

**KATLAMA VE GİBERELLİK ASİT
UYGULAMALARININ SARIMSAK (*Allium sativum* L.)
TOHUMLARINDA DORMANSİNİN KIRILMASI VE
ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ**

Esra CURA



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KATLAMA VE GİBERELLİK ASİT UYGULAMALARININ SARIMSAK
(*Allium sativum* L.) TOHUMLARINDA DORMANSİNİN KIRILMASI VE
ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ**

Esra CURA
009-002-3572-321X

Prof. Dr. Ahmet İPEK
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2023
Her Hakkı Saklıdır

TEZ ONAYI

Esra CURA tarafından hazırlanan “KATLAMA VE GİBERELLİK ASİT UYGULAMALARININ SARIMSAK (*Allium sativum* L.) TOHUMLARINDA DORMANSİNİN KIRILMASI VE ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ahmet İPEK

- Başkan** : Prof. Dr. Ahmet İPEK İmza
0000-0001-5821-2426
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
- Üye** : Dr.Öğr. Üyesi Kenan SÖNMEZ İmza
0000-0003-4990-832X
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi,
Ziraat Fakültesi,
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı
- Üye** : Dr.Öğr. Üyesi Sevin TEOMAN DURAN İmza
0000-0003-1469-6777
Bursa Uludağ Üniversitesi,
Karacabey Meslek Yüksekokulu,
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü
Organik Tarım Programı

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.././.....

B.U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

20/06/2023

Esra CURA

TEZ YAYINLANMA FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezin/raporun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma izni Bursa Uludağ Üniversitesi'ne aittir. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet hakları ile tezin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları tarafımıza ait olacaktır. Tezde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederiz.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan “**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**” kapsamında, yönerge tarafından belirtilen kısıtlamalar olmadığı takdirde tezin YÖK Ulusal Tez Merkezi / B.U.Ü. Kütüphanesi Açık Erişim Sistemi ve üye olunan diğer veri tabanlarının (Proquest veri tabanı gibi) erişimine açılması uygundur.

Prof.Dr. Ahmet İPEK
01.07.2023

Esra CURA
01.07.2023

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

İmza

Bu bölüme kişinin kendi el yazısı ile okudum
anladım yazmalı ve imzalanmalıdır.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KATLAMA VE GİBERELLİK ASİT UYGULAMALARININ SARIMSAK (*Allium sativum* L.) TOHUMLARINDA DORMANSİNİN KIRILMASI VE ÇİMLENME ÜZERİNE ETKİLERİ

Esra CURA

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet İPEK

Sarımsak üretimi ve çoğaltımı sarımsak dişleri ile yapılmaktadır. Ancak, dişler ile çoğaltım yöntemi hem yüksek maliyetli olmakta hem de daha fazla iş gücü gerektirmektedir. Bazı sarımsak klonları tohum üretebilmekte fakat üretilen sarımsak tohumları dormansi göstermektedir. Sarımsak yetiştiriciliğinde ve ıslahında sarımsak tohumlarının kullanılabilmesi için sarımsak tohumlarında görülen dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı; giberellik asit, katlama, ve katlama + giberellik asit uygulamalarının sarımsak tohumlarında dormansinin kırılması üzerine etkilerinin incelenmesidir. Bu araştırmada, iki farklı sarımsak klonlarından (G1 ve G2 genotipleri) elde edilen tohumlar kullanılmış ve tohumlar hasat edildikten hemen sonra uygulamalara başlanmıştır. Katlama uygulamalarında; tohumlar 4°C sıcaklıkta, nemli kum içerisinde farklı süreler ile (0,2, 4, 6 ve 8 hafta) bekletilmişlerdir. Giberellik asit uygulamalarında, tohumlar 18°C sıcaklıkta 48 saat süre ile 4 farklı konsantrasyonlardaki (Saf su, 500, 1000 ve 1500 ppm) giberellik asit çözeltilerinde bekletilmişlerdir. Katlama+giberellik asit uygulamalarında ise, tohumlar katlama uygulamalarını takiben giberellik asit çözeltilerinde bekletilmişlerdir. Uygulamalar sonrasında, tohumlar doğrudan çimlendirme testlerine alınmışlardır. Çimlendirme testleri sonucunda normal çimlenme oranı (%) ve ortalama çimlenme süresi (gün) değerleri hesaplanmıştır. Uygulamalar arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. G1 ve G2 genotiplerine ait sarımsak tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilebilmesi için en iyi sonuçlar; 4 hafta katlama + 500 ppm GA₃ uygulamalarından elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Allium sativum* L., dormansi, GA₃, normal çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi

2023, vi + 28 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

THE EFFECTS OF STRATIFICATION AND GIBBERELIC ACID APPLICATIONS
ON DORMANCY BREAKING AND GERMINATION IN GARLIC (*Allium sativum*
L.) SEEDS

Esra CURA

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet İPEK

Garlic production and reproduction is done using garlic cloves. However, the production method with garlic cloves requires high cost labor. Some garlic clones are able to produce seeds, but the garlic seeds show dormancy. In order to use garlic seeds in garlic cultivation and breeding, the dormancy seen in garlic seeds should be broken and germination should be encouraged. The aim of this study was to examine the effects of gibberellic acid, stratification, and stratification + gibberellic acid applications on the breaking of dormancy in garlic seeds. In this research, seeds obtained from two different garlic clones (G1 and G2 genotypes) were used and applications were started immediately after the seeds were harvested. In stratification applications; the seeds were kept in moist sand at 4°C for different periods (0, 2, 4, 6 and 8 weeks). In gibberellic acid applications, seeds were kept in gibberellic acid solutions of different concentrations (distilled water, 500, 1000 and 1500 ppm) at 18°C for 48 hours. In stratification + gibberellic acid applications, seeds were kept in gibberellic acid solutions after stratification applications. After the applications, the seeds were taken to germination tests immediately. As a result of germination tests, normal germination rate (%) and average germination time (days) values were calculated. Significant differences were identified between applications. The best results for breaking dormancy and promoting germination in garlic seeds of G1 and G2 genotypes obtained from 4 weeks of stratification + 500 ppm GA₃ applications.

Key words: *Allium sativum* L., dormancy, GA₃, mean germination time, normal germination rate

2023, vi + 28 pages.

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın tüm aőamalarında maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini paylaőarak başarılı sonuçlar elde etmeme ve eğitim hayatımda yol göstericim olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Ahmet İPEK'e sonsuz teőekkürlerimi ve őükranlarımı sunarım.

Tez çalıőmamda yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerini paylaőarak başarılı sonuçlar elde etmemde büyük bir payı olan Deęerli Hocam Prof. Dr. Meryem İPEK'e sonsuz teőekkürlerimi ve őükranlarımı sunarım.

Yüksek lisans eğitimim boyunca yardımını esirgemeyen, her zaman bilgi ve deneyimlerini paylaőarak bana yol gösteren Deęerli Hocam Dr.Őęr. Üyesi Sevin TEOMAN DURAN'a teőekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında yanımda olan, tez çalıőmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen ve beni bir an olsun yalnız bırakmayan değerli arkadaőlarım Yaren İNSEL ve Fadime ÖZTÜRK'e teőekkürlerimi sunarım.

Manevi desteęini hep hissettiren sevgili annem Hatice CURA ve babam Recep CURA'ya teőekkürlerimi sunarım.

Esra CURA
20/06/2023

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.2. Yöntem.....	10
3.2.1. Katlama Uygulamaları.....	10
3.2.2. Giberellik asit (GA ₃) uygulamaları	11
3.2.3. Katlama+ Giberellik asit (GA ₃) uygulamaları	14
3.2.4. Çimlendirme Testleri.....	14
3.2.5. Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS).....	15
3.2.6. Verilerin Değerlendirilmesi.....	16
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	17
4.1. Katlama ve GA ₃ Uygulamalarının Tohum Çimlenme Oranı Üzerine Etkileri.....	17
4.2. Katlama ve GA ₃ Uygulamalarının Tohumun Çimlenme Süresi Üzerine Etkileri.....	19
5. SONUÇ.....	23
KAYNAKLAR.....	25
ÖZGEÇMİŞ.....	28

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
%	Yüzde oranı
g	Gram
°C	Santigrat derece
cc	Santimetre küp
ppm	Parça/milyon
g/l	Gram/litre
mg/l	Miligram/litre
mm	Mililitre
cm	Santimetre
ml	Mililitre
lt	Litre
v/v	Hacimce yüzde
kDA	Kilodalton

Kısaltmalar	Açıklama
ABA	Absisik asit
G1 ve G2	Genotip 1 ve Genotip 2
GA ₃	Giberellik asit
KNO ₃	Potasyum nitrat
MS	Murashige and Skoog
H ₂ SO ₄	Sülfürik asit
PE	Polietilen
NÇO	Normal çimlenme oranı
OÇS	Ortalama çimlenme süresi
Çİ	Çimlenme indeksi
RNA	Ribonükleik asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Katlama uygulamaları.....	12
Şekil 3.2. GA ₃ uygulamaları.....	13
Şekil 3.3. Çimlendirme testinin kurulması.....	15
Şekil 3.4. Normal çimlenen tohum.....	15
Şekil 4.1. G1 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların NÇO üzerine etkileri.....	18
Şekil 4.2. G2 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların NÇO üzerine etkileri.....	19
Şekil 4.3. G1 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların OÇS üzerine etkileri.....	21
Şekil 4.4. G2 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların OÇS üzerine etkileri.....	22

1. GİRİŞ

Sarımsak (*Allium sativum* L.) *Alliaceae* familyasında yer alan ve yaygın olarak üretilen ve tüketilen ekonomik değeri yüksek bir sebze türüdür. Sarımsak adı, keskin anlamına gelen Keltçe 'hepsi' kelimesinden geldiği bilinmektedir (Ayaz ve Alpsoy, 2007). Sarımsak yüzyıllardır tıbbi amaçlar için kullanılmaktadır. Mısırlılar, Babilliler, Yunanlılar ve Romalılar sarımsağı şifa amacıyla kullanmışlardır. Sarımsak antibakteriyel etkinliğine sahip olması nedeni ile, I. ve II. Dünya Savaşları sırasında kangreni önlemek için antiseptik olarak kullanılmıştır. Ayrıca, sarımsağın kan basıncını ve kolesterolü düşürücü etkisi olduğu, antimikrobiyal özellik gösterdiği ve kanser ile kardiyovasküler hastalıkları önleyici etkisi olduğu bilinmektedir (Londhe ve diğerleri, 2011).

Dünya'da hemen hemen her yerde yetişebilen sarımsak bitkisi Orta Asya'da ortaya çıktığı ve daha sonra batıya Yakın Doğu ve Akdeniz Bölgesi'ne yayılmıştır. Asıl anavatanının Orta Asya; ikinci anavatanının ise Anadolu olduğu bilinmektedir (Etoh ve Simon 2002). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü 2021 yılı İstatistikleri'ne göre; Dünya taze sarımsak üretim miktarı 1 659 236 ha'lık alanda 28 204 854 tondur ve üretimde ilk sırayı 20 513 385 ton ile Çin almaktadır. İkinci sırada 3 190 000 ton ile Hindistan ve üçüncü sırada 348 130 ton ile Mısır bulunmaktadır. Türkiye'nin taze sarımsak üretimi ise 2 506 ha'lık alanda 46 454 tondur (FAO, 2021). Türkiye, sarımsağın anavatanı arasında yer aldığından dolayı sarımsak genotiplerinin varlığı açısından zengin bir ülkedir. Türkiye İstatistik Kurum 2022 yılı verilerine göre; Türkiye taze sarımsak üretimi 47 487 ton; kuru sarımsak üretimi ise 140 464 ton olarak açıklanmıştır. Türkiye'de sarımsak üretimi tüm bölgelerde yapılmaktadır. Kuru sarımsak üretimi en fazla Kastamonu (33 168 ton), Gaziantep (30 674 ton), Kahramanmaraş (11 573 ton), Hatay (7 243 ton) ve Balıkesir (4 176 ton) illerinde olmaktadır. Kastamonu ilinde ise en fazla üretim Taşköprü (29 900 ton) ilçesinde yapılmaktadır (TÜİK, 2022).

Sarımsak ilk yıl vegetatif bir gelişme gösterirken, ikinci yıl ise çiçeklenme olayı gerçekleşmektedir. İkinci yılın ilkbaharında çiçekleri meydana gelmektedir. Sarımsak çiçeklerinde mayoz bölünme gerçekleşir fakat çekirdek bölünmesi gerçekleşmemektedir, bu da dişlerin gelişmesini sağlamaktadır. Çiçek sapında bulunan 8-10 cm çapındaki çiçeklerde tohumları oluşmaktadır. Ancak, ekolojik koşullara bağlı olarak bazen tohum oluşumu gerçekleşmemektedir. Yabani Allium tohumlarında olduğu gibi sarımsak tohumlarında da dormansi sorunu karşımıza çıkmaktadır. Sarımsak tohumları soğan tohumlarından daha küçük yapıdadır ve canlılığı da daha düşüktür. Bu nedenle, çimlenme ve gelişme yavaş olmaktadır (Dhall, 2014; Etoh ve Simon, 2002).

Sarımsak çiçek yapısı olarak şemsiye tipine sahiptir. Çiçek demeti zar içinde gelişmektedir. Çiçeklenmenin son aşamasında bu zar yırtılması ile birlikte çiçekler meydana gelir. Bir çiçek demeti 1-200 arasında çiçek üretebilmektedir; bu durum genotip ve çevre faktörlerine bağlı olarak değişebilmektedir. Sarımsak çiçekleri altı taç yaprak, altı çanak yaprak, altı erkek organ ve üç karpelli bir dişi organdan oluşmaktadır. Anterler mor, sarı ve pembe; taç yapraklar ise pembe, leylak rengi veya beyaz renkte olmaktadır. Dişicik tepesinin genelde anterlerden daha uzun yapıda olması nedeni ile sarımsak çiçekleri protandri özelliği göstermektedir. Polenler dişicik tepesi olgunlaşmadan 2-4 gün önceden dökülmektedirler. Dişicik tepesi ise 1-2 gün poleni kabul eder ve bir çiçek şemsiyesinin tam çiçeklenme 5 ile 20 gün arasında sürmektedir. Sarımsakta yabancı tozlanma oranı yüksektir ve tozlanma arılar ile gerçekleşmektedir (Pooler ve Simon, 1994; Yılmaz ve diğerleri, 2022).

Sarımsak önceleri kısır bir bitki olarak bilinmekteydi. Ancak; Orta Asya'da sarımsaklarının bazı genotiplerinde tohum üretilebildiği görülmüştür. Sarımsakta kısırlığın nedenleri tam olarak bilinmemektedir. Düşünülen kısırlık nedeni ise gametlerden meydana gelen kromozom anormalliklerinden dolayı oluşan genetik bozukluktur. İkinci nedeni ise anterlerde polen gelişiminin mitoz bölünme aşamasında tapetum dejenerasyonu olduğu düşünülmektedir. Çiçek demetinde meydana gelen dişlerden dolayı çiçekler gelişmemektedir ve besin rekabeti ortaya çıkmaktadır bu da kısırlığa neden olmaktadır. Bu dişicikler el yardımı ile uzaklaştırıldığında bazı genotiplerin tohum üretebildiği görülmüştür. Sarımsakta erkek organ veya çiçek tozu yanında dişi organ veya dişi eşey hücre kısırlığı da görülmektedir. Erkek kısırlığı olan

genotiplerin hibrit tohum üretiminde ana ebeveyn olarak da kullanılabilme ihtimali de bulunmaktadır. Çiçekleri tam gelişmiş anterleri mor renkte olan genotiplerin çiçek tozu çimlenme oranı %0-49.7 arasında olduğu ve anterleri sarı renkte olan genotiplerin ise çimlenme oranı %30.1 oranında olduğu gözlemlenmiştir (Kamenetsky ve diğerleri 2004; Yılmaz ve diğerleri, 2022)

Sarımsak tohumlarında meydana gelen dormansi nedeninden dolayı sarımsakta tohumla üretim ve çoğaltım yapılamamaktadır. Sarımsak üretimi ve çoğaltımı dişler ile yapılmaktadır. Ancak, dişler ile çoğaltım hem pahalı hem de çok fazla işçilik gerektirmektedir. Sarımsakta klonal çoğaltım nedeniyle genetik çeşitlilik sağlanamamakta, popülasyonuna herhangi bir hastalık gelmesi durumunda popülasyon yok olma ihtimali ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu nedenle, sarımsak tohumlarında dormansisinin kırılması ile çimlenme oranının artırılması ve tohum gücünün iyileştirilmesi için yapılacak olan çalışmalar büyük önem taşımaktadır.

Bu konu ile ilgili daha önceden yapılan fazla çalışma bulunmamaktadır. Bundan dolayı sarımsak tohumlarındaki dormansinin kırılmasıyla ilgili çalışmaların artırılması gerekmektedir. Bu tez çalışmasının amacı ise, sarımsak tohumlarında katlama, gibberellik asit ve katlama + gibberellik asit uygulamalarının sarımsak tohumlarında dormansinin kırılması üzerine etkilerinin araştırılmasıdır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

Dormansi, bir tohum popülasyonunda zaman içinde çimlenme dağılımını optimize eden bir özelliktir. Bitkilerde kötü çevre koşullarında hayatta kalabilecek adaptasyonlar geliştirmek ve türünü devam ettirebilmek için canlılık fonksiyonlarını minimum düzeyde tuttuğu duruma “dormansi” denilmektedir. Doğada bitki türleri varlığını devam ettirebilmek için, metabolizmalarını minimum düzeyde tutarak gelişme ve çimlenme zamanını kontrol edebilmektedir. Metabolizmanın minimum düzeyde çalıştığı, bitkinin diğer birçok metabolik aktivitelerinin (büyüme, üreme, vs.) durdurulduğu bir dinlenme (inaktif olma) halidir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006).

Tohum dormansisi; tohumun uygun çevre koşulları altında çimlenmeden kalması olarak tanımlanmaktadır. Dormansi tohumun olgunlaşmasını ve gelişmesini etkilemekte ve çimlenmeyi geçici olarak engellemektedir. Tohum dormansisi, tarımsal ürünlerde genellikle istenmeyen bir özellik olup; tarımsal üretimde tohumların hızlı ve homojen çimlenme ve gelişme göstermesi önemli bir özelliktir (Bewley, 1997). Tohum dormansisi ve tohum çimlenmesi genetik faktörler, çevresel koşulları ve tohumda çimlenmeyi engelleyici maddelerin bulunup bulunmaması ile ilişkilidir. Tohumlarda dormansi sıcaklık, ışık ve nem gibi uygun olmayan dış faktörlerin etkisinden kaynaklanabileceği gibi sert tohum kabuğu ve tohum kabuğunun geçirimsizliği; olgunlaşmamış embriyo ve tohum bünyesinde engelleyici materyallerin bulunması gibi içsel faktörlerden de kaynaklanabilmektedir (Baskın ve Baskın, 2004).

Tohumda dormansi ve çimlenme, bitkinin yaşam döngüsünde birbiriyle doğrudan ilişkili olan ve antagonistik olarak gelişen fizyolojik olaylardır. Dormansinin sürdürülmesi yüksek ABA/GA (absisik asit/giberellik asit) oranına bağlıyken, dormansinin kırılması GA biyosentezinin artışı ve ABA bozulmasının sonucunda düşük ABA/GA oranına bağlıdır (Finch-Savage ve Leubner-Metzger, 2006). Bu nedenle dormansiyi, tüm çevresel faktörler uygun olduğunda bile, dışarıdan herhangi bir müdahale olmadan tohumun dinlenme hali olarak tanımlanırken, dormansinin değişik yöntemlerle kırılmasıyla, tohumda metabolik aktivitenin başlamasına bağlı olarak embriyonun gelişmesi ve radikulanın tohum kabuğundan çıkması da çimlenme olarak tanımlanmaktadır (Kamenetsky ve diğerleri, 2004).

Doğada normal koşullarda toprağın donması ve çözülmesi, mikroorganizma faaliyetleri gibi durumlar ile tohum dormansisi ortadan kalkabilmektedir. Ancak, ekonomik anlamda tohumlarda dormansinin ortadan kaldırılması için çeşitli ön uygulamalar yapılmaktadır. Tohumlarda dormansinin ortadan kaldırılması için yapılan uygulamalar; stratifikasyon (katlama uygulamaları), skarifikasyon (mekanik ve kimyasal aşındırma), tohumlara büyüme düzenleyici maddeler ile ön uygulama yapılması şeklinde sıralanmaktadır. Bitki türüne ve dormansinin şekline göre bu uygulamalar farklılık göstermektedir (Baskın ve Baskın, 2004).

İç tohum kabuğundaki engelleyici maddeleri yok ederek, tohum dormansisini ortadan kaldırılması mümkündür. Tohumların çimlenmesi için gerekli olan oksijen, su, ışık ve sıcaklık gibi faktörlerin sağlanamadığı durumlarda tohumun çimlenmesini engellenmektedir. Bu dinlenme türü, esas olarak tohum kabuğunun fiziksel özellikleri ile ilgilidir. Yani bu tür tohum dinlenmesi, dış etkenler tarafından kontrol edilebilmektedir (Musavi ve diğerleri, 2011).

Giberellik asitlerin tohum çimlenmesi üzerindeki çimlenmeyi teşvik edici etkisi, farklı türlerde yapılan çok sayıda çalışma ile rapor edilmiştir (Atia ve diğerleri, 2009; Pramanik ve diğerleri 2017; Yang ve diğerleri 2020) Giberellik asitler, genellikle belirli sıcaklık ön işlemi veya ışık gibi çevresel uyarılara olan ihtiyacın yerini almaktadır. Giberellik asitler tohum çimlenmesi sırasında görev alan enzimleri uyararak çimlenmenin gerçekleşmesinde önemli görevi olan bir hormondur. Tohumların su alması ile birlikte, embriyodan salgılanan giberellik asit endosperme taşınarak α -amilaz enzimini uyarmakta ve bu enzimin etkisi ile çimlenme sırasında gerekli olan enerji nişastanın şekere dönüşmesi ile sağlanmaktadır (Hartmann ve ark., 1990). Dışardan uygulanan giberellik asit endospermde nendo- β mannanaz enziminin salgılanmasını uyararak endosperm hücre duvarlarının yıkılmasını sağlamakta ve bu şekilde de çimlenmeye yardımcı olmaktadır (Cantliffe, 2003; Bewley, 1997). Giberellik asitler tohum bünyesindeki Absisik asitin (ABA) etkisini azaltarak DNA ve protein sentezini arttırmaktadır. GA_3 ayrıca dinlenmede olan tohumlarda ve ABA ile işlenmiş tohumlarda bol miktarda bulunan iki polipeptitin kaybolmasını hızlandırmaktadır. Böylece, GA_3 'ün, dormansi sırasında nükleik asit ve protein metabolizmasının düzenlenmesinde yer alabileceği bilinmektedir (Liu ve Hou 2018).

Farklı bitki türlerin tohumları, farklı konsantrasyonlardaki giberellik asit çözeltilerinde bekletilmesi ve düşük sıcaklıkta katlama uygulamalarının yapılması ile tohum dormansisinin kırıldığı ve çimlenmenin gerçekleştiği görülmüştür (Ateş ve Üremiş, 2021; Koyuncu ve ark. 2005). Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) tohumlarının çimlendirilmesinde en uygun yöntemin belirlenmesi ve kullanılması amacı ile Akdeniz Üniversitesi'nde bir çalışma yapılmıştır. Tohumlar ekim öncesinde; 4°C'de 30, 45, 60 ve 75 gün katlama; 500, 600, 700, 800, 900 ve 1000 ppm GA₃'de 24 saat; %96'lık H₂SO₄'de 1, 3 ve 5 dakika ve 40, 60 ve 80°C suda 1, 3, 5 ve 7 dakika bekletme uygulamalarına tabi tutulmuşlardır. Ekim öncesi uygulamalarda en iyi sonuç %98 çimlenme ile 4°C'de 60 gün katlama uygulamasından elde edilmiştir. 24 saat süre ile 800 ppm GA₃ uygulamasında ise %95 çimlenme oranı elde edilmiştir ve çimlenme süresini kısaltmıştır. Fakat Sülfürik asit uygulamalarında çimlenme gözlenememiştir (Onursal, Cemile Ebru ve diğerleri. 2017).

Bir başka çalışmada, *Fagus sylvatica* tohumlarının dormansisinin incelenmesinde, dormansinin kısmen tohum kabuğundan kısmen de içsel faktörlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Tohum kabuğunun çıkarılması durumunda hem dormansiden kurtulmayı hem de onu ortadan kaldıran diğer yöntemlerin etkilerini hızlandırdığı tespit edilmiştir. Bu tohumların dormansisi, 8 haftadan daha uzun bir süre boyunca 4°C'de soğuk katlama ile ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca, dışarıdan absisik asidin (ABA) uygulamasının düşük sıcaklığın etkilerini tersine çevirdiği ve tohumların çimlenmesini engellediği belirlenmiştir. Giberellik asidin (GA₃) uygulamalarının, tohumların dinlenmesini kırmada ve soğuk uygulamalarının yerine kullanılabileceği vurgulanmıştır (Carlos ve diğerleri 1996).

Mahlep kirazı (*Prunus mahaleb* L.) tohumlarında meydana gelen tohum dormansisinin kırılmasında 30, 60 ve 90 gün süre ile katlama uygulamalarının ardından 90°C'de 0, 10, 20 ve 30 dakika sürelerde sıcak su veya sülfürik asitte bekletme uygulamaları yapılmıştır. Ayrıca asitle aşındırma (0, 10, 20 ve 30 dakika) veya GA₃ (0, 500, 1000 ve 2000 ppm) uygulamaları yapılmıştır. Deneme sonucunda, 60 gün veya daha fazla katlamanın çimlenme yüzdesini artırdığını ve ortalama çimlenme süresini azalttığını göstermiştir. Sıcak su veya sülfürik asit ile aşındırma uygulamalarının 60 günlük katlama uygulamaları ile birlikte uygulanması ile çimlenme yüzdesini ve hızını iyileştirdiği

bulunmuştur. Tohumlara GA₃ ile uygulama yapıldığında önemli ölçüde daha yüksek bir çimlenme oranı elde edilmiştir. En yüksek çimlenme yüzdeleri, 60 ve 90 günlük sürelerde katlama yapılan tohumlara 1000 ppm'de GA₃ uygulanarak elde edilmiştir. Sonuç olarak; mahlep kirazı tohumlarının çimlenme yüzdesini ve hızını artırmak için soğukta katlamaya ek olarak GA₃ uygulamasının kullanılması önerilmiştir (Al-Absi, K. M. 2010).

Cercis siliquastrum tohumlarında yapılan bir çalışmada ise dormansiyi ortadan kaldırmak için dışarıdan GA₃ uygulamasıyla birlikte soğukta katlama uygulamaları karşılaştırılmıştır. GA₃ uygulanmış tohumlar, erken embriyo gelişimi göstererek, kökçük çıkışını gerçekleştirmiştir. GA₃ ile uygulaması yapılan tohumlardan gelişen *Cercis siliquastrum* bitkilerinin, katlama uygulaması yapılan bitkilerden daha uzun olduğu ve daha fazla sayıda yaprak ürettiği belirlenmiştir. Ancak, bu bitkilerin kök kütlelerinin soğukta katlama yapılanlara göre azaldığı ve iyi bir su dengesini sağlamada zorluk yaşandığı ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak; *Cercis siliquastrum* tohumlarına dışarıdan GA₃ uygulaması yapıldığında çimlenmenin teşvik edildiği fakat aynı zamanda bitkilerin sulaması gerekmektedir (Nicoles ve diğerleri 1996).

Allium türlerinde de tohum dormansisinin kırılmasında giberellik asit ve düşük sıcaklıkta yapılan katlama uygulamalarının kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır (Dasthy ve ark. 2012; Ebrahimi ve ark. 2014; Hussein ve Youssef, 2020; Kamenetsky ve Gutterman, 2000; Payal ve ark. 2014; Yanmaz ve Ermiş 2005). Farklı ekim öncesi uygulamalarının etkisini değerlendirmek için Zagros bölgelerine endemik olan iki yabancı yenilebilir *Allium* (*A. calocephalum* ve *A. notabile*) türünde dormansinin kırılması için farklı ekim öncesi uygulamalar yapılmıştır. Genel olarak, her iki *Allium* türünün de benzer çimlenme eğilimine sahip olduğu (uygulama yapılmadan yaklaşık olarak %80) belirlenmiştir. *A. calocephalum* için en yüksek tohum çimlenme oranları %83, %86 ve %85 olarak sırası ile 1 ay süre ile yapılan soğukta katlama, 3 gün süre ile suda bekletme ve 1500 ppm GA₃ çözeltisinde bekletme uygulamalarından olarak bulunmuştur. *A. notabile* için de 2 ve 3 gün suda bekletme ve 1000 ppm GA₃ içerisinde bekletme uygulamalarından sırasıyla %83, %85, %84 olarak tespit edilmiştir (Hussein, Wajed Issam ve diğerleri 2019).

Bitki büyüme düzenleyicilerinin sarımsak dişlerinin çimlenmesinde önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Sarımsak dişlerinin GA₃ çözeltisinde bekletilmesi, çimlenmeyi

ve gelişimi uyardığı bilinmektedir. Ancak GA₃'ün sarımsak dişlerinde meydana gelen dormansinin kırılması ve çimlenmesi üzerindeki etkilerine dair herhangi bir bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışma, Yerel ve egzotik bir sarımsak çeşidinin çimlenme ve erken büyüme davranışı üzerindeki etkilerini değerlendirmek için ve Gibberellik Asit (GA₃) GA₃'ün sarımsağın dormansinin kırılması ve çimlenme üzerindeki rolünü araştırmak amacıyla bir araştırma yapılmıştır. Yerel çeşitte GA₃'ün tapsetlerin çimlenmesi, yaprak/bitki sayısı, bitkicik boyu, kök/bitki sayısı, kök uzunluğu ve normal bitkicik yüzdesi üzerinde belirgin bir etki gösterdiği bulunmuştur. GA₃'ün 250 ppm konsantrasyonu maksimum filizlenmeyi (%31.67) verirken, 500 ppm konsantrasyonunda minimum çimlenme (%10.00) görülmüştür. Egzotik çeşitte ise tamamen çimlenme görülmemiştir. Sonuç olarak GA₃ uygulamasının dormansi kırma potansiyeline sahip olduğu ve yerel sarımsak çeşidinde filizlenmeyi hızlandırdığı görülmüştür (Rahman ve Muhammad Hafizur 2006).

Bir başka çalışmada ise, Tunceli sarımsağının tohum dormansisini kırmak ve bu tohumlarda dişçik oluşumuna neden olan koşulları belirlemek amacıyla farklı KNO₃ eklenmiş MS besiyerlerinde kültüre alarak çaplarını artırmak amaçlanmıştır. Tunceli sarımsak tohumları tarlada yetiştirilen bitkilerden toplanmıştır. Tohumların 20 g/l sükröz içeren veya içermeyen MS ortamında çimlendiği, ardından 1 × 1900 mg/l, 2 × 1900 mg/l, 4 × 1900 mg/l ve 6 × 1900 mg/l mg/l KNO₃'te kültürleri yapıldığı tespit edilmiştir. Çiçek soğan çapını artırmak için 20 g/l sükröz ile destekleme yapılmıştır. Çimlenen tohumların her birinde soğancık oluşum hızının, tohumların çimlenme hızı ile paralel olmadığı görülmüştür. Özellikle, 20 g l-1 sukroz içeren ve sükröz içermeyen MS ortamında 150 ve 158 gün sonra çimlenmiş tohumlarda sırasıyla %34 ve %28,5 oranlarında soğan gelişimi gerçekleştiği görülmüştür. Artan KNO₃ konsantrasyonu (>1 × 1900 mg/l KNO₃), Tunceli sarımsak soğanlarının büyüme ve gelişmesinde olumsuz etkiye neden olduğu açıklanmıştır (Khalid Mahmood Khawar, Tahsin Sogut ve diğerleri 2017).

İran Arpacık soğanı (*Allium hirtifolium* Boiss.) tohumlarında yapılan bir çalışmada, tohumların dormansisini kırmak ve çimlenmesini iyileştirmek için uygun bir yöntem geliştirmek amaçlanmıştır. Bu nedenle, arpacık soğanının tohum gelişim aşamaları değerlendirilmiştir. Sonuçlar, ovül sayısının loküller ve çiçekler arasında değiştiğini göstermiştir. Tohum çimlenmesini teşvik etmek amacı ile aşındırma, katlama, potasyum

nitrat ve gibberellik asit (GA₃) uygulamaları olmak üzere dört farklı uygulama yapılmıştır. Tohum kabuğunun zımpara ile aşındırılması ile katlama işlemi olmadan faydalı olmadığı görülmüştür. Tohumu dormansini kırmak ve en uzun fide boyunu elde etmek için en iyi uygulamaların ise zımpara ile aşındırma, 12 saat süre ile GA₃ çözeltisinde bekletme (500 mg/L-uygulaması ve soğukta katlama olduğu tespit edilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, arpacık soğanı tohumlarının mekanik dinlenmeye sahip olduğunu ve endosperm zayıflaması için mutlaka soğuk katlamanın gerekli olduğunu ortaya koymuştur (Ebrahimi, Raheleh ve diğerleri. 2014).

İran Arpacık soğanı (*Allium hirtifolium* Boiss.) tohumlarında yapılan bir başka çalışmada ise farklı dormansi kırma yöntemleri denenmiştir. İlk araştırmada dört işlemi değerlendirdik: sülfürik asitle aşındırma, zımpara kağıdıyla aşındırma, soğukta katlama ve gibberellik asit (GA₃) uygulamaları denenmiştir. İkinci araştırmada ise bu uygulamaların kombinasyonları değerlendirilmiştir. İlk aşamada, tüm uygulamaların tohum çimlenmesi üzerinde hiçbir etkisi olmadığı, bu da tohumlarının fiziksel ve fizyolojik dinlenmeye sahip olduğunu göstermiştir.. İkinci aşamada ise en yüksek çimlenme yüzdesi (%86,6) sülfürik asit (%75 v/v) ile beş dakikalık aşındırma ve ardından 60 gün soğukta katlamad uygulamalarından elde edilmiştir. Sülfürik asitle aşındırma süresinin (5, 10 ve 20 dakika) çimlenme oranlarını etkilemediği ancak soğuk katlama süresinin artmasının (15 günden 60 güne) çimlenmeyi %28,3'ten %86,6'ya yükselttiği görülmüştür (Dashti, Farshad ve diğerleri. 2012).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışma 2021-2022 yılları arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Fizyoloji Laboratuvar'ında yürütülmüştür.

3.1. Materyal

Bu araştırmada bitkisel materyal olarak; Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme parsellerinde yetiştirilen iki farklı sarımsak genotiplerinden (G1 ve G2) elde edilen tohumlar kullanılmıştır. Tohumlar denemelerde kullanılacağı zamana kadar ağzı zımbalanmış küçük polietilen poşetlerde, 4°C'de muhafaza edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan %80 etken maddeli Pomarsol Forte marka %0,2'lik thiram çözeltisi; Sigma Aldrich (%90) marka toz halde bulunan giberellik asit hormonu ve saf su kullanılmıştır. Katlama uygulamaları için ise steril kum kullanılmıştır. Çimlendirme testleri nemi ve sıcaklığı ayarlanabilir Nüve TK600 marka çimlendirme test kabininde gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen tüm çimlendirme testlerinde kaba filtre kağıtları, 100 mm büyüklüğündeki petri kapları ve polietilen poşetlerden yararlanılmıştır. Uygulamalarda kullanılacak olan çözeltinin hazırlanması için toz haldeki GA₃ miktarının belirlenmesinde Precisa 125A marka hassas terazisi (0.0001 g hassasiyette) kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Katlama Uygulamaları

Katlama uygulamalarında kullanılacak olan kumlar ilk olarak 5 lt'lik beherlere doldurulup, beherlerin ağzı alüminyum folyo kapatılmıştır. 121°C' de çalışan otoklav cihazında 20 dakika süre sterilize edilmiştir. Katlama uygulamaları sırasında steril haldeki kumlar çok sulu olmayacak şekilde saf su ile nemlendirilmiştir. Küçük polietilen poşetlere bir miktar kum konulmuştur ve kenarlarına gelmeyecek şekilde kumun ortasına çukur açılıp tohumlar oraya yerleştirilmiştir. Tohumların üzeri tekrar kum ile kapatılarak, 1 mL % 0,2'lik thiram çözeltisi ile sulandırılmıştır. Polietilen poşetlerin ağzı hava almayacak şekilde katlanarak zımbalanmıştır. Her polietilen poşete 200'er adet tohum konulmuştur. Katlama süreleri 0 (Katlama yapılmayan) ,2, 4, 6 ve 8 haftalık olacak

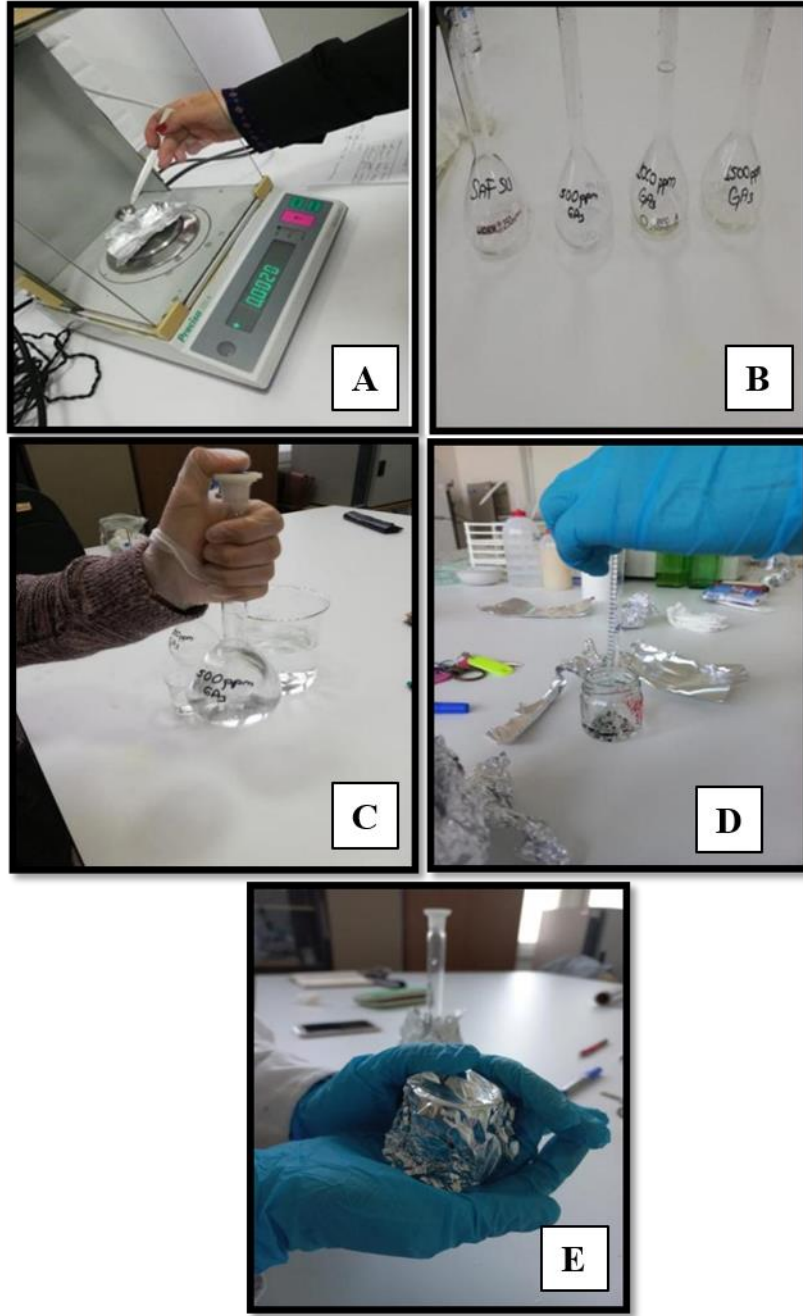
şekilde uygulamalar hazırlanmıştır. Daha sonra hazırlanan polietilen poşetler, ışık almasını engellemek üzere strafor kutuların içerisine yerleştirilerek sıcaklığı 4°C olan buzdolabına kaldırılmıştır. Katlama uygulamaları sonrasında tohumların aynı anda çimlendirme testlerine alınabilmesi için önce 8 haftalık daha sonra sırasıyla 6, 4, 2 ve 0 haftalık uygulamalar yapılmıştır. Katlama uygulamalarını takiben buzdolabından çıkarılan tohumlar, küçük gözlü süzgeç yardımı ile akan çeşme suyu altında kumdan arınana kadar yıkanmıştır. Daha sonra ise saf sudan geçirilip kağıt havluların üstüne alınarak yüzeysel olarak kurutulmuştur. Kurutma uygulamalarının ardından çimlendirme testleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.2. Giberellik asit (GA₃) Uygulamaları

Toz haldeki GA₃ hormonu ile saf su, 500, 1000 ve 1500 ppm olacak saf su kullanılarak GA₃ çözeltileri hazırlanmıştır. Her uygulamada 200 adet sarımsak tohumu kullanılmıştır. GA₃ uygulamaları 40 mL'lik cam kavanozlar içerisinde gerçekleştirilmiştir. İçerisine 200 adet sarımsak tohumu ve üzerine GA₃ çözeltisi konulan kavanozların kapağı sıkıca kapatılarak etrafı alüminyum folyo ile kaplanmış ve 18°C sabit sıcaklıkta çalışan iklim dolabında 48 saat bekletilmiştir. Hiçbir uygulama görmeyen tohumlar kontrol grubu olarak değerlendirilmiştir. Giberellik asit (GA₃) uygulamaları sonunda, iklim dolabından sırası ile çıkarılan tohumlar tel süzgeç yardımı ile 2 dakika boyunca çeşme suyu altında yıkanıp; daha sonra da saf su ile durulanmıştır. Durulanan tohumlar kağıt havlular üzerinde 10 dakika süre ile bekletilerek yüzeysel olarak kuru hale getirilmiştir. Daha sonra da çimlendirme testlerine alınmıştır.



Şekil 3.1. Katlama uygulamaları. **A)** Tohumların polietilen poşetlerdeki kumun içine yerleştirilmesi **B)** Tohumların thiram ile sulanması **C)** Hazırlanan poşetlerin strafor içine konup $+4^{\circ}\text{C}$ 'ye yerleştirilmesi **D)** Katlama uygulamaları sonrasında tohumların süzgece aktarılması **E)** Katlama uygulamalarını takiben yapılan yıkama uygulamaları **F)** Temizlenen tohumların kağıt havlular üstüne alınması



Şekil 3.2. GA₃ asit uygulamaları. **A)** Toz haldeki GA₃ hormonunun hassas terazide tartılması **B)** 250 mL'lik balon jöjelerin hazırlanması **C)** Toz halindeki hormonun balon jöjeye konulup üstüne saf su eklenip çalkalanması **D)** Hazırlanan çözeltinin kavanozdaki tohumların üstüne eklenmesi **E)** Kavanozların alimünyum folyo ile kaplanması

3.2.3. Katlama+ Giberellik asit (GA₃) Uygulamaları

Katlama uygulamaları yapılan tohumlar sonrasında doğrudan GA₃ uygulamalarına alınmıştır. Katlama uygulamaları ile 0, 2, 4, 6 ve 8 hafta kum içerisinde bekletilen tohumlar buzdolabından çıkartılarak önce akan suda altında yıkanmış ve kumlarından arındırılmıştır. Daha sonra ise saf su ile durulanmıştır. Katlama uygulamalarının ardından yüzeysel olarak kurutulan tohumlar içerisinde saf su, 500, 1000, 1500 ppm GA₃ çözeltileri bulunan cam kavanozlara konulmuştur. GA₃ uygulamaları 18°C'de çalışan iklim dolabı içerisinde 48 saat süre ile gerçekleştirilmiştir. GA₃ uygulamaları sonrasında tohumlar çıkartılıp 2 dakika süre ile akan çeşme suyu altında yıkanıp saf su ile durulanmıştır ve yüzeysel olarak kurutularak çimlendirme testine alınmıştır.

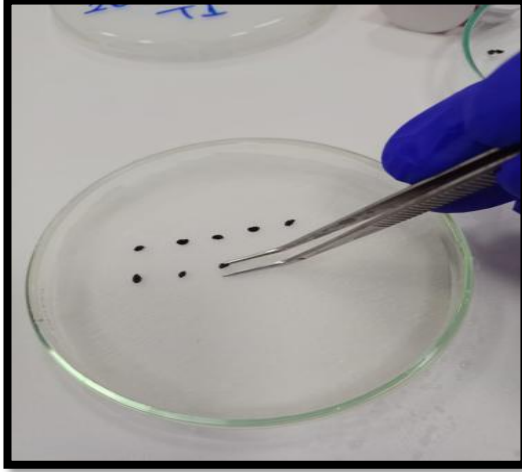
3.2.4.Çimlendirme Testleri

Çimlendirme testleri; başlangıç tohum canlılığını belirlemek, katlama uygulamaları ve GA₃ uygulamalarından sonra tohumların canlılığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Ancak sarımsak tohumları için ISTA tarafından belirlenen bir çimlendirme test protokolü henüz bulunmadığı için *Allium* türlerinden olan soğan bitkisinin protokolü uygulanmıştır (ISTA 2012).

Her bir uygulama için 200 adet tohum kullanılmış ve tohumlar her bir tekerrürde 50 tane tohum olacak şekilde dört tekerrüre ayrılmıştır. Her bir tekerrür için 50 adet tohum petri kapları içindeki filtre kağıdı üzerine yerleştirilmiştir. Çimlendirme testlerinde tohumların nemlendirilmesi ve ilerleyen dönemde nemin korunması için petri kapları üzerinde, her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde ve dört tekerrürlü olarak çimlendirme testlerine alınmıştır. Sulama suyu olarak ilk olarak %0,2'lik thiram çözeltisi; sonraki sulamalarda ise saf su kullanılmıştır. Çimlendirme testleri 20±1°C sıcaklıkta çalışan ve 16 saat ışık, 8 saat karanlık fotoperiyot uygulamasına sahip bitki büyütme kabininde yapılmıştır.

Sarımsak tohumları için belirlenen standart bir çimlendirme testi belirlenmediğinden çimlenme günü 30 gün süre ile devam ettirilmiştir. Radikulanın testadan çıkışından sonra normal primer kök ve hipokotil gelişimini sağlayan tohumlar normal çimlenmiş tohumlar olarak kabul edilmiştir. Veriler çimlenen tohumların günlük sayılması ile elde edilmiştir.

Kök ve hipokotil gelişmesinde çeşitli anormallikler gösterenler ile hastalık belirtileri taşıyan tohumlar anormal tohum olarak kabul edilmiştir (ISTA 2009). Tohumların normal çimlenme oranları (NÇO) dikkate alınmıştır. Veri analizlerinde her tekerrürün normal çimlenene tohumlarının sayısı yüzde olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Çimlendirme testinin kurulması.



Şekil 3.4. Normal çimlenen tohum.

3.2.5. Ortalama Çimlenme Süresi (OÇS)

30 gün süre ile yapılan sarımsak tohumlarında yapılan çimlendirme testlerinde çimlenen tohumlar günlük olarak sayılmış ve elde edilen veriler Ellis ve Roberts (1981)'in

geliştirdiği aşağıda verilen formül kullanılarak ortalama çimlenme süreleri hesaplanmıştır.

$$O\ÇS = \sum D n / \sum n$$

OÇS: Ortalama çimlenme süresi (gün)

n: D gününde çimlenen tohumların sayısı

D: Çimlendirme testinin başından itibaren sayılan günler

3.2.6.Verilerin değerlendirilmesi

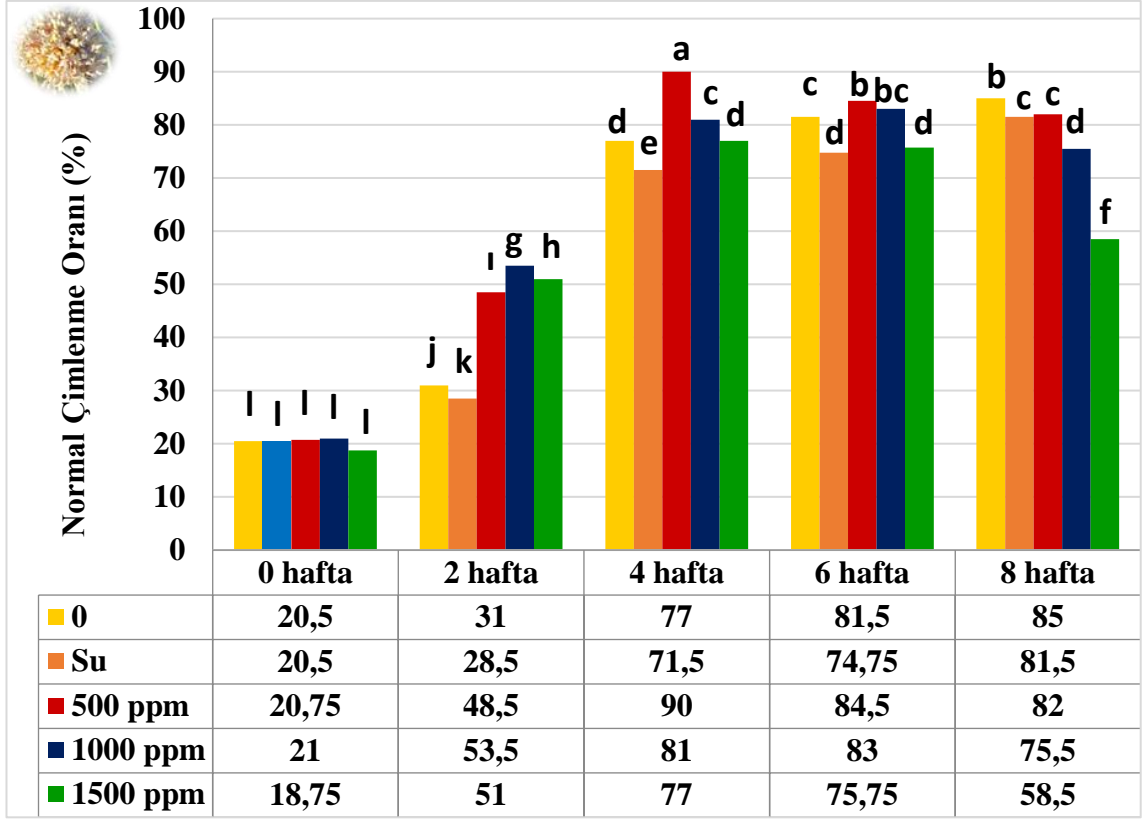
Çimlendirme denemelerinden elde edilen normal çimlenen tohumların yüzdeleri (arcsin çevrimi yapıldıktan sonra) ve ortalama çimlenme süreleri tesadüf parsellerinde iki faktörlü faktöriyel deneme desenine uygun olacak şekilde varyans analizleri JMP 7.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıklar JMP 7.0 bilgisayar programında, 0.05 önemlilik seviyesinde LSD testi ile değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Katlama ve GA₃ Uygulamalarının Tohum Çimlenme Oranı Üzerine Etkileri

G1 ve G2 genotiplerine ait sarımsak tohumları farklı konsantrasyonlardaki (0, 500, 1000 ve 1500 ppm) GA₃ çözeltileri içerisinde, 18±1°C’de 48 saat iklim dolabında bekletilmiş ve farklı sürelerde (0, 2, 4, 6 ve 8 hafta) 4°C’de buzdolabında muhafaza edilerek katlama uygulamalarına

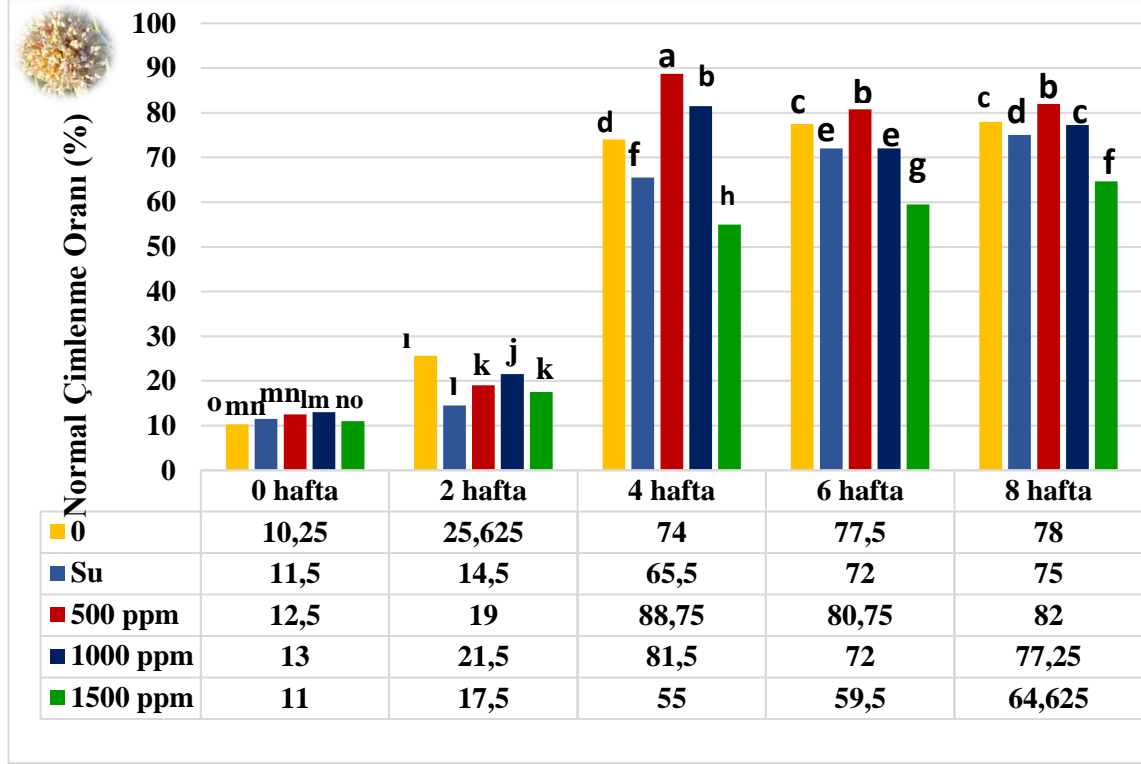
Yapılan uygulamaların G1 genotipinin tohumlarının çimlenmesi üzerine etkileri Şekil 4.1’de verilmiştir. Katlama + GA₃ uygulamaları kontrol grubuna kıyasla normal çimlenme oranları arasında istatistiksel açıdan önemli ($P \leq 0.05$) farklılık olduğu görülmüştür. Katlama + GA₃ uygulamaları kontrol grubuna kıyasla normal çimlenme oranında artış sağladığı tespit edilmiştir. G1 genotipinde hiçbir uygulama görmeyen (0) tohumların çimlenme oranı ile GA₃ uygulaması yapılan tohumların normal çimlenme oranları aynı olduğu belirlenmiştir. Yani sadece GA₃ uygulaması yapıldığında çimlenme üzerine önemli bir etkisinin olmadığı anlaşılmıştır. Fakat katlama + GA₃ uygulamaları birlikte yapıldığında normal çimlenme oranlarında artış olduğu tespit edilmiştir. 8 hafta katlama + 0 ppm uygulaması gören tohumların en iyi çimlenme oranı %85 olmuştur. 8 hafta katlama + saf su uygulaması gören tohumların en iyi çimlenme %81,5 olduğu saptanmıştır. 6 hafta katlama + 1000 ppm GA₃ uygulaması gören tohumların en iyi çimlenme oranı %83 olmuşken, 4 hafta katlama + 1500 ppm GA₃ uygulaması gören tohumların en iyi çimlenme oranı %77’ye düşmüştür. Fakat en yüksek normal çimlenme oranı 4 hafta katlama + 500 ppm GA₃ uygulaması yapılan tohumlarda elde edilmiş ve çimlenme oranının %90 kadar yükseldiği görülmüştür. 500 ppm GA₃ ve 4 haftadan daha uzun süreli katlama uygulamaların tohumların çimlenme oranlarını düşürdüğü belirlenmiştir. 4 haftadan + 500 ppm GA₃ uygulamasından sonraki uygulamaların tohumlarda bozulmalara (çürümelere) neden olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.1. G1 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların NÇO üzerine etkileri

G2 genotipinde hiçbir uygulama görmeyen (kontrol grubu) tohumların çimlenme oranı ile GA₃ uygulaması yapılan tohumların çimlenme oranları arasında küçük de olsa istatistiksel bir farkın olduğu Çizelge 4.2’de görülmektedir. Fakat katlama + GA₃ uygulamaları birlikte yapıldığında çimlenme oranlarında arasında istatistiksel açıdan önemli ($P \leq 0.05$) sonuçlar elde edilmiştir. GA₃ veya saf su uygulanmadığında, 8 hafta katlamanın tohumların çimlenme oranı üzerine en etkili süre olduğu tespit edilmiştir. Katlamadan sonra yapılan saf su uygulamalarında sarımsak tohumlarının en iyi çimlenme oranı 8 hafta katlanmış tohumlarda elde edilmiştir. Katlamadan sonra yapılan 1000 ppm GA₃ uygulamalarında en yüksek çimlenme oranı (%81,5) 4 hafta katlanan sarımsak tohumlarında elde edilmiştir. Katlamadan sonra yapılan 1500 ppm GA₃ uygulamalarında en başarılı sonuç (%64,6 çimlenme oranı) 8 hafta katlanan sarımsak tohumlarında tespit edilmiştir. Fakat GA₃ uygulama 500 ppm doza düşürüldüğünde en yüksek çimlenme oranının 4 hafta süre ile katlanan tohumlarda görülmüştür. 4 hafta katlanan G2 genotipinin tohumlarına 500 ppm GA₃ uygulandığında tohumların çimlenme

oranı %88,75'e kadar yükselmiş ve bu uygulamanın G2 tohumlarının çimlenmesi üzerine en etkili doz olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. G2 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların NÇÖ üzerine etkileri.

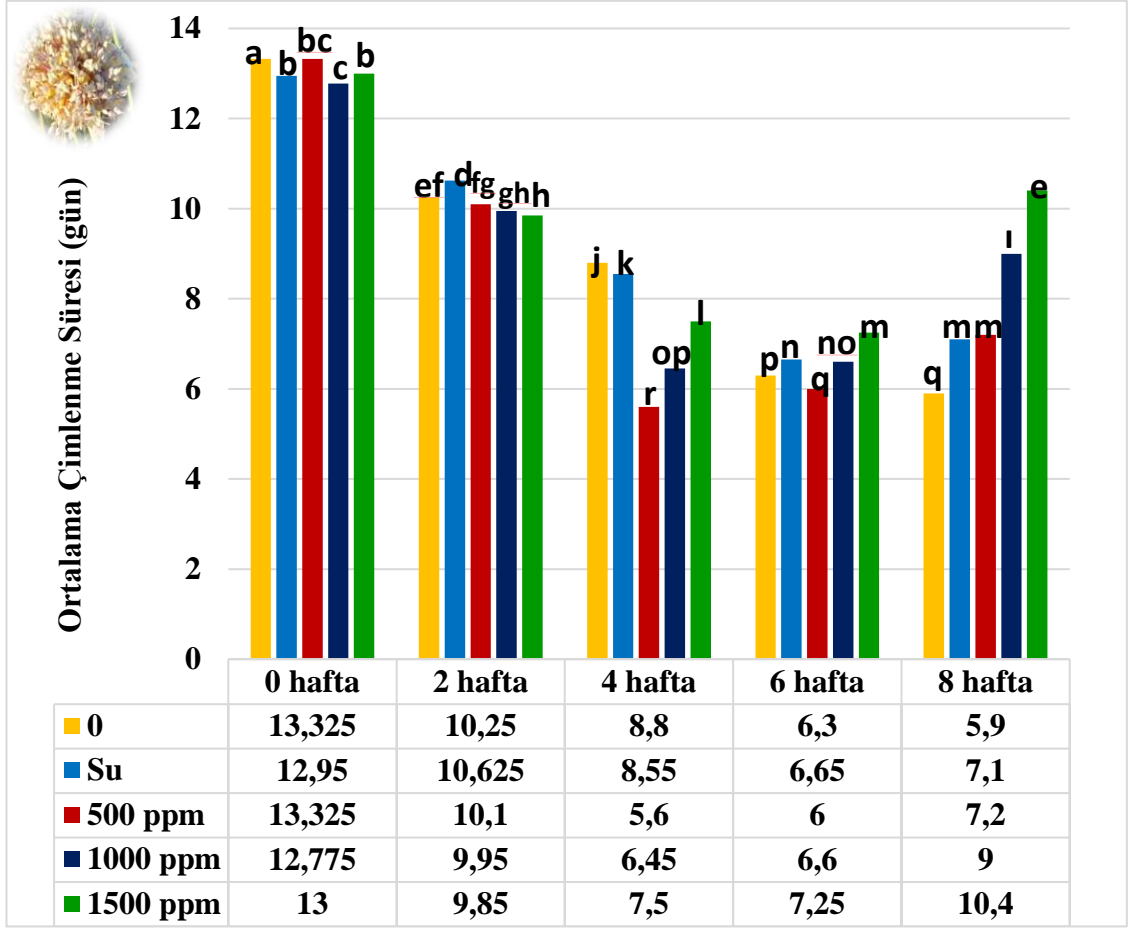
4.2. Katlama ve GA3 Uygulamalarının Tohumun Çimlenme Süresi Üzerine Etkileri

G1 ve G2 genotip sarımsak tohumlarında farklı konsantrasyonlardaki (0, 250, 500, 1000 ve 1500 ppm) giberellik asit (GA₃) çözeltileri kullanılarak 20±1°C'de 48 saat iklim dolabında bekletilmiş ve farklı sürelerde (0,2,4,6,8 hafta) 4°C'de katlama yapılmıştır. Yapılan uygulamaların tohumun çimlenmesi üzerine etkileri Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de verilmiştir.

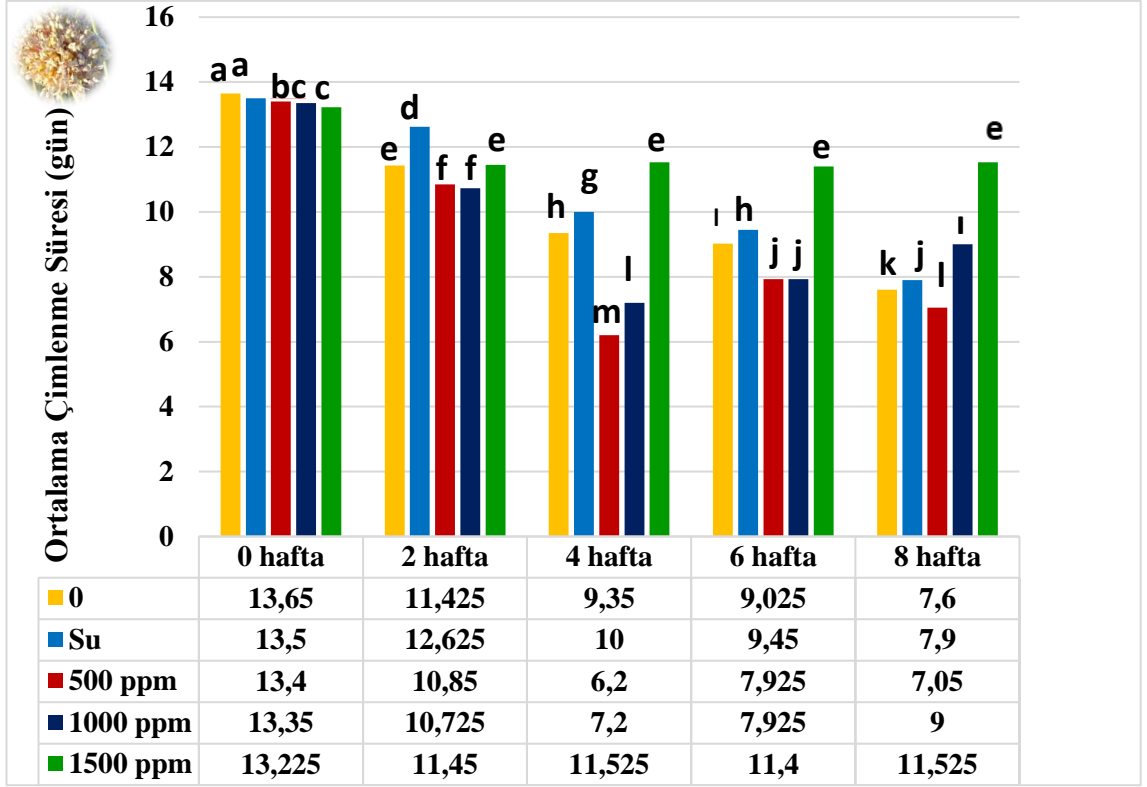
Katlama + GA₃ uygulamaların kontrol grubuna kıyasla ortalama çimlenme süreleri arasında istatistiksel açıdan önemli ($P \leq 0.05$) farklılıklar olduğu görülmüştür. Katlama + GA₃ uygulamaların kontrol grubu ile kıyaslandığında ortalama çimlenme sürelerini kısaltmıştır. G1 genotipinde hiçbir uygulama görmeyen (0) tohumların ortalama çimlenme süresi ile GA₃ uygulaması yapılan tohumların ortalama çimlenme süresinin neredeyse aynı olmuştur (Çizelge 4.3). Yani sadece GA₃ uygulamanın tohumların

çimlenme süresini kısaltmamıştır. Fakat katlanan tohumlara uygulanan GA₃ tohumların çimlenme sürelerini kısaltmıştır. GA₃ uygulanmayan fakat 8 hafta ile katlanan tohumları en kısa süre olan 5,9 günde çimlenme GA₃ uygulaması yapılmadan elde edilmiştir. Saf su uygulanan tohumlarda en kısa süre olan 6,6 günde çimlenmiş 6 hafta katlandığında elde edilmiştir. 4 hafta katlama + 1000 ppm GA₃ uygulaması gören tohumların en kısa çimlenme süresi 6,4 gün olmuştur. 6 hafta katlandıktan sonra 1500 ppm GA₃ uygulanan sarımsak tohumlarının 7,2 günde çimlendiği belirlenmiştir. Fakat 4 hafta katlandıktan sonra 500 ppm GA₃ uygulanan G1 genotipinin tohumlarının çimlenme süresini 5,6 güne kadar kısaltmıştır. Bu süre G1 genotipinin tohumları için en kısa çimlenme süresidir. 4 haftadan sonra uygulanan GA₃ uygulaması tohumların ortalama çimlenme süresinin tekrardan uzatmıştır.

G2 genotipinde katlama yapılmadığında hiçbir uygulama görmeyen (0) tohumların çimlenme süresinin 13 günü geçtiği görülmüştür (Çizelge 4.4). GA₃ uygulaması yapılan tohumların çimlenme süresi ile uygulama görmeyen (0) tohumların çimlenme süresinin arasındaki fark 1 günü geçmemiştir. Yani sadece GA₃ uygulamasının ortalama çimlenme süresi üzerine etkisinin çok sınırlı olduğu saptanmıştır. Fakat GA₃ ile birlikte yapılan katlama uygulamaları tohumların çimlenme sürelerini önemli derecede kısalttığı tespit edilmiştir. GA₃ veya saf su uygulanmayan tohumlar 8 hafta katlandığında tohumların çimlenme süresi 7,6 güne kadar kısalmıştır. 8 hafta katlanan tohumlara saf su uygulandığında tohumlar çimlenme süresi 13,325 günden 7,9 güne kısalmıştır. 4 hafta katlanan tohumlara 1000 ppm GA₃ uygulandığında tohumlar en kısa çimlenme süresi 7,2 gün olduğu belirlenmiştir. 6 hafta katlandıktan sonra 1500 ppm GA₃ uygulanan tohumların çimlenme süresi sadece 2 gün kısalmıştır. Fakat en başarılı sonuçlar yine 4 hafta katlandıktan sonra 500 GA₃ uygulanan sarımsak tohumlarında elde edilmiştir. 500 GA₃ uygulanan ve 4 hafta katlama çimlenme süresini 6,2 güne kadar düşürdüğü görülmüştür.



Şekil 4.3. G1 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların OÇS üzerine etkileri.



Şekil 4.4. G2 genotipine ait sarımsak tohumlarında yapılan ön uygulamaların OÇS üzerine etkileri.

5. SONUÇ

Bu çalışmada, sarımsak tohumlarında dormansiyi kırmak ve tohum çimlenme oranlarını arttırmak için her bir genotipe uygun ön çimlenme protokolü geliştirebilmek amacıyla saf su, GA₃, katlama ve katlama+GA₃ uygulamalarını sarımsak tohumlarına yapılmıştır. Denemelerden elde edilen sonuçlar normal çimlenme oranı (NÇO) ve ortalama çimlenme süresi (OÇS) bazında değerlendirilmiştir.

G1 ve G2 genotiplerinde katlamalardan sonra yapılan GA₃ uygulamaları kontrol grubuna kıyasla normal çimlenme oranları arasında istatistiksel açıdan önemli ($P \leq 0.05$) farklılık olduğu görülmüştür. Katlamadan sonra uygulanan GA₃ kontrol grubuna kıyasla normal çimlenme oranında artış olduğu tespit edilmiştir. G1 ve G2 genotiplerinde hiçbir uygulama görmeyen (0) tohumların çimlenme oranı ile sadece GA₃ uygulaması yapılan tohumların normal çimlenme oranları aynı olduğu görülmüştür. Yani sadece GA₃ uygulaması yapıldığında çimlenme üzerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Fakat katlamadan sonra GA₃ uygulandığında sarımsak tohumlarının çimlenme oranları her iki genotipte de arttırmıştır. En iyi çimlenme oranı ise 4 hafta katlandıktan sonra 500 ppm GA₃ uygulanan tohumlarda olduğu tespit edilmiştir. Normal çimlenme oranlarında G1 ve G2 genotipleri sırası ile %90 ve %88,75'e kadar yükseldiği görülmüştür.

GA₃ uygulamalarından sonra yapılan katlamalar kontrol grubu ile kıyasla ortalama çimlenme süreleri arasında istatistiksel açıdan önemli ($P \leq 0.05$) farklılıklar olduğu görülmüştür. G1 ve G2 genotiplerinde hiçbir uygulama görmeyen (0) tohumların çimlenme süreleri ile GA₃ uygulaması yapılan tohumların çimlenme süreleri arasındaki farkın 1 günü geçmediği saptanmıştır. Yani sadece GA₃ uygulamanın tohumların çimlenme süresi üzerine etkisinin çok sınırlı olduğu belirlenmiştir. Fakat GA₃ uygulamalarından sonra katlamanın sarımsak tohumlarının çimlenme sürelerini kısalttığı tespit edilmiştir. En kısa çimlenme süresi çimlenme oranında da olduğu gibi 4 hafta katlanan tohumlara uygulanan 500 ppm GA₃ ile elde edilmiştir. 4 hafta katlandıktan sonra 500 ppm GA₃ uygulanan G1 ve G2 genotiplerinin tohumlarının çimlenme süreleri sırası ile 5,6 ve 6,2 güne kadar kısalmıştır. Sonuç olarak G1 ve G2 genotiplerine ait sarımsak tohumlarında dormansinin kırılması ve çimlenmenin teşvik edilebilmesi için en iyi sonuçlar 4 hafta katlandıktan sonra uygulanan 500 ppm GA₃ ile elde edilmiştir.

Çetinbaş ve Koyuncu (2006) dormansiyi kırmak ve *Prunus avium* L (mazzard kiraz) tohumlarının çimlenmesini artırmak için, soğuk nemli katlamadan sonra tohum kabuğunun çıkarılması ve GA₃, KNO₃ veya tiyoüre ile muamele dahil olmak üzere çeşitli yöntemler kullanmıştır. Araştırmacılar 120 günlük katlamadan sonra yapılan 7.500 ppm KNO₃ uygulaması daha etkili olmuştur ve kabuklu tohumların çimlenme oranı %64,54 olmuştur. Kabuksuz tohumlarda, 120 günlük katlamadan sonra 500 ppm GA₃ uygulaması çimlenme oranını kontrole göre %29 arttırarak %79,74'e çıkarmıştır. Bu çalışmada katlamadan sonra uygulanan 500 ppm GA₃ çimlenme üzerine etkili olduğu başka bir bitki türünde gösterilmiştir.

Başka bir çalışmada, Pipinis, ve diğerleri. (2012) *Carpinus betulus* ve *C. orientalis* türlerinin tohumlarının dormansisini kırmak ve tohumlarının çimlenmesini arttırmak için sıcak katlama, soğuk katlama ve giberellik asit (GA₃) uygulamalarının etkisi araştırmıştır. Bu çalışmada da katlama ve GA₃ uygulaması bu türlerin tohumlarının çimlenme oranlarını kabul edilebilir bir düzeye çıkarmıştır.

Hem taze hem de kuru olarak yemeklerde, tıbbi olarak ilaç yapımında ve kozmetik endüstrisinde kullanılmakta olan sarımsak, hem ülkemiz hem de dünya açısından ekonomik olarak önemli bir sebze türüdür. Bu sebze türünde tohumla üretime geçilebilmesi ve melezleme ıslahına başlanabilmesi sarımsak tohumlarının çimlenme oranlarının yükseltilmesi ve çimlenmenin kısa sürede ve tohumların aynı anda çimlenmesi ile mümkün olacaktır. Gerçekleştirilen bu yüksek lisans tez çalışmasında 4 hafta katlamadan sonra uygulanan 500 ppm GA₃ hem çimlenme oranının arttırdığını hem de çimlenme süresini kısalttığı belirlenmiştir. Bundan sonra sarımsak tohumlarının çimlenme oranlarının artırmak için yapılacak olan çalışmalarda GA₃ dışında KNO₃ gibi farklı kimyasal uygulaması yapılabilecektir. Buna ek olarak sarımsak tohumlarına yeni priming uygulamaları denenmelidir.

KAYNAKLAR

- Al-Absi, K. M. (2010). The effects of different pre-sowing seed treatments on breaking the dormancy of mahaleb cherries, *Prunus mahaleb* L. seeds. *Seed Science and Technology*, 38(2), 332-340.
- Argüello, Juan A., et al. Morphological changes in garlic (*Allium sativum* L.) microbulbules during resting state and sprouting in relation to peroxidase activity and gibberellin GA₃ content. *Biocell: Sociedades Latinoamericanas de Microscopia Electronica... et. AI 25.1* (2001): 1-9.
- Atia, A., Debez A., Barhoumi, Z., Smaoui, A., Abdelly, C. 2009. ABA, GA₃, and nitrate may control seed germination of *Crithmum maritimum* (*Apiaceae*) under saline conditions. *Comptes Rendus Biologies*, 332(8):704-710.
- Ayaz, E., & Alpsoy, H. C. (2007). Sarımsak (*Allium sativum*) ve geleneksel tedavide kullanımı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 31, 145-149.
- Baskin, J. M., & Baskin, C. C. (2004). A classification system for seed dormancy. *Seed science research*, 14(1), 1-16.
- Bewley, JD (1997). Seed germination and dormancy. *Plant cell*, 9 (7), 1055.
- Çetinbaş, M. ve Koyuncu, F. (2006). Giberellik asit, potasyum nitrat ve tiyoüre ile *Prunus avium* L. tohumlarının çimlenmesinin iyileştirilmesi. *Bahçivanlık Bilimi*, 33 (3), 119-123.
- Dashti, F., Ghahremani-Majd, H., & Esna-Ashari, M. (2012). Overcoming deer (*Allium hirtifolium*) seed dormancy by cold stratification, gibberellic acid and acid scraping. *Journal of Forest Studies*, 23, 707-710..
- Ebrahimi, Raheleh et al. Seed morphogenesis and the effect of pretreatments on seed germination of Iranian shallot (*Allium hirtifolium* Boiss.), an endangered medicinal plant. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 55 (2014): 19-26
- Etoh, T. & Simon, P.W. (2002). Diversity, fertility and seed production in garlic. *Allium in crop science: Recent advances* (pp. 101-117). Wallingford UK: CABI Publishing.
- Finch-Savage, William E., & Gerhard Leubner-Metzger. "Seed dormancy and the control of germination." *New phytologist* 171.3 (2006): 501-523.
- Food and Agriculture Organization Of The United Nations. (2022). FAO Üretim İstatistikleri. <http://www.fao.org/faostat/en/#Data/QC>.
- Hilhorst, H.W.M., Finch-Savage, W.E., Buitink, J., Bolingue, W., and Leubner-Metzger, G. (2010). Dormancy in plant seeds. *Dormancy and resistance in harsh environments*: 43-67.

Hussein, Wajed Issam, And Sami Ma Youssef. "A Comparative Study Of Seed Germination And Seedling Emergence Of Two Wild Edible Allium Species Endemic To Zagros Areas." *Journal Of Duhok University*, 22.2 (2019): 160-176.

Kamenetsky, R., Shafir I.L., Zemah H., Barzilay A., Rabinowitch, H.D. 2004. Environmental Control of Garlic Growth and Florogenesis. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 129(2): 144-151.

Karssen, C_M et al. "The key role of endogenous gibberellins in the control of seed germination." *Botanical Annuals* 63.1 (1989): 71-80.

Kizil, Suleyman, Tahsin Sogut, and Khalid Mahmood Khawar. "Germination and bulb formation of *Allium tuncelianum* L. under in vitro condition." *ICAB 2017* (2017): 19th.

Leubner-Metzger, G. "Seed dormancy and the control of germination." *New phytol* 171 (2006): 501-23.

Londhe, V. P., Gavasane, A. T., Nipate, S. S., Bandawane, D. D., & Chaudhari, P. D. (2011). Role of garlic (*Allium sativum*) in various diseases: An overview. *Angiogenesis*, 12(13), 129-134.

Lu, J. J., Zhou, Y. M., Tan, D. Y., Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2015). Seed dormancy in six cold desert Brassicaceae species with indehiscent fruits. *Seed Science Research*, 25(3), 276-285.

Mousavi, S.R., Maryam Rezaei ve Aboutaleb Mousavi. "A general article on seed dormancy and methods of breaking it. *Advances in vre biology* 5.10 (2011): 3333-3337.

Nicolás, C., Nicolás, G., ve Rodríguez, D. (1996). Antagonistic effects of abscisic acid and gibberellic acid on dormancy breaking of *Fagus sylvatica* seeds. *Physiologia Plantarum*, 96 (2), 244-250.

Onursal, C. E., & Gözlekçi, Ş. (2007). Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) tohumlarına yapılan bazı ön uygulamaların tohum çimlenme oranı ve süresi üzerine etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(2), 211-218.

Pipinis, E., Milios, E., Kiamos, N., Mavrokordopoulou, O., ve Smiris, P. (2012). Effects of stratification and pretreatment with gibberellic acid on seed germination of two *Carpinus* species. *Seed Science and Technology*, 40(1), 21-31.

Pooler, M.R., Simon, P. (1994). True seed production in garlic. *Sexual Plant Reproduction*, 282-286.

Pramanik, K. Priyadarshinee Das, S., Kumar L. 2017. Role of gibberellic acid on growth, yield and quality of tomato: A Review. *International Journal of Chemical studies*. 5(6): 826-830.

Rahman, Muhammad Hafizur, et al. "Effects of gibberellic acid (GA3) on breaking dormancy in garlic (*Allium sativum* L.)." *Small* 2.5.83 (2006): 4-00.

Ranil, RHG, Niran, HML, Plazas, M., Fonseka, RM, Fonseka, HH, Vilanova, S., ... & Prohens, J. (2015). Improvement of seed germination of eggplant rootstock *Solanum torvum* by testing multiple factors using an orthogonal array design. *Scientia Horticulture*, 193, 174-181.

Rascio, N., Mariani, P., Dalla Vecchia, F., La Rocca, N., Profumo, P., & Gastaldo, P. (1998). *Cercis siliquastrum* L. *Plant growth regulation* 25, 53.

Türkiye İstatistik Kurumu. (2023). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

Yang, E., Peng, L., Li Z.M., Huang, L., Yang, J., Sun, H. 2020. Cold stratification, temperature, light, GA₃, and KNO₃ effects on seed germination of *Primula beesiana* from Yunnan, China. *Plant Diversity*. 42(3): 168-173.

Yılmaz R., İpek M., Ali Ramazan A. ve ark. (2022). Sebze ıslahı cilt IV, *Alliaceae* (Soğangiller), 67-71.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Esra CURA
Doğum Yeri ve Tarihi : KİRAZ / İZMİR – 10.09.1997
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : KİRAZ ÇOK PROGRAMLI ANADOLU LİSESİ
Lisans : BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
Yüksek Lisans : BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : BURSA TOHUMCULUK

İletişim (e-posta) : curaesra3@gmail.com

Yayınları :