



Odun külünün Patlangaç (*Colutea armena* Boiss. and Huet) tohumlarının çimlenmesi üzerine etkisi

The effect of wood ash on the germination of Bladder-Senna (*Colutea armena* Boiss. and Huet.) seeds

Neslihan ATAR¹, Zafer ÖLMEZ¹, Halil Barış ÖZEL², Aşkın GÖKTÜRK¹

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Merkez, Artvin

²Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Merkez, Bartın

Eser Bilgisi / Article Info

Araştırma makalesi / Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1332928

Sorumlu yazar / Corresponding author

Neslihan ATAR

e-mail: atarnesli@gmail.com

Geliş tarihi / Received

26.07.2023

Düzeltilme tarihi / Received in revised form

25.09.2023

Kabul Tarihi / Accepted

04.10.2023

Elektronik erişim / Online available

15.10.2023

Anahtar kelimeler:

Colutea armena

Çimlenme yüzdesi

Çimlenme ortamı

Kül

Keywords:

Colutea armena

Germination percentages

Germination media

Ash

Özet

Colutea armena (Patlangaç), biyolojik çeşitlilikte önemli yeri olan ve yangına hassas ekosistemlerde meşçere kenarlarında yayılış gösterebilen önemli bitki türleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada *C. armena* türünün doğal olarak yayılış gösterdiği alanlarda meydana gelen yangınların türün yayılış üzerinde etkisinin olup olmayacağını değerlendirebilmek amacıyla, tohumlarının çimlenmesi üzerine odun külünün ve farklı çimlenme ortamlarının etkileri incelenmiştir. Çimlenme ortamı olarak odun külü, toprak, kum ve torf ortamlarının eşit oranlarda karıştırılmasıyla elde edilen toplam 15 farklı ortam kullanılmıştır. Çimlendirme deneyi, her tekrarda 50 tohum olacak şekilde dört tekrarlı olarak laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, çimlenme ortamlarının *C. armena* tohumlarının çimlenmesi üzerine etkili olduğu ($p<0.05$) ve odun külünün çimlenme oranını azalttığı belirlenmiştir. En yüksek çimlenme yüzdeleri Toprak-Torf (%62.53), Torf (%63.13), Torf-Kum (%64.86), Toprak (%65.08), Kum-Toprak (%65.84) ve Kum (%66.93) ortamlarından elde edilmiştir. Külün oran olarak yüksek olduğu ortamlarda genellikle çimlenme elde edilememiştir. Sadece külün düşük oranlarda yer aldığı Kum-Torf-Kül, Torf-Kül-Toprak, Toprak-Kum-Torf-Kül ortamlarında çimlenme sağlanmıştır. Kül içeren ortamlarda çimlenme oranlarının düşük olması, külün çimlenme ortamının pH değerini yükseltmesine bağlanabilir.

Abstract

Colutea armena (Bladder Senna) is among the important plant species that have an important place in biodiversity and can spread on the edges of stands in fire-sensitive ecosystems. In this study, the effects of wood ash and different germination media on the germination of seeds of *C. armena* species were investigated in order to evaluate whether the fires occurring in the areas where it naturally spreads will have an effect on the spread of the species. A total of 15 different media obtained by mixing equal proportions of wood ash, soil, sand and peat media were used as germination media. The germination experiment was carried out in four replications under laboratory conditions, with 50 seeds in each replicate. As a result of the study, it was determined that the germination media were effective on the germination of *C. armena* seeds ($p<0.05$) and wood ash reduced the germination rate. The highest germination percentages were obtained from Soil-Peat (62.53%), Peat (63.13%), Peat-Sand (64.86%), Soil (65.08%), Sand-Soil (65.84%) and Sand (66.93%). Generally, germination could not be obtained in environments where the ash ratio is high. Germination was achieved in Sand-Peat-Ash, Peat-Ash-Soil, Soil-Sand-Peat-Ash environments where only ash is present at low rates. The fact that germination is lower in ash-containing environments can be attributed to the increase in the pH value of the ash germination medium.

GİRİŞ

Yangın, türlerin evrim süreçleri üzerindeki etkisinden dolayı ekosistemlerde önemli bir rol oynar (Naveh 1975, Trabaud 1992). Özellikle tohumun çimlenmesi ve fide oluşumu gibi biyolojik süreçlerin modifikasyonu yangın sonrasında ekosistemin kendini yenilemesini sağlayan birtakım özellikler göstermektedir (Riveiro ve ark. 2019). Özellikle doğal ve insan kaynaklı yangınların sıklıkla görüldüğü Akdeniz ekosistemlerinde bu koşullarda

yaşamını sürdürmeyi başarabilmiş bitki türlerinden oluşan vejetasyon tipleri baskındır. Bu bitkilerin bir kısmı yangın sonrası çimlenme uyarlanmasına sahiptir ve yanmış alanlarda hemen çimlenerek yoğun miktarda ortaya çıkabilmektedir (Naveh 1975, Kazancı 2014). Bu tür bitkiler, gençleşme davranışlarına göre sürgün veren ve tohumdan gelenler olarak sınıflandırılmaktadır (Gill 1981, Keeley 1991).

En önemli yangın faktörleri kül, ısı, duman ve odun kömürüdür (Reyes ve Casal 2006). Yangından sonra açık ortamlar, bitki örtüsünün ağırlığına ve alansal dağılımına, yanma derecesine ve yanmış kalıntıların taşınmasına bağlı olarak az ya da çok yoğun bir kül tabakasıyla kaplanır. Bu durum türlerin hem çimlenme hem de gelişme süreçlerini etkileyebilir.

Yangın için yakıtın büyük bir kısmını büyük ağaçlar sağlar ve bu ağaçların altında yangın sonrasında kalın bir kül örtüsü bulunur. Bu alanlarda fide yoğunluğu diğer yerlere göre daha düşüktür (Kutiel ve Kutiel 1989, Izhaki ve ark. 1992, Ne'eman ve ark. 1992). Orman yangını sonrası toprakta yeterli su varsa, bazı türler için çimlenme hızlı bir şekilde gerçekleşebilir. Ancak külün çimlenme üzerindeki engelleyici etkisi az sayıda fide oluşmasına neden olur (Reyes ve ark. 2015).

Yüksek pH değeri ve nötrleştirme kapasitesi (ortamın asitleşmesini önleme kapasitesi) külün bitkilerin hayatı için önem taşıyan iki önemli özelliğidir (Augusto ve ark. 2008). Külün neden olduğu yüksek pH, orman bitki topluluğunun yenilenmesini kontrol eden önemli bir çevresel faktördür. Araştırmalarda pH değerinin tohumların çimlenebilmelerini düzenleyen mekanizmalardan biri olduğu bildirilmiştir (Schütz 1997, Taiz ve Zeiger 1998). Külün neden olduğu yüksek pH (Thomas ve Wein 1990), düşük ozmotik potansiyelden dolayı embriyo tarafından su alımını engellemektedir (Ne'eman ve ark. 1993). Diğer bir ifadeyle, külün neden olduğu inhibisyon yüksek (alkali) pH değerinden kaynaklanmaktadır (Thomas ve Wein 1990). Enzim aktivitesinin inhibisyonu ve membran potansiyelindeki değişiklikler, tohum çimlenmesini engelleyebilir. Yüksek pH'nin kök hücre uzamasını engellediği bilinmektedir (Tang ve ark. 1993). Gevşemeleri ve genişlemeleri için hücre duvarlarının asitleştirilmesi gerekebilir (Taiz 1984). Bu nedenle yüksek pH, çimlenme süreci başlayan embriyoların radikal uzamasını engelleyerek çimlenmeyi azaltabilir.

Ne'eman ve ark. (1993), büyük miktarda külün, çimlenmeyi azalttığını belirtmiştir. Çimlenmedeki bu düşüşü, ortamdaki yüksek ozmotik basınç nedeniyle suyun embriyoya ulaşmasının engellenmesinden veya

embriyonun bazı toksik etkilerle zehirlenmesinden kaynaklanıyor olabileceği ile ilişkilendirmişlerdir. Benzer şekilde, *Eucalyptus occidentalis*, *Eucalyptus camaldulensis* ve *Eucalyptus regnans*'ın çimlenmesinin ozmotik basıncın değerine duyarlı olduğu ve substratın artan ozmotik basıncı ile çimlenmenin azaldığı bildirilmiştir (Zohar ve ark. 1975, Edgar 1977). Aynı etki *Pinus halepensis* ve *Pinus brutia* türlerinde de tespit edilmiştir (Thanos ve Skordilis 1987)

Her bir bitkinin optimum gelişimi için gerekli olan pH değeri farklıdır. Ancak bitkilerin büyük bir kısmı nötre yakın hafif asit reaksiyonlu topraklarda iyi gelişir. Yüksek pH'ya tohumların adaptasyonu, yangına eğilimli ekosistemlerde bitkilerin kaderini belirlemede belirleyici olabilir (Henig-Sever ve ark. 1996). Toprağın pH'sı, çimlenmeyi etkileyerek bitkilerin dağılımını ve bolluğunu da kontrol edebilir (Justice ve Reece 1954, Demirezen-Yılmaz ve Aksoy 2007). Yapılan birçok çalışmada birçok otsu ve odunsu bitkide toprak pH'sının gerek çimlenme gerekse büyüme ve gelişme aşamasında önemli düzeyde sınırlayıcı bir faktör olduğu saptanmıştır (Çinkılıç 2008, Chen ve ark. 2009, Okay ve Günöz 2009).

Yapılan çalışmalarda çoğunlukla yangın sonrası kül yataklarının fide büyümesi üzerindeki etkisi incelenmiştir (Reyes ve Casal 1998, Reyes ve ark. 2015). Ancak, yangına hassas bölgelerde var olan türlerin, yangınla ilişkili çimlenme özelliklerinin bilinmesi, gerek yangından sonra yönetim uygulamalarına yön vermesi, gerekse bu alanlarda yayılış gösteren nadir ve endemik türlerin korunmaya alınması bakımından önemlidir.

Son yıllarda oluşan şiddetli yangınlar birçok türün varlığını tehdit etmekte ve sayısız türün tohumlarının çimlenme eğilimlerini değiştirmektedir. Ülkemizde yangına hassas bölgelerde asli türlerimizin oluşturduğu orman topluluklarının çalı tabakasında ve meşcere kenarlarında yayılış gösteren türlerden biri de *Colutea armena* (Patlangaç) türüdür. *Colutea* (L.), Akdeniz bölgesi ve Güneydoğu Avrupa'dan Kuzeybatı Afrika ve Batı Himalayalar'a kadar dağılım aralığına sahip 26 yaprak dökken çalı veya küçük ağaç türünden oluşur (Browicz 1963). Kayalık ve sarp arazilerde meydana gelen kuraklığa dayanıklı bir bitkidir (Pijut 2008). Toprak erozyonunu

önlemede önemli bir tür olarak bilinir ve peyzaj tasarımı için işlevseldir. *Colutea* türleri ılıman iklimlerde öncelikle süs amacıyla yetiştirilmektedir (Rudolf 1974, Krüsmann 1984). Bu bitki yarı kurak ve kurak iklimlerde değeri düşük arazilerin ıslah edilmesinde önemli bir rol oynar.

Ülkemizde yayılış gösteren *C. armena* türü biyolojik çeşitlilik açısından da önemli bir role sahiptir. *Colutea* tohumları *Bruchophagus* türlerinin besin kaynakları arasında yer almaktadır. Bununla birlikte IUCN'nin kırmızı listesinde yer alan tehlike altındaki kelebek türlerinden olan *Iolana iolas* (Anadolu Dev mavisini) larvaları olgunlaşma sürecindeki *Colutea* tohumları ile beslenmektedir. *C. armena* tohum kapsülleri *I. iolas* larvaları ile birlikte karşılıklı çıkar ilişkisi olan karınca türlerine ve larvaların parazitleri ile bu parazitöitleri parazitleyen türlere de ev sahipliği yapmaktadır (Göktürk ve ark. 2018).

Bu çalışmada yangın faktörlerinden biri olan külün az yâda çok yoğunlukta kullanıldığı çimlendirme ortamlarının, *C. armena* tohumlarının çimlenme davranışı üzerine etkisi ortaya koyulması amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada, yangına hassas bölgelerde orman topluluklarının çalı tabakası türlerinden olan ve Artvin Seyitler köyünde de doğal olarak yetişen *C. armena* bitkilerinden toplanan tohumlar kullanılmıştır (Şekil 1). Bakla meyvelerin toplanması işlemi 2019 yılı ağustos ayında, çimlendirme deneyleri ise aralık ayında laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada

çimlendirme ortamı olarak dişli dere kumu, ithal sterilize torf, toprak ve gürgen-meşe odunlarından elde edilen odun külü kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan toprak, orman toprağı olup, Artvin Orman İşletme Müdürlüğü Saçınka Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan Seyitler Köyü bozuk meşe ormanlık alanlarından alınmıştır. Odun külü de yine bu alanlardan temin edilen meşe-gürgen odunlarının ekmek fırınında yakılması suretiyle elde edilmiştir.



Şekil 1. Tohum toplanan bitkilerden farklı zamanlarda alınan görüntüler

Yöntem

Bakla meyveler, aynı alanda bulunan 1-1.5 m boyunda 5 farklı bitki üzerinden elle toplanmıştır. Toplanan bakla meyveler kuru bir zemin üzerine serilerek güneşte kurutulmuş ve tohumların dökülmesi sağlanmıştır. Ayıklanan tohumlardan suda yüzdürme yöntemiyle boş tohumları uzaklaştırılmış, kalan sağlıklı tohumlar gölgede kurutulmuş ve işlem zamanları gelene kadar +4 °C'de buzdolabında muhafaza edilmiştir.

C. armena türünde, büyüklüğü 34.58 cm olan şişkin bakla meyve içerisinde yaklaşık olarak 21 adet tohum bulunmaktadır (Şekil 2). Tohumların doluluk oranı %93.67'dir. Tohum çapları 3.44-4.56 mm arasında ve tohum kalınlığı 1.0-1.82 mm arasında değişmektedir (Göktürk 2017).



Şekil 2. *Colutea armena* tohumları ve bakla meyve

Çimlenme ortamı olarak odun külü, kum, torf, toprak ve bu ortamların ikili, üçlü ve dörtlü karışımlarından elde edilen toplam 15 farklı ortam kullanılmıştır. Ortamlar hazırlanırken kullanılan odun külü, kum, torf ve toprak malzemelerinin her biri 2 mm'lik eleklerde elenmiş ve elenen bu malzemelerden çimlenme ortamları için kullanılacak olan karışımlar hazırlanmıştır. Karışımlarda her bir malzemeden eşit oranlarda kullanılmıştır. *C. armena* tohumlarının tam olarak çimlenebilmesi için katlama ön işleminin uygulanması gerektiği belirtilmektedir (Ölmez ve ark. 2007). Ancak bu çalışmada tohumlar çimlenmeye alınmadan önce çimlenme engellerinin giderilmesine yönelik herhangi bir ön işleme tabii tutulmamıştır. Çimlenme ortamlarının etkisini değerlendirebilmek için kontrol uygulaması amacıyla filtre kâğıdı da çimlendirme ortamı olarak kullanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çimlenme ortamlarının hazırlanmasında kullanılan karışım malzemeleri ve karışım oranları

Karışım malzemesi	Karışım oranı	Kül oranı
Kum	-	-
Toprak	-	-
Torf	-	-
Kül	-	%100
Torf-Kum	1:1	-
Toprak-Torf	1:1	-
Toprak-Kum	1:1	-
Kül-Torf	1:1	%50
Kül-Toprak	1:1	%50
Kül-Kum	1:1	%50
Kum-Torf-Toprak	1:1:1	-
Kül-Torf-Toprak	1:1:1	%33
Kül-Kum-Torf	1:1:1	%33
Kül-Kum-Toprak	1:1:1	%33
Kül-Toprak-Kum-Torf	1:1:1:1	%25
Kontrol (Filtre Kâğıdı)	-	-

DeneySEL desen, dört tekrarlı ve her tekrar için 50 tohum olacak şekilde uygulanmıştır. Çalışmada her ortam için 200 adet olmak üzere 15 farklı ortam ve kontrol uygulaması için toplamda 3200 adet tohum kullanılmıştır. Çimlendirme deneyleri petri kapları kullanılarak 21 °C'lik sıcaklık ve %65-70 nem şartlarında iklimlendirme dolabında gerçekleştirilmiştir. Her petri kabına eşit miktarlarda ve eşit oranlarda nemlendirilen karışımlar konmuş ve tohumlar bu karışımlar üzerine bir birbirine temas etmeyecek şekilde yerleştirilmiştir.

Ortam kontrolleri, deneyin başlamasından itibaren çimlenmeler tamamlanana kadar 5 hafta (36 gün) boyunca periyodik olarak gerçekleştirilmiş ve çimlenen tohum sayıları kaydedilmiştir. Kökün ortaya çıkmasıyla (radikül>1 mm) bir tohumun çimlenmiş olduğu kabul edilmiştir (Bewley ve Black 1994).

Çimlenmelerin değerlendirilmesinde, çimlenme yüzdesi (ÇY, %), çimlenme hızı (ÇH, %) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS, gün) olmak üzere üç farklı parametre dikkate alınmıştır. Çimlenme yüzdesinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır. Formülde n çimlenen tohum sayısını, N ise çimlenmeye alınan toplam tohum sayısı göstermektedir.

$$\text{ÇY} = \frac{\sum n}{N} \times 100$$

Çimlenme hızı tohumların çimlendirme işlemine tabii tutulmasını takiben ilk 7 günde çimlenen tohum sayısı olarak tanımlanmaktadır. Hassas hallerde ise 4, 7 veya 10. günde çimlenen tohumların sayısına göre de bulunmaktadır (Yahyaoğlu ve Ölmez 2005). Bu çalışmada

çimlenme hızı olarak 10. günde çimlenen tohum sayısının yüzde (%) olarak değeri esas alınmıştır.

Ortalama çimlenme süreleri belirlenirken aşağıdaki formül kullanılmıştır (Pieper 1952). Formülde n: tohumların çimlenme dolabına konduğu tarihten itibaren kontrolün yapıldığı güne kadar geçen gün sayısını, t: her bir sayım gününde çimlenen tohum sayısını ve T: toplam çimlenen tohum sayısını göstermektedir.

$$O\check{S} = \frac{(n1 \times t1) + (n2 \times t2) + (n3 \times t3) \dots (ni \times ti)}{T}$$

Tohumların çimlenmesi üzerine etki eden ve çimlenme ortamından kaynaklanan önemli mekanizmalardan olan toprak reaksiyonu (pH) kül oranına göre değişeceği için bu çalışmada da dikkate alınmış ve hem çimlenme ortamında kullanılan her bir malzeme için hem de oluşturulan karışımlar için ayrı ayrı belirlenmiştir. Çimlenme ortamlarından alınan örneklerin pH değerleri, İnolab pH level I pH metresi yardımıyla cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Aktüel asitlik için yapılan analiz 1/2.5 oranında destile suda gerçekleştirilmiştir (Gülçur 1974).

Çizelge 2. Varyans analizi sonuçları

Parametre	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalamaların karesi	F-oranı	Önem düzeyi
Çimlenme yüzdesi	51910.37	15.00	3460.69	48.17	0.00
Ortalama çimlenme süresi	1496.10	15.00	99.74	8.13	0.00
Çimlenme hızı	34661.63	15.00	2310.78	41.18	0.00

Farklılık gösteren çimlenme ortamlarını belirlemek için gerçekleştirilen Duncan testi sonucuna göre çimlenme yüzdesi bakımından 6 farklı grup oluşmuştur. Bu gruplarda en iyi çimlenme ilk grubu (a) oluşturan Kum (66.93), Kum-Toprak (65.84), Toprak (65.08), Torf-Kum (64.86), Torf (63.13), Toprak-Torf (62.53) ortamlarını oluşturan grup olduğu belirlenmiştir. İkinci grupta (b) ise Kum-Toprak (65.84), Toprak (65.08), Torf-Kum (64.86),

Elde edilen çimlenme verileri SPSS 19 istatistik paket programlarında değerlendirilmiştir. Çimlenme yüzdeleri ve çimlenme hızları normal dağılım göstermediğinden verilere Karakök-Arcsin dönüşümü (VP) uygulanmıştır (Compton 1994). Çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi bakımından ortamlar arası farklılıklar basit varyans analizi (ANOVA) kullanılarak, farklılık çıkması durumunda hangi ortamların farklı olduğunun tespiti Duncan testi kullanılarak tespit edilmiştir.

BULGULAR

C. armena tohumlarının çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi üzerine çimlenme ortamının etkili olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda her üç parametre için de farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p < 0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 2).

Torf (63.13), Toprak-Torf (62.53) yer almaktadır. İki grup değerlendirildiğinde aynı yetiştirme ortamlarının her iki grupta da bulunduğu sadece kum yetiştirme ortamının bunlardan ayrıldığı görülmektedir (Çizelge 3). Külün karışımında olduğu ortamlarda çimlenmelerin olmadığı veya meydana gelen çimlenmelerin kontrol uygulamasına göre oldukça düşük oranda olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3. Çimlenme yüzdeleri, çimlenme hızları ve ortalama çimlenme süreleri bakımından farklılık gösteren çimlenme ortamlarına ait Duncan Testi sonuçları

Çimlenme Ortamı	ÇY	OÇS (gün)	ÇH(%)			
Kum	66.93	a*	10.83	ab	50.57	ab
Kum-Toprak	65.84	ab	10.28	ab	55.68	a
Toprak	65.08	ab	10.92	ab	52.6	a
Torf-Kum	64.86	ab	12.34	a	48.31	ab
Torf	63.13	ab	12.06	a	48.41	ab
Toprak-Torf	62.53	ab	12.31	a	45.44	ab
Kum-Torf-Toprak	53.09	bc	7.61	ab	48.62	ab
Kontrol	48.14	c	6.26	b	39.51	b

Toprak-Kum-Torf-Kül	24.67	d	9.25	ab	21.13	c
Torf-Kül-Toprak	15.94	de	8.21	ab	8.05	d
Kum-Torf-Kül	10.72	ef	6.13	b	0	d
Kum-Kül	0	f	0	c	0	d
Kum-Kül-Toprak	0	f	0	c	0	d
Kül	0	f	0	c	0	d
Kül-Toprak	0	f	0	c	0	d
Kül-Torf	0	f	0	c	0	d

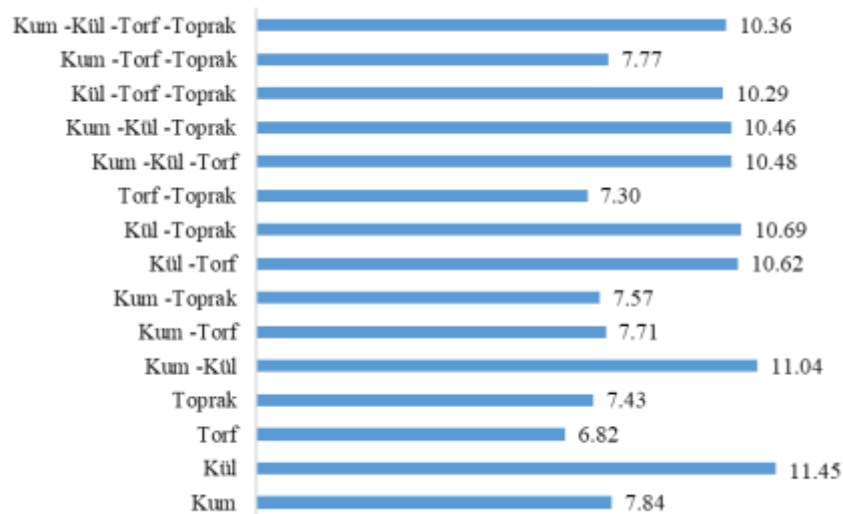
*Sütunlardaki farklı harfler, istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları gösterir ($P \leq 0.05$) Ardından farklı harfler gelen sayılar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0.05$).

Ortalama çimlenme süresi bakımından çimlenme ortamlarının değerlendirilmesinde 3 farklı grup oluşmuştur. Çizelge 3'te ortalama çimlenme sürelerinin en yüksek çimlenme yüzdesi elde edilen gruplarda, en az çimlenme elde edilen gruplara göre daha uzun olduğu görülmektedir. En yüksek çimlenmelerin elde edildiği grupta yer alan çimlenme ortamları ortalama çimlenme süresi bakımından da aynı grupta yer almaktadır. Bu grupta ortalama çimlenme süreleri 10.28 ile 12.31 gün arasında değişmektedir ve değerler arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p > 0.05$).

Çimlenme hızı bakımından elde edilen sonuçlar çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi bakımından elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. Duncan testi sonuçlarına göre çimlenme hızı bakımından 4 farklı grup oluşmuştur. En yüksek çimlenme hızları kum-toprak ve toprak ortamında sırasıyla %55.68 ve %52.60 oranlarında elde edilmiştir. Bu ortamlarla aynı grupta yer alan diğer ortamlardan elde edilen çimlenme hızları kontrol uygulaması ile de aynı grupta yer almaktadır. Ancak, kum-

toprak ve toprak ortamında çimlendirilen tohumların çimlenme hızları kontrol tohumlarının çimlenme hızlarından istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermektedirler ($p < 0.05$) ve farklı grupta yer almaktadırlar. Kül içeren ortamlardan sadece toprak-kum-torf-kül ve torf-kül-toprak karışımlarından çimlenme hızı verisi elde edilmiştir. Bu ortamlarda çimlendirilen tohumların çimlenme hızları (%21.13 ve %8.05) istatistiksel olarak farklılık göstermekte ve farklı gruplarda yer almaktadır.

Çalışmada çimlenme elde edilen ortamlar içerisinde en az çimlenme yüzdesi elde edilen ortam kum-torf-kül ortamı (%10.72) olup pH'ı 10.48'dir. En yüksek çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızının elde edildiği kül içeren ortam olan kum-kül-torf-toprak ortamının pH değeri 10.36 iken, sadece külden oluşan ortamın pH değeri 11.45 tir. En yüksek çimlenme yüzdesinin elde edildiği (%66.93) kum çimlendirme ortamının pH değeri 7.84, en yüksek çimlenme hızlarının elde edildiği kum-toprak ve toprak ortamlarının ise 7.57 ve 7.43 olarak belirlenmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Çimlenme ortamlarının pH değerleri

TARTIŞMA ve SONUÇ

C. armena tohumlarının çimlenme yüzdesi açısından en iyi ortam kum ortamı, çimlenme hızı açısından Kum-Toprak ve Toprak ortamları olup bu ortamlar ortalama çimlenme süresi açısından benzerlik göstermektedir. Kül içeren ortamlardan çoğunlukla çimlenme elde edilememiş olup bu ortamlar içerisinde en yüksek çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızı kül oranının en az olduğu Kum-Kül-Torf-Toprak ortamından elde edilmiştir.

Çalışmada *C. armena* tohumlarının en yüksek çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızına sahip ortamlarının pH değerinin 7.43 ile 7.84 arasında olduğu görülmektedir. Kül içeren ortamlarda kül oranı arttıkça ortamın pH değeri de yükselmektedir. Kül içeren ortamların pH değeri 10.36 ile 11.45 arasında değişmektedir.

C. armena tohumlarının kül içeren ortamlardaki çimlenme değerlerinin düşük olması bu ortamların pH değerlerinin yüksek olması ile ilişkili olabileceğini göstermektedir. Nitekim Mayer ve Poljakoff-Mayber (1988), yüksek pH'ın tohum depolama bileşiklerinin metabolizmasında yer alan proteolitik enzimleri engelleyerek çimlenmeyi etkileyebileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde Qingfang ve ark. (2003), yüksek pH seviyelerinin çimlenme sırasında enzim aktivitelerinin, solunum ve endosperm ayrışma hızının kesilmesine neden olarak çimlenmeyi yavaşlatacağını veya durduracağını belirtmektedir. Bu ifadeler ve çalışmada elde edilen sonuçlara dayanarak odun külünün, *C. armena* tohumlarının çimlenmesi üzerinde engelleyici bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Benzer sonuçlar Ne'eman ve ark. (1993), González-Rabanal ve ark. (1994), González-Rabanal ve Casal (1995), Escudero ve ark. (1997) ve Reyes ve Casal (1998) yapılan çalışmalardan da elde edilmiştir.

Reyes ve Casal (1998) tarafından yapılan çalışmada farklı yoğunluklarda hazırlanan külün *Pinus pinaster* ile *Pinus radiata* tohumlarının çimlenme yüzdelerini önemli oranda azalttığı ve *Eucalyptus globulus* tohumlarının çimlenmesini tamamen engelleyici bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Odun külünün tohum çimlenmesi üzerindeki engelleyici etkilerinin *Pinus banksiana* (Thomas ve Wein 1990, Thomas ve Wein 1994), *Pinus*

halepensis, *Cistus* spp. ve birkaç yıllık türlerde (Ne'eman ve ark. 1993) de görüldüğü ifade edilmektedir.

Reyes ve Casal (2004), tarafından farklı miktarda küle tabi tutulan *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus radiata* ve *Pinus pinaster* için kül miktarı arttıkça çimlenme oranının azaldığı belirlenmiştir. Aynı çalışmada, kül yoğunluğunun artması ile ortalama çimlenme süresinin önemli ölçüde arttığı da ortaya konmuştur. Bu çalışmada ise kül içeren ortamlarda ortalama çimlenme sürelerinin daha kısa olduğu belirlenmiştir. Bu durum *C. armena* tohumlarında çimlenmelerin kül içeren ortamlarda diğer ortamlara göre daha erken sonlanmasından kaynaklanmaktadır.

Yangına hassas bölgelerde yayılış gösteren türlerin, yangınla ilişkili çimlenme özelliklerinin bilinmesi, gerek yangından sonra yönetim uygulamalarına yön vermesi, gerekse bu alanlarda yayılış gösteren türlerin korunmaya alınması bakımından önemlidir. Elde edilen sonuçlara göre *C. armena* türünün yangın sonrasında orman alanında oluşabilecek kül yoğunluğuna bağlı olarak alana doğal gençleşme ile yeniden gelme olanağının düşük olduğunu söylemek mümkündür. Ancak, yangın sonrası türlerin çimlenme davranışı yangın faktörlerinin birlikte oluşturduğu bir denge sonucunda oluştuğu için kül ve diğer faktörlerin her birinin tohum çimlenmesi üzerindeki etkisi daha izole koşullar altında incelenmesi yararlı olabilir. Bununla birlikte, yangına hassas bölgelerdeki türlerden toplanan tohumlar kullanılarak, aynı alanlarda yangından sonra oluşan koşullarda çalışmaların tekrarlanması daha yönetilebilir sonuçlar sunacaktır.

KAYNAKLAR

- Augusto L, Bakker MR, Meredieu C (2008) Wood ash applications to temperate forest ecosystems potential benefits and drawbacks. *Plant and Soil*, 306:181-198.
- Bewley JD, Black M (1994) *Seeds: Physiology of Development and Germination*. Plenum Press, New York, pp 445.
- Browicz K (1963) The genus *Colutea* L. monograph. *Monographie Bot.*, 14:136.
- Chen GQ, Guo SL, Huang QS (2009). Invasiveness evaluation of fireweed (*Crassocephalum crepidioides*) based on its seed germination features. *Weed Biology and Management*, 9:123-128.
- Compton ME (1994) Statistical methods suitable for the analysis of plant tissue culture data. *Plant Cell. Tissue and Organ Culture*, 37:217-242.
- Çinkılıç H (2008) Farklı organik ve inorganik ortamlarda hıyar fidesi üretimi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(2):151-158.

- Demirezen Yılmaz D, Aksoy A (2007) Physiological effects of different environmental conditions on the seed germination of *Rumex scutatus* L. (Polygonaceae). Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23(1-2): 24-29.
- Edgar JG (1977) Effects of moisture stress on germination of *Eucalyptus calmadulensis* Dehnh. and *E. regnans* F. Muell. Australian. Forest Research, 7(4):241-245.
- Escudero AS, Barrero, Pita JM (1997) Effects of high temperatures and ash on seed germination of two Iberian pines (*Pinus nigra* ssp. *salzmannii*, *P. sylvestris* var. *iberica*). Annals of Forest Science, 54(6): 553-562.
- Gill AM (1981) Adaptive responses of Australian vascular plant species to fires. In: Fire and the Australian Biota (eds A. M. Gill, R. H. Groves & I. R. Noble), The Australian Academy of Science, Canberra, pp. 273-310.
- Gonzalez-Rabanal F, Casal M (1995) Effect of high temperatures and ash on germination of ten species from gorse shrubland. Vegetatio, 116:123-131.
- González-Rabanal F, Casal M, Trabaud L (1994) Effects of high temperatures, ash and seed position in the inflorescence on the germination of three Spanish grasses, Journal of Vegetation Science, 5(3): 289-284.
- Göktürk A (2017) Seed and germination characteristics of bladder-senna (*Colutea armena* Boiss. and Huet.) seeds. International Forestry and Environment Symposium. Trabzon, Abstract Book pp 207.
- Göktürk A, Çelik Göktürk B, Aksu Y (2018) Pests of *Colutea armena* (Bladder Senna) seeds in Artvin Region. International Artvin Symposium, Artvin, Abstract Book.
- Gülçur F (1974) Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No:201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, s.225.
- Henig-Sever N, Eshel A, Ne'eman G (1996) pH and osmotic potential of pine ash as post-fire germination inhibitors. Physiol Plant, 96 (1): 71-76.
- Izhaki I, Lahav H, Ne'eman G (1992) Spatial distribution patterns of *Rhus coriaria* seedlings after fire in a Mediterranean pine forest. Acta Oecol., 13:279-289.
- Justice OL, Reece MH (1954) A review of literature and investigation on the effects of hydrogen-ion concentration on the germination of seeds. Proc. Ass. Offic. Seed Anal., 44:144-149.
- Kazancı DD (2014) Akdeniz bitkilerinin yangın sonrası çimlenme özelliklerinin belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Keeley JE (1991) Seed germination and life history syndromes in the California chaparral. The Botanical Review, 57 (2):81-116.
- Krüssmann G (1984) Manual of cultivated broad-leaved trees and shrubs. Vol. 1, Timber Pres, Beaverton, USA.
- Kutiel P, Kutiel H (1989) Effects of a wildfire on soil nutrients and vegetation in an Aleppo pine forest on Mount Carmel Israel. Pirineos, 134:59-74.
- Mayer AM, Poljakoff-Mayber A (1989) The Germination of Seeds. 4th ed. Pergamon Press, Oxford.
- Naveh Z (1975). The evolutionary significance of fire in the Mediterranean region. Vegetation, 43:5-21.
- Ne'eman G, Lahav H, Izhaki I (1992) Spatial pattern of seedlings one year after fire in a Mediterranean pine forest. Oecologia, 91(3): 365-370.
- Ne'eman G, Meir I, Ne'eman R (1993) The effect of ash on the germination and early growth of shoots and roots of *Pinus*, *Cistus* and annuals. Seed Science and Technology, 21(2): 339-349.
- Okay Y, Günöz A (2009) Gölbaşı'na endemik *Centaurea tchihatcheffii* Fisch. et Mey. tohumlarının çimlenmesi üzerine bazı uygulamaların etkisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi, 15(2):119-126.
- Ölmez Z, Göktürk A, Temel F (2007) Effects of cold stratification, sulphuric acid, submersion in hot and tap water pretreatments on germination of bladder-senna (*Colutea armena* Boiss.&Huet.). Seed Science and Technology, 35:266-271.
- Pieper A (1952) Das Saatgut. V.P. Drey Berlin, Hamburg, Germany, pp. 275.
- Pijüt P (2008) *Colutea* L. Bladder-senna. In FT Bonner, RPKarrfalt (Eds.), The Woody Plant Seed Manual, Agriculture Handbook 72, USDA Forest Servic, pp. 426-427.
- Qingfang L, Tianrong X, Chengcang Ma, Lin W (2003) Effect of pH value on wheat seed germination and seedlings growth and metabolism. Anhui Agricultural Sciences, 31(002):185-187.
- Reyes O, Casal M (1998) Germination of *Pinus pinaster*, *P. radiata* and *Eucalyptus globulus* in relation to the amount of ash produced in forest fires. Annals of Forest Science, 55:837-845.
- Reyes O, Casal M (2004) Effects of forest fire ash on germination and early growth of four *Pinus* species. Plant Ecology, 175:81-89.
- Reyes O, Casal M (2006) Seed germination of *Quercus robur*, *Q. pyrenaica* and *Q. ilex* and the effects of smoke, heat, ash and charcoal. Annals of Forest Science, 63:205-212.
- Reyes O, Kaal J, Arán D, Gago R, Bernal J, García-Duro J, Basanta M (2015) The effects of ash and black carbon (biochar) on germination of different tree species. Fire Ecology, 11(1):119-133
- Riveiro SF, García-Duro J, Cruz O, Casal M, Reyes O (2019) Fire effects on germination response of the native species *Daucus carota* and the invasive alien species *Helichrysum foetidum* and *Oenothera glazioviana*. Global Ecology and Conservation, 20:00730.
- Rudolf PO (1974) *Colutea arborescens* L. (Bladder-senna). In: Schopmeyer CS (Ed.). Seeds of Woody Plants in the United States, Agric. Handbook 450, USDA Forest Service, Washington DC, USA.
- Schütz W (1997) Primary dormancy and annual dormancy cycles in seeds of six temperate wetland sedges. Aquatic Botany, 59: 75-85.
- Taiz L, Zeiger E (1998) Plant Physiology. 2nd Edition, Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, 792 p.
- Taiz L (1984) Plant cell expansion: regulation of cell wall mechanical properties. Ann. Rev. Plant Physiol, 35:585-657.
- Tang C, Robson AD, Longnecker NE, Greenway H (1993) Physiological responses of lupin roots to high pH. Plant and Soil, 155/156:509-512.
- Thanos CA, Skordilis A (1987) The effects of light, temperature and osmotic stress on the germination of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* seeds, Seed Science and Technology, 15:163-174.
- Thomas PA, Wein RW (1990) *Jack pine* establishment on ash from wood and organic soil. Canadian Journal of Forest Research, 20 (12):1926-1932.
- Thomas PA, Wein RW (1994) Amelioration of woody ash toxicity and *jack pine* establishment. Canadian Journal of Forest Research, 24(4):748-755.
- Trabaud L (1992) Influence du regime des feux sur les modifications _a court terme et la stabilite a long terme de la flore d'une garrigue de *Quercus coccifera*. Revue d'ecologie, 47:209-230.
- Yahyaoglu Z, Ölmez Z (2005) Tohum Teknolojisi ve Fidanlık Tekniği, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi, Artvin.
- Zohar Y, Waisel Y, Zarschon R (1975) Effects of light, temperature and osmotic stress on seed germination of *Eucalyptus accidentalis* Endl., Australian Journal of Botany, 23:391-397.