

Lythrum salicaria L. (Lythraceae) YAPRAK SERTLİKLERİNİN BAZI BÖCEK GRUPLARININ BESLENMELERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Nüket BİNGÖL, Nazan YALÇINKAYA

Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, akanil@dumlupinar.edu.tr
Geliş Tarihi: 29.07.2010 Kabul Tarihi: 12.11.2010

ÖZET

Bu çalışmada, *Lythrum salicaria* L. taksonunun Kütahya ili Porsuk Nehri kenarında yayılış gösteren populasyonlarının alt ve üst yaprak sertlikleri ile bazı böcek türlerinin beslenmeleri arasındaki ilişki tepe tacı kapallığı ana etken olmak üzere araştırılmıştır. *Lythrum salicaria* populasyonlarını istila eden toplam böcek sayısı ile tepe tacı kapallığı (%) arasında negatif (-) bir ilişkinin olduğu ($r = -0,94$), tepe tacı kapallığı yüzdesi arttıkça, *Lythrum salicaria* populasyonlarının gövde ve yapraklarında yayılış gösteren toplam böcek sayısının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca alt ($r = 0,33$) ve üst yaprak ($r = 0,42$) sertliklerinin (gr) artması ile, *Lythrum salicaria* populasyonlarının gövde ve yapraklarını istila eden toplam böcek sayısının da arttığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Böcek beslenmesi, tepe tacı kapallığı, Porsuk Çayı, Kütahya.

THE EFFECTS OF *Lythrum salicaria* L. LEAF TOUGHNESS ON FEEDING OF SOME INSECT GROUPS

ABSTRACT

In this study, the connection between upper-lower leaf toughness and insect feeding in populations of *Lythrum salicaria* L. taxon, spreading along the Porsuk River, Kütahya have been examined, considering canopy coverage as main factor. It has been determined that there is a negative (-) relation between total number of insects and canopy coverage (%) ($r = -0,94$); the more canopy coverage has increased, the less the total number of insects that spreading on the stem and leaves of *Lythrum salicaria* populations has decreased. Moreover, with the increase of lower ($r = 0,33$) and upper leaf ($r = 0,42$) toughness (gr), it has been determined that the number of total insects invading the stem and leaves of *Lythrum salicaria* populations has also increased.

Keywords: Insect feeding canopy coverage, Porsuk River, Kütahya.

1. GİRİŞ

En önemli ekosistemlerden biri olan sulak alanlar dünya üzerinde 3,8 milyon kilometre karelik alanı kaplamakta olup, önemli bir kısmı Kuzey Amerika ve Eski Rusya'nın kuzey bölümünde yer almaktadır. Günümüzde sulak alanlar çeşitli nedenlerden dolayı kaybolmaktadır. Bu nedenlerin başında sulak alanların tarım amaçlı kullanılması gelmektedir. Ayrıca baraj ve yol yapımı, madencilik, erozyon ve kuraklık gibi etkenlerden dolayı da bu alanlarda önemli kayıplar meydana gelmektedir. Tüm bu saymış olduğumuz sebeplerden dolayı sulak alanların Amerika'da %53'ü, Avustralya'da %50'si, Çin'de %60'ı ve Avrupa kıtasında %90'ı kayba uğramıştır [1]. Yukarıda belirtilen nedenlerin dışında, Amerika, Kanada ve son yıllarda ülkemizdeki sulak alanların ve buna bağlı doğal hayatın yok olmasının diğer bir nedeni de, bu habitatlarda yayılış gösteren *Lythrum salicaria* L. (Lythraceae) türüdür [2, 3, 4, 5, 6 ve 7]. Amerika ve Kanada'da da bitkinin kontrolsüzce yayılış göstermesi ve

doğal hayata verdiği tahribat nedeniyle daha çok bitkinin taksonomik [8 ve 9], biyolojik ve korolojik [10], fizyolojik [11 ve 12], genetik [13, 14 ve 15] ve ekolojik [16, 17 ve 18] özellikleri üzerine araştırmalar yoğunlaştırılmıştır. Araştırmamızın materyalini oluşturan *L. salicaria* ile ilgili olarak "Flora of Turkey and the East Aegean Islands" eserde verilen deskripsiyona göre, ülkemizde bu takson; kalın gövdeli, dik gelişme gösteren, yoğun tüylü, çok yıllık, ot veya çalılardır. 20 - 180 cm boyunda, göl ve dere kenarları, su arkları ve nemli çayırarda 1400 m²'ye kadar yayılış gösterir. Çiçek rengi kırmızı - mordur. Çiçekleri tek veya bazen birleşik terminal başaktır. Dik gövdenin uç kısmındaki çiçeklerin açma zamanı Haziran - Eylül aylarıdır. Ovaryum üst durumlu, meyve kapsüldür. Tek bir bireyin ürettiği tohum sayısı oldukça fazladır (Antalya: 20.682; Bilecik 11.511; Eskişehir: 11.949; Kütahya: 10.437 tohum/birey) fakat tohumlar endosperm içermezler. Tıbbi olarak kanamaları durdurma özelliği vardır. Aynı zamanda hemoroit, ishal ve dizanteri tedavilerinde kullanılmaktadır. Yem değeri yoktur [19 ve 20].

L. salicaria ülkemizde olduğu gibi, dünya üzerinde de oldukça geniş yayılış alanlarına sahiptir. Avrupa-Asya kökenli olan bu taksonun doğal yayılış alanları, batıda İspanya'dan başlayıp tüm Avrupa, eski Sovyetler Birliğinin iç kesimlerinden doğuda Amur nehrine, Kuzeyde İskandinav ülkelerinden başlayıp güneyde İtalya, Yunanistan, Balkanlar ve Hazar Denizi, Moğolistan ve Çinin kuzey kesimlerine uzanmaktadır [2, 21 ve 22]. *L. salicaria* yukarıda sınırları çizilen doğal yayılış alanları dışında Avrupa-Asya orijinli olmasına rağmen Amerika'nın kuzey bölgelerinde ve Kanada'da oldukça geniş yayılış göstermektedir. *L. salicaria* tohumlarının, 1800'lü yılların başında Amerika kıtasına, Avrupa'ya ithalat ve ihracat yapmak için gidip gelen Amerikan gemileri aracılığıyla gelmiş ve kısa zamanda kıtanın kuzey bölgesini hakimiyeti altına almıştır. Özellikle çiçeklerinin kırmızı-mor rengi nedeniyle tüm bahçelere, parklara peyzaj amacıyla dikilmiş, fakat bitki zamanla içinde bulunduğu habitatta baskın duruma gelmiştir [23, 24, 25, 26 ve 27].

Kuzey Amerika'da nehir kenarlarında ve sulak arazilerde tek tür olan *L. salicaria*, bu habitatlarda gelişebilen diğer bitki türlerinin yayılışlarını sınırlandırarak doğal hayatı tehdit etmektedir. Bitkinin geniş yayılış göstermesinin nedenlerinin başında, çok sayıda tohum üretmesi ve vejetatif organlarıyla da çoğalabilme yeteneğinin oldukça yüksek olması gelmektedir [28, 29, 30 ve 31]. Yayılış gösterdiği alanlar yakılarak, kökleri tek tek elle sökülerek, herbisitler kullanılarak ve bitkinin predatörü olan böcek türlerinden de yararlanılarak farklı mücadele yöntemleri denenmesine rağmen kontrolsüzce yayılışına engel olunamayan *L. salicaria* türü [32, 33, 34 ve 35], son yıllarda ülkemizde, özellikle nehir ve göl kenarlarında yayılış gösteren çok yıllık bitkilerin tarım amaçlı arazi açmak için tahrip edilmesi sonucu sulak alanlarımızda baskın hale gelmeye başlamıştır.

Bitkinin kontrolsüzce yayılışının engellenmesinde en etkili yöntemlerden biri, *L. salicaria*'nın kök, gövde ve yapraklarıyla beslenen herbivor böcekler olmuştur. *L. salicaria*'nın biyolojik kontrolü için 1987'de detaylı çalışmalar başlatılmış ve Avrupa'daki 120 bitki yiyen böcekten *L. salicaria*'ya özel 6 tane tür bu bitkinin kontrolü için ümit verici türler olarak seçilmiştir [31, 32 ve 33]. Bu türler, *L. salicaria*'nın depo dokularıyla beslenen Curculionidae (Coleoptera) ait *Hylobius transversovittatus* Goeze, yaprakları ile beslenen Chrysomelidae (Coleoptera) ait *Galerucella californiensis* L. ve *Galerucella pusilla* Duftschmit, çiçekleri ile beslenen Brentidae (Coleoptera) ait *Nanophyes marmoratus* Goeze ve *Nanophyes brevis* Boheman, ve Cecidomyiidae (Diptera) ait *Bayeriola salicariae* Kieffer'dir [36, 37 ve 38].

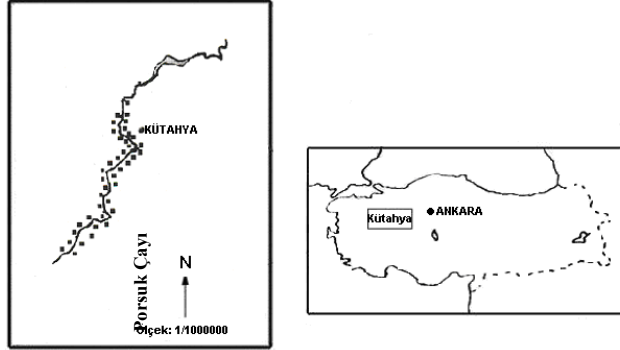
Bu araştırmada, Porsuk Nehri (Kütahya) kenarında doğal yayılış gösteren *L. salicaria* populasyonlarında belirlenen böcek türleri ile, bu bitkinin yayılışında önemli bir etken olan tepe tacı kapallığı ve buna bağlı yaprak sertliği arasındaki ilişki ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Alanı

Porsuk Çayı, Kütahya il sınırları içinde bulunan (39⁰ 26' N; 29⁰ 53' E) ve deniz seviyesinden 1170 m yükseklikteki Tokul Köyü yakınından doğar, Kütahya ve Eskişehir illerini geçtikten sonra deniz seviyesinden yaklaşık 600 m yükseklikte Sakarya Nehri ile birleşir. Çayın üzerinde 1947 yılında inşa edilmiş Porsuk Barajı bulunmakta olup, Çayın kaynaktan itibaren baraja kadar olan uzunluğu yaklaşık 140 km'dir. Çayı'nın Kütahya'da

kullanım amaçlarının başında evsel ve endüstriyel su temini, tarımsal sulama, evsel ve endüstriyel atıklar için alıcı ortam ve balıkçılık gelmektedir. Bu çalışma, Porsuk Çayı'nın doğduğu noktadan baraj gölüne kadar olan mesafede belirlenen 40 lokalitede yapılmıştır (Şekil 1).



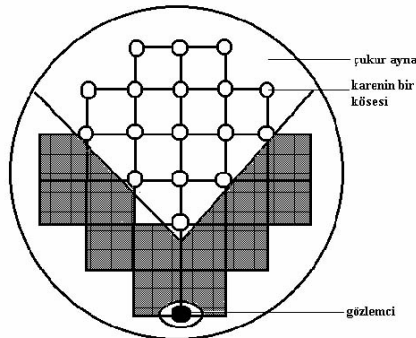
Şekil 1. Çalışma alanları

2. 2. Biyoiklimsel Sentez

Çalışma alanının iklimsel karakteri 10 yıllık iklim verilerine göre incelenmiştir [40]. İlde yıllık ortalama sıcaklık $10,8^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ortalama sıcaklığın en yüksek olduğu ay Temmuz ($21,2^{\circ}\text{C}$) ve ortalama sıcaklığın en düşük olduğu ay Ocak ayıdır ($0,7^{\circ}\text{C}$). Kütahya $573,6$ mm yıllık toplam yağış miktarına sahiptir. En fazla yağış miktarı $95,2$ mm ile Aralık ayına aittir. En az yağış miktarı ise $17,6$ mm ile Temmuz ayındadır. Çalışma alanı Akdeniz ikliminin etkisi altındadır ($S=2,54$). Kütahya ili yağış-sıcaklık emsali değerlendirildiğinde Az Yağışlı Akdeniz Biyoiklim katına girmektedir ($Q=71,25$) [39].

2. 3. Tepetacı Kapalılığı

Porsuk Çayı kenarında belirlenen 40 lokalitedeki *L. salicaria* populasyonlarının tepe tacı kapalılığı Mayıs 2004 - Eylül 2005'de çalışma alanlarına yapılan periyodik ziyaretlerde "spherical densiometre" kullanılarak ölçülmüştür (Şekil 2). Spherical densiometre, 5 cm çapında bir çukur ayna, bu ayna üzerine çizilmiş 24 adet 1×1 cm boyutunda kareler ve bu karelerin köşelerinin birleşiminden oluşan toplam 37 noktadan meydana gelmiştir. Tepe tacı kapalılığını belirlemek için ölçüm yapılacak olan populasyonun yanında durulmuş, densiometre bel hizasında tutulmuş ve ayna üzerindeki karelerin köşelerine düşen yaprakların görüntüleri sayılmıştır. Bu ölçümler, pusula ile 4 ana yön belirlenerek kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde tekrarlanmıştır. Dört ana yön için belirlenen tepe tacı kapalılığı değerleri toplanmış ve 1,5 katsayısıyla çarpılmıştır. Çarpımdan elde edilen değer, %30-65 arasında ise 1, üstünde ise 2 sabit sayısı elde edilen sonuçtan çıkarılmıştır. Hesaplanan değer yüzde (%) cinsinden tepe tacı kapalılığını vermiştir [40 ve 41].



Şekil 2. Spherical densiometre'nin genel görünüşü

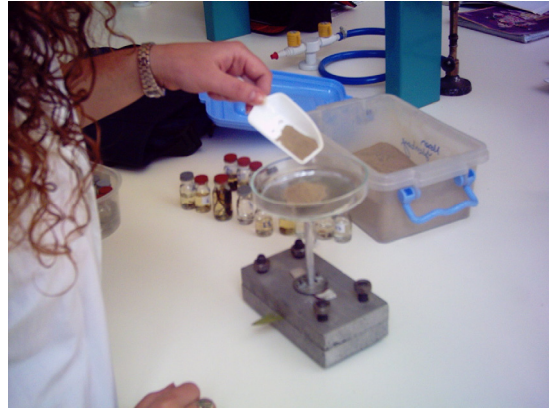
2. 4. Yaprak Sertliği

Tepe tacı kapalılığına bağlı olarak, belirlenen her bir populasyondan çalışmanın devam ettiği süre içerisindeki periyodik ziyaretlerde 30'ar adet yaprak toplanmış ve bu yaprakların yaprak sertlikleri penetrometre kullanılarak gram (gr) cinsinden ölçülmüştür.

Penetrometre 3 kısımdan oluşmaktadır, a) iki alimünyum blok, b) bu blokların içinden geçen hareketli bir demir çubuk ve c) plastik bir kap (Şekil 3a). Yuvarlak metal levha üzerine yerleştirilen plastik kabın içine yavaş yavaş ince toprak ilave edilmiş ve yaprağın ilk delindiği anda plastik kaptaki toprak miktarı tartılmıştır. Toprağın gram cinsinden miktarı bitkinin yaprak sertliği değerini vermiştir (Şekil 3b) [42].



Şekil 3a. Penetrometrenin genel görünüşü



Şekil 3b. Yaprak sertliğinin ölçümü

2. 5. Böcek Örneklerinin Toplanması ve Teşhisi

Bu çalışmada, belirlenen 40 lokalitedeki her bir *L. salicaria* populasyonundan çalışma süresi boyunca haftalık olarak elle veya atrapla böcekler toplanmıştır. Toplanan böceklerin öldürülmesi ve korunması amacıyla içerisinde %90'lık etil alkol bulunan şişeler kullanılmıştır. Toplanan böcek örnekleri laboratuara getirilip teşhis edilmiştir [43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 ve 50].

2. 6. Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışma sonucunda elde edilen veriler, JMP SAS [51] programı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. *L. salicaria* populasyonlarında beslenen bazı böceklerin bitkideki bulunışları ve alt-üst yaprak sertlikleri, tepe tacı kapalılığı ana etken olmak üzere değişip değişmediğini belirlemek için korelasyon testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR

3. 1. Tepe Tacı Kapalılığı

Porsuk Çay'ı kenarında yayılış gösteren *L. salicaria* populasyonlarının tepe tacı kapalılığının %0 (açık) - %100 (kapalı) arasında değiştiği hesaplanmıştır. Korelasyon testinden elde edilen sonuçlar, tepe tacı kapalılığı ile toplam böcek türü arasında istatistiksel açıdan negatif (-) bir ilişkinin olduğu ($r = -0,95$), tepe tacı kapalılığı arttıkça *L. salicaria* populasyonlarını istila eden böcek sayısının azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 1; Şekil 4a).

Tablo 1: *Lythrum salicaria* populasyonlarını istila eden toplam böcek sayısı ile tepe tacı kapallılığı (%), alt yaprak sertliği ve üst yaprak sertliği arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon testi.

	Tür Sayısı
Tepe Tacı Kapallılığı (%)	-0,95*
Alt Yaprak Sertliği (gr)	0,33*
Üst Yaprak Sertliği (gr)	0,42*
*(p < 0,05): Tabloda verilen rakamlar korelasyon katsayılarıdır.	

3. 2. Yaprak Sertliği

Tüm çalışma alanlarında yayılış gösteren *L. salicaria* bitkisinin üst yaprak sertlikleri değerlendirildiğinde, minimum yaprak sertliğinin 52,1 gr, maksimum yaprak sertliğinin 432 gr ve ortalama yaprak sertliğinin 214,9 gr olduğu tespit edilmiştir. Alt yaprak sertlikleri değerlendirildiğinde, minimum yaprak sertliğinin 60,1 gr, maksimum yaprak sertliğinin 464 gr ve ortalama yaprak sertliğinin 178,9 gr olduğu tespit edilmiştir.

Korelasyon testinden elde edilen sonuçlar, üst ve alt yaprak sertlikleri ile *L. salicaria* populasyonlarını istila eden toplam böcek sayısı arasında istatistiksel açıdan pozitif bir ilişkinin olduğu (üst yaprak sertliği $r = 0,42$, Şekil 4b; alt yaprak sertliği $r = 0,33$ Şekil 4c; Tablo 1), üst ve alt yaprak sertlikleri arttıkça *L. salicaria* populasyonlarını istila eden böcek sayısının arttığı tespit edilmiştir.

3. 3. Teşhis Edilen Böcek Grupları

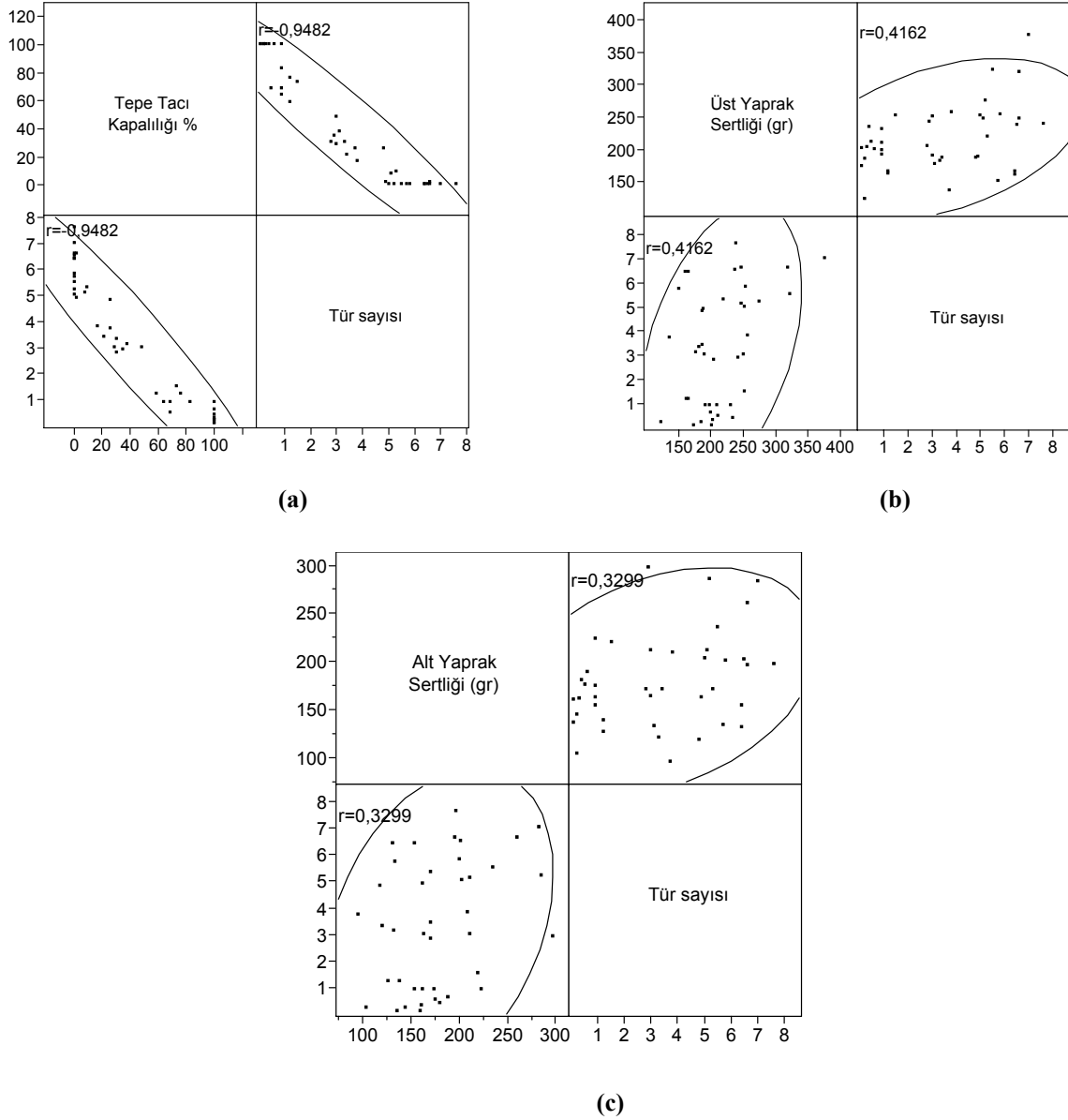
Kütahya ili Porsuk Çay'ı kenarında seçilen 40 lokaliteden 1230 birey toplanmış ve teşhis edilmiştir. Teşhis edilen türler, Brentidae (Coleoptera) ait *Nanophyes marmoratus* Goeze., Aphididae (Homoptera) ait *Myzus persicae* Sulzer., Chrysomelidae (Coleoptera) ait *Chrysomela populi* L., *Galerucella californiensis* L., Coccinellidae (Coleoptera) ait *Adalia bipunctata* L., *Adalia decempunctata* L. ve *Coccinula quatuordecimpustulata* L., Cimicidae (Hemiptera) ait *Anthocoris nemorum* L., ve Sphecidae (Hymenoptera) ait *Ectemnius continuus* Fabricius.'tur.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yeryüzünde bilinen tür sayısının %70'ini bitkiler ve herbivor böcekler oluşturmaktadır [49 ve 50]. Bu böceklerin bitkilerin kök, gövde ve yaprak gelişimi, ürettiği çiçek ve tohum sayısı gibi bazı fenolojik özellikleri üzerinde büyük etkileri olmakla birlikte [36, 37 ve 52], bitkilerin içinde bulunduğu habitatın tepe tacı kapallılığı ve bitki yaprak yapısı da herbivor böcek populasyonlarının yayılışını etkilemektedir [53, 54 ve 55]. Genel olarak, ışıktaki yetişen bitkilerle gölgede yetişen bitkiler karşılaştırıldığında, ışıktaki yetişen bitkilerin uzun ve kalın gövdelerinin olduğu, yaprak ağırlıklarının fazla olduğu saptanmıştır [56 ve 57]. Tepe tacı kapallılığı-yaprak sertliği-böcek ilişkisi çok karmaşık bir yapıdır. Yapılan çalışmaların bir kısmı gölgede bulunan (tepe tacı kapallılığı yüksek alanlar) yaprakların güneşte bulunan (tepe tacı kapallılığı düşük alanlar) yapraklara göre daha çok böcek tarafından istila edildiğini savunurken [58 ve 59], bunun tam tersini savunan çalışmalarda bulunmaktadır [60 ve 61]. Bu çalışmada, tepe tacı kapallılığının düşük olduğu ve yaprak sertliğinin yüksek olduğu alanlarda yetişen *L. salicaria* bitkilerinin daha fazla böcek tarafından istila edildiği saptanmıştır.

L. salicaria bitkisini istila eden örnekler değerlendirildiğinde ilk sırayı % 87,3 ile *Nanophyes marmoratus* almaktadır. *N. marmoratus*, *L. salicaria* bitkisinin çiçeklerini istila etmekte ve dişileri *L. salicaria*'nın çiçeklenmeye başladığı dönemde yumurtalarını tomurcukların içine bırakmaktadır. Bu böcek tarafından istila

edilen *L. salicaria* bitkisi istilaya uğradığı vejetasyon döneminde çiçek açamamakta, tohum üretememekte ve bitkinin yayılış alanları daralmaktadır.



Şekil 4. Kütahya ili Porsuk Nehri kenarında yayılış gösteren *Lythrum salicaria* populasyonlarının % tepe tacı kapalılığı (a), üst yaprak sertliği (b) ve alt yaprak sertliği (c) ile toplam böcek sayısı arasındaki ilişki.

L. salicaria bitkisini istila eden diğer bir tür % 7 oranıyla *M. persicae*'dir. *C. populi*, *G. calmariensis*, *A. bipunctata*, *A. decempunctata*, *C. quatuordecimpustulata*, *A. nemorum*, ve *E. continuus* taksonları ise tüm teşhis edilen örneklerin %5,7'lik kısmını oluşturmaktadır.

Bahar aylarında yumurtadan çıkan *G. californiensis*, *L. salicaria* yapraklarıyla beslenmekte, bitkinin yapraklarında delikler açıp deformasyonlara sebep olmakta ve bu hasar sonucu da bir sonraki vejetasyon döneminde bitki daha az gelişim göstermektedir.

Hambäck ve ark. [62] yaptıkları bir çalışmada *Coccinulla quinquepunctata* L. ve *C. septempunctata* L. (Coleoptera) türlerinin *L. salicaria* bitkisi üzerinde bulunan herbivor böceklerle beslendiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada *L. salicaria* bitkisi üzerinde bulunan ve diğer herbivor böceklerle beslenen *Coccinulla quatuordecimpustulata* türü teşhis edilmiştir.

Dünya üzerinde geniş yayılış alanlarına sahip olan *L. salicaria* son yıllarda başta Amerika ve Kanada olmak üzere doğal hayatı ve buna bağlı olarak doğal hayatı tehdit etmektedir [2, 5, 7, 23, 24, 25]. *L. salicaria*'nın sulak alanları istila etmesi ve bu alanların yapı ve fonksiyonlarını değiştirmesi nedeniyle yayılış alanları çeşitli kontrol metotlarıyla sınırlandırılmaya çalışılmıştır. Ülkemizde bitkinin kontrolsüz yayılışını dengeleyebilecek herbivor böcek türleri bulunmakla birlikte, *L. salicaria* ışığı seven bir tür olup özellikle akarsu ve göl kenarlarındaki vejetasyonun tahribi sonucu yayılış alanları genişlemektedir. *L. salicaria* tepe tacı kapallığı düşük sulak alanları istila ederek, başta *Epilobium hirsutum* L. (Onagraceae) olmak üzere, o bölgede yayılış gösteren biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Sulak alanlarımızın özellikle fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin korunabilmesi için *L. salicaria* gibi bu habitatları istila eden taksonların yayılış alanlarının belirlenip, bu taksonlara ait popülasyonların yıllık genişleme oranları takip edilmelidir.

TEŞEKKÜR

Toplanan böceklerin teşhisinde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç.Dr. Savaş CANBULAT ve Yrd. Doç.Dr. Sulhi ÖZKÜTÜK'e teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- [1] W. Mitsch and J. Gosselink, "Wetlands 3rd ed.", John Wiley & Sons Inc., New York, 920 (2000).
- [2] D. Thompson, R. Stuckey, and E. B. Thompson, "Spread, impact and control of purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) in North American wetlands", U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service Research 2 (1987).
- [3] K. Flottum, "Loosing loosestrife", Bee Culture, 121, 374 (1993).
- [4] C. H. Welling and R. L. Becker, "Reduction of purple loosestrife establishment in Minnesota wetlands", Wildl. Soc. Bull., 21, 56 (1993).
- [5] G. R. Balogh and T. A. Bookhout, "Purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) in Ohio's lake erie marshes", Ohio J Sci., 83, 62 (1989).
- [6] G. R. Balogh and T. A. Bookhout, "Purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) in Ohio's Lake Erie Marshes", Ohio Journal of Science, 89, 62(1989).
- [7] E. J. Fransworth and D. R. Ellis, "Is purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) an invasive threat to freshwater wetlands? Conflicting evidence from several ecological metrics", Wetlands, 2, 199 (2001).
- [8] J. L. Harper, I. H. Clatworthy, I. H. Mcnaughton and G. R. Sagar, "The evolution and ecology of closely related species living in the same area", Evolution, 15, 209 (1961).
- [9] J. A. Morrison, "Wetland vegetation before and after experimental purple loosestrife removal", Wetlands, 22, 159 (2002).

- [10] S. R. A. Shamsi and F. H. Whitehead, "Comparative eco-physiology of *Epilobium hirsutum* L. and *Lythrum salicaria* L.", *Journal of Ecology*, 62, 279 (1974).
- [11] S. R. A. Shamsi and F. H. Whitehead, "Comparative Eco-physiology of *Epilobium hirsutum* L. and *Lythrum salicaria* L. III. Mineral nutrition", *Journal of Ecology*, 65, 55(1977).
- [12] S. R. A. Shamsi and F. H. Whitehead, "Comparative Eco-physiology of *Epilobium hirsutum* L. and *Lythrum salicaria* L. IV. Effect of temperature and inter-specific competition and concluding discussion", *Journal of Ecology*, 65, 71(1977).
- [13] I. Heuch, "The effect of partial self-fertilization on type frequencies in heterostylous plants", *Annals of Botany*, 611 (1979).
- [14] K. Gilbert and S. B. Lee, "Two perils of plant population dynamics", *Oecologia*, 46, 283 (1980).
- [15] I. Heuch, "Loss of incompatibility types in finite populations of the hetero-stylous plant *Lythrum salicaria*", *Hereditas*, 92, 53 (1980).
- [16] S. R. A. Shamsi, "Effect of a light-break on the growth and development of *Epilobium hirsutum* and *Lythrum salicaria* in short photoperiods", *Annals of Botany*, 40, 153 (1976).
- [17] T. L. Mccaughey and G. R. Stephenson, "Time from flowering to seed viability in purple loosestrife (*Lythrum salicaria*)", *Aquatic Botany*, 66, 57 (2000).
- [18] B. Bush, L. A. Shane, L. R. Wilson, E. L. Barnard, and D. Barnes, "Uptake of polychlorobiphenyl congeners by purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) on the banks of the Hudson River", *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 15, 285 (1986).
- [19] P. H. Davis, "Flora of Turkey and East Eagean Islands", *Edinburg University Pres, UK*, (1965-1988).
- [20] N. Bingöl, "Batı Anadolu'da yayılış gösteren *Lythrum salicaria* L. (Lythraceae)'nin taksonomik ve ekolojik özellikleri", *Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir* (2005).
- [21] K. R. Edwards, M. S. Adams, and J. Květ, "Plant Invasions-General aspects and Special Problems", P. Pyšek, K. Parch, M. Rejmanek, and M. Wade, (eds), *The Netherlands*, 180 (1995).
- [22] K. R. Edwards, M. S. Adams, and J. Květ, "Differences between European and American invasive populations of *Lythrum salicaria*", *Applied Vegetation Science*, 1, 267 (1998).
- [23] C. H. Welling and R. L. Becker, "Seed bank dynamics of *Lythrum salicaria* L.: Implications for control of this species in North America", *Aquatic Botany*, 38, 303 (1990).
- [24] M. A. Treberg and B. C. Husband, "Relationship between the abundance of *Lythrum salicaria* (purple loosestrife) and plant species richness along the Bar River, Canada", *Wetlands*, 19, 118 (1999).
- [25] R. L. Stuckey, "Distributonal history of *Lythrum salicaria* (purple loosestrife) in North America", *Bartonia*, 47, 3 (1980).
- [26] S. M. Galatowitsch, N. O. Anderson, and P. D. Ascher, "Invasiveness in wetland plants in temperate North America", *Wetlands*, 19, 733 (1999).
- [27] E. J. Farnsworth and E. R. Ellis, "Is purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) an invasive threat to freshwater wetlands? Conflicting evidence from several ecological metrics", *Wetlands*, 21, 199 (2001).

- [28] Blossey B., “Herbivory below ground and biological weed control: life history of a root-boring weevil on purple loosestrife”. *Oecologia*, 94, 380-387 (1993).
- [29] B.Blossey, L. C. Skinner, and J. Taylor, “Impact and management of purple loosestrife (*Lythrum salicaria* L.) in North America”, *Biodiversity and Conservation*, 10, 1787 (2001).
- [30] K. J. Stevens, R. L. Peterson, and G. R. Stephenson, “Vegetative propagation and the tissue involved in lateral spread of *Lythrum salicaria*”, *Aquatic Botany*, 56, 11 (1997).
- [31] K. J. Stevens, R. L. Peterson, and G. R. Stephenson, “Morphological and anatomical responses of *Lythrum salicaria* L. (purple loosestrife) to an imposed water gradient”, *International Journal of Plant Science*, 158, 172 (1997).
- [32] S. D. Hight, B. Blossey, J. Laing, and R. Declerck-Floate, “Establishment of insect biological control agents from Europe against *Lythrum salicaria* in North America”, *Environmental Entomology*, 24, 967 (1995).
- [33] J. Agren, “Population size, pollinator limitation and seed set in the self incompatible herb *Lythrum salicaria*”. *Ecology*, 77, 1779 (1996).
- [34] H. A. Hager and K. D. McCoy, “The implications of accepting untested hypotheses: a review of the effects of purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) in North America”, *Biodiversity and Conservation*, 7, 1069 (1998).
- [35] M. B. Thomas and A. J. Willis, “Biocontrol-risky but necessary?”, *Tree*, 8, 325 (1998).
- [36] T. J. McAvoy, L. T. Kok, and W. T. Mays, “Establishment of *Hylobius transversovittatus* Goeze (Coleoptera: Curculinoidae), a biological control agent of purple loosestrife in Virginia”, *Biological Control*, 24, 245 (2002).
- [37] D. C. Sebolt and D. A. Landis, “Arthropod predators of *Galerucella californiensis* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) an assesment of biotic interference”, *Environmental Entomology*, 33, 356 (2004).
- [38] S. S. Schooler, E. M. Coombs, and P. B. McAvoy, “Non target effects on crepe myrtle by *Galerucella pusilla* and *Galerucella californiensis* (Chrysomelidae) used for biological control of purple loosestrife (*Lythrum salicaria*)”, *Weed Science*, 51, 449 (2003).
- [39] Y. Akman, “İklim ve Biyoiklim”, Kariyer Matbaacılık Limited Şirketi, Ankara, 350 (1999).
- [40] B. Hills, “The spherical densiometer revisited”, *A News letter Wildlife Habitat Managers*, 6, 2 (1985).
- [41] P. H. A. Lemmon, “Spherical densiometer for estimating forest overstorydensity”, *Forest Science*, 2, 314 (1956).
- [42] P. Feeny, “Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars”, *Ecology*, 51, 565 (1970).
- [43] C. T. Brues and A. L. Melander, “Classification of insects, A key to the known families of insects and other terrestrial Arthropods”, *Bulletin of the Museum of Comperative Zoology at Harvard College*, 73, 264 (1945).
- [44] E. Corcket, I. Chintaunan-Marguier, R. M. Callaway, and R. Michalet, “Sélectivite et variations environnementales de l’herbivorie par les Orthoptères (Species-dependence and environmental changes in grasshopper herbivory)”, *Comptes Rendus Biologies*, 325, 155 (2002).
- [45] H. Bertrand, “Les Insectes Aquatiques D’Europe”, Paris, (1954).

- [46] G. Y. Bei-Bienko, “Keys to Insects of The European USSR-1: Aperygota, Palaeoptera, Hemimetabola”, Academy of Sciences of The USSR, Zoological Institute, Moskova, (1964).
- [47] N. M. Andersen, “The Semiaquatic Bugs (Hemiptera, Gerromorpha) Phylogeny, Adaptations, Biogeography and Classification, Entomonograph”, Scandinavian Science Pres Ltd., Klampenborg-Denmark, (1982).
- [48] B. Aukema and C. Rieger, “Catalogue of the Heteroptera of the Palearctic Region”, The Netherlands Entomological Society, 1, 26 (1995).
- [49] A. Demirsoy, “Yaşamın Temel Kuralları (Omurgasızlar=İnvertebrata) Böcekler Dışında”, Cilt II, Kısım I. Ankara, (1999).
- [50] A. Demirsoy, Yaşamın Temel Kuralları (Omurgasızlar/ Böcekler) Entomoloji, Cilt II, Kısım II, Ankara, (1999).
- [51] JMP SAS., JMP SAS. SAS Institute Inc., NC, (1995).
- [52] E. J. S. Katovich, D. W. Ragsdale, L. C. Skinner, and R. L. Becker, “Effect of *Galerucella calmariensis* spp. feeding on seed production”, Weed Science, 49, 190 (2001).
- [53] P. E. Weihe and R. K. Neely, “The effect of shading on competition between purple loosestrife and broad-leaved cattail”, Aquatic Botany, 59, 127 (1997).
- [54] B. Shipley, “Plasticity in relative growth rate and its components following a change in irradiance”, Plant Cell and Environment, 23, 1207 (2000).
- [55] B. Blossey and T. R. Hunt-Joshi, “Belowground herbivory by insects: influence on plants and above ground herbivores”, Annual Review of Entomology, 48, 521 (2003).
- [56] C. J. Lingren, “Using 1-min scans and stem height data in a post-release monitoring strategy for *Galerucella calmariensis* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) on purple loosestrife, *Lythrum salicaria* L. (Lythraceae) in Manitoaba”, Biological Control, 27, 201 (2003).
- [57] S. R. A. Shamsi and F. H. Whitehead, “Comparative eco-physiology of *Epilobium hirsutum* L. and *Lythrum salicaria* L. II. Growth and development in relation to light”, Journal of Ecology, 62, 631 (1974).
- [58] B. C. Reynolds and D. A. Crossley, “Spatial variation in herbivory by forest canopy arthropods along an elevation gradient”, Environmental Entomology, 26, 1232 (1997).
- [59] M. F. Arturi, M. A. Relva, and A. D. Brown, “Leaf consumption of tree species in xeromorphic, temperate forests of eastern Buenos Aires Province, Argentina”, Revista Chilena de Historia Natural, 72, 63 (1999).
- [60] Y. Basset, “The spatial-distribution of herbivory, mines and galls within an Australian rainforest tree”, Biotropica, 23, 271 (1991).
- [61] S. M. Louda and J. E. Romdan, “Insect herbivory as a major factor in the shade distribution of a native crucifer (*Cardamine cordifolia* A. Gray, bittercress)”, Journal of Ecology, 84, 229 (1996).
- [62] P. Hamback, J. Agren, and L. Ericson, “Associational resistance: insect damage to purple loosestrife reduced in thickets of sweet gale”, Ecology, 81, 1784 (2000).