



# Kırmızı Hevhulma (*Lythrum salicaria* L.) Ekstraktlarının Farklı Sıcaklık ve Konsantrasyonlarının Marul Tohumları Üzerindeki Allelopatik Etkisi

Betül Akın<sup>1\*</sup>, Nüket Bingöl<sup>1</sup>, Sema Leblebici<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, Türkiye  
<sup>2</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Bilecik, Türkiye

(İlk Geliş Tarihi 4 Eylül 2019 ve Kabul Tarihi 22 Ekim 2019)

(DOI: 10.31590/ejosat.615314)

**ATIF/REFERENCE:** Akın, B., Bingöl, N. & Leblebici, S. (2019). Kırmızı Hevhulma (*Lythrum salicaria* L.) Ekstraktlarının Farklı Sıcaklık ve Konsantrasyonlarının Marul Tohumları Üzerindeki Allelopatik Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (17), 290-296.

## Öz

Bu çalışmada, farklı konsantrasyonlar (0, 0,5, 1 ve 5 g/100 ml kök, gövde ve yaprak) ve sıcaklıklarda bekletilerek (24 ve 80 °C) elde edilen kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria* L.) ekstraktlarının, marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinin çimlenme ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkileri araştırılmıştır. 24 °C ve 80 °C'de hazırlanan bitki ekstraktları karşılaştırıldığında, 80 °C'de hazırlanan bitki ekstraktlarının konsantrasyon artışına paralel olarak marul tohum çimlenme yüzdesini ve fide gelişimini 24 °C'ye göre önemli oranda azalttığı tespit edilmiştir. Saf suda 24 °C'de elde edilen ekstraktlar kendi içinde değerlendirildiğinde ise, 5 g yaprak ekstraktı çimlenmeyi tamamen engellediği halde diğer uygulamalar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Bunun aksine kök, gövde ve yaprak ekstraktlarının fide gelişimini azalttığı saptanmıştır. Bitki kök, gövde ve yaprağından hem 24 °C hem de 80 °C'de hazırlanan ekstraktların büyümeyi engelleyici etkileri yüksekten düşüğe göre sıralandığında, sıra yaprak > kök > gövde olarak tespit edilmiştir. Yaptığımız çalışma sonuçlarına göre allelopatik aktivitenin ekstrakt konsantrasyonları ile kaynaklarına (kök, gövde, yaprak) göre değiştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Allelopati, Sulu ekstrakt, Kırmızı hevhulma (*Lythrum salicaria*), Marul (*Lactuca sativa*).

## Allelopathic Effect of Different Temperatures and Concentrations of Purple loosestrife (*Lythrum salicaria* L.) Extracts on Lettuce Seeds

### Abstract

In this study, allelopathic effects of purple loosestrife (*Lythrum salicaria* L.) extracts, obtained from different concentrations (0, 0.5, 1 and 5 g / 100 ml root, stem and leaves) and temperatures (24 and 80 ° C), on germination and seedling growth of lettuce were investigated. When the plant extracts prepared at 24 °C and 80 °C were compared each other, it was found that the plant extracts prepared at 80 °C significantly decreased the germination percentage and seedling growth of lettuce than plant extracts prepared at 24 °C. When the extracts obtained in pure water at 24 °C were evaluated, 5 g leaf extract completely inhibited germination but there was no statistical difference among the other treatments. In contrast, root, stem and leaf extracts were found to reduce seedling growth. When the growth inhibitory effects of extracts, prepared at both 24 °C and 80 °C from root, stem and leaf, sorted according to high to low, the order was determined as leaf> root> stem. According to the results of our study, allelopathic activity varied according to extract concentrations and sources (root, stem, leaf).

**Keywords:** Allelopathy, Aqueous extract, Purple loosestrife (*Lythrum salicaria*), Lettuce (*Lactuca sativa*).

<sup>1</sup> Sorumlu Yazar: Dumlupınar Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kütahya, Türkiye, ORCID: 0000-0002-2325-7496, [betul.akin@dpu.edu.tr](mailto:betul.akin@dpu.edu.tr)

## 1. Giriş

Karasal ve sucul ekosistemler arasında yer alan sulak alanlar, bu ekosistemlerin bazı karakteristik özelliklerine sahip olup genellikle dere, nehir, göl ve deniz kıyılarında geçiş bölgeleri olarak tanımlanırlar. Tarih boyunca insanoğlu tarafından farklı amaçlar için kullanılan bu alanların önemini, yapısını, fonksiyonlarını ve sulak alan kayıplarını ortaya koyabilmek için son yıllarda biyolojik ve ekolojik çalışmalar hız kazanmıştır (Mitsch ve Gosselink, 2000). Sulak alan kayıpları günümüzde başta bu alanların tarım amaçlı kullanımı olmak üzere, baraj yapımı, erozyon ve kentleşme gibi nedenlerden dolayı giderek artmaktadır (Gopal ve Goel, 1993; Kim ve Rejmánková 2001).

Sulak alan bitkileri, bu ekosistemlerin yapısı ve işleyişinde anahtar rol oynarlar ve bu bitkiler ışık, besin maddeleri ve yer gibi faktörler bakımından rekabet halindedir. Allelopati denilen rekabet şekli de, bitkiler arasında meydana gelen bir başka etkileşim biçimidir (Rice, 1979). Fitotoksinlerin çevreye salınması, ortamda bulunan diğer bitki türlerinin büyüme ve yaşam süreçlerini etkilediğinden, allelopati istilacı bitki türlerin rekabet başarısını arttırabilmektedir. Bu etkileşim biçiminde organizmalarca çevreye salınan kimyasal maddelerin başka bir bitkide olumlu veya olumsuz etki göstermesi söz konusudur (Kocaçalışkan, 2006). Allelokimyasalların (yani allelopatik etkili kimyasalların) bitkiler üzerindeki etkileri genelde olumsuz yönde olmakla birlikte nadiren de olumlu yönde olabilmektedir (Kocaçalışkan ve Terzi, 2001; Akın ve Kocaçalışkan, 2016). Bu etkiler; büyüme, fotosentez hızı ve besin emilim gücünde azalma, klorosis, şekil bozuklukluğu, absisyon, kuruma ve ölüm olarak sıralanabilir (Rizvi ve Rizvi, 1992; Mammadov, 2014).

Bu çalışmanın konusunu da oluşturan kırmızı hevhulma bitkisi Avrupa-Asya kökenli olup, Avrupa kıtasından eski Rusya'ya kadar tüm sulak alanlarda yayılış göstermektedir (Thompson ve ark. 1987). Türkiye'de 12 taksonu bulunan bitkinin bağlı olduğu Lythraceae familyası, Avrupa'da ise 30 takson ile temsil edilmektedir. Sulak alanlarda 1400 m yüksekliğe kadar yetişebilen ve 0,5 ile 1,5 m boyunda çok yıllık otsu bir bitkidir. Bitki çok sayıda kırmızı kahverengi renkte tohum oluşturmasına karşılık endosperm içermez (Davis, 1965-1988) (Şekil 1).



Şekil 1. Kırmızı hevhulma Bitkisinin Görünüşü

Ülkemizde doğal yayılış gösteren kırmızı hevhulma, kuzey Amerika'da nehir kenarlarında, sulak alanlardaki tek türdür ve sulak alanlarda yetişen diğer bitkilerin yayılışını sınırlandırarak doğal habitatı tehdit eden istilacı bir türdür (Thompson ve ark. 1987, Akanıl, 2002). Bitkinin yaygın olarak yayılış göstermesinin nedenlerinin başında, tohumla çoğalmasının yanı sıra vejetatif olarak da üreyebilme yeteneğinin çok yüksek oluşu ifade edilebilmekle birlikte, türdeki istila özelliğinin mekanizması tam olarak bilinmemektedir (Stevens ve ark. 1997; Akanıl, 2002). Bu bakımdan yapılan bilimsel çalışmalar, kırmızı hevhulma bitkisinin sekonder metabolit içeriği bakımından zengin ve Avrupa geleneksel tıbbında yüzyıllardır kullanıldığını göstermektedir (Humadi ve Istudor, 2009; Barbehenn ve Constabel, 2011). Akın ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada, *L. salicaria* saf özüt ve çürüme özütlerinin *Lactuca sativa* tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine olan etkileri araştırılmış olup, bu çalışma da kullanılan ekstraksiyon yöntemi çalışmamızdan farklılık göstermektedir. Bu çalışmada istilacı tür olarak tanımlanan kırmızı hevhulma'nın 24°C ve 80°C'de hazırlanan kök, gövde ve yaprak ekstraktlarının marul (*Lactuca sativa* L.)'da tohum çimlenmesi ile fide gelişimi (kök ve gövde uzunluğu, yaş ve kuru ağırlık) üzerine allelopatik etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Kırmızı hevhulma Fidelerinin Yetiştirilmesi ve Ekstraktlarının Elde Edilmesi

Kırmızı hevhulma fideleri yaklaşık 10 cm uzunluğuna ulaşana kadar, içi su dolu havuzlara yerleştirilen saksılar içinde serada yetiştirilmiştir. Hasat edilen fidelerin kök, gövde ve yaprakları ayrılmış ve örnekler 70 °C' de 48 saat boyunca inkübatörde kurutulmuştur. Kurutulan örneklerden 0; 0,5; 1 ve 5 g tartılmış ve 100 ml saf suya konulup 24°C ve 80°C olmak üzere iki ayrı sıcaklık derecesinde 6 saat süre ile bekletilerek ekstraktlar elde edilmiştir. Elde edilen ekstraktlar filtre kâğıdından geçirilip çimlenme deneylerinde kullanılmak üzere buzdolabında muhafaza edilmiştir. Çalışmamızda 24 °C, oda sıcaklığı olması dolayısıyla seçilmiştir. Bazı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda otoklavlama ya da kaynatmanın ekstrakt aktivitesini arttırdığı (Guenzi ve Mccalla, 1962; Jensen ve ark., 1984; Roy ve ark., 2006; Ehsan ve ark., 2011) ifade edildiğinden 80°C tercih edilmiştir.

## 2.2. Marul Tohumlarının Çimlendirme Deneyleri

Bu çalışmada, marul (*Lactuca sativa* L.) bitkisinin tohumları kullanılmıştır. Tohumlar önceden steril edilen ve içinde iki kat kurutma kağıdı bulunan petri kaplarında, 16 saat aydınlık/8 saat karanlık ışık periyodunda ve  $25\pm 1^\circ\text{C}$ 'de çimlendirilmiştir. Deneyler üç tekrarlı olarak (25 tohum x 3) yapılmıştır. Deneyler sonunda marul bitkisinin % çimlenme, kök ve gövde uzunlukları (cm) ile yaş-kuru ağırlıkları (g) hesaplanmış; yaş ağırlıkları alınan kök ve gövdeler  $70^\circ\text{C}$ 'de 48 saat kurutulduktan sonra tartılarak kuru ağırlıkları kaydedilmiştir. Verilerin analizi JMP 6 SAS istatistik yazılımı programı kullanılarak yapılmıştır (JMP, 1995).

## 3. Araştırma Sonuçları ve Tartışma

### 3.1. Bulgular

Saf suda  $24^\circ\text{C}$  ve  $80^\circ\text{C}$ 'de bekletilerek elde edilen kırmızı hevhulma ekstraktlarında çimlendirilen marul bitkisine ait % çimlenme sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Saf suda  $24^\circ\text{C}$ 'de bekletilerek elde edilen ekstraktlarda çimlenen marul tohumlarının çimlenme yüzdesi 0-98,00 arasında değişmiş, en yüksek çimlenme oranı kontrol grubunda (% 98,00) görülürken, 5 g'lık yaprak ekstraktında marul tohum çimlenmesi gözlenmemiştir. Saf suda  $24^\circ\text{C}$ 'de bekletilerek elde edilen ekstraktlar kendi içinde karşılaştırıldığında, 5 g yaprak ekstraktı hariç, uygulamalar arasında istatistiksel bir fark bulunmamıştır. Saf suda  $80^\circ\text{C}$ 'de bekletilerek elde edilen farklı konsantrasyonlarda ki kök, gövde ve yaprak ekstraktlarında çimlenen marul tohumlarının çimlenme yüzdesi ise 0-98,67 arasında değişmiş, en yüksek çimlenme oranı kontrol grubunda (% 98,67) görülürken, yine 5 g'lık yaprak ekstraktında marul tohum çimlenmesi gözlenmemiştir. Ayrıca,  $80^\circ\text{C}$ 'de bekletilen kök, gövde ve yaprak ekstraktlarının konsantrasyonları arttıkça marulda çimlenme yüzdesinin önemli ölçüde azaldığı gözlenmiştir.  $80^\circ\text{C}$ 'de hazırlanan ekstraktlar içerisinde 5 g'lık kök, gövde ve yaprak konsantrasyonlarının marul çimlenme yüzdesini önemli oranda engellediği belirlenmiştir.

Tablo 1.  $24^\circ\text{C}$  ve  $80^\circ\text{C}$ 'de Saf Suda Bekletilen Kırmızı hevhulma Ekstraktlarının (Kök, Gövde Ve Yaprak) Marul çimlenmesi (%) üzerine etkisi

Konsantrasyon (g/100 ml)	24 °C			80 °C		
	Ekstraktlar			Ekstraktlar		
	Kök	Gövde	Yaprak	Kök	Gövde	Yaprak
Kontrol (Saf su)	98,00 <sup>a*</sup>			98,67 <sup>a</sup>		
0,5 g	94,67 <sup>a</sup>	92,00 <sup>a</sup>	93,33 <sup>a</sup>	89,33 <sup>ab</sup>	88,00 <sup>ab</sup>	80,00 <sup>b</sup>
1 g	93,33 <sup>a</sup>	90,67 <sup>a</sup>	90,67 <sup>a</sup>	82,67 <sup>b</sup>	85,30 <sup>b</sup>	65,33 <sup>c</sup>
5 g	92,00 <sup>a</sup>	90,67 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	33,33 <sup>c</sup>	46,67 <sup>c</sup>	0,00 <sup>d</sup>

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (Tukey HSD;  $p < 0.05$ ).

$24^\circ\text{C}$  ve  $80^\circ\text{C}$ 'de saf suda bekletilerek elde edilen kırmızı hevhulma ekstraktlarında yetiştirilen marul fidelerine ait ortalama kök ve gövde uzunlukları ile fide yaş ve kuru ağırlıkları Tablo 2'de verilmiştir. Her iki sıcaklıktaki kırmızı hevhulma kök, gövde, yaprak ekstraktlarında konsantrasyon artışına bağlı olarak marul fidelerinin kök uzunluklarının azaldığı, 5 g'lık kırmızı hevhulma yaprak ekstraktlarının marul kök gelişimini engellediği ve diğer uygulamalara göre daha güçlü bir allelopatik etkiye sahip olduğu bulunmuştur.  $24$  ve  $80^\circ\text{C}$  de ki bitki ekstraktlarının (kök, gövde, yaprak) marul fidesinin gövde uzunluğu üzerine etkisi değerlendirildiğinde ise, konsantrasyon artışına bağlı olarak marulda gövde uzunluğunun önemli oranda düştüğü, 5 g kırmızı hevhulma yaprak ekstraktında ise marul fide gelişiminin olmadığı tespit edilmiştir.

$24^\circ\text{C}$ 'de ki 5 g yaprak konsantrasyonu hariç tüm konsantrasyonların marul yaş ağırlık ve kuru ağırlık üzerine istatistiki açıdan bir etkisi tespit edilmemişken,  $80^\circ\text{C}$  uygulamasında ise artan konsantrasyona bağlı olarak yaş ve kuru ağırlıklarda düşüş görülmüştür (Tablo 2). Elde edilen sonuçlara göre, kırmızı hevhulma yaprak ekstraktlarının marul büyüme parametreleri üzerinde yüksek oranda inhibisyon etkisinin olduğu tespit edilmiştir.

$24^\circ\text{C}$  ve  $80^\circ\text{C}$ 'de saf suda bekletilerek elde edilen bitki ekstraktlarının marul fide gelişimine etkisi karşılaştırılmış ve  $80^\circ\text{C}$ 'de bekletilerek elde edilen ekstraktların marul kök uzunluğu ( $t=18,16$ ), gövde uzunluğu ( $t=6,78$ ), yaş ağırlığı ( $t=5,88$ ) ve kuru ağırlığı ( $t=3,58$ ) üzerine allelopatik etkisinin  $24^\circ\text{C}$  göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 2. 24 °C ve 80 °C'deki Kırmızı hevulma ekstraktlarının marul fide gelişimi üzerine etkisi

Ekstraktlar	Kök Uzunluğu (cm)				Gövde Uzunluğu (cm)				Yaş Ağırlık (g)				Kuru Ağırlık (g)				
	Konsantrasyon (g/100 ml)				Konsantrasyon (g/100 ml)				Konsantrasyon (g/100 ml)				Konsantrasyon (g/100 ml)				
	Kontrol	0.5 g	1.0 g	5.0 g	Kontrol	0.5 g	1.0 g	5.0 g	Kontrol	0.5 g	1.0 g	5.0 g	Kontrol	0.5 g	1.0 g	5.0 g	
24°C	Kök	6,60 ab	6,27 ab	5,98 b	0,20 b	0,19 bc	0,17 c	0,463 a	0,410 a	0,340 a	0,025 a	0,024 a	0,018 a				
	Gövde	7,50 a	7,47 a	6,66 b	1,60 c	0,25 a	0,24 ab	0,24 ab	0,19 b	0,504 a	0,450 a	0,440 a	0,430 a	0,025 a	0,025 a	0,024 a	0,024 a
	Yaprak	3,15 b	2,78 b	0,00 c	0,20 b	0,17 b	0,00 c	0,500 a	0,490 a	0,000 b	0,024 a	0,024 a	0,000 b				
80°C	Kök	4,48 b	2,70 c	0,76 d	0,21 b	0,19 b	0,11 c	0,380 b	0,270 c	0,040 d	0,023 b	0,020 c	0,000 d				
	Gövde	10,00 a	4,22 b	1,92 c	0,70 d	0,66 a	0,22 b	0,16 c	0,11 d	0,480 a	0,390 ab	0,310 b	0,070 c	0,025 a	0,023 b	0,021 c	0,011 d
	Yaprak	2,39 b	1,62 c	0,00 d	0,17 b	0,15 b	0,00 c	0,250 b	0,140 c	0,000 d	0,017 b	0,014 c	0,000 d				

\* Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemlidir (Tukey HSD; p < 0.05).

Tablo 3. Sıcaklığa bağlı olarak ekstratların marul kök ve gövde uzunluğu ile yaş ve kuru ağırlık üzerine etkisinin karşılaştırılması

	Kök Uzunluğu* (cm)	Gövde Uzunluğu (cm)	Yaş Ağırlık (g)	Kuru Ağırlık (g)
24 °C	5,94 ± 0,12(**)	0,21 ± 0,004(**)	0,47 ± 0,031(**)	0,023 ± 0,0016(**)
80 °C	2,58 ± 0,14	0,17 ± 0,004	0,21 ± 0,031	0,015 ± 0,0016

(\*) Ort ± SE, (\*\*) t (p < 0,05).

### 3.2. Tartışma

Çalışmada elde edilen bulgulara göre, kırmızı hevhulma ekstratları marul bitkisinin tohumlarındaki çimlenme yüzdesi üzerinde negatif etki yapmıştır. Ashrafi ve ark. (2008) yapmış oldukları çalışmalarında, ayçiçeğinin (*Helianthus annuus*) yüksek ekstrakt konsantrasyonlarının (4-20 g) yabancı arpa'da (*Hordeum spontaneum*) çimlenmeyi önlediğini ortaya koyarak, tüm konsantrasyonlardaki yaprak ekstratlarında yüksek allelopatik etki olduğu ve bunun bitkilerinde çimlenme oranını düşürücü etki yaptığını göstermişlerdir. Yine, Al-Sherif ve ark. (2013) yapmış oldukları çalışmalarında, *Phalaris paradoxa* ve *Sisymbrium irio* tohumlarındaki çimlenmenin *Brassica nigra*'dan hazırlanan ekstrakt konsantrasyonu artışına bağlı olarak azaldığını ve yüksek ekstrakt konsantrasyonunda ise çimlenmenin tamamen inhibe olduğunu ortaya koymuşlardır. Barkatullah ve ark. (2010) ise *Dodonaea viscosa* bitkisindeki farklı organlardan hazırlanan sıcak su ekstratlarının (100 ml saf suda kaynatılmış) *Pennisetum americanum* ve *Sorghum vulgare* tohumlarında çimlenmeyi engellediğini bildirmişlerdir. Siddiqui ve arkadaşlarının (2009) yapmış oldukları çalışmada, *Prosopis juliflora*'nın sulu yaprak ekstraktının konsantrasyonu arttıkça *Triticum aestivum* var-Lok. tohum çimlenme yüzdesi azalttığı belirtilmiş olup, hem tohum çimlenmesi ve hem de kök uzunluğu sonuçları, inhibitör etkinin özüt konsantrasyonu ile orantılı olduğunu göstermişlerdir.

Çalışmamızda, farklı konsantrasyonlarda (0; 0,5; 1 ve 5 g) ve sıcaklıklarda (80 °C ve 24 °C) ekstraksiyonu yapılan kırmızı hevhulma kök, gövde ve yapraklarının allelopatik potansiyeli araştırılmış; bunlardan, 24 ve 80 °C'deki kırmızı hevhulma ekstratlarının marulda fide gelişimine istatistiksel olarak önemli etki yaptığı saptanmıştır. Nitekim kırmızı hevhulma ekstrakt konsantrasyonu arttıkça, 80 °C'de hazırlanan ekstratların marulda büyüme parametreleri üzerine olan engelleyici etkinin, 24 °C'de hazırlanlara göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

*Dodonaea viscosa* bitki kısımlarından elde edilen sıcak su ekstratlarının soğuk su ekstratlarına göre, *Pennisetum americanum* ve *Sorghum vulgare* türlerinin çimlenme ve fide büyümesini önemli ölçüde inhibe ettiğini Barkatullah ve ark. (2010) yapmış oldukları çalışmada bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılara göre, otoklavlama ya da kaynatmanın ekstrakt aktivitesini arttırdığı (Guenzi ve Mccalla, 1962; Jensen ve ark., 1984; Roy ve ark., 2006; Ehsan ve ark., 2011) bazı araştırmacılara göre de düşürdüğü bildirilmektedir (Siegel, 1950; Jensen ve ark. 1984; Ahn ve Chung, 2000). Isı ekstraksiyonu ve kaynatma gibi yöntemlerle elde edilen ekstratlar, oda sıcaklığında elde edilenlere göre daha çok allelopatik bileşen içermektedir (Barkatullah ve ark. (2010). Çalışmamızda artan sıcaklık ve konsantrasyona bağlı olarak marul fide gelişiminin azalması, yapılan diğer çalışmalarla paralellik göstermektedir (Batish ve ark. 2007; Wu ve ark. 2009; Cruz-Silva ve ark. 2015).

Ayrıca, Kırmızı hevhulma bitkisinden hazırlanan kök, gövde ve yaprak sulu ekstratları kendi içinde karşılaştırıldığında, yaprak ekstratlarının yüksek konsantrasyonlarda marul fide gelişimini engelleyici etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Akın ve ark. (2017) çalışmalarında kırmızı hevhulma bitki kısımlarından (kök, gövde, yaprak) hazırladıkları çürüme ekstratlarının maruldaki fide gelişimine etkisini karşılaştırmışlar ve yapraktan hazırlanan ekstraktın daha çok zehir etkisi gösterdiğini bildirmişler. Benzer şekilde, Wu ve ark (2009) *Mikania micrantha* yaprak ve köklerinden elde ettikleri ekstratların, odunsu bitki türlerine önleyici etkide bulunduğu ve allelopatik aktivitenin ekstrakt konsantrasyonu ile kaynağına (ör. yaprak yada kök) göre değiştiğini belirterek; yaprak ekstratlarının, kök ekstratlarına göre çimlenme oranı ve hızı ile sürgün uzunluğu gibi tarımsal özelliklere güçlü allelopatik etkiler yaptığını saptamışlardır. Bebel ve Bebel (2015) yaptıkları çalışmada, *Cyperus tuberosus*'un yaprak ekstraktının tohum ekstraktına göre, *Vigna unguiculata* tohum çimlenmesi üzerine daha fazla allelopatik etkiye sahip olduğunu göstermişlerdir. Ulaştığımız sonuçlar, Tefera (2002), Terzi (2008), Suwal ve ark. (2010), Bahuguna ve ark. (2014) ve Akın ve ark. (2017) ile de benzerlik göstermektedir.

Bitkide sentezlenen allelokimyasalların fizyolojik rolleri tam olarak belirlenememiş olmakla birlikte (Rice, 1979), allelokimyasalların bitkiler üzerindeki etkileri genellikle olumsuzken, nadiren de olsa bu etkileri olumlu yönde de olabilmektedir (Kocaçalışkan ve Terzi, 2001; Akın ve Kocaçalışkan, 2016). Bu çalışmanın sonuçları kırmızı hevhulma ekstratlarının marulda çimlenme ve fide gelişimine etkisinin konsantrasyona ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Ayrıca kırmızı hevhulma ekstratlarının, suda çözünebilen ve marulda fide gelişimini engelleyici etkisi olan allelokimyasallar içerebileceğini yaptığımız çalışma ile ortaya konulmuştur. Öte yandan, bitkinin Kuzey Amerika'nın sulak alanlarında tek tür olması ve sulak alanlarda gelişebilen diğer bitki türlerinin yayılışlarını sınırlandırarak doğal habitatı tehdit etmesi, bu alanlarda doğal olarak yayılış gösteren bitki türlerinin kırmızı hevhulma ile rekabet edememesinin nedenleri arasında bitkinin allelopatik etkisi de göz önünde tutulmalıdır. Bu çalışmamız kırmızı hevhulma'nın allelopatik etkisi üzerine yapılacak olan diğer çalışmalara temel teşkil edecektir.

### 4. Sonuç

Bu çalışmanın sonuçları kırmızı hevhulma ekstratlarının marulda çimlenme ve fide gelişimine etkisinin konsantrasyona ve sıcaklığa bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Ayrıca kırmızı hevhulma ekstratlarının, suda çözünebilen ve marulda fide gelişimini

engelleyici allelokimyasallar içerebileceği yaptığımız çalışma ile ortaya konulmuştur. Öte yandan, bitkinin Kuzey Amerika'nın sulak alanlarında tek tür olması ve sulak alanlarda gelişebilen diğer bitki türlerinin gelişmesini sınırlandırarak doğal habitatı tehdit etmesi, bu alanlarda doğal olarak yayılış gösteren bitki türlerinin kırmızı hevulma ile rekabet edememesinin nedenleri arasında bitkinin allelopatik etkisi de göz önünde tutulmalıdır. Bu çalışmamız kırmızı hevulma'nın allelopatik etkisi üzerine yapılacak olan diğer çalışmalara temel teşkil edecektir.

## Teşekkür

Bu çalışma Kütahya Dumlupınar Üniversitesi BAP (2013/42) yönetim birimi tarafından desteklenmiştir.

## Kaynakça

- Ahn, J.K., & Chung, M.I. (2000). Allelopathic potencial of rice hulls on germination and seedling growth of barnyardgrass. *Agronomy Journal*, 92, 1162-1167. doi:/10.2134/agronj2000.9261162x
- Akamil, N. (2002). *Batı Anadolu'da Yayılış Gösteren Lythrum salicaria L. (Lythraceae)'nın Taksonomik ve Ekolojik Özellikleri* (Doktora tezi). Anadolu Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Akın, B., & Kocaçalışkan, İ. (2016). Effect of juglone on seed germination and seedling growth of endemic species *Aubrieta olympica* Boiss. and *Arabis drabiformis* Boiss. in tissue culture conditions. *Phyton (Annales rei botanicae)*, 56, 121-128
- Akın, B., Bingöl, N., & Leblebici, S. (2017). *Lythrum salicaria* L. ekstraktlarının marul tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimi üzerine allelopatik etkisi. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 3, 23-30
- Al-Sherif, E., Hegazy, A.K., Gomaa, N.H., & Hassan, M.O. (2013). Allelopathic effect of black mustard tissues and root exudates on some crops and weeds. *Planta Daninha*, 31, 11-19. doi:/10.1590/S0100-83582013000100002
- Ashrafi, Z.Y., Sadeghi, S., Mashhadi, H.R., & Hassan, M.A. (2008). Allelopathic effects of sunflower (*Helianthus annuus*) on germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*). *Journal of Agricultural Technology*, 4(1), 219-229
- Bahuguna S., Bahuguna, A., Prasad, B., & Singh, N. (2014). Seed germination and seedling growth of wheat and barley influenced by the allelopathic effect of walnut (*Juglans regia* L.) leaf extracts under mid hills of uttarakhand agri-silvi syste. *Asian Journal of Agricultural Research*, 8, 164-169. doi:/10.3923/ajar.2014.164.169
- Barbehenn, R.V., & Constabel, C.P. (2011). Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry*, 72(13), 1551-1565. doi:/10.1016/j.phytochem.2011.01.040
- Barkatullah, Hussain, F., & Ibrar, M. (2010). Allelopathic potential of *Dodonaea viscosa* (L.) jacq. *Pakistan Journal of Botany*, 42(4), 2383-2390
- Batish, D., Lavanya, K., Singh, H., & Kohli, R. (2007). Phenolic allelochemicals released by *Chenopodium murale* affect the growth, nodulation and macromolecule content in chickpea and pea. *Plant Growth Regulation*, 51(2), 119-128. doi:/10.1007/s10725-006-9153-z
- Belel, M.D., & Belel, R.D. (2015). Allelopathic effect of leaf and seed extract of nutgrass (*Cyperus tuberosus*) on the germination of beans (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *Cogent Food & Agriculture*, 1, 1102036. doi: /10.1080/23311932.2015.1102036.
- Cruz-Silva, C.T.A., Nasu, E.G.C., Pacheco, F.P., & Nobrega, L.H.P. (2015). Allelopathy of *Bidens sulphurea* L. aqueous extracts on lettuce development. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 17(4), 679-684. doi: /10.1590/1983-084X/14\_09
- Davis, P.H. (1965-1988). *Flora of Turkey and East Egean Islands*. University Press, UK: Edinburg.
- Ehsan, M., Ibrar, M., Ali, N., & Mubarak, S.S. (2011). Laboratory experiment to test *Papaver pavoninum* Fisch. and C. A. Mey. allelopathic effect against test species maize and brassica. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 1(5), 49-56
- Gopal, B., & Goel, U. (1993). Competition and allelopathy in aquatic plant communities. *Botanical Review*, 59, 155-210. doi: /10.1007/BF02856599
- Guenzi, W.D., & Mccalla, T.M. (1962). Inhibition of germination and seedling development by crop residues. *Soil Science Society of America Proceedings*, 26(5), 456-458. doi:/10.2136/sssaj1962.03615995002600050015x
- Humadi, S.S., & Istudor, V. (2009). *Lythrum salicaria* (purple loosestrife) medicinal use, extraction and identification of its total phenolic compounds. *Farmacia*, 57(2), 192-200.
- Jensen, E.H., Meyers, K.D., Jones, C.L., & Leedy, C.D. (1984). Effect of alfalfa foliage and alfalfa soil extracts on alfalfa seedling vigor. *Report of the Twenty-Ninth Alfalfa Improvement Conference*. July 15-20, Lethbridge, Alberta, 38.
- JMP SAS. (1995). *SAS Institute Inc.* USA: North Carolina.
- Kim, J., & Rejmánková, E. (2001). The paleoecological record of human disturbance in wetlands of the lake tahoe basin. *Journal of Paleolimnology*, 25(4), 437-454. doi:/10.1023/A:1011176018331
- Kocaçalışkan, İ. (2006). *Allelopati*. Bizim Büro Yayınevi, Kütahya.
- Kocaçalışkan, İ., & Terzi, İ. (2001). Allelopathic effects of walnut leaf extracts and juglone on seed germination and seedling growth. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76 (4), 436-440. doi:/10.1080/14620316.2001.11511390
- Mammadov, R. (2014). *Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler*. Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Mitsch, W., & Gosselink, J.G. (2000). *Wetlands* (3<sup>rd</sup> edition). John Wiley & Sons, Newyork.
- Rice, E.L. (1979). Allelopathy-an update. *The Botanical Review*, 45(1), 15-109. doi:/ 10.1007/BF02869951
- Rizvi, S.J.H., & Rizvi, V. (1992). *Allelopathy: Basic and Applied Aspect*. Chapman and Hall, London.
- Roy, B., Alam, M.R., Sarker, B.C., Rahman, M.S., Islam, M.J., Hakim, M.A., & Mahmood, R.I. (2006). Effect of aqueous extracts of some weeds on germination and growth of wheat and jute seeds with emphasis on chemical investigation. *Journal of Biological Sciences*, 6 (2), 412-416. doi:/10.3923/jbs.2006.412.416
- Siddiqui, S., Bhardwaj, S., Khan, S.S., & Meghvanshi, M.K. (2009). Allelopathic effect of different concentration of water extract of *Prosopis juliflora* leaf on seed germination and radicle length of wheat (*Triticum aestivum* Var-Lok-1). *American-Eurasian Journal of Scientific Research*, 4(2): 81-84.

- Siegel, S.M. (1950). Germination and growth inhibitors from red kidney bean seed. *Botanical Gazette*, 111(3), 353-356. doi:/10.1086/335604
- Stevens, K.J., Peterson, R.L., & Stephenson, G.R. (1997). Morphological and anatomical responses of *Lythrum salicaria* L. (purple loosestrife) to an imposed water. *International Journal of Plant Sciences*, 158(2), 172-183. doi:/10.1086/297428
- Suwal, M.M., Devkota, A., & Lekhak, H.D. (2010). Allelopathic effects of *Chromolaena odorata* (L.) King & Robinson on seed germination and seedlings growth of paddy and barnyard grass. *Scientific World*, 8(8), 73-75. doi:/10.3126/sw.v8i8.3854
- Tefera, T. (2002). Allelopathic effects of *Parthenium hysterophorus* extracts on seed germination and seedling growth of *Eragrostis tef*. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 188, 306-310. doi:/10.1046/j.1439-037X.2002.00564.x
- Terzi, İ. (2008). Allelopathic effects of juglone and decomposed walnut leaf juice on muskmelon and cucumber seed germination and seedling growth. *African Journal of Biotechnology*, 7(12), 1870-1874.
- Thompson, D.Q., Stuckey, R.L., & Thompson, E.B. (1987). *Spread, Impact And Control of Purple Loosestrife (Lythrum salicaria) in North American Wetlands*. Washington, DC: Springfield, VA: U.S.
- Wu, A.-P., Yu, H., Gao, S.-Q., Huang, Z.-Y., He, W.-M., Miao, S.-L., & Dong, M. (2009). Differential belowground allelopathic effects of leaf and root of *Mikania micrantha*. *Trees*, 23(1), 11-17. doi:/10.1007/s00468-008-0249-0