

Araştırma Makalesi – Research Article

***Lythrum salicaria* L. Tohumlarının Morfolojik Özelliklerine Etki Eden İki Önemli Ekolojik Faktör: Tepe Tacı Kapalılığı ve Lokasyon**

Sema LEBLEBİCİ^{1*}, Mustafa Sabri ÖZYURT²

Geliş / Received: 19/06/2019

Revize / Revised: 22/10/2019

Kabul / Accepted: 22/10/2019

ÖZ

Bitkinin yayılış gösterdiği lokasyon ve tepe tacı kapalılığı bitkinin vejetatif ve generatif gelişiminde farklılık meydana getiren önemli ekolojik faktörler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada *Lythrum salicaria* L. türünün Batı Anadolu’da yer alan ve üç farklı fitocoğrafik bölgeyi temsil eden Kütahya, Eskişehir, Bilecik ve Antalya illerinde yayılış gösteren popülasyonlarının tohum ağırlığı ve tohumun en-boy uzunlukları ile lokasyon ve tepe tacı kapalılığı arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. Ortalama tepe tacı kapalılığı en düşük olan Antalya ilinde (0.8 ± 0.2) en ve boy uzunluğu en büyük tohumlar ($1219.6 \pm 4.6 \mu\text{m}$ - $519.4 \pm 3.6 \mu\text{m}$), tepe tacı kapalılığı en yüksek olan Eskişehir ilinde (87.3 ± 3.8) ise en ve boy uzunluğu en küçük tohumlar ($961.5 \pm 45.7 \mu\text{m}$ - $423.6 \pm 3.4 \mu\text{m}$) tespit edilmiştir. *L. salicaria* popülasyonlarının tohum en ve boy uzunlukları ile tepe tacı kapalılığı arasında negatif bir ilişki olduğu; tepe tacı kapalılığı azaldıkça bitkinin ortalama tohum en ve boy uzunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca *L. salicaria* popülasyonlarının tohum en ve boy uzunlukları ile enlem koordinatları arasında negatif bir ilişki olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- *Lythrum salicaria*, Tohum, Tepe Tacı Kapalılığı, Lokasyon

^{1*}Sorumlu yazar iletişim: leblebicisema@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0002-3762-6408>)

Moleküler Biyoloji ve Genetik, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Bilecik

²İletişim: mustafasabriozyurt@gmail.com (<https://orcid.org/0000-0003-4468-6799>)

Biyoloji Bölümü, Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi, Evliya Çelebi Yerleşkesi Kütahya

Two Important Ecological Factors Affecting the Morphological Characteristics of *Lythrum salicaria* L. Seeds: Canopy Coverage and Location

ABSTRACT

The location of the plant and the canopy coverage are important ecological factors that make a difference in the vegetative and generative development of the plant. In this study, the relation between seed weight, seed length and width of *Lythrum salicaria* L. taxon spreading in the West Anatolia (Kütahya, Eskişehir, Bilecik ve Antalya) and its canopy coverage which is crucial for the plant's development and spreading were studied. Seeds with the highest width and length ($1219.6 \pm 4.6 \mu\text{m}$ - $519.4 \pm 3.6 \mu\text{m}$) were determined in Antalya with the lowest mean canopy coverage (0.8 ± 0.2) whereas seeds with the lowest width and length ($961.5 \pm 45.7 \mu\text{m}$ - $423.6 \pm 3.4 \mu\text{m}$) were determined in Eskişehir with the highest mean canopy coverage (87.3 ± 3.8). It was determined that there was a negative relation between seed length – width of *L. salicaria* stands and canopy coverage. It was determined that as the mean seed length and width increased, canopy coverage decreased. In addition, a negative relation was determined between seed length and width of *L. salicaria* population and latitude-longitude coordinates of their locations.

Keywords- *Lythrum salicaria*, Seed, Canopy Coverage, Location

I. GİRİŞ

Dünya üzerindeki en önemli ekosistemlerden biri sulak arazilerdir. Su baskınlarını engellemeleri, su kalitesini yükseltmeleri, birçok organizma için habitat oluşturmaları ve fosil kaynaklı yakıtların temelini oluşturmaları sebebiyle büyük öneme sahiptirler [1]. Fakat günümüzde sulak araziler çeşitli nedenlerden dolayı büyük kayıplara uğramaktadır. Bu sebepler, sulak arazilerin tarım amaçlı kullanılması baraj ve yol yapımı, madencilik, deniz seviyesinin yükselmesi, erozyon ve kuraklıktır. Sulak arazilerin yok olmasına bir diğer sebep de sulak arazilerde yayılış gösteren istilacı bitkilerdir [2]. Bu bitkilerin başında sulak habitatlarda yayılış gösteren *Lythrum salicaria* gelmektedir [3-7].

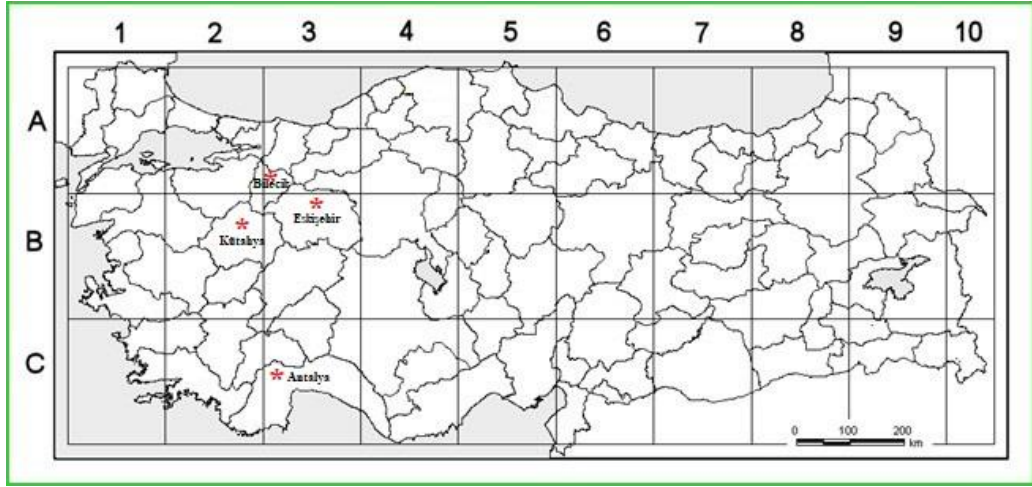
Araştırmanın materyalini oluşturan *L. salicaria*, Lythraceae familyasına ait bir türdür ve Türkiye’de 12 tür ile temsil edilirken Avrupa’da 30 türü bulunmaktadır. Bitkinin özellikle Kuzey Amerika’da kontrolsüz yayılış göstermesi ve doğal hayatı tehdit etmesinin nedenlerinin başında vejetatif organları aracılığı ile çoğalma kabiliyetinin olması ve çok sayıda tohum üretmesidir [2,8,9]. Ayrıca ürettiği tohumların optimum yaşam şartları oldukça geniştir [10]. *L. salicaria* tohumları yaklaşık 1 mm boyunda olup olgun bireylerde yılda 2 milyonun üzerinde tohum elde edilmektedir [11]. Kendine tozlaşan tohumlar özellikle yağmur, rüzgar, sulak alanda yaşayan hayvanlar ve su kuşlarının dışkıları ile taşınırlar [12]. Tohumlar suyun yüzeyinde bulunur ve oluşan su akımlarıyla kolaylıkla taşınabilmektedir. Besin ve ışık gereksinimleri oldukça düşük olan tohumlar asit ya da alkali topraklarda çimlenebilmektedir. Optimum çimlenme için gerekli olan pH 4.0-9.1 arasında olup, sıcaklık 15- 20 °C arasında değişmektedir. Çimlenmede en önemli belirleyici ise nemdir. 35-40 cm derinlikte bulunan hayatta kalmayı başarmış tohumlar çimlenme yeteneklerini uzun süre koruyabilmektedirler [13].

Son yıllarda Türkiye’de nehir ve göl kenarlarında bulunan çok yıllık bitkilerin yok edilmesi, bu alanların tarım arazisine dönüştürülmesi ve *L. salicaria*; fiziksel, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri kullanılmasına rağmen sulak alanlardaki yayılışı artmıştır. Hatta bitki baskın tür haline gelme potansiyeline sahiptir [3, 10, 14-20]. Bitkilerin yayılışında ürettiği tohum sayısı ve tohumların özellikleri oldukça önemlidir. *L. salicaria* fazla sayıda tohum üretmekte ve bu tohumların olumsuz ekolojik koşullara dayanıklı olduğu bilinmektedir [10].

Bitkinin vejetatif ve generatif özellikleri maruz kaldığı güneş ışığının süresi ve kalitesi, yetiştiği coğrafi alan ve iklimsel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Bu çalışmada üç farklı fitocoğrafik bölgeyi temsil etmesi amacıyla Kütahya, Eskişehir, Bilecik ve Antalya’da belirlenen lokalitelerde yayılış gösteren *L. salicaria* popülasyonlarının tohum büyüklükleri ve ağırlıkları bitkinin yayılışında önemli faktörler olan tepe tacı kapallığı ve lokasyona bağlı olarak araştırılmıştır.

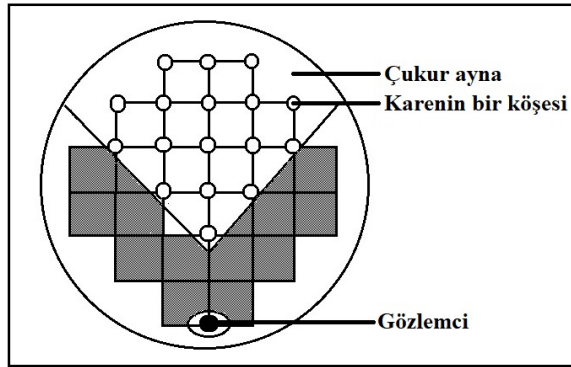
II. MATERYAL METOD

Araştırmanın materyalini oluşturan *L. salicaria* türüne ait tohumlar Türkiye’de farklı fitocoğrafik bölgelerin etkisi altında bulunan Kütahya (Akdeniz), Eskişehir (İran-Turan), Bilecik (Avrupa-Sibirya) ve Antalya (Akdeniz) il sınırları içerisinde bitkinin optimum gelişim gösterdiği toplam 12 farklı habitattan toplanmıştır (Şekil 1). Toplanan tohum örnekleri laboratuvara getirilerek gerekli ölçümler alınmıştır.



Şekil 1. Davis (1965)'in Grid Sistemi haritası üzerinde çalışma alanlarının gösterimi [21]

Seçilen lokalitelerdeki örneklik alanlarda bulunan *L. salicaria* popülasyonlarının tepe tacı kapalılığı, yapılan arazi çalışmaları sırasında “küresel densiyometre” kullanılarak ölçülmüştür. Küresel densiyometre 5cm çapında bir çukur ayna içerisine çizilmiş 1x1cm boyunda 24 adet kare ve bu karelerin birleşiminden oluşan toplam 37 noktadan meydana gelmiştir (Şekil 1). Tepe tacı kapalılığı, küresel densiyometre ile ölçümü yapılacak popülasyonun tam üzerinde veya yanında durularak ölçülmüştür. Küresel densiyometre bel hizasında tutulmuş, gözlemcinin görüntüsü aynada kaybolana dek sağa-sola ve yukarı-aşağı doğru hareket ettirilmiştir. Densiyometreyi kullanan kişinin görüntüsü aynada kaybolduğu anda alet fazla kımlatılmadan, aynada bulunan karelerin köşelerine düşen yaprakların görüntüleri sayılmıştır. Bu sayımlar pusula kullanılarak dört ana yönde (kuzey, güney, doğu ve batı yönlerinde) tekrarlanmıştır. Tepe tacı kapalılığı yüzdesini hesaplamak için dört ana yön için okunan tepe tacı kapalılığı değerleri toplanmış ve 1,5 katsayısıyla çarpılmıştır. Çarpımdan sonra elde edilen sonuç 30-65 arasında ise 1, üstünde ise 2 sabit sayısı sonuçtan çıkarılmıştır. Hesaplanan bu değer bize yüzde cinsinden tepe tacı kapalılığını vermiştir [22].



Şekil 2. Küresel densiyometre

Çalışmada *L. salicaria* popülasyonlarının ürettiği tohumların en ve boy uzunlukları laboratuvarında ışık mikroskopunun okülerine yerleştirilen mikrometre kullanılarak ölçülmüş ve mikron cinsinden hesaplanmıştır. *L. salicaria* popülasyonlarının ürettiği tohumların ağırlıkları ise hassas terazi kullanılarak mikrogram cinsinden ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar JMP istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir [23]. Seçilen çalışma alanlarının iklimsel özellikleri (minimum, maksimum, ortalama sıcaklık ve ortalama yağış) düzenli periyotlarla ölçüm yapılan ve çalışma alanlarına en yakın olan meteoroloji istasyonlarının son 15 yıllık verileri göz önüne alınarak incelenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma alanlarına ait iklimsel veriler

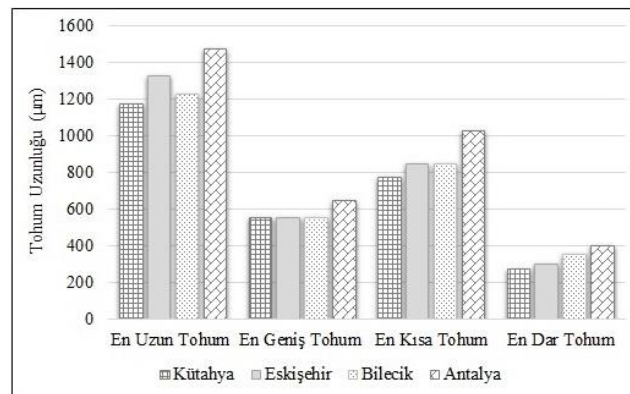
Çalışma Alanı	Rakım (m)	Yıllık Ort. Sıcaklık (°C)	En soğuk ayın ort. Min. sıcaklığı (°C)	En sıcak ayın ort. Min. sıcaklığı (°C)	Yıllık Yağış Miktarı (mm)
Kütahya	969	10.6	-11.6 (Ocak)	12.4 (Temmuz)	531.2
Eskişehir	732	10.6	-12.2 (Ocak)	12.5 (Temmuz)	348.4
Bilecik	526	10.6	-7.3 (Şubat)	12.4 (Temmuz)	447.5
Antalya	43	28.2	0.5 (Şubat)	19.6 (Temmuz)	1101.3

III. BULGULAR VE TARTIŞMA

Belirlenen çalışma alanlarından toplanan *L. salicaria* popülasyonlarına ait tepe tacı kapalılıkları küresel densiometre ile ölçülerek karşılaştırılmıştır. Buna göre Kütahya'da seçilen örneklik alanlardaki popülasyonların tepe tacı kapalılığı % 71.5-100; Eskişehir'de seçilen örneklik alanlardaki popülasyonların tepe tacı kapalılığı % 82-98.5; Bilecik'te seçilen örneklik alanlardaki popülasyonların tepe tacı kapalılığı %1-90; Antalya'da seçilen örneklik alanlardaki popülasyonların tepe tacı kapalılığı ise % 0-1 arasında değişmektedir. Tohum örneklerinin toplandığı lokalitelerin tepe tacı kapalılığı ortalama değerleri Tablo 2'de yer almaktadır. *L. salicaria* türüne ait tohum en-boy uzunlukları ile tohum ağırlıkları ölçülmüş ve yapılan ölçümlerin sonuçları çalışma alanları göz önünde bulundurularak karşılaştırılmıştır. Kütahya'dan toplanan *L. salicaria* popülasyonlarında en uzun ve en geniş tohumun 1175-550 µm, en kısa ve en dar tohumun ise 775-275 µm; Eskişehir'deki popülasyonlarda en uzun ve en geniş tohumun 1325-550 µm, en kısa ve en dar tohumun ise 850-300 µm olduğu tespit edilmiştir. Bilecik ilinin örneklerinde en uzun ve en geniş tohumun 1225-550 µm, en kısa ve en dar tohumun ise 850-350 µm olduğu; Antalya'daki *L. salicaria* popülasyonlarında en uzun ve en geniş tohumun 1475-650 µm, en kısa ve en dar tohumun ise 1025-400 µm olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Çalışma alanlarından toplanan tohum örneklerin ortalama değerleri ise Tablo 2'de verilmiştir. En-boy uzunlukları en fazla olan tohumlar Antalya ilinde, en düşük olan tohumlar ise Kütahya ilinde tespit edilmiştir.

Tablo 2. Çalışma alanlarının ortalama tepe tacı kapalılığı ile tohum örneklerinin ortalama en-boy uzunluğu ve ortalama ağırlıkları

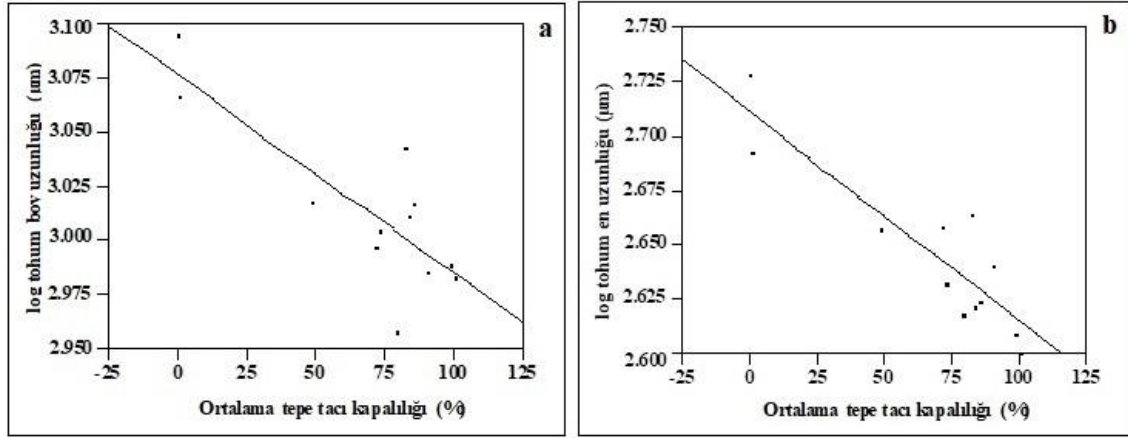
Çalışma Alanı	Ortalama Tepe Tacı Kapalılığı (%) ± SE	Ortalama Tohum Boy Uzunluğu (µm) ± SE	Ortalama Tohum En Uzunluğu (µm) ± SE	Ortalama Tohum Ağırlığı (µg ± SE)
Kütahya	85 ± 6,2	1024,4 ± 4,1	443,8 ± 2,4	60,2 ± 2,1
Eskişehir	87,3 ± 3,8	961,5 ± 5,7	423,6 ± 3,4	95,8 ± 4,7
Bilecik	53,1 ± 6,4	1042,6 ± 4,9	424,0 ± 2,8	76,4 ± 2,5
Antalya	0,8 ± 0,2	1219,6 ± 4,6	519,4 ± 3,6	109,7 ± 5,5



Şekil 3. Çalışma alanlarında seçilen farklı lokalitelere ait tohumların en ve boy uzunluklarının karşılaştırılması

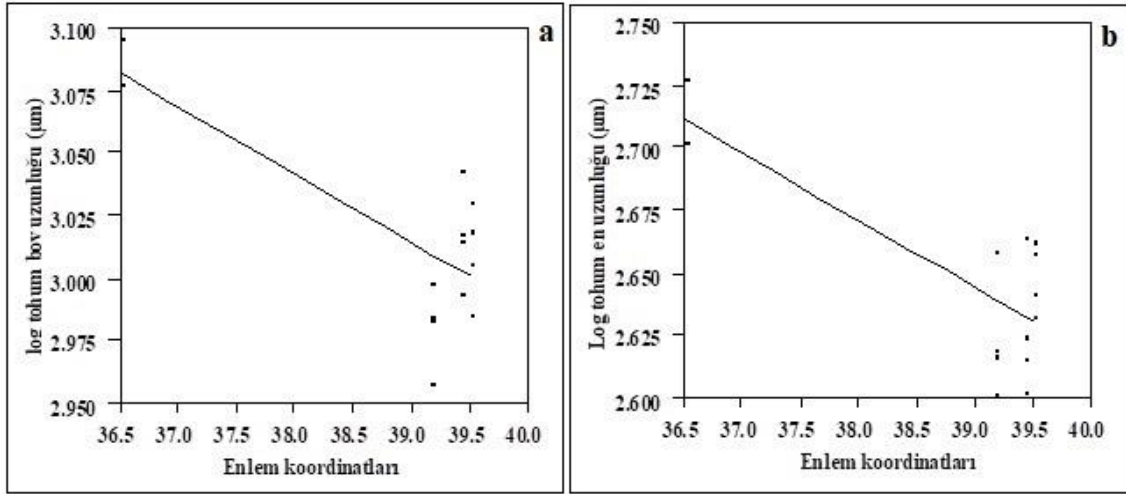
İstatistiksel analizlerden elde edilen sonuçlar tohum boyu ile tepe tacı kapalılığı arasında negatif bir ilişki olduğunu, tepe tacı kapalılığı yüzdesi arttıkça *L. salicaria* tohumlarının boyunun kısaldığını göstermiştir

($r^2=0.67$, $F=20.4374$, $p<0.0011$, Şekil 3a). Ayrıca, tohum eni ile tepe tacı kapalılığı arasında da negatif bir ilişki olduğu, tepe tacı kapalılığı yüzdesi arttıkça *L. salicaria* tohumlarının eninin azaldığı tespit edilmiştir ($r^2=0.80$, $F=41.3078$, $p<0.0001$, Şekil 3b).



Şekil 4. a) Log tohum boy uzunluğu-ortalama tepe tacı kapalılığı (%) regresyon hattı grafiği, b) Log tohum en uzunluğu-ortalama tepe tacı kapalılığı (%) regresyon hattı grafiği

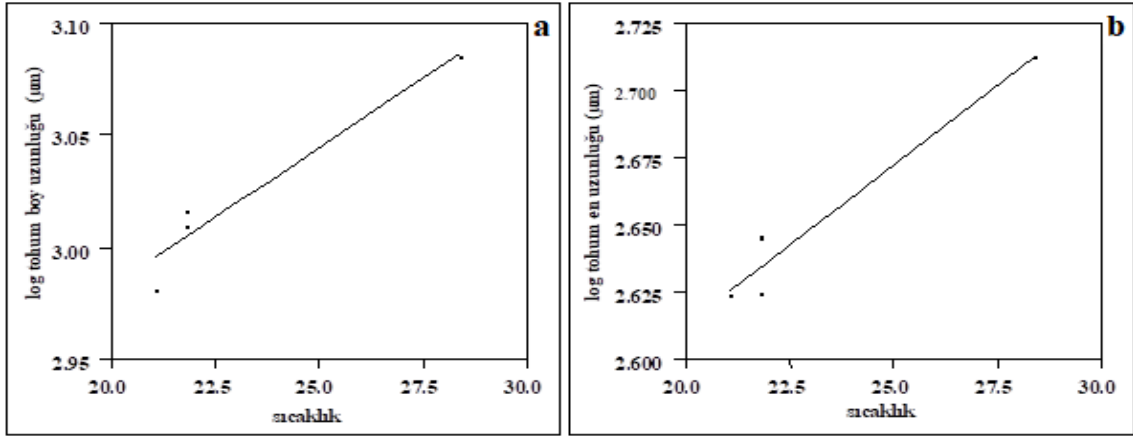
Genel olarak ışıktaki yetişen bitkilerle gölgede yetişen bitkiler karşılaştırıldığında ışıktaki yetişen bitkilerin gölgede yetişen bitkilere göre daha iyi gelişim gösterdiği saptanmıştır [24-26]. Kuzey Amerika'da yayılış gösteren *L. salicaria* popülasyonlarının ortalama tohum boyutları Thompson ve arkadaşları (1987) ile Young ve Clements (2001) tarafından $400 \times 200 \mu\text{m}$ olarak tespit edilmiştir [3,27]. Ayrıca büyük tohumların tohumlar daha fazla depolanmış besin içerdiği ve büyük tohumlardan çimlenen fidelerin küçük tohumlardan çimlenen fidelere göre çevresel streslerle daha iyi baş ettiği rapor edilmiştir [28]. Bu durum çalışmamızın sonuçlarının tam tersini ifade etmektedir. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre Türkiye'de yayılış gösteren *L. salicaria* türünün ortalama boy uzunluğunun $1065.9 \mu\text{m}$ ve ortalama en uzunluğunun $454.2 \mu\text{m}$ olarak hesaplanmıştır. Küçük tohum üreten türlerin tepe tacı kapalılığı düşük olan habitatlarda, büyük tohum üreten türlerin ise tepe tacı kapalılığı yüksek olan habitatlarda bulunduğu belirtilmiştir [28]. *L. salicaria* popülasyonlarının ortalama tepe tacı kapalılığı ile bitkinin tohum eni ve boy uzunluğunun arasında negatif bir ilişkinin olduğu ortalama tepe tacı kapalılığı arttıkça bitkinin tohum eni ve boy uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir (Şekil 3a ve 3b). Ayrıca tohum büyüklüğü ile depolanan besin maddesi arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Lönnberg ve Eriksson'un (2012) yapmış oldukları çalışmada tepe tacı kapalılığı düşük ve yüksek olan ekotonlara *Convallaria majalis*, *Frangula alnus*, *Prunus padus* ve *Prunus spinose* türlerine ait tohumlar tek tek tartılarak ekilmiş, sadece *C. majalis* türünde yüksek tepe tacı kapalılığı ile tohum büyüklüğü etkisi arasında bir ilişkinin olduğu belirtilmiştir [28]. Elde edilen sonuçlara göre, tohum ağırlığı ile tepe tacı kapalılığı arasında ($r^2=0.05$, $F=0.5886$, $p<0.4607$) ve tohum ağırlığı ile enlem koordinatları arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı belirlenmiştir ($r^2=0.06$, $F=0.8861$, $p<0.3637$). *L. salicaria* popülasyonlarının ortalama tepe tacı kapalılığı ile bitkinin ürettiği tohumların ortalama ağırlıkları arasında bir ilişkinin olmadığı, bitki ister güneşte ister gölgede yetişsin tohum ağırlıklarında bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir. Kuzey Amerika ve Avrupa'da yayılış gösteren *L. salicaria* türü ile yapılan çalışmada bitkinin ürettiği tek bir tohum ağırlığının $50-60 \mu\text{g}$ olduğu belirtilmiştir [3]. Bu çalışmada ise *L. salicaria* bitkisinin ürettiği tek bir tohumun ortalama ağırlığının oldukça yüksek olduğu en ağır tohumun Antalya'da $230.76 \mu\text{g}$ iken, en hafif tohumun Kütahya'da $74.07 \mu\text{g}$ olarak tespit edilmiştir. Soya fasulyesi ile yapılan bir çalışmada tohum ebatları 5.15mm ile 6.75mm arasında değişen ve tohum ağırlığı 100 tohum başına 10 ile 20 g olan tohumlar tercih edilmiş; tohum büyüklüğünün bitkinin rekabet edebilirliğini arttırmak için bir yöntem olabileceği belirtilmiştir [29].



Şekil 5. a) Log tohum boy uzunluğu-enlem koordinatları regresyon hattı grafiği, b) Log tohum en uzunluğu-enlem koordinatları regresyon hattı grafiği

L. salicaria popülasyonlarının enlem koordinatları ile bitkinin tohum en ve boy uzunlukları arasında negatif bir ilişkinin olduğu enlem koordinatları arttıkça bitkinin tohum boy uzunluğu ve tohum en uzunluğunun azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4a ve 4b). Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar daha önce yapılan ve literatürde yer alan araştırmalarla paralellik göstermektedir [30]. Ayrıca *L. salicaria* popülasyonlarının enlem koordinatları ile bitkinin ürettiği tohumların ortalama ağırlıkları arasında bir ilişkinin olmadığı bitki ister güneşte ister gölgede büyüsün tohum ağırlıklarında bir farklılığın olmadığı tespit edilmiştir.

Sıcaklık; bitki büyümesi, çimlenmesi, vejetatif gelişim gibi bitkinin yaşamında önem taşıyan özelliklerini etkilemektedir. Bitkiler sıcaklığa bağlı olarak büyüme ve gelişme hızlarında farklılık gösterirler. Sıcaklıktaki değişiklik bitkinin yetiştiği bölgenin lokalitesi ile yakından ilişkilidir. Ekvatora doğru gidildikçe sıcaklığın arttığı, enlem derecesinin artması durumunda ise sıcaklığın düştüğü bilinmektedir [31-33]. Çalışma alanlarının meteorolojik verilerine göre sıcaklığın en yüksek olduğu ay olan Temmuz ayı ortalama sıcaklıklarının 24.7 – 30.2 °C arasında değiştiği saptanmıştır. Temmuz ayı ortalama sıcaklığı ile tohum en ve boyu arasında pozitif bir ilişki olduğu sıcaklık arttıkça bitkinin tohum en uzunluğu ve tohum boy uzunluğunun da arttığı saptanmıştır (Şekil 5a ve 5b). Tohum en-boy uzunluğu ve tohum ağırlıklarının çalışma alanlarındaki Temmuz ayı ortalama sıcaklığına bağlı olarak ANOVA ve regresyon analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda Temmuz ayı ortalama sıcaklığı ile tohum en ve boy uzunlukları arasında pozitif bir ilişki olduğu sıcaklık arttıkça tohum boy ($F=45.9825$, $p>0.0211$, $r^2=0.95$, Şekil 5a) ve en uzunluklarının ($F=28.8342$, $p>0.033$, $r^2=0.93$, Şekil 5b) arttığı bulunmuştur. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar Shamsi ve Whitehead (1974) ile Young ve arkadaşları (2001)'nin yapmış olduğu çalışmaları desteklemektedir [25,27]. Yapılan bir çalışmada *Miscanthus* cinsine ait küçük tohumlara sahip türlerin daha geç çimlendiğini ancak düşük sıcaklıklarda çimlenmenin erken olduğunu belirtmiştir [34].



Şekil 6. a) Log tohum boy uzunluğu-sıcaklık (Temmuz ayı) regresyon hattı grafiği, b) Log tohum en uzunluğu-sıcaklık (Temmuz ayı) regresyon hattı grafiği

Kütahya'da seçilen örneklik alanlardan toplanan *L. salicaria* popülasyonlarında en ağır tohumun 83.3 µg, en hafif tohumun ise 33.3 µg, Eskişehir'de seçilen örneklik alanlardan toplanan *L. salicaria* popülasyonlarında en ağır tohumun 214.3 µg, en hafif tohumun 28.6 µg, Bilecik'te seçilen örneklik alanlardan toplanan *L. salicaria* popülasyonlarında en ağır tohumun 125.0 µg, en hafif tohumun ise 46.5 µg, Antalya'da seçilen örneklik alanlardan toplanan *L. salicaria* popülasyonlarında en ağır tohumun 230.8 µg, en hafif tohumun ise 52.6 µg olduğu tespit edilmiştir. Kütahya, Eskişehir, Bilecik ve Antalya olmak üzere dört çalışma alanında belirlenen *L. salicaria* popülasyonlarının ürettiği tohumların ortalama ağırlığı ise sırası ile 60.2 ± 2.1 µg, 95.8 ± 4.7 µg, 76.4 ± 2.5 µg, 109.7 ± 5.5 µg olarak belirlenmiştir (Tablo 2).

Amerika'da ve Türkiye'de yayılış gösteren *L. salicaria* popülasyon büyüklüklerinin morfolojik ve taksonomik özelliklerinin, ürettiği tohum sayısı ve büyüklüklerindeki farklılıkların zaman içerisinde geçirdiği genetik değişiklikler, predatörlerin farklılıkları ve ortamdaki ekolojik faktörlerin, örneğin ışık, etkisinden kaynaklandığı belirtilmektedir [25,26,30,35,36]. Çalışmanın yapıldığı üç fitocoğrafik bölgeyi temsil eden Kütahya, Eskişehir ve Bilecik illerinin de ekolojik koşullarının birbirinden farklı olduğu; ayrıca bu illerde bitki örneklerinin toplandığı lokalitelerde tepe tacı kapalılığına bağlı olarak *L. salicaria* üzerinde etkili olan ışık miktarının %0.8 ile %85 arasında değiştiği belirlenmiştir. Bitki yaşam döngüsünde en kritik olaylardan biri generatif gelişimin son aşaması olan tohum oluşumudur. Sağlıklı tohum meydana getirebilen bitkiler nesillerinin devamlılığını sağlarlar. Tohumların oluşmasında ise bitki için en önemli faktörler sıcaklık ve nemdir [37]. Bitkinin yeterli miktarda ışık almasında tepe tacı kapalılığının düşük olması, bitkinin istediği sıcaklığın sağlanmasında ise lokasyonun önemi büyüktür. Generatif gelişim evresinde optimum koşullara sahip olan bitkiler az ışık alan ve düşük sıcaklığa sahip olan bölgelere göre daha kaliteli tohumlar oluşturur [31,33]. Literatürde yer alan birçok çalışma tohum büyüklüğü ve çimlenme başarısı; erken gelişim evresindeki ekofizyolojik özellikler ve tohum ağırlığı ve ürün kalitesi; enlem ile bitki büyüme hızı ve çiçeklenme zamanının ilişkisi ile ilgilidir. Ancak bitkinin tohum üretiminde etkili olan ekolojik faktörler ve bu faktörlerin etkileri üzerine yapılan araştırmalar yok denecek kadar azdır [38-40].

IV. SONUÇ

Bu çalışmada Türkiye'de dengeli bir yayılış gösterirken; son yıllarda, Kuzey Amerika ve Kanada'da olduğu gibi istilacı özelliği öne çıkan *L. salicaria* türünün özellikle tepe tacı kapalılığı düşük olan sulak alanların doğal vejetasyonunda popülasyon sayısının arttığı tespit edilmiştir. Türkiye'de gerek düşük tepe tacı kapalılığına sahip Antalya ilindeki lokaliteler gerek yüksek tepe tacı kapalılığına sahip Eskişehir ve Kütahya illerindeki lokalitelerin tamamında yetişen bitkilere ait tohumların Kuzey Amerika'daki tohumlara göre daha büyük ve ağır olması tohumların yayılma oranını azaltsa da *L. salicaria* türünün istilacı bir tür olması riskini ortadan kaldırmamaktadır. Bu araştırmada ekolojik olarak oldukça önemli olan sulak alanların istilacı türü *L. salicaria* başta olmak üzere bitkilerin yayılışında tohum büyüklüğünün etkili olduğu; tohum büyüklüğünün ise tepe tacı kapalılığı, enlem koordinatları ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiği üç fitocoğrafik bölgeyi temsil eden

dört ilde belirlenen lokalitelerden toplanan tohumlar ile belirlenmiştir. Bu çalışma, başta istilacı türler olmak üzere bitkilerin yayılış alanlarının belirlenmesi ve popülasyonların genişleme oranlarında etkili olan ekolojik faktörlerin belirlenmesi ile ilgili diğer çalışmalara temel oluşturmaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Mitsch, W. J. ve Gosselink, JM. “Wetlands”, *John Wiley and Sons, Inc*, New York, ABD, 2000.
- [2] Shi, J., Macel, M., Tielbörger, K., ve Verhoeven, KJF., “Effects of Admixture in Native and Invasive Populations of *Lythrum salicaria*”, *Biol Invasion*, 20: 2381-2393, 2018.
- [3] Thompson, D., Stuckey, R. ve Thompson EB., “Spread, impact and control of purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) in North America Wetlands”, *United States Department of the Interior Fish and Wildlife Service Research 2*, Washington, DC, 1987.
- [4] Flottum, K., “Loosing loosestrife”, *Bee Culture*, 7: 374-378, 1993.
- [5] Welling, CH. ve Becker, RL., “Reduction of purple loosestrife establishment in Minnesota Wetlands”, *Wildlife Society Bulletin*, 21: 56-65, 1993.
- [6] Fransworth, EJ. ve Ellis, DR., “Is purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) an invasive threat to freshwater wetlands? Conflicting evidence, from several ecological metrics”, *Wetlands*, 21: 199-209, 2001.
- [7] Chun, Y. J., Kim, C. G. ve Moloney, K. A., “Comparison of Life History Traits Between Invasive and Native Populations of Purple Loosestrife (*Lythrum salicaria*) Using Nonlinear Mixed Effects Model”, *Aquatic Botany*, vol. 93, pp. 221-226, 2010.
- [8] Colautti, R. I., White, N. A., Barret, S. C. H., “Variation of Self-Incompatibility within Invasive Populations of Purple Loosestrife from Eastern North America”, *Int. J. Plant. Sci.*, vol. 171(2), pp. 158-166, 2010.
- [9] Middleton, BA., Travis, SE., Kubatova, B., Johnson, D. ve Edward, KR., “Morphology and genetics of *Lythrum salicaria* from Latitudinal Gradients of the Northern Hemisphere Grown in Cold and Hot Common Gardens”, *Plos One*, 3: 1-24, 2019.
- [10] Blossey, B. Skinner, L. C., Taylor, J., “Impact and management of purple loosestrife (*Lythrum salicaria* L.) in North America”, *Biodiversity and Conservation*, vol. 10: 1787-1807, 2001.
- [11] Lindgren, CJ., Walker, D., “Growth Rate, Seed Production, and Assessing the Spatial Risk of *Lythrum salicaria* using Growing Degree-Days”, *Wetlands*, 32: 885-893, 2012.
- [12] Balogh, C. M., Barrett, S. C. H., “Genetic and Environmental Influences on Partial Self-Incompatibility in *Lythrum salicaria* (Lythraceae)”, *Int. J. Plant. Sci.*, vol. 179(6), pp. 423-435, 2018.
- [13] Uva, RH. ve Joseph, MDT., *Weeds of the Northeast Comstock Publishing Associates*, London, UK, 1997.
- [14] Malecki, RA., Blossey, B., Hight, SD., Schroeder, D., Kok, LT. ve Coulson, JR., “Biological control of purple loosestrife”, *BioScience*, 43: 680-686, 1993.
- [15] Hight, SD., Blossey, B., Laing, J. ve Declerck-Floate, R., “Establishment of insect biological control agents from Europe against *L. salicaria* in North America”, *Environmental Entomological*, 24: 967-976, 1995.

- [16] Agren, J., "Population size, pollinator limitation and seed set in the self-incompatible herb *Lythrum salicaria*", *Ecology*, vol. 77(6), pp. 1779-1790, 1996.
- [17] Hager, SD. ve Mccoy, KD., "The implications of accepting untested hypotheses: A review of the effect of *Lythrum salicaria* in North America", *Biodiversity and Conservation*, 7: 1069-1079, 1998.
- [18] Thomas, MB. Ve Willis, AJ., "Biocontrol-risky but necessary?", *Tree*, 13: 325-329, 1998.
- [19] Gardner, SC., Grue, CE., Major, IWW. ve Conquest, LL., "Aquatic invertebrate communities associated with purple loosestrife (*Lythrum salicaria*), cattail (*Typha latifolia*), and bulrush (*Scirpus acutus*) in Central Washington, USA", *Wetlands*, 21: 593-601, 2001.
- [20] Katovich, EJS., Ragsdale, DW., Skineer, LC. ve Becker, RL., "Effect of *Galerucella* ssp. feeding on seed production in purple loosestrife", *Weed Science*, 49: 190-194, 2001.
- [21] Davis, PH., *Flora of Turkey and East Aegean Islands* . Vol. 4, Edinburgh University Press, Edinburgh, Edinburgh, pp: 174-179, 1965.
- [22] Hills, B., The spherical densiometer revisited, *A News Letter for Wildlife Habitat Managers*, 6, 2-3, 1985.
- [23] JMP SAS., SAS Institute Inc., NC, USA, 1995.
- [24] Crone, E. E., Jones, C. G., "The dynamics of carbon-nutrient balance: Effects of cottonwood acclimation to short and long term shade of beetle feeding preferences", *J. of Chemical Ecology*, vol. 25, pp. 635-656, 1999.
- [25] Shamsi, SRA., Whitehead, FH., "Comparative eco-physiology of *Epilobium hirsutum* L. and *Lythrum salicaria* L: Growth and development in relation to light", *Journal of Ecology*, 62: 631-645, 1974.
- [26] Weihe, PE. ve Neely, RK., "The effect of shading on competition between purple loosestrife and broad-leaved cattail", *Aquatic Botany*, 59: 127-138, 1997.
- [27] Young, JA. ve Clements, CD., "Purple loosestrife (*Lythrum salicaria*) seed germination", *Weed Technology*, 15: 337-342, 2001.
- [28] Lönnberg, K. ve Eriksson, O., "Relationships Between Intra-specific Variation in Seed Size and Recruitment in Four Species in Two Contrasting Habitat", *Plant Biology*, 15: 601-606, 2012.
- [29] Place, GT., Reberg-Horton, SC., Carter, TE. ve Smith, AN., "Effects of Soybean Seed Size on Weed Competition", *Agronomy Journal*, 103(1): 175-181, 2011.
- [30] Türe, C., Akanlı, BN. ve Middleton, BA., "Characterization of the habitat of *Lythrum salicaria* L.'ın floodplain forests in western Turkey – effects on stem height and seed production", *Wetlands*, 24: 711-716, 2004.
- [31] Graham, LE., Graham, JM. ve Wilcox, LW., "Bitki Biyolojisi", *Palme Yayıncılık*, Yayın No: 283, pp. 344-398, Ankara-Türkiye, 2004.
- [32] Gökmen, S., "Genel Ekoloji", *Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.*, Yayın No: 37, pp. 40-83, Ankara-Türkiye, 2011.
- [33] Mauseth, JD., "Botanik Bitki Biyolojisine Giriş", *Nobel Akademik Yayıncılık*, Yayın No: 400, pp. 311-334, Ankara-Türkiye, 2012.

- [34] Dwiyantri, MS., Stewart, JR., Nishiwaki, A. ve Yamada, T., “Natural Variation in *Miscanthus sinensis* Seed Germination Under Low Temperatures”, *Japanese Society of Grassland Science*, 60: 194–198, 2014.
- [35] Edwards, KR., Kvet, J. ve Adams, MS., “Comparision of *Lythrum salicaria* L. study sites in the Midwest U. S. and Central Europe”, *Ekologia*, 18: 113-124, 1999.
- [36] Bingöl, N., “Batı Anadolu’da yayılış gösteren *Lythrum salicaria* L. (Lythraceae)’nın taksonomik ve ekolojik özellikleri”, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Eskişehir, 2002.
- [37] Ünal, M., “Bitki (Angiosperm) Embriyolojisi”, *Marmara Üniversitesi Fen Edebiyat Fak. Yayınları*, Yayın No: 11, pp. 184-203, İstanbul-Türkiye, 2004.
- [38] Debieu, M., Tang, C., Stich, B., Sikosek, T., Effgen, S., Josephs, E., Schmitt, J., Nordborg, M., Koornneef, M. ve Meaux, J., “Co-Variation between Seed Dormancy, Growth Rate and Flowering Time Changes with Latitude in *Arabidopsis thaliana*”, *Plos One*, 2013, vol. 8(5), pp. 1-12.
- [39] Harker, KN., O’Donovan, JT., Smith, EN., Peng, JG., Willenborg, CJ., Gulden, RH., Mohr, R., Gill, KS. ve Grenkow, LA., “Seed Size and Seeding Rate Effects on Canola Emergence, Development, Yield and Seed Weight”, *Canadian Journal of Plant Science*, 95(1): 1-8, 2015.
- [40] Li, Z., Lu, W., Yang, L., Kong, X., Deng, X., “Seed Weight and Germination Behavior of the Submerged Plant *Potamogeton pectinatus* in the Arid Zone of Northwest China”, *Ecology and Evolution*, 5(7): 1504-1512, 2015.