

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**FARKLI TOPRAK TEKSTÜR VE ORGANİK MADDE İÇERİKLERİNİN TOHUM
TOPUNUN ÇİMLENME BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Furkan ASLAN

**Danışman
Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU**

Artvin-2023

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin oruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Farklı Toprak Tekstür ve Organik Madde İçeriklerinin Tohum Topunun imlenme Bağarısı zerine Etkileri” bağlıklı bu alığmayı bağtan sona kadar danığmanım Prof. Dr. Aydın TüFEKçİOğLU sorumluluğunda tamamladığımı, bağka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, alığma sürecinde bilimsel arağtırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı taahhüt ederim. Aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Lisansüstü Eğitim-ğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☒ Tezimin tamamı her yerden eriğime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Artvin oruh niversitesi yerleğkelerinden eriğime açılabilir.
- ☐ Teziminay süreyle eriğime açılmasını istemiyorum. Bu srenin sonunda uzatma için bağvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden eriğime açılabilir.

06/06/2023

İmza

Furkan ASLAN

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**FARKLI TOPRAK TEKSTÜR VE ORGANİK MADDE İÇERİKLERİNİN
TOHUM TOPUNUN ÇİMLLENME BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Furkan ASLAN

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 09/06/2023

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 23/06/2023

Başkan : Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU

Jüri Üyesi : Prof. Dr. İbrahim TURNA

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından 23/06/2023 tarihinde **oybirliği** ile uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2023 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2023

Doç. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Farklı Toprak Tekstür ve Organik Madde İçeriklerinin Tohum Topunun Çimlenme Başarısı Üzerine Etkileri” adlı bu çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Konunun belirlenmesinde ve çalışmalarım sürecinde desteğini esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU’na, fidanlık alnını kullanma imkanı sunarak çalışmama destek veren Ormancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi’ne, çalışmanın gerçekleştirilmesinde finansal destek sağlayan ECORDING Çevre Teknolojileri Yazılım Mühendislik Ticaret Limited Şirketine, çalışmanın uygulanması ve deneysel çalışmalarında önemli katkıları olan Doç. Dr. Aşkın GÖKTÜRK’e, fidanlıkta bakım ve kontrollerde yardımcı olan Öğr. Gör. Caner SATIRAL’a ve fidanlık personeli Sultan YILDIRIM’a, teşekkür ederim.

Araştırmamın bilimsel ve teknik açıdan uygulayıcılara faydalı olmasını dilerim.

Furkan ASLAN

Artvin-2023



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ BEYANNAMESİ.....	I
ÖNSÖZ.....	III
İÇİNDEKİLER	V
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
TABLolar DİZİNİ	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ	XI
KISALTMALAR DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	3
2.1. Materyal	3
2.2. Yöntem.....	3
2.2.1. Tohum Özelliklerinin Belirlenmesi	3
2.2.2. Tohum Topu Karışım Malzemesi ve Oranları	5
2.2.3. Malzeme ve Karışımların Özelliklerinin Belirlenmesi	5
2.2.4. Tohum Topu Büyüklüğünün Etkisinin Belirlenmesi	6
2.3. Ekim zamanı ve Deneme Deseni	6
2.4. Verilerin Değerlendirilmesi	11
3. BULGULAR.....	12
3.1. Tohum Topu Karışım Malzemelerine Ait Bulgular	12
3.2. Tohum Özelliklerine Ait Bulgular	13
3.3. Laboratuvar, Sera ve Fidanlık Ortamında Elde edilen Bulgular	13
3.3.1. Sarıçam	13
3.3.2. Karaçam	15
3.3.3. Kızılçam.....	16
3.3.4. Ladin	18
3.4. Açık Alan Denemelerinden Elde Edilen Çimlenme Oranları.....	20
3.5. Kızılçam Türünde Tohum Topu Büyüklüğüne Göre Elde Edilen Çimlenme Bulguları	21
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	24

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	32
KAYNAKLAR	34
ÖZ GEÇMİŞ.....	35



ÖZET

FARKLI TOPRAK TEKSTÜR VE ORGANİK MADDE İÇERİKLERİNİN TOHUM TOPUNUN ÇİMLENME BAŞARISI ÜZERİNE ETKİLERİ

Bu çalışma, çiçek toprağı ve orman toprağının farklı oranlarda karıştırılması ile hazırlanan tohum topraklarının sarıçam, karaçam, kızılçam ve ladin tohumlarının çimlenmesi üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Tohum topraklarının tohumların çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme hızları üzerine etkisinin değerlendirildiğı çalışmada, çimlendirme denemeleri laboratuvar, sera, fidanlık ve açık alan koşullarında olmak üzere toplam 4 farklı ortamda ve açık alan ortamında 2 farklı alanda gerçekleştirilmiştir.

Çalışma sonucunda laboratuvar, fidanlık ve sera ortamlarında, türler bazında etkili olan karışımların değişkenlik gösterdiği ve çoğunlukla orman toprağı ile hazırlanan tohum topraklarından daha yüksek çimlenme oranları meydana geldiğı belirlenmiştir. Açık alan denemelerinde kullanılan sarıçam, karaçam ve ladin tohumlarının çimlenmesinde ise tohum topraklarının kontrollere kıyasla etkili olmadığı belirlenmiştir. Açık alan koşullarında türlere göre değişmekle birlikte en yüksek çimlenmeler %9.33 ile %21.33 arasında değişmektedir. Alan olarak en yüksek çimlenmeler Genya deneme alanında meydana gelmiştir. Tür olarak en yüksek çimlenmeler ise sarıçam türünde elde edilmiştir. Tohum büyüklüğüne göre kızılçam tohumlarında yapılan çimlendirme deneyinde ise tohum topu büyüklüğünün çimlenme yüzdesini etkilemediğı, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi bakımından ise en iyi sonuçların küçük tohum topraklarının sağladığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tohum topu, çimlenme, orman toprağı, sarıçam, karaçam

SUMMARY

THE EFFECTS OF DIFFERENT SOIL TEXTURES AND ORGANIC MATERIALS ON THE GERMINATION SUCCESS OF SEED BALL

This study was carried out to determine the effect of seed balls prepared by mixing flower soil and forest soil in different ratios on the germination of Scotch pine, black pine, red pine, cedar and spruce seeds. In the study, in which the effect of seed balls on the germination percentage, average germination time and germination rate of seeds was evaluated, germination trials were carried out in a total of 4 different environments as laboratory, greenhouse, nursery and open field conditions and in two different areas in open field environment.

As a result of the study, it was determined that the mixtures that are effective on the basis of species vary in laboratory, nursery and greenhouse environments, and generally higher germination rates occur than seed balls prepared with forest soil. It was determined that seed balls were not effective in germination of scotch pine, larch and spruce seeds used in open field experiments compared to controls. Although it varies according to the species in open field conditions, the highest germination ranges between 9.33% and 21.33%. In terms of area, the highest germination occurred in the Genya plot. In the germination experiment performed on red pine seeds according to seed size, it was determined that the size of the seed ball did not affect the germination percentage, and the best results in terms of germination rate and average germination time were obtained with small seed balls.

Keywords: Seed ball, germination, forest soil, scots pine, black pine

TABLÖLAR DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Arazi denemelerinin gerçekleştirildiği alanlar.....	6
Tablo 2. Karışım malzemelerinin içeriklerine ait tespit edilen değerler.....	12
Tablo 3. Tohum özelliklerine ait tespit edilen değerler	13
Tablo 4. Sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları.....	14
Tablo 5. Sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları	14
Tablo 6. Karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları.....	15
Tablo 7. Karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları	16
Tablo 8. Kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları.....	17
Tablo 9. Kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları	18
Tablo 10. Ladin tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları	19
Tablo 11. Ladin tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları.....	20
Tablo 12. Arazi denemelerinde tohumların çimlenme yüzdesi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları	21
Tablo 13. Arazi denemelerinde türlere göre farklı karışım malzeme ve oranlarından elde edilen çimlenme yüzdeleri	21
Tablo 14. Büyüklüklerine göre tohum topları ve bu tohum toparında kullanılan kızılçam tohumların özelliklerine ait değerler.....	22

Tablo 15. Tohum topu büyüklüğüne göre çimlenme değerlerinde değişim olup olmadığına dair varyans analizi sonuçları	22
Tablo 16. Tohum topu büyüklüğüne kızılcam tohumlarından elde edilen çimlenme değerleri	23
Tablo 17. Türlerle göre Duncan testi sonucunda en yüksek etkiye sahip olan ve aynı grupta yer alan karışımlar (Sera, fidanlık ve laboratuvar da elde edilen ortalama sonuçlara göre) (TE: Tohum Ekimi)	25



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Tablo 1. Arazi denemelerinin gerçekleştirildiği alanlar.....	6
Tablo 2. Karışım malzemelerinin içeriklerine ait tespit edilen değerler.....	12
Tablo 3. Tohum özelliklerine ait tespit edilen değerler	13
Tablo 4. Sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları.....	14
Tablo 5. Sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları	14
Tablo 6. Karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları.....	15
Tablo 7. Karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları	16
Tablo 8. Kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları.....	17
Tablo 9. Kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları	18
Tablo 10. Ladin tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları	19
Tablo 11. Ladin tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları.....	20
Tablo 12. Arazi denemelerinde tohumların çimlenme yüzdesi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları	21
Tablo 13. Arazi denemelerinde türlere göre farklı karışım malzeme ve oranlarından elde edilen çimlenme yüzdeleri	21

Tablo 14. Büyüklüklerine göre tohum topları ve bu tohum toparında kullanılan kızılcım tohumların özelliklerine ait değerler.....	22
Tablo 15. Tohum topu büyüklüğüne göre çimlenme değerlerinde değışim olup olmadığına dair varyans analizi sonuçları	22
Tablo 16. Tohum topu büyüklüğüne kızılcım tohumlarından elde edilen çimlenme değerleri.....	23
Tablo 17. Türlerle göre Duncan testi sonucunda en yüksek etkiye sahip olan ve aynı grupta yer alan karışım lar (Sera, fidanlık ve laboratuvar da elde edilen ortalama sonuçlara göre) (TE: Tohum Ekimi)	25



KISALTMALAR DİZİNİ

Çk	Karaçam
ÇS	Çimlenme Sayısı
Çs	Sarıçam
ÇT	Çiçek Toprağı
ÇY	Çimlenme Yüzdesi
Çz	Kızılçam
ETS	Ekilen Tohum Sayısı
L	Ladin
Nİ	Nem İçeriği
OÇS	Ortalama Çimlenme Süresi
OT	Orman Toprağı

1. GİRİŞ

Havadan tohumlama, tohumları havadan mekanik araçlarla püskürterek ekme tekniği olarak tanımlanabilir. Havadan tohumlamada helikopterler uçaklara oranla daha işlevsel kabul edilse de son zamanlarda gelişen insansız hava araçları teknolojisi ile birlikte “dronlar” da kullanılmaya başlanmıştır. Genel olarak insansız hava araçları ile havadan tohumlama maliyeti insanlı hava araçları kullanımına göre daha düşüktür (Novikov ve Ersson, 2018). Bu nedenle, dronlarla tohum ekme tekniği engebeli ve kayalık arazilerin ve ulaşımı olmayan yüksek rakımlı alanların ağaçlandırılmasında alternatif olarak değerlendirilmektedir.

İnsansız hava araçları (dron) teknolojisi hemen her alanda gündeme gelen ve gelecekte de önemi artacak olan bir teknolojidir. Bugün yoğun iş gücü ve zaman gerektiren çalışmalar, gelecekte bu teknoloji sayesinde daha kısa sürede ve iş gücüne gerek duyulmadan gerçekleştirilebilecektir. Bu teknoloji son zamanlarda da ormancılık faaliyetlerinde; alan envanteri, koruma, yaban hayvanlarının izlenmesi gibi alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca, ağaçlandırma alanlarında denetleme, koruma, fidan dikimi ve sulama gibi faaliyetlerde de kullanımı mümkün olan ve gelecek vaat eden bir teknolojidir.

Xiao ve ark. (2015), havadan tohumlamanın yüksek oranda bozulmuş alanların rehabilitasyonunda etkili bir araç olduğunu ve bu nedenle sınırlı tohum kaynakları ve yol erişilebilirliği olan bölgelerde uygulanabileceğini söylemektedirler. Bozuk orman alanlarını, yangın sahalarını ve ormansız alanları havadan tohumlama yöntemiyle daha erken ve daha ekonomik bir şekilde ağaçlandırma olanağı, bu konudaki çalışmaların yaygınlaşmasına neden olmuştur. Ancak yapılan tohumlama çalışmalarının tohumların korunmasına veya çimlenme olanaklarının sağlanmasına yönelik herhangi bir işlem uygulanmadan gerçekleştirilmesi hem çalışmaların başarı olanaklarını azaltmakta hem de hava araçlarının (dronların) etkinliğini kısıtlamaktadır.

Havadan tohumlamanın ekonomik etkinliğinin, testlerle belirlenmiş canlılığına, kalitesine ve özelliklerine göre ekim öncesi uygulanan işlemlere bağlı olacağı unutulmamalıdır. Bununla birlikte tohumlanan alanda toprak işleme gerekiyorsa, tohumlamanın başarılı olması için toprak işlemenin yapılması maliyetlerin artmasına

neden olacaktır. Bu noktada tohumun toprakla temasını sağlamak için tohumun besin kapsülleri içerisinde atılarak düşüş ivmesinin artırılması önerilen uygulamalar arasındadır (Novikov ve Ersson, 2018).

Havadan tohumlama işleminin başarı durumunun alternatif yöntemlerle karşılaştırılması önem arz etmektedir. Hod ve ark. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada iki operatör ve her biri 1-5 kg tohum taşıyabilen 10 adet dronla 35 bin adet tohum ekimi yapıldığı belirtilmektedir. Bu çalışmada da alana atılan tohum sayısının fazla olmasına karşın başarı durumu ortaya konmamıştır. Mevcut ekim-dikim yöntemlerine oranla daha ekonomik olması ve kısa zamanda geniş alanların tohumlanması önemli bir avantaj olmasına karşın başarı oranlarının belirsiz olması önemli bir eksikliktir.

Bugüne kadar insansız hava araçları ile tohum ekimi veya tohum topu ile ağaçlandırma çalışmaları gündeme gelmiş olsa da başarı oranı gözetilmeksizin yapılan bu çalışmaların etkinliği tam olarak ortaya konulmamıştır. Bu nedenle tohum toplarının arazi şartlarındaki başarı oranlarının veya en yüksek başarıyı sağlayacak tohum topu malzemelerinin ve karışım oranlarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu çalışmada sarıçam, ladin, karaçam ve kızılçam türlerinde laboratuvar ve arazi şartlarında tohumların çimlenmelerini sağlayacak en uygun tohum topu malzemesi veya malzeme karışımları ile karışım oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada Kastamonu orijinli Sarıçam (*Pinus silvestris*) ve Karaçam (*Pinus nigra*), Muğla orijinli Kızılçam (*Pinus brutia*) ve Artvin orijinli Doğu ladini (*Picea orientalis*) tohumları kullanılmıştır.

Tohum topu malzemelerinin hazırlanmasında kullanılan orman toprağı Artvin Orman İşletme Müdürlüğü Saçinka Orman İşletme Şefliği sınırları içerisinde yer alan kayın ormanlarından alınmıştır.

Çalışmada tohum özelliklerinin belirlenmesine yönelik ölçümler ve laboratuvarda gerçekleştirilen çimlendirme deneyleri Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Tohum ve Ağaçlandırma Laboratuvarında, sera ve fidanlık alanlarında gerçekleştirilen çimlendirme deneyleri Ormancılık Uygulama ve Araştırma Merkezi Araştırma Serası ve Fidanlığında gerçekleştirilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Tohum Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada kullanılan tohumlarda dikkate alınan özellikler tohum ağırlığı (1000 tane ağırlığı), doluluk oranı ve nem içeriğidir. 1000 tane ağırlığının hesaplanmasında gelişigüzel alınan, 100'lük 8 örnekten ortalama ağırlık ($\bar{X}$) hesaplama yöntemi kullanılmıştır (ISTA, 1993). Doluluk oranı ise tohum ağırlığı ölçülen 100'er adet tohumdan oluşan 3 tohum grubundaki tohumlar tek tek kesilerek belirlenmiştir.

Nem içeriğinin hesaplanmasında 4x10 adet tohum örnekleri tartılıp ağırlıkları belirlendikten sonra 103±3°C de kurutma dolabına yerleştirilmiş ve 17±1 saat kurutulduktan sonra ağırlıkları tekrar tartılmıştır. Nem içeriğinin tespitinde aşağıda

belirtilen formül den yararlanılmıştır. Formülde Nİ; nem içeriğini, BA; başlangıçtaki ağırlığı ve KA; kurutulduktan sonraki ağırlığı ifade etmektedir.

$$Nİ = ((BA - KA) / BA) \times 100$$

Tohumların çimlenme bakımından kalitelerini belirleyebilmek için çimlenme yüzdeleri, çimlenme hızları ve ortalama çimlenme süreleri dikkate alınmıştır. Bu değerler ve kullanılan hesaplama yöntemleri aynı zamanda tohum toplarının etkinliğini belirlemek için de kullanılmıştır.

Çimlenme Yüzdesi: Tohumun çimlenme kabiliyeti çimlenme yüzdesi ile ifade edilir. Çimlenme yüzdesi aşağıdaki formüllerde ifade edildiği gibi belirlenmiştir.

$$\text{ÇY} = \frac{\text{ÇS}}{\text{ETS}} \times 100$$

ÇY: Çimlenme Yüzdesi

ÇS: Çimlenme Sayısı ve

ETS: Ekilen Tohum Sayısını ifade etmektedir.

Çimlenme Hızı: Tohumların çabuk çimlenme kabiliyetine çimlenme hızı denir. Bu değer ilk 7 gün içinde çimlenen tohumların yüzde olarak ifadesidir. Fakat hassas hallerde 4, 7 ve 10. günde çimlenen tohumların sayısına göre bulunur. Bu çalışmada ilk 10 günde çimlenen tohumların oranı dikkate alınmıştır.

Ortalama Çimlenme Süresi

Elde edilen çimlenme oranlarının ortalama olarak kaç günde meydana geldiğinin ifade edilmesinde kullanılır. Çimlenmenin geniş yapraklı türlerde ibrelili türlerle oranla daha geç başlaması ve daha geniş zaman aralığında meydana gelmesi nedeniyle, bu türlerde çimlenme hızının ifadesinde de kullanılmaktadır. Ortalama çimlenme süresi aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

$$O\text{ÇS} = \frac{(n_1 \times t_1) + (n_2 \times t_2) + (n_3 \times t_3) + \dots + (n_i \times t_i)}{T}$$

OÇS: Ortalama Çimlenme Süresi

$n_1, \dots, n_i$: n. günde çimlenen tohum sayısı

$t_{1....n}$: Çimlenme deneyinin başlamasından itibaren çimlenme kontrolünün yapıldığı zamana kadar geçen gün sayısı

T : Toplam çimlenme sayısı

2.2.2. Tohum Topu Karışım Malzemesi ve Oranları

Çalışmada tohum topu karışım malzemelerinin hazırlanmasında orman toprağı (OT) ve satın alınarak temin edilen çiçek toprağı (ÇT) kullanılmıştır. Malzeme ve oranlara göre 3 farklı karışım hazırlanmıştır. Karışımların etkinliğini tespit edebilmek için orman toprağı ve çiçek toprak kullanılarak tohum topları oluşturulmuştur. Toplamda 5 farklı içeriğe sahip tohum topları hazırlanmış ve bekletilmeden çimlenme deneylerine başlanmıştır.

Tohum topu karışım malzemesi oranları ve yazımda kullanılan kısaltmaları;

- | | |
|----------------------|------------|
| 1- % 100 ÇT | (100ÇT) |
| 2- % 100 OT | (100OT) |
| 3- % 75 ÇT + % 25 OT | (75ÇT25OT) |
| 4- % 50 ÇT + % 50 OT | (50ÇT50OT) |
| 5- % 25 ÇT + % 75 OT | (25ÇT75OT) |

2.2.3. Malzeme ve Karışımların Özelliklerinin Belirlenmesi

Tohum topu yapımında kullanılan malzeme ve karışımların her birinde toz, kil, kum ve organik madde içerikleri ile pH ve toprak türleri belirlenmiştir. Kum, toz ve kil oranları, malzeme ve karışımların Bouyoucos'un hidrometre yöntemine göre mekanik analize tabi tutulmasıyla bulunmuştur. Belirlenen kum, toz ve kil oranlarına göre özel uluslararası tekstür üçgeni (E.C. Tommerup'a) kullanılarak toprak türleri belirlenmiştir. Toprak reaksiyonları (pH), İmolab pH level I pH metresi kullanılarak cam elektrot yöntemiyle belirlenmiştir. Analizin gerçekleştirilmesinde 1/2,5 oranında arı su kullanılmıştır (Gülçur, 1974). Topraktaki organik madde içeriği ise modifiye edilmiş Walkley - Black ıslak yakma yöntemine göre belirlenmiştir (Gülçur 1974, Kaçar, 2009).

2.2.4. Tohum Topu Büyüklüğünün Etkisinin Belirlenmesi

Bu çalışmada tohum topu büyüklüğüne göre çimlenme sonuçları sadece kızılçam türünde gerçekleştirilmiştir. Bunun için tohum topu malzemesi olarak sadece çiçek toprağı kullanılmıştır. Tohum topu büyüklüğü ise “büyük” ve “küçük” olarak iki grupta değerlendirilmiştir. Hazırlanan tohum toplarının boyutları ve kuru ağırlıkları da belirlenmiştir.

Büyük tohum toplarında çap ölçümü tek yönlü, küçük tohumlarında ise silindirik yapıda olmalarından dolayı iki yönlü olarak (çap ve boy ölçümü) yapılmıştır. Ağırlıkların belirlenmesi sürecinde tohum nem içeriğinin belirlenmesinde kullanılan yöntem kullanılmıştır. Ölçümler ise milimetrik dijital kumpas kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.3. Ekim zamanı ve Deneme Deseni

Çimlenme deneyleri laboratuvar, fidanlık, sera ve arazi koşullarında olmak üzere 4 farklı ortamda gerçekleştirilmiştir. Arazi koşullarındaki çimlendirme deneyleri ise Artvin Merkez ilçe sınırları içerisinde yer alan Mersivan ve Genya mevkieinde olmak üzere iki alanda gerçekleştirilmiştir (Tablo 1, Şekil 1).

Tablo 1. Arazi denemelerinin gerçekleştirildiği alanlar

Alan	Rakım	Bakı	Koordinatlar	
			K	D
Mersivan	1866	Güneybatı	41°07'56.03	41°46'36.81
Genya	1937	Kuzey	41°07'54.05	41°46'51.44

Tohum topu karışım malzemelerine göre çimlenme oranlarında meydana gelebilecek değişimleri test edebilmek için tohum topu ile kaplanmamış tohumların ekimi de gerçekleştirilmiştir. Tohumlar laboratuvar, sera ve fidanlık ortamlarında tohumlar ekilerek üzerleri tohum büyüklüğünün iki katını geçmeyecek şekilde ekim ortamı için hazırlanan karışımla kapatılmıştır. Bu ortamlardaki uygulamalarda tohumların üzeri kapatıldığı için “kontrol” uygulaması olarak değil, “Tohum Ekimi” olarak değerlendirilmiştir. Açık alan koşullarında ise serpmek ekimi yapılmış ve tohumların üzeri kapatılmamıştır. Bu nedenle açık alan koşullarında gerçekleştirilen uygulama “kontrol” olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 1. Mersiven ve Genya Deneme alanlarının Google Earth görüntüleri

Mersivan ve Genya deneme alanlarında 18.05.2021 tarihinde, Laboratuvar, sera ve fidanlık ortamında ise çimlendirme deneylerine 19.04.2021 başlanmıştır. Fidanlıkta deneylerin başlamasını takiben yaklaşık iki aylık süreçte genel olarak çimlenmelerin meydana gelmemesi ve fare zararının gözlenmesi neticesinde 20.06.2021 tarihinde deneme deseni yeniden oluşturularak deney tekrarlanmıştır. Alanın çok rüzgarlı olmasının çimlenmenin üzerindeki olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için deneyin başladığı tarihten çimlenmelerin tamamlandığı zamana kadar fidan tepsi saksılarının üzeri gölgelik ile örtülmüştür.

Laboratuvardaki çimlendirme deneyleri iklimlendirme dolabında 22 C° de gerçekleştirilmiştir. Tohum topları laboratuvar ortamında şeffaf plastik kapaklı saklama kaplarında, sera ortamında da polietilen tüplerde çimlenmeye alınmıştır. Laboratuvar ortamında, tohum topları, kaplar içerisine yerleştirilen 1-2 cm kalınlığında elenmiş torf üzerinde çimlendirilmiştir. Laboratuvarda ortamında çimlendirme deneyi dört tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş, her bir tür ve karışım için tekrarda 25 adet olmak üzere toplam 100 adet tohum topu kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Laboratuvar ortamında hazırlanan çimlendirme deneyi örneği

Sera ortamındaki çimlendirme deneyleri yüksek ekim yastıklarında 20-24 °C de gerçekleştirilmiştir. Sera ortamında çimlendirme ortamı olarak orman toprağı, torf, perlit ve yanmış koyun gübresi 5:1:1:1 oranında karıştırılarak hazırlanan karışım kullanılmıştır. Hazırlanan karışım açık alan ekimlerinde de kullanılmıştır. Sera ortamında çimlendirme deneyi 3 tekrarlı olarak gerçekleştirilmiş ve her tekrarda 33 adet tohum topu kullanılmıştır. Sera ortamında çimlendirme deneyi için kullanılan yüksek yastıklara 11 sıra tüp yerleştirilebilmektedir. Sıraların her biri bir tekrar olarak değerlendirilmiş ve her tüpe 3 adet tohum topu konmuştur (Şekil 3).



Şekil 3. Sera ortamında gerçekleştirilen çimlendirme deneyi görseli

Fidanlık koşullarında çimlendirme deneyleri 45 derin gözlü tepsi saksılarda gerçekleştirilmiş ve tepsi saksıların her bir gözüne bir adet tohum topu konmuştur (Şekil 4). Çimlendirme deneyleri başladıktan sonra 7, 10, 14, 21, 28. günlerde ve

takiben haftada bir kez kontrol edilmiş ve çimlenmelerin meydana geldiği tohum toplarının sayımları yapılmıştır.



Şekil 4. Fidanlık alanında gerçekleştirilen çimlendirme deneyi görseli

Mersivan ve Genya deneme alanlarında, iklim ve arzi koşulları nedeniyle sarıçam, karaçam ve ladin türleri kullanılmıştır. Bu alanlarda kullanılan deneme deseni 3 tekrarlı rastlantı blokları deneme desenidir. Deneme deseninde alan 6 m x 5 m lik bloklara ve her blok ta 1m x 1m lik parçalara bölünmüştür (Şekil 5). Her blok bir tekrar niteliğinde olup blok içerisindeki parçalara tür ve karışımlar tamamen teadüfi olacak şekilde dağıtılarak ekimler gerçekleştirilmiştir. Her tür ve karışım için tekrarda 50 adet tohum topu kullanılmıştır. Tohum topları alana düzenli olarak değil serpme ekim yöntemine göre tesadüfi olarak atılmıştır (Şekil 6). Alanlarda ekim işlemleri tamamlandıktan sonra, yabani hayvan ve otlatma baskısına karşı koruma altına almak amacıyla alanın çevresi kafes tel ile çevrilmiştir (Şekil 7-8).

	A	B	C		A	B	C		A	B	C
1	Çs-K	L-ÇT	Çk-7525	1	L-ÇT	Çs-7525	Çk-75-25	1	Çk-7525	L-ÇT	Çk-ÇT
2	L-5050	Çs-OT	Çs-7525	2	Çs-OT	L-OT	Çs-ÇT	2	Çs-7525	Çs-K	L-5050
3	Çs-2575	L-7525	L-OT	3	L-5050	Çs-K	L-7525	3	L-OT	Çs-OT	Çs2575
4	Çs-ÇT	Çk-OT	Çk-K	4	Çk-OT	L-K	Çk-5050	4	Çk-K	Çs-5050	Çk-5050
5	Çs-5050	Çk-ÇT	L-K	5	Çk-ÇT	Çk-K	Çs-5050	5	L-K	Çs-OT	L-2575
6	Çk-5050	L25-75	Çk-25-75	6	L-25-75	Çk-2575	Çs25-75	6	Çk-2575	Çs-ÇT	L-7525

Şekil 5. Arazi çalışmalarında kullanılan deneysel desen örneği (Mersivan)



Şekil 6. Arazi çalışmalarında alana atılan tohum toplarından örnekler



Şekil 7. Mersivan deneme alanı deneysel desen görselleri



Şekil 8. Genya deneme alanı deneysel desen görselleri

2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

Değerlendirmelerde, tohum topu malzemesi olarak kullanılan karışımların tohumların çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Tohum topu karışım oranlarının varyans analizi sonucuna göre etkili olduğunun belirlenmesi durumunda, en iyi sonucun hangi karışım malzemesinden alındığını belirleyebilmek için ise Duncan testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde SPSS 19 istatistik paket programı kullanılmıştır.



3. BULGULAR

3.1. Tohum Topu Karışım Malzemelerine Ait Bulgular

Çalışmada, karışımlarda kullanılan malzemelerin ve oluşturulan karışımların içeriklerine bakıldığında (Tablo 2), çiçek toprağının kumlu killi balçık ve kumlu balçık, orman toprağının ise kumlu kil yapısında olduğu görülmektedir. Ayrıca, 50ÇT50OT ve 75ÇT25OT karışımlarının kumlu killi balçık ve 25ÇT75OT karışımının kumlu kil yapısında olduğu belirlenmiştir.

Tablo 2. Karışım malzemelerinin içeriklerine ait tespit edilen değerler

Karışım	Toprak Grup	Tekstür					pH	Organik Madde
		Uluslararası			Amerikan			
		Kum %	Kil %	Toz %		Toprak Türü		
50ÇT50OT	1	63.551	22.245	14.204	Kumlu Killi Balçık	Kumlu Killi Balçık	6.96	3.6686
	2	*	*	*	*	*	6.66	4.6854
	3						6.72	4.0788
75ÇT25OT	1	64.411	21.292	14.297	Kumlu Killi Balçık	Kumlu Killi Balçık	6.6	7.0975
	2	64.329	21.738	13.933	Kumlu Killi Balçık	Kumlu Killi Balçık	6.54	8.0623
	3	*	*	*	*	*	6.86	9.6135
ÇT	1	74.655	15.143	10.201	Kumlu Killi Balçık	Kumlu Balçık	7.37	24.8772
	2	77.026	13.947	9.027	Kumlu Balçık	Kumlu Balçık	7.49	23.6408
	3	*	*	*	*	*	7.37	24.0453
25ÇT75OT	1	63.105	26.941	9.954	Kumlu Kil	Kumlu Killi Balçık	6.53	2.8078
	2	61.291	25.835	12.873	Kumlu Kil	Kumlu Killi Balçık	6.38	3.3162
	3	61.788	24.867	13.345	Kumlu Killi Balçık	Kumlu Killi Balçık	6.34	2.0914
OT	1	60.720	28.172	11.109	Kumlu Kil	Kumlu Killi Balçık	5.27	0.4044
	2	60.807	27.001	12.192	Kumlu Kil	Kumlu Killi Balçık	5.5	0.4044
	3	58.498	27.061	14.441	Kumlu Kil	Kumlu Killi Balçık	5.28	0.4622

*Analizlerin gerçekleştirilebilmesi için yeterli miktarda örnek bulunmamaktadır.

Organik madde içeriği en fazla çiçek toprağında (23.64 -24.84), en az orman toprağında (0.4044- 0.4642) bulunmaktadır. Hazırlanan karışımlarda orman toprağının oranının artması ile birlikte organik madde içeriği de azalmaktadır. Organik madde içeriğinin aksine, kil içeriği en fazla orman toprağında (27.00 -28.17) en az çiçek toprağında (13.94 - 15.14) bulunmaktadır. Tohumların çimlenmesinde ve fidan gelişiminde önemli etkileri olan pH değeri ise orman toprağında 5.27 ile 5.5 arasında, çiçek toprağında 7.37 ile 7.49 arasında değişmektedir.

3.2. Tohum Özelliklerine Ait Bulgular

Çalışmada kullanılan tohumların kalitesini ortaya koyabilmek için yapılan değerlendirmelerde, bütün türlerde tohumların doluluk oranının %90'nın üzerinde olduğu, çimlenme yüzdelerinin %75.50 ile %93.5 arasında, çimlenme hızlarının %41.75 - %79.50 arasında ve ortalama çimlenme sürelerinin 4.56 – 18.04 gün arasında değiştiği belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Tohum özelliklerine ait tespit edilen değerler

Tür	1000 Tane Ağırlığı (gr)	Doluluk Oranı (%)	Nem İçeriği (%)	Çimlenme Yüzdesi (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	Çimlenme Hızı (%)
Karaçam	20.11	91	14.57	84.25	11.67	74.25
Kızılçam	48.03	91	7.83	75.50	18.04	41.75
Sarıçam	10.11	99	5.53	81.50	4.56	79.50
Ladin	6.20	100	5.09	93.50	13.60	76.50

3.3. Laboratuvar, Sera ve Fidanlık Ortamında Elde edilen Bulgular

3.3.1. Sarıçam

Sarıçam tohumlarının çimlenmesi üzerine karışım malzemelerinin etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda sera, laboratuvar ve fidanlık şartlarında çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızı üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Fidanlık ortamı hariç diğer ortamlarda da ortalama çimlenme süresi üzerine etkilerin anlamlı olduğu belirlenmiştir. Her üç ortamın birlikte değerlendirilmesi durumunda da karışım malzemesinin tohumların çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve çimlenme süresini etkilemediği ($p>0.05$) tespit edilmiştir (Tablo 4).

Çalışmada en yüksek çimlenme yüzdeleri sera ve laboratuvar ortamında 75ÇT25OT karışımlı tohum toplarında sırasıyla %92.42 ve 42.05 oranlarında elde edilmiştir. Her üç ortamın birlikte değerlendirilmesi durumundan sarıçam türünde en yüksek çimlenmeyi (%63.64) sağlayan karışımın 75ÇT25OT olduğu görülmektedir (Tablo 5). Ayrıca, sera ve laboratuvar ortamlarında en yüksek çimlenme hızları bu karışımdan elde edilmiştir. Ortalama çimlenme süreleri sera ortamı hariç çoğunlukla farklılık göstermemektedir.

Tablo 4. Sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Sera					
Çimlenme Yüzdesi (%)	9940.31	5	1988.06	5.63	.007
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	342.61	5	68.52	4.35	.017
Çimlenme Hızı (%)	382.00	5	76.40	4.45	.016
Laboratuvar					
Çimlenme Yüzdesi (%)	10151.70	5	2030.34	26.88	0.000
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	960.50	5	192.10	11.61	0.000
Çimlenme Hızı (%)	14138.03	5	2827.61	41.88	0.000
Fidanlık					
Çimlenme Yüzdesi (%)	3460.19	3	1153.40	56.67	.000
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	8.30	3	2.77	0.50	.693
Çimlenme Hızı (%)	2280.05	3	760.02	16.74	.001
Ortalama					
Çimlenme Yüzdesi (%)	8356.87	5	1671.37	11.03	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	606.55	5	121.31	8.68	0.00
Çimlenme Hızı (%)	7910.43	5	1582.09	33.69	0.00

Tablo 5. Sarıçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları

Karışım	Çimlenme Yüzdesi (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	Çimlenme Hızı (%)
Sera			
25ÇT75OT	72.73 ab	36.06 a	8.00 Ab
50ÇT50OT	43.94 bc	37.77 a	2.33 B
75ÇT25OT	92.42 a	33.15 ab	14.33 A
ÇT	36.36 c	37.31 a	3.00 B
Tohum Ekimi	21.21 c	27.42 b	3.00 B
OT	54.55 bc	27.29 b	11.33 A
Laboratuvar			
25ÇT75OT	22.65 cd	19.48 a	12.64 Bc
50ÇT50OT	32.35 bcd	23.80 a	15.13 Bc
75ÇT25OT	42.05 b	18.05 a	25.02 B
ÇT	19.06 d	21.80 a	7.43 C
Tohum Ekimi	81.50 a	4.56 b	79.50 A
OT	35.34 bc	21.02 a	20.30 Bc
Fidanlık			
25ÇT75OT	35.56 b	16.80 a	30.00 B
50ÇT50OT	19.44 c	16.55 a	16.67 C
Tohum Ekimi	66.67 a	18.31 a	55.06 A
OT	39.44 b	16.09 a	33.89 B
Ortalama			
25ÇT75OT	41.54 b	23.65 bc	16.46 Bc
50ÇT50OT	31.96 bc	25.82 ab	11.75 Cd
75ÇT25OT	63.64 a	24.52 bc	20.44 B
ÇT	26.48 c	28.45 a	5.53 D
Tohum Ekimi	58.96 a	15.54 d	49.22 A
OT	42.33 b	21.42 c	21.69 B

3.3.2. Karaçam

Karaçam tohumlarının çimlenmesi üzerine karışım malzemelerinin etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda sera ortamında çimlenme hızı bakımından, laboratuvar ortamında hem çimlenme yüzdesi ve hızı hem de ortalama çimlenme süresi bakımından, ortalama ise çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızı bakımından karışımlar arasında farklılıkların olduğu belirlenmiştir (Tablo 6). Bu bulgulara göre karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme hızı üzerine tohum topu karışım malzemesinin etkisinin önemli olduğu söylenebilir.

Tablo 6. Karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Sera					
Çimlenme Yüzdesi (%)	1217.00	5	243.40	1.61	0.23
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	15.35	5	3.07	0.52	0.75
Çimlenme Hızı (%)	335.61	5	67.12	3.81	0.03
Laboratuvar					
Çimlenme Yüzdesi (%)	8635.85	5	1727.17	8.31	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	386.21	5	77.24	5.85	0.00
Çimlenme Hızı (%)	9529.69	5	1905.94	22.84	0.00
Fidanlık					
Çimlenme Yüzdesi (%)	284.44	5	56.89	1.55	0.25
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	478.62	5	95.72	0.78	0.58
Çimlenme Hızı (%)	305.50	5	61.10	1.66	0.23
Ortalama					
Çimlenme Yüzdesi (%)	3092.28	5	618.46	4.32	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	408.00	5	81.60	2.02	0.10
Çimlenme Hızı (%)	2771.64	5	554.33	11.16	0.00

Karaçam tohumlarında tohum topu malzemelerinde en yüksek çimlenme yüzdesi laboratuvar ortamında orman toprağından ve 25ÇT75OT karışımından %56.09 ve %55.53 oranlarında elde edilmiştir. Tohum ekimi uygulamasından elde edilen çimlenme yüzdesi %84.25 olup, bu değer istatistiki olarak orman toprağı ve 25ÇT75OT karışımından elde edilen çimlenme yüzdelerinden fazladır (Tablo 7).

Fidanlık koşullarında elde edilen çimlenme yüzdeleri, ortalama çimlenme süreleri ve çimlenme hızları karışım malzemesine göre farklılık göstermemektedir. Tohum ekimi uygulamasından elde edilen sonuçlar dikkate alınmadan, ortalama değerlere

bakıldığında ve bütün çimlenme değerleri birlikte değerlendirildiğinde karaçam tohumları için orman toprağının etkili bir tohum topu malzemesi olduğu söylenebilir. Orman toprağı ile oluşturulan tohum toplarından çimlenme yüzdesi %46.24, çimlenme hızı %26,48 ve ortalama çimlenme süresi 17.31 olarak belirlenmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Karaçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları

Karışım	Çimlenme Yüzdesi (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	Çimlenme Hızı (%)
Sera			
25ÇT75OT	79.55 a	19.90 a	25.33 a
50ÇT50OT	74.24 a	20.43 a	24.00 a
75ÇT25OT	64.39 a	20.46 a	19.67 ab
ÇT	57.58 a	21.45 a	15.67 b
Tohum Ekimi	57.58 a	19.95 a	15.33 b
OT	70.45 a	18.37 a	25.67 a
Laboratuvar			
25ÇT75OT	55.53 b	14.20 bc	39.02 b
50ÇT50OT	41.74 bc	21.52 a	24.23 C
75ÇT25OT	28.45 c	18.19 ab	18.59 C
ÇT	30.31 c	22.69 a	15.15 C
Tohum Ekimi	84.25 a	11.67 c	74.25 a
OT	56.09 b	14.50 bc	41.94 b
Fidanlık			
25ÇT75OT	14.44 a	11.00 a	14.44 a
50ÇT50OT	7.04 a	11.67 a	7.04 a
75ÇT25OT	4.44 a	25.50 a	3.33 a
ÇT	4.44 a	19.67 a	2.22 a
Tohum Ekimi	0.25 a	12.67 a	0.00 a
OT	8.89 a	20.00 a	6.67 a
Ortalama			
25ÇT75OT	50.41 a	14.95 a	27.54 b
50ÇT50OT	44.04 a	19.04 a	19.51 C
75ÇT25OT	32.03 b	21.07 a	14.34 cd
ÇT	30.73 b	21.41 a	11.43 d
Tohum Ekimi	51.05 a	14.45 a	34.30 a
OT	46.24 a	17.31 a	26.48 b

3.3.3. Kızılçam

Tohum topu karışım malzemelerinin Kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi üzerine etkili olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda hem sera, laboratuvar ve fidanlık ortamında hem de ortalama olarak farklılıkların anlamlı olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Diğer bir ifadeyle sera, laboratuvar ve fidanlık ortamında tohum topu malzemesine göre

tohumların çimlenme yüzdeleri, çimlenme hızları ve ortalama çimlenme süreleri istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) değişkenlik göstermektedir (Tablo 8).

Tablo 8. Kızılcım tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Sera					
Çimlenme Yüzdesi (%)	3816.86	5	763.37	9.27	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	287.74	5	57.55	3.19	0.05
Çimlenme Hızı (%)	441.11	5	88.22	7.32	0.00
Laboratuvar					
Çimlenme Yüzdesi (%)	8330.75	5	1666.15	10.77	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	1023.17	5	204.63	5.73	0.00
Çimlenme Hızı (%)	4287.81	5	857.56	38.06	0.00
Fidanlık					
Çimlenme Yüzdesi (%)	10996.82	5	2199.36	59.24	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	883.45	5	176.69	14.59	0.00
Çimlenme Hızı (%)	1229.77	5	245.95	9.48	0.00
Ortalama					
Çimlenme Yüzdesi (%)	11778.16	5	2355.63	25.14	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	713.33	5	142.67	6.29	0.00
Çimlenme Hızı (%)	3056.68	5	611.34	28.98	0.00

Sera ortamında en yüksek çimlenme yüzdeleri %87.12 ve %84.85 oranlarında orman toprağından ve 25ÇT75OT karışımından elde edilmiştir. Laboratuvar ortamında orman toprağı kullanılan tohum toplarından %64.17 oranında en yüksek çimlenme sağlanmıştır. Fidanlık ortamında da en yüksek çimlenme yüzdesi, sera ortamında olduğu gibi oranlarında orman toprağından ve 25ÇT75OT karışımından elde edilmiştir. Çimlenme yüzdeleri sırasıyla %40.00 ve %34.17'dir. Ortalama da ise orman toprağı %61.64 ile en yüksek çimlenme oranını sağlayan tohum topu malzemesi olmuştur. Tohum ekimi uygulamasının çimlenme yüzdeleri sera ortamı hariç diğer ortamlarda tohum toplarından daha yüksek çimlenme oranına sahiptir (Tablo 9). Çimlenme yüzdesinden elde edilen bulgulara benzer şekilde, orman toprağının tohumların çimlenme hızını diğer karışım malzemelerine göre artırdığı belirlenmiştir.

Tablo 9. Kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları

Karışım	Çimlenme Yüzdesi (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	Çimlenme Hızı (%)
Sera			
25ÇT75OT	84.85 a	31.18 ab	5.00 b
50ÇT50OT	73.48 b	32.01 ab	5.33 b
75ÇT25OT	67.42 bc	36.27 a	3.67 b
ÇT	52.27 cd	35.38 a	1.33 b
Tohum Ekimi	49.24 d	31.03 ab	0.00 b
OT	87.12 a	23.91 b	15.33 a
Laboratuvar			
25ÇT75OT	40.28 cd	29.03 b	14.83 c
50ÇT50OT	47.55 bc	31.97 ab	9.23 cd
75ÇT25OT	21.62 d	30.06 b	5.58 d
ÇT	30.04 cd	40.36 a	5.48 d
Tohum Ekimi	75.50 a	18.04 c	41.75 a
OT	64.17 ab	28.95 b	28.54 b
Fidanlık			
25ÇT75OT	34.17 b	28.08 b	8.33 b
50ÇT50OT	5.83 c	16.97 c	5.28 b
75ÇT25OT	10.56 c	33.52 a	1.67 b
ÇT	12.22 c	27.91 b	5.00 b
Tohum Ekimi	73.09 a	35.74 a	7.16 b
OT	40.00 b	22.69 b	23.89 a
Ortalama			
25ÇT75OT	50.21 b	29.27 bc	9.79 c
50ÇT50OT	39.45 c	26.52 c	6.73 cd
75ÇT25OT	30.09 d	33.01 ab	3.64 d
ÇT	29.63 d	34.47 a	4.18 d
Tohum Ekimi	66.90 a	27.25 c	18.85 b
OT	61.64 a	25.30 c	23.25 a

3.3.4. Ladin

Ladin tohumlarının çimlenmesi üzerine farklı malzemelerle oluşturulan tohum toplarının etkisinin olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizi sonucunda, tohum toplarında kullanılan karışımların sera ortamında çimlenme yüzdesini ve çimlenme hızını, laboratuvar ortamında ve fidanlık alanında ise hem çimlenme yüzdesini ve çimlenme hızını, hem de ortalama çimlenme süresini etkilediği belirlenmiştir. Alan farklı dikkate alınmadan yapılan değerlendirmede de çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızının tohum topu karışım malzemesine göre değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 10).

Tablo 10. Ladin tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları

Değişken	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Sera					
Çimlenme Yüzdesi (%)	8475.95	5	1695.19	4.59	0.01
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	1152.36	5	230.47	1.86	0.18
Çimlenme Hızı (%)	185.61	5	37.12	3.75	0.03
Laboratuvar					
Çimlenme Yüzdesi (%)	14868.35	5	2973.67	35.47	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	343.04	5	68.61	4.44	0.01
Çimlenme Hızı (%)	12985.06	5	2597.01	62.98	0.00
Fidanlık					
Çimlenme Yüzdesi (%)	3383.05	4	845.76	4.50	0.02
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	187.27	4	46.82	4.39	0.03
Çimlenme Hızı (%)	4091.38	4	1022.84	9.19	0.00
Ortalama					
Çimlenme Yüzdesi (%)	7521.26	5	1504.25	7.69	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi (Gün)	585.49	5	117.10	2.50	0.05
Çimlenme Hızı (%)	2928.90	5	585.78	11.87	0.00

Kızılçam türünde elde edilen sonuçlara benzer şekilde, ladin tohumlarında en yüksek çimlenme yüzdeleri hem sera ve laboratuvar ortamında, hem de fidanlık ortamında orman toprağı kullanılan tohum toptarından elde edilmiştir. Orman toprağı kullanılan tohum toptarından sera ortamında %65.15, laboratuvar ortamında, %40.9, fidanlık ortamında %65.56 ve ortalama %55.19 oranında çimlenme sağlanmıştır. Sera ortamında 75ÇT25OT karışımından %67.42 oranında orman toprağından sayısal olarak daha yüksek çimlenme elde edilmesine karşın her iki tohum topundan elde edilen sonuçlar aynı grupta kalmakta ve istatistiksel olarak aralarında anlamlı farklılık bulunmamaktadır. Ortalama çimlenme süresi ve çimlenme hızı değerleri de dikkate alındığında orman toprağının sera ortamında ladin tohumlarının çimlenmesi üzerine daha etkili olduğu görülmektedir (Tablo 11).

Laboratuvar ortamında da sera ortamında benzer sonuçlar elde edilmiştir. 75ÇT25OT karışımından elde edilen çimlenme yüzdesi ile orman toprağından elde edilen çimlenme yüzdesi aynı grupta kalmakta ve aralarında farklılık bulunmamaktadır. Çimlenme hızı bakımından da sonuçlar benzerlik göstermektedir. Laboratuvar

ortamında tohum ekimi uygulamasından hem orman toprağı hem de 75ÇT25OT karışımından daha yüksek çimlenme elde edilmiştir (Tablo 11).

Tablo 11. Ladin tohumlarının çimlenme yüzdesi, hızı ve süresi değerlerinin karışım malzemelerine farklı gruplarını gösteren Duncan Testi sonuçları

Karışım	Çimlenme Yüzdesi (%)	Ortalama Çimlenme Süresi (gün)	Çimlenme Hızı (%)
Sera			
25ÇT75OT	40.91 abc	28.52 a	3.33 b
50ÇT50OT	29.55 bc	48.67 a	0.00 b
75ÇT25OT	67.42 a	42.12 a	2.00 b
ÇT	26.52 c	39.98 a	0.00 b
Tohum Ekimi	6.06 c	28.22 a	0.00 b
OT	65.15 ab	28.67 a	9.00 a
Laboratuvar			
25ÇT75OT	27.16 bcd	25.63 a	14.77 bc
50ÇT50OT	20.36 d	22.68 a	10.39 c
75ÇT25OT	36.89 bc	23.01 a	21.70 b
ÇT	22.84 cd	22.15 a	9.55 c
Tohum Ekimi	93.50 a	13.60 b	76.50 a
OT	40.94 b	23.07 a	19.75 bc
Fidanlık			
25ÇT75OT	34.44 b	16.94 b	31.67 b
75ÇT25OT	32.22 b	17.24 b	28.61 b
ÇT	25.56 b	20.69 ab	16.11 bc
Tohum Ekimi	24.81 b	26.78 a	2.59 c
OT	65.56 a	19.68 b	52.22 a
Ortalama			
25ÇT75OT	33.36 bc	24.66 a	14.71 bc
50ÇT50OT	24.30 c	33.82 a	5.94 d
75ÇT25OT	43.52 ab	26.13 a	18.84 b
ÇT	24.76 c	27.06 a	8.65 cd
Tohum Ekimi	46.66 ab	21.94 a	31.38 a
OT	55.59 a	23.73 a	26.27 a

3.4. Açık Alan Denemelerinden Elde Edilen Çimlenme Oranları

Genya ve Mersivan alanlarında çimlendirme denemeleri yapılan karaçam, sarıçam ve ladin tohumlarının karışım malzemesine göre çimlenme yüzdeleri arasında istatistiksel olarak farklılıkların olmadığı belirlenmiştir (Tablo 12). Tohum topları ve tohum topraklarında kullanılan karışım malzemeleri sarıçam, karaçam ve ladin tohumlarının çimlenme yüzdelerini etkilememektedir.

Genya alanında en yüksek çimlenme 50ÇT50OT karışımında %21.33 oranında elde edilmiş olmasına karşın bu değer 75ÇT25OT ve OT karışımlarından elde edilen %9.33 ve kontrol tohumlarından elde edilen %2.67 oranında çimlenme yüzdelerinden

istatistiksel olarak farklı değildir ($p<0.05$). Ladin ve karaçam türlerinde çimlenme yüzdeleri %0.67 ile %4.0 arasında değişmektedir (Tablo 13).

Tablo 12. Arazi denemelerinde tohumların çimlenme yüzdesi değerlerinin karışım malzemelerine göre farklılık gösterip göstermediğine ait varyans analizi sonuçları

Alan	Tür	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F-Oranı	Önem Düzeyi
Genya	Karaçam	9.111	5	1.822	0.586	0.711
	Sarıçam	868.444	5	173.689	2.762	0.069
	Ladin	4.444	5	0.889	0.667	0.656
Mersivan	Karaçam	9.778	5	1.956	2.200	0.122
	Sarıçam	17.778	5	3.556	0.516	0.760
	Ladin	33.111	5	6.622	0.764	0.593

Mersivan alanında ise denemesi yapılan sarıçam, karaçam ve ladin türlerinin her üçünde de kontrol tohumlarında, tohum topraklarında ise sarıçam türünde bütün karışımlarda çimlenme sağlanmıştır. En yüksek çimlenmeler sarıçam türünde 25ÇT75OT karışımından ve kontrol tohumlarından %2.67 oranında elde edilmiştir. Bu oranlar diğer karışımlardan elde edilen çimlenme oranlarından anlamlı farklılık göstermemektedir.

Tablo 13. Arazi denemelerinde türlere göre farklı karışım malzeme ve oranlarından elde edilen çimlenme yüzdeleri

Alan	Tür	Karışım					
		25ÇT75OT	50ÇT50OT	75ÇT25OT	ÇT	Kontrol	OT
Genya	Karaçam	2	1.33	2.67	1.33	0.67	0.67
	Sarıçam	0	21.33	9.33	4	2.67	9.33
	Ladin	0	1.33	0	0.67	0.67	0
Mersivan	Karaçam	0	0	0	2	0.67	0
	Sarıçam	2.67	1.33	0.67	2	2.67	0
	Ladin	0.67	0	4	1.33	1.33	0

3.5. Kızılçam Türünde Tohum Topu Büyüklüğüne Göre Elde Edilen Çimlenme Bulguları

Tohum topu büyüklüğüne göre çimlenme denemeleri sadece kızılçam türünde ve orman toprağı kullanılarak oluşturulan tohum topraklarında gerçekleştirilmiştir. Büyük tohum topraklarının çapları 12.06 mm, küçük tohum topraklarının çapları 7 mm dir. Bu tohum topraklarında kullanılan tohumların çapları 3.94 ve 4,37 mm dir. Bu değerlere göre,

tohumların büyük tohum toplarında 4.06 mm, küçük tohum toplarında 1,32 mm kalınlığında malzeme ile kaplandığı görülmektedir. Çalışmada kullanılan tohumların doluluk oranları ise büyük tohum toplarında %91, küçük tohum toplarında %89 olarak belirlenmiştir. Tohum ve tohum toplarına ait diğer değerler Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14. Büyüklüklerine göre tohum topları ve bu tohum toplarında kullanılan kızılcşam tohumların özelliklerine ait değerler

Değişken	Büyük Tohum Topu		Küçük Tohum Topu	
	Tohum Topu	Tohum	Tohum Topu	Tohum
Çap	12.06	3.94	7.00	4.37
Boy	*	6.28	8.38	7.27
1000 TA	1124.69**	48.03	638***	48.54
Nem	35.95	7.83	10.32	8.23
Doluluk Oranı	91		89	

* tohum topu yuvarlak olduğu için sadece çap olarak ölçüm yapılmıştır. ** Bir adet kuru tohum topu ağırlığı 1,124 g *** Bir adet kuru tohum topu ağırlığı 0,638 g

Tohum topu büyüklüğüne göre çimlenme verilerinin değerlendirilmesinde çimlenme yüzdesinin tohum topu büyüklüğünden etkilenmediği, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi değerlerinin ise tohum topu büyüklüğüne göre değiştiği ($p<0.05$) belirlenmiştir. Bu tespit, hem sera ve laboratuvar ortamında hem de her iki alanın birlikte değerlendirilmesi sonucunda (toplamda) söz konusudur (Tablo 15).

Tablo 15. Tohum topu büyüklüğüne göre çimlenme değerlerinde değişim olup olmadığına dair varyans analizi sonuçları

Kaynak	Laboratuvar		Sera		Toplam	
	F Oranı	Önem Düzeyi	F Oranı	Önem Düzeyi	F Oranı	Önem Düzeyi
Çimlenme Yüzdesi	1.93	0.18	0.49	0.63	1.16	0.33
Çimlenme Hızı	4.54	0.03	8.26	0.01	12.87	0.00
Ortalama Çimlenme Süresi	11.09	0.00	13.16	0.00	21.11	0.00

Tohum topu büyüklüğüne göre tohumların çimlenme yüzdeleri, çimlenme hızları ve ortalama çimlenme süreleri Tablo 16’da verilmiştir. Küçük ve büyük tohum toplarından laboratuvar ortamından %50.0 ve %30.04, sera ortamından %61.36 ve %52.27, toplamda ise %54.55 ve %39.57 oranlarında çimlenme sağlanmıştır. Sayısal olarak küçük tohum toplarından büyük tohum toplarına göre daha yüksek çimlenmeler elde edilmiş olmasına karşın, bu farklılıklar istatistiksel olarak önemsizdir ($p>0.05$).

Tablo 16. Tohum topu büyüklüğüne kıvılcım tohumlarından elde edilen çimlenme değerleri

Büyüklük	ÇY	ÇH	OCS
Laboratuvar			
Küçük	50.00 a	36.33 a	18.10 b
Büyük	30.04 a	5.48 b	40.36 a
Tohum Ekimi	57.00 a	19.10 ab	26.35 b
Sera			
Küçük	61.36 a	50.00 a	14.13 c
Büyük	52.27 a	1.33 b	35.38 a
Tohum Ekimi	51.52 a	16.67 b	25.59 b
Toplam			
Küçük	54.55 a	41.80 a	16.51 c
Büyük	39.57 a	3.70 b	38.22 a
Tohum Ekimi	54.94 a	18.19 b	26.07 b

Tablo 16’da hem laboratuvar ve sera alanında hem de toplamda küçük tohum tohumlarının çimlenme hızlarının büyük tohum tohumlarına göre istatistiksel olarak daha fazla olduğu görülmektedir. Küçük tohum tohumlarından laboratuvar ortamında %36.33, sera ortamından %50.0 ve toplamda %41.80 oranında çimlenme hızı belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi bakımından ise küçük tohum tohumlarının çimlenme süreleri büyük tohum tohumlarına göre daha kısa olduğu belirlenmiştir. Ortalama çimlenme süresi tohum ekimi uygulamasında 25.59 gün ile 26.35 gün, büyük tohum tohumlarında 35.38 gün ile 40.36 gün ve küçük tohum tohumlarında 14.13 gün ile 18.10 gün arasında değişmektedir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tohumların çimlenme oranlarını etkileyen faktörler, tohumların toplandığı alan, ağaçların genetik nitelikleri, tohum toplama zamanı, saklama ortam koşulları (nem – sıcaklık), ekimden önce uygulanan ön işlemler, tohumların kalitesi (doluluk oranı, 1000 tan ağırlığı, çimlenme yüzdesi ve hızı), ekim zamanı ve ekim derinliği, ekimden sonraki nem ve sıcaklık koşulları, biyotik etkiler (fare, kuş zararı vb.) olarak sıralanabilir. Bu çalışmada kullanılan tohumların temininden önceki sürecinde söz konusu olan toplandıkları alan, ağaçların kalitesi ve saklama süreçleri hakkında değerlendirme olanağı bulunmamaktadır. Tohumların temininden sonraki süreçte etkili olabilecek faktörler bu çalışmanın başarı durumunun değerlendirilmesinde dikkate alınabilir.

Bin tane ağırlığı ortalama olarak sarıçamda 9.6 gr, karaçamda 22.5 gr, kızılçamda 62.96 gr ve ladinde 7.39 gr'dır (Saatçioğlu, 1967). Çalışmada kullanılan türlerden bazılarının 1000 tane ağırlıkları Saatçioğlu (1967)'nin verdiği bilgilere göre ortalama değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Ancak, değer olarak kabul edilebilir sınır değerleri arasında oldukları söylenebilir. Tohumlar kullanılmadan önce boş tohumlar uzaklaştırıldığından doluluk oranları %90'ın üzerindedir. Çalışmada kullanılan tohumlar hem 1000 tane ağırlığı hem de doluluk oranı bakımından kaliteli olarak değerlendirilebilir.

Tohum kalitesi bakımından çimlenme yüzdesi ve hızı önemli ölçütler arasında yer almaktadır. Çalışmada kullanılan türlerin %75 in üzerinde çimlenme yeteneğine sahip olduğu yapılan ön tespitlerde belirlenmiştir. Çimlenme hızı bakımından ise kızılçam %41 ile en düşük çimlenme hızına sahip olan türdür. Sarıçam, karaçam ve ladin türlerinde çimlenme hızı %70 in üzerindedir.

Tohum kalitesi bakımından dikkate alınan diğer ölçütler ise temizlik ve halislik yüzdesidir. Temizlik yüzdesi tohum içerisindeki kanat, karpel ve ibre parçaları gibi atıklarının oranını, halislik ise tohum içerisine karışmış diğer tür tohumlarının oranını ifade eder. Bu çalışmada tohumlar kullanılmadan önce atıklardan temizlenmiş ve

tohumlarda farklı tür tohumlarına rastlanmamıştır. Sonuç olarak tohum kalite ölçütleri bakımından çalışmada kullanılan türlerden kızılçam türünün tohumları kısmen kaliteli, sarıçam, karaçam ve ladin türlerinin tohumlarının kaliteli olduğu söylenebilir.

Tohum toplarının çimlenme üzerine etkisi ortamın nem, oksijen ve sıcaklık koşullarına, tohumun sağlık durumuna, tohum topunun kalınlığına ve hatta tohumun tohum topu içerisindeki konumuna göre bile değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle sonuçların değerlendirilmesinde, Duncan testi sonucunda en yüksek etkiye sahip olan ve aynı grupta yer alan karışımların birlikte ele alınması gerekmektedir. Yapılan çalışmada yukarıda bahsedilen çimlenme üzerine etkili olabilecek faktörlerin hepsinin sabit ve aynı etkiye sahip olduğu kabul edilerek çalışma gerçekleştirilmiştir. Ancak, tespit edilemeyen faktörlerin veya değişkenliklerin çimlenme üzerinde etkisi söz konusu olabilir. Bu nedenle türler ve çimlenme değerleri bazında çoğunlukla etkili olduğu tespit edilen ve aynı grupta yer alan işlem veya işlemlerin bu çalışmasının sonucu olarak etkili ve kullanılabilir olduğu söylenebilir. Bu kapsamda çimlendirme deneylerinin gerçekleştirildiği laboratuvar, sera ve fidanlık alanlarında elde edilen sonuçlar, alan farkı dikkate alınmadan değerlendirilmesi sonucunda Tablo 17’de verilen karışımların etkili olduğu görülmektedir.

Tablo 17. Türlerle göre Duncan testi sonucunda en yüksek etkiye sahip olan ve aynı grupta yer alan karışımlar (Sera, fidanlık ve laboratuvar da elde edilen ortalama sonuçlara göre) (TE: Tohum Ekimi)

Tür	Çimlenme Yüzdesi	Çimlenme Hızı	Ortalama Çimlenme Süresi
Karaçam	TE- 25ÇT50OT- OT- 50ÇT50OT		TE- 25ÇT75OT- OT
Sarıçam	TE- 75ÇT25OT	TE	TE- OT- 75ÇT25OT
Kızılçam	TE-OT	TE-OT-50ÇT50OT	OT
Ladin	OT - TE- 75ÇT25OT		TE- OT

Tablo 17’de türler bazında etkili olan karışımların değişiklik gösterdiği ve etkili olan karışımlarda çoğunlukla OT nin yer aldığı görülmektedir. Karaçam türünde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi, sarıçam türünde ortalama çimlenme süresi, kızılçam türünde hem çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızı, hem de ortalama çimlenme süresi ve Ladin türünde çimlenme yüzdesi ve çimlenme süresi OT etkisinin söz konusu olduğu ve yüksek değerlerin elde edildiği çimlenmelerdir.

Tohumların çimlenmesi ve fidanların gelişmesinde toprak asitliği (pH) önemli bir faktördür. Optimal pH seviyeleri türlere göre değişmekle birlikte iğne yapraklı türleri için 4.5-6.0, yapraklılar için 7.0-8.0 ideal olarak kabul edilmektedir (Ölmez ve Yahyaoğlu, 2003). Çalışmada kullanılan malzemelerin pH değeri çiçek toprağında 7.37-7.49, orman toprağında ise 5.27-5.5 arasında değişmektedir (Tablo 2). Tohum topraklarının çimlenme oranları bakımından yüksek değerlerin elde edildiği orman toprağının pH değerinin Yahyaoğlu ve Ölmez (2003)'in belirttiği ibreli türler için en uygun pH değerleri arasında kaldığı görülmektedir. Bu nedenle, orman toprağının tohum topraklarından elde edilen çimlenme oranları üzerine etkili olması pH değeri ile ilişkilendirilebilir.

Tohum, çimlenme için ihtiyaç duyduğu nemi topraktan alır. Eğer toprağın kil içeriği çok fazla olursa, kil ince yapıda olduğundan suyun sızmasına güçleştirebilir ve toprakta su olmasına rağmen tohum bu sudan faydalanamayabilir ve çimlenme olayı başarılı bir şekilde gerçekleşmeyebilir. Bununla birlikte killi topraklarda kurumalar sonucunda sertleşme daha fazla olur ve bu sertleşmeden sonra yağışlar meydana gelse bile su alımı diğer toprak türlerine nazaran daha yavaş olur. Dolayısıyla kil içeriği fazla olan malzeme ile oluşturulan tohum topraklarının kuruduktan sonra tekrar su alarak çimlenmeye uygun hale gelmesi daha güç olabilir. Bu bağlamda, orman toprağı ile hazırlanan tohum topraklarının başarısında kum oranının kil oranından daha fazla olması ile de ilişkilendirilebilir.

Fidanlık toprağı için önerilen toprak türü killi kum, kumlu kil, balçıklı kum ve kumlu balçık topraklardır (Üçler ve Turna, 2005). Tohum toprak yapımında kullanılan malzemelerin ve karışımların toprak türü bakımından değerlendirdiğimizde orman toprağının kumlu kil, çiçek toprağı ise kumlu killi balçık veya kumlu balçık yapıda olduğu görülmektedir. Hazırlanan karışımlar ise genel olarak kumlu kili balçık karakterindedir. Dolayısıyla, toprak türü bakımından tohum topraklarında kullanılan malzemelerin Üçler ve Turna'nın (2005) ifadelerine göre tohumların çimlenmesi açısından bir engel oluşturmadığı söylenebilir.

Mersivan deneme alanı güneybatı bakıda, Genya deneme alanı kuzey bakıda yer almaktadır. Bakılardan; kuzey-batı, kuzey, kuzey-doğu ve doğu bakılarına “gölgeli bakı”, batı, güney-batı, güney, güney-doğu bakıları da “güneşli bakılar” denmektedir.

Kuzeye bakan yamaçların güneşlenme süresi daha az olduğu için buharlaşma daha az ve bunun sonucunda da güneşlenme süresi daha çok alan güney bakılara kıyasla daha nemlidirler. Tohum topraklarının çimlenmesinde nem önemli bir faktör olduğundan, arazi şartlarında elde edilen çimlenme sonuçlarını etkilediği düşünülmektedir.

Laboratuvar ve sera ortamlarında ayarlanabilen nem oranları arazi şartlarında sağlanamadığından bu alanlara oranla arazi koşullarından düşük sonuçların alınması beklenen bir durumdur. Ancak, tohum toprak karışım malzemeleri ve oranları bakımından fark çıkmaması alanların bakısı ve rüzgar durumu ile ilgili olabilir. Çünkü bakı ve rüzgâr durumu nem koşullarını etkileyen önemli faktörler arasında yer almaktadırlar. Nitekim fidanlık koşullarında gerçekleştirilen deneylerde ekim alanlarının üzerinin açık bırakılması durumunda çimlenme meydana gelmemesi, ancak gölgeleme fileleriyle kapatılması durumunda çimlenme sağlanması, tohum topraklarının çimlenmesinin nem koşulları ile ilgili olduğunu göstermiştir.

Tohum toprak büyüklüğüne göre yapılan denemede, kızılçam tohumlarının çimlenme yüzdesinin tohum toprak büyüklüğünden etkilenmediği, küçük tohum topraklarında tohumların çimlenme hızının daha fazla olduğu ve ortalama çimlenme süresinin büyük tohum topraklarına kıyasla daha kısa olduğu belirlenmiştir. Çimlenme yüzdesinin değişmemesine rağmen çimlenme hızının daha fazla ve ortalama çimlenme süresinin daha kısa olması nedeniyle kızılçam türünde küçük tohum toprakları kullanılabilir. Çalışmada tohum toprak büyüklüğüne göre denemeler sadece kızılçam türünde yapıldığı için diğer türler için uygun olduğu veya olmadığı kesin olarak söylenemez. Ancak, diğer türler için de küçük tohum topraklarının kullanılması durumunda benzer sonuçların elde edilmesi muhtemeldir.

Kil içeriği fazla olan topraklar ağır bünyeli, kum içeriği fazla olanlar ise hafif bünyeli toprak olarak ifade edilir. Fidanlıklarda ekimlerde tohumun toprak yüzeyine çıkabilmesi ve ekimlerin başarılı olması için eğer toprak ağır bünyeli ise sık ekim, hafif bünyeli ise derin ekim önerilmektedir (Yahyaoglu ve Ölmez, 2003). Derin ve sık ekim koşullarının tohum topraklarının büyük ve küçük olması durumunda da benzerlik göstereceği söylenebilir. Bu bağlamda kil içeriğinin fazla olması durumunda küçük tohum topraklarının, az olması durumunda büyük tohum topraklarının kullanılmasının yararlı olacağı söylenebilir. Ancak, tohum topraklarının malzeme kıvamının

sağlanabilmesi için karışım içerisine ek olarak konan kil, karışımındaki kil oranını artırmakta ve dolayısıyla karışım malzemesini ağır bünyeli yapıya dönüştürmektedir. Bu nedenle tohum topu yapımında ince katmanlı olan küçük tohum toplarının tercih edilmesi daha yararlı olabilir.

Tohumların ekiminde genel kural, çimlenen tohumun toprak yüzeyine çıkabilmesi için tohum büyüklüğünün en fazla 3 katı kadar derine ekilmesidir (Yahyaoğlu ve Ölmez, 2003). Tohumların olması gerekenden derin ekilmesi durumunda, çimlenme meydana gelse bile kotiledonlar tohum üzerindeki toprak tabakasını kaldıramaz ve toprak yüzeyine çıkamaz. Tohum topunun büyük olması veya parçalanmaması durumunda da benzer sorunla karşılaşılabilir.

Çalışmada tohum topunda çimlenen tohumun kökçüğünün doğrudan toprağa ulaşamadığı tespit edilmiştir (Şekil 9 a). Kökçüğün tohum topunun toprağa temas eden noktasından çıkmaması durumunda toprağa ulaşmasına kadar geçen zamanda güneşten ve rüzgardan etkilenme olasılığı yüksektir. Çalışmada ayrıca, kökçüğün toprağa ulaşmasından sonra kotiledonların tohum topu içerisinde kaldığı ve fideciğin tohum topundan tam olarak ayrılamadığı gözlenmiştir (Şekil 19b).



Şekil 9. Tohum topunun üst kısmından çıkan ve toprağa ulaşamayan kökçükler (a) ve kotiledonları tohum topunun içinde kalan çimlenme örnekleri (b)

Laboratuvar ve sera ortamında gözlenen kotiledonların tohum topundan çıkamaması durumu açık alan koşullarında da söz konusudur. Açık alan gözlemlerinde karşılaşılan

örnekler Şekil 10 ve Şekil 11’te verilmiştir. Kotiledonlar parçalanmayan ve kurumuş tohum toplarından kurtulamayabilir. Çimlenme meydana gelse bile fidan oluşumu gerçekleşmeyebilir. Kotiledonlar ancak tohum topunun parçalanması durumunda veya tohum topu nemli kaldığı sürece yüzeye çıkabilmektedir (Şekil 12).



Şekil 10. Açık alan denemelerinde karşılaşılan kotiledonları tohum topundan çıkamamış çimlenme örnekleri



Şekil 11. Kotiledonlarını çıkarmaya çalışırken tohum topunu kaldırmış olan fide



Şekil 12. Dağılmış tohum toplarından çimlenen tohumlar (Genya)

Açık alan koşullarında alanlarda deneysel desenler oluşturulduktan sonra periyodik gözlemlerde yağmurlar sonucunda bazı tohum toplarının dağılma sürecine girdiği, bazılarında ise kurumalar neticesinde oldukça sert bir yapı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Dağılmış ve dağılmamış tohum topu örnekleri

Tohum toplarının dağılması beklenen ve amaçlanan bir durumdur. Dağılmadan kuruyan tohum toplarında ilerleyen süreçte de artan sıcaklıkla birlikte çoğunlukla çimlenmelerin oluşmadığı gözlenmiştir. Bununla birlikte gözlemlerde böcekler tarafından tohumların çıkarıldığı tohum topu örneklerine de rastlanmıştır (Şekil 14). Bu nedenle ara raporda da belirtildiği gibi tohum toplarının kemirgenlere ve böceklerle karşı koruyucu etkisinin olmadığı düşünülmektedir. Şekil 18 de verilen görseller çimlenmiş ancak tohum topundan kotiledonunu çıkaramadığı için kurmuş tohum örneklerine de ait olabilir. Ancak bu düşüncayı destekleyecek herhangi bir kurumuş çimlenme örneğine rastlanmamıştır.



Şekil 14. Tohum yuvalarının görüldüğü, böcek zararı olduğu düşünülen tohum örnekleri

Fidanlık alanında gerçekleştirilen çalışmada ilk aşamada çimlenme elde edilememesinde tohum toplarının kemirgenler (fare) tarafından taşınmasının etkisinin de olduğu söylenebilir. Alanda ekimler gerçekleştirildikten sonraki ilk günlerde dahi tohum toplarının kaybolduğu gözlenmiştir. Gözlemlere dayanarak tohum topunun fare zararına karşı etkili olmadığı söylenebilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma sonucunda laboratuvar, fidanlık ve sera ortamlarında, türler bazında etkili olan karışımların değişkenlik gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmada çoğunlukla OT ile hazırlanan tohum toptarından daha yüksek çimlenme oranları meydana gelmiştir. Açık alan denemelerinde sarıçam, karaçam ve ladin tohumlarının çimlenmesinde ise tohum toptarının etkili olmadığı belirlenmiştir. Açık alan koşullarında en yüksek çimlenmeler %9.33 ile %21.33 arasında değişmektedir. Çalışmada ele alınan türler arasında en yüksek çimlenmeler sarıçam türünde elde edilmiştir.

Kızılcım türünde tohum büyüklüğüne göre yapılan çimlendirme deneyinde, tohum topu büyüklüğünün çimlenme yüzdesini etkilemediği, çimlenme hızı ve ortalama çimlenme süresi bakımından ise en iyi sonuçların küçük tohum toptarının sağladığı ortaya konmuştur. Bununla birlikte çalışma sürecinde, tohum toptarının çimlenmeyi tohumlar alana atılmadan başlattığı, bu durumun tohumların çimlenme sürecini olumsuz etkilediği, kökçüklerin tohum topundan çıktıktan sonra toprağı ulaşmada zorluk yaşadığını, kotiledonların tohum topundan kısmen çıkamadığı (tohum topunun parçalanmaması halinde) ve sulamalar neticesinde tohum toptarının kolaylıkla dağıldığı gözlenmiştir.

Çimlenme için gerekli olan şartlardan herhangi birinin kısıtlılığı nedeniyle başlamış olan çimlenme sürecinin aksaması durumunda, çimlenmeler durmakta ve şartlar yeniden sağlansa bile çimlenme meydana gelmemektedir. Bu nedenle hazırlanan tohum toptarının nemli olarak muhafazası çimlenme sürecini başlatacağından, ekim alanlarına atıldıkları ilk günlerde yüksek veya düşük sıcaklıklar, rüzgar ve yağışın olmaması gibi nedenlerle meydana gelen kurumlardan ötürü çimlenmeleri tamamen sonlanabilir. Bu riskin azaltılması için, tohum toptarının üretim sürecinde tohumlar tohum toptarı içerisine yerleştirildikten sonra çimlenme sürecinin başlamasına fırsat vermeden gölge bir ortamda kurumaya bırakılması ve açık alanlara kuru olarak atılmaları önerilebilir. Bu sayede tohum topu nem aldığı süreç sonrasında çimlenmeye başlayacak ve tutma başarısı daha yüksek olacaktır.

İlkbahar döneminde atılacak tohum topraklarında, tohumun çimlenme aşamasından sonra kotilodenların tohum toprandan rahatça çıkabilmeleri için tohum toprak kalınlığının azaltılmasında ve toprak organik madde içeriğinin artırılmasında faydalı olacağı değerlendirilmektedir.



KAYNAKLAR

- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Yöntemleri. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, O.F Yayın No, 201, Kurtuluş Matbaası, İstanbul, S. 225.
- Hod, M. K.V, Prashantha, K., Naik KR, Vijay Kumar M G, Manjunatha, S. 2019. Seed Planting Robotic Drone, JETIR, 6 (5): 639-641.
- ISTA (International Seed Testing Association) 1993. Rules for Testing Seeds, Rules, Seed Science and Technology, 259 p., Switzerland.
- Kaçar, B., 1977. Bitki Besleme, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No, 637, Ders Kitabı No, 200, 318s., Ankara.
- Novikov, A. I., Ersson, B. T., 2018. Aerial seeding of forests in Russia: A selected literature analysis, Forestry, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 226 (2019) 012051.
- Saatçioğlu, F., 1967. Orman Ağacı Tohumları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, Yayın No. 19, İstanbul.
- Xiao, X., Wei, X., Liu, Y., Ouyang, X., Li, Q., Ning, J. 2015. Aerial Seeding: An Effective Forest Restoration Method in Highly Degraded Forest Landscapes of Sub-Tropic Regions. Forests, 6, 1748-1762.
- Üçler, A.Ö., Turna, İ., 2005. Tohum ve Fidanlık Tekniği, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Ders Teksirleri Serisi, Ders Notu, Trabzon.
- Yahyaoğlu, Z., Ölmez, Z., 2003. Fidanlık Tekniği Ders Notu, Kafkas Üniversitesi Orman Fakültesi, Yayın No.2 Artvin.

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı: Furkan ASLAN

Öğrenim Durumu				
Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Atatürk İlköğretim Okulu		Artvin	2008
Ortaöğretim	Atatürk İlköğretim Okulu		Artvin	2011
Lise	Anadolu Öğretmen Lisesi		Artvin	2015
Lisans	Artvin Çoruh Ünv. Orman Fakültesi	Orman Mühendisliği	Artvin	2021
Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Ünv. Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü	Orman Mühendisliği	Artvin	2023

İş Deneyimi: -

Yayınlarım: -