoperiod and temperature on the development and diapause of the bark beetle *Ips typographus*. *J. Appl. Entomol.* 131, 165-173.
- Dunn, J.P., Lorio, P.L. Jr., 1993. 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.
- 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. Entomol.*, 124, 1-5.
- Feeney, S.R., Kolb, T.E., Covington, W.W., Wagner, M.R., 1998. 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.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, p:225, Kurtuluş Matbaası, İstanbul.
- Haack, R.A., Wilkinson, R.C., Foltz, J.L., 1987. Plasticity of life-history traits of the bark beetle *Ips calligraphus* as influenced by bark thickness. *Oecologia*, 72, 32-38.
- Helms, J.A. 1998. The dictionary of forestry. Society of American Foresters, Bethesda, MD, p: 210.

- Jakus, R., (1998). A method for the protection of spruce stands against *Ips typographus* by the use of barriers of pheromone traps in north-eastern Slovakia. Anz. Schäd. Kd. *Pflanzenschutz Umweltschutz*. 71, 152-158.
- Karla, Y.P., Maynard, D.G., 1991. *Methods Manual for Forest Soil and Plant Analysis*. Forestry Canada, Northern Forestry Publications. Alberta, Canada.
- Larsson, S., Oren, R., Waring, R.H., Barrett, J.W., 1983. Attacks of mountain pine beetle as related to tree vigor of ponderosa pine. *For. Sci.* 29, 395-402.
- Olsen, W.K., Schmid, J.M., Mata, S.A., 1996. Stand characteristics associated with mountain pine beetle infestations in ponderosa pine, *For. Sci.*, 42, 310-327.
- Olson, J.S., 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*, 14, 322-331.
- Rowland, A.P., Roberts, J.D., 1994. Lignin and cellulose fractionation in decomposition studies using Acid-Detergent Fibre methods. *Com. Soil Scien. Plant Analy.* 25: 269-277.
- Sariyildiz, T., 2008a. 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.
- Sariyildiz, T., 2008b. 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.
- Sariyildiz, T., Akkuzu, E., Küçük, M., Duman, A., Aksu, Y., 2008. 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.
- Skov, K.R., Kolb, T.E., Wallin, K.F., 2005. 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.
- Turchin, P., Lorio, P.L. Jr., Taylor, A.D., Billings, R.F., 1991. Why do populations of southern pine beetles (Coleoptera: Scolytidae) fluctuate? *Environ Entomol.* 20:401-409.
- Wermelinger, B., Seifert, M., 1999. Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. *Ecol. Entomol.* 24, 103-110.