

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

ISPANAK (*Spinacia oleracea* L.) TOHUMLARINDA KALİTENİN
İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMALAR

Emrah KÖSE

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2024

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

İSPANAK (*Spinacia oleracea* L.) TOHUMLARINDA KALİTENİN İYİLEŞTİRİLMESİNE YÖNELİK UYGULAMALAR

Emrah KÖSE

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Bu çalışma, ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) tohumlarında tohum kabuğundan kaynaklanan çimlenme kısıtlamasının ortadan kaldırılması, çimlenme ve fide çıkışını iyileştirmek amacıyla yürütülmüştür. Çalışma iki aşamadan oluşmuştur. Birinci aşamada, Mekanik aşındırma (MA), tohum yıkama (TY), Kimyasal aşındırma (KA), suda tutma (ST) ve bunların kombinasyonlarının çimlenmeye etkisi belirlenmiştir. Kontrol tohumları %86 oranında çimlenirken, uygulama yapılmış tohumlarda bu oran (83-100)% arasında olmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, birinci aşamada uygulanan kontrol tohumlarına göre 113 örnekte istatistiksel olarak anlamlı bulunan, kolay şekilde uygulanabilecek yöntemlerden MA60+90 (MA 60 dakika ve 90 devir/dakika) ve TY60 (60 dakika TY) uygulamaları ikinci aşama için seçilmiştir. İkinci aşamada, piyasadan temin edilen, on farklı ticari tohum partisine MA (MA60+90) ve TY (TY60) uygulamaları yapılmış ve çimlenmeye, iklim odasında fide çıkış oranına ve tarla çıkışına etkisi belirlenmiştir. Her iki uygulamalardan en az bir tanesi, on farklı ıspanak tohum partisinde fide çıkış oranını arttırmıştır. İklim odası, fide ve tarla-fide çıkışında sırasıyla kontrol yüzdelik değerine göre en yüksek artış TY’de %23 ve MA’ da %33 değer ile 10 numaralı lotta, en düşük artış ise TY’de %3 ve MA’ da %7 değer ile 9 numaralı lotta olmuştur. Sonuç olarak, MA ve TY uygulamalarının ıspanak tohumlarında çimlenme ve çıkışın iyileştirmesinde olumlu sonuçlar verdiği ve bu uygulamaların çimlenme oranını arttırmak amacıyla kullanılabileceği görüşüne varılmıştır.

Mayıs 2024, 97 sayfa

Anahtar kelimeler: Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), tohum kalitesi, çimlenme, tohum uygulamaları, fide çıkışı

ABSTRACT

PhD Thesis

SEED TREATMENTS TO THE IMPROVEMENT OF THE SEED QUALITY IN SPINACH (*Spinacia oleracea* L.) SEEDS

Emrah KÖSE

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Horticulture

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

This work was carried out to eradicate seed germination handicaps originated from seed coat and enhance seed germination and seedling emergence in spinach seeds. The work was constituted with two stages. In the first stage, mechanical abrasion (MA), seed steeping (TY), chemical abrasion (KA), soaking (ST) and some of their combinations were tested in relation to improving seed germination in laboratory. Control seeds germinated on 86% while treated seeds germinated in between 83 and 100%. In the first stage, mechanical abrasion with 60 minutes and 90 rotating time (MA60+90) and 60 minutes steeping (TY60) were selected as the most optimum treatments. In the second stage, the effects of mechanical abrasion (MA60+90) and seed steeping (TY60) treatments were tested on 10 different seed lots on controlled room seedling emergence and field emergence tests. At least one of each treatments in 10 seed lots was found as successful on seedling emergence in climatic room or field emergence. Emergence in climatic room and field emergence was found the highest as 23-33 % in lot 10, the lowest as 2-7 % in lot 9, respectively. As a result, mechanical abrasion and seed steeping methods have potential to improve germination and emergence in the field and both seemed to be useful for spinach seed quality improvement.

May 2024, 97 pages

Key words: Spinach (*Spinacia oleracea* L.), seed quality, germination, seed treatments, seedling emergence

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Akademik eğitimim boyunca öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, desteği ve anlayışı ile çalışmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını eksik etmeyip, akademik ve insani ilişkilerinde de hayata bakışını örnek aldığım, engin fikirleri ile gelişmeye ve şekillenmeye katkısı olan danışman hocam sayın Prof. Dr. İbrahim DEMİR' e (Ankara Üniversitesi) sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarken; tez çalışmamın bütün aşamalarında bilgi ve deneyimlerini eksik etmeyen, tez izleme komitesi üyelerimden sayın Prof. Dr. Hakan ULUKAN (Ankara Üniversitesi) ve sayın Prof. Dr. Gölge SARIKAMIŞ (Ankara Üniversitesi)'a, sayın Prof. Dr. Şebnem KUŞVURAN (Çankırı Karatekin Üniversitesi)'e ve sayın Doç. Dr. Hakan BAŞAK' a (Kırşehir Ahi Evren Üniversitesi) değerli katkı ve yardımlarından dolayı teşekkürler ederim.

Yine, çalışmamda emeği geçen, Hocam sayın Dr. Gamze ÇAKIRER SEYREK' e, Tohum Bilimi Laboratuvar ekibi çalışanlarından sayın Neslihan KADIOĞLU'na, Nurcan MEMİŞ'e TAMTEST' teki tüm meslektaşlarıma teşekkürler ederken; çalışmalarımın her aşamasında desteğini ve içten yardımlarını gördüğüm, meslektaşım sevgili eşim sayın Sevilay KÖSE ile oğlum Metehan KÖSE'ye, annem Gülşen KÖSE ve babam Hamza KÖSE'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Emrah KÖSE
Ankara, Mayıs 2024

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
2.1 Tohumda Kalite ve Tohum Ön Uygulama işlemleri.....	8
2.2 Ispanak Bitkisinin Tohumları Üzerine Yapılan Çalışmalar	10
2.3 Diğer Türlerde Yapılan Çalışmalar	25
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1 Materyal	31
3.2 Yöntem	31
3.2.1 Birinci aşama; çimlenme üzerine en etkili uygulama metodunun belirlenmesi	31
3.2.1.1 Mekanik aşındırma (MA).....	31
3.2.1.2 Tohum yıkama (TY)	32
3.2.1.3 Kimyasal aşındırma (KA).....	33
3.2.1.4 Suda tutma (ST)	34
3.2.1.5 Tohumda neminin belirlenmesi	40
3.2.1.6 Çimlenme testi (Toplam, TÇ; Normal NÇ, %)	41
3.2.1.7 Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)	42
3.2.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinde belirlenen yöntemler ile yapılan uygulamalar ve değerlendirme parametreleri	43
3.2.2.1 Mekanik aşındırma	44
3.2.2.2 Tohum yıkama.....	44
3.2.2.3 Tohum neminin belirlenmesi	44
3.2.2.4 Çimlenme testi (TÇ, NÇ,%)	44
3.2.2.5 Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)	44
3.2.2.6 İklim odasında fide çıkış oranı (FÇO,%).....	44
3.2.2.7 Ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ, gün)	46

3.2.2.8 Fide yaş ağırlığı (FYA, mg/bitki)	46
3.2.2.9 Fide kuru ağırlığı (FKA, mg/bitki)	47
3.2.2.10 Tarla fide çıkışı (TFC, %)	47
3.2.2.11 Ortalama tarla çıkış zamanı (OTÇZ, gün)	48
3.2.3 İstatistiksel analiz ve verilerin değerlendirilmesi	49
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	50
4.1 Birinci Aşama: Çimlenme Üzerine Tohum Uygulamalarının Etkisi	50
4.2 İkinci aşama: Ticari Tohum Partilerinde Mekanik Aşındırma (MA60+90) ve Tohum Yıkama (TY60) Uygulamalarının Etkisi	57
4.2.1 Uygulamaların çimlenme üzerine etkisi	57
4.2.2 Uygulamaların fide çıkış oranı ve fide çıkış zamanı üzerine etkisi	62
4.2.3 Uygulamaların fide yaş (mg/bitki) ve kuru ağırlıkları (mg/bitki) üzerine etkisi	70
4.2.4 Uygulamaların tarla fide çıkışı (TFC %) ve ortalama tarla çıkış zamanı (OTÇZ, gün) üzerine etkisi	74
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	81
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	97

SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde
NaClO	Sodyum hipoklorit
g	Gram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mg	Miligram
cm	Santimetre
L	Litre

Kısaltmalar

MA	Mekanik aşındırma
KA	Kimyasal aşındırma
ST	Suda tutma
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
AOSA	Amerikan Tohum Test Birliği
devir/dakika	Dakikadaki tur sayısı
NÇ	Normal Çimlenme
FÇO	Fide Çıkış Oranı
FÇ	Fide Çıkışı
OFÇZ	Ortalama Fide Çıkış Zamanı
OÇZ	Ortalama Çimlenme Zamanı
FYA	Fide Yaş Ağırlığı
FKA	Fide Kuru Ağırlığı
TFÇ	Tarla Fide Çıkışı
TÇO	Toplam Çimlenme Oranı
TY	Tohum Yıkama
OTÇZ	Ortalama Çıkış Zamanı
Lot	Parti

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Ülkemizde bitkisel üretim miktarları	5
Şekil 2.1 Ispanak tohumlarında sıcaklığın çimlenmeye etkisi	12
Şekil 2.2 Ispanak tohumunun kısımları	23
Şekil 3.1 Mekanik aşındırma sistemi ve aşındırıcı kabın görünümü	32
Şekil 3.2 Aşındırma öncesi ve aşındırma sonrası	32
Şekil 3.3 Tohum yıkama düzeneğinin görünümü	33
Şekil 3.4 Kimyasal aşındırma düzeneğinin görünümü	34
Şekil 3.5 Tohum nem tayininin yapılışı	41
Şekil 3.6 Tohum boyutlarının görünümü	41
Şekil 3.7 Çimlendirme testinin yapılması	42
Şekil 3.8 Normal çimlenme sayımları.....	42
Şekil 3.9 Fide çıkış testinin yapılışı	45
Şekil 3.10 Normal ve anormal fide örnekleri.....	46
Şekil 3.11 Fide yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi	47
Şekil 3.12 Tarla çıkış testinin yapılması	48
Şekil 4.1 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarının iklim odasında zamana göre birikimli fide çıkış oranındaki değişim grafiği	68
Şekil 4.2 İklim odasında fide gelişiminden görüntüler	69
Şekil 4.3 İklim odasındaki fide çıkış testi sonuçlarından görüntüler	70
Şekil 4.4 Farklı lotlarda mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında tarlada zamana göre birikimli fide çıkış oranındaki değişim grafiği	78
Şekil 4.5 Tarlada ıspanak fidelerinin çıkış görüntüleri	79
Şekil 4.6 Tarlada ıspanak fidelerinin gelişim görüntüleri	79
Şekil 4.7 Hasat edilmiş ıspanak bitkileri.....	80
Şekil 5.1 Araştırmanın ikinci aşamasında TY60 ve MA60+90 uygulamalarının 10 adet ticari ıspanak tohum partisinin iklim odasında ortalama fide yaş ağırlığı	85

ÇİZELGELLER DİZİNİ

Çizelge 1.1 TÜİK, 2022-2023, Türkiye sebze ürünleri üretim miktarları	2
Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan yöntemlerin tekli ve çoklu kombinasyonları.....	35
Çizelge 3.2 Araştırmada kullanılan lotlar ve paketleme tarihi.....	43
Çizelge 4.1 Farklı uygulamaların ıspanak tohumlarının 15°C sıcaklıkta toplam çimlenme (TÇ %), normal çimlenme (NÇ %) ve ortalama çimlenme zamanına (OÇZ gün) etkisi.....	51
Çizelge 4.2 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında toplam çimlenme (TÇ %) oranlarındaki değişim.....	58
Çizelge 4.3 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında normal çimlenme (NÇ %) oranlarındaki değişim.....	60
Çizelge 4.4 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında ortalama çimlenme zamanı OÇZ, gün) deki değişim.....	61
Çizelge 4.5 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında iklim odasında toplam fide çıkış oranlarındaki (FTÇO %) değişim.....	63
Çizelge 4. 6 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90 ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında iklim odasında normal fide çıkış oranlarındaki (NFÇO %) değişim.....	65
Çizelge 4.7 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında iklim odasında OFÇZ (ortalama fide çıkış zamanı, gün) deki değişimi.....	67
Çizelge 4.8 Mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) uygulamalarının farklı ıspanak lotlarında iklim odasında yapılan çıkış testinin fide yaş ağırlığına (mg/fide) etkisi.....	71
Çizelge 4.9 Mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) uygulamalarının farklı ıspanak lotlarında iklim odasındaki çıkış testindeki fide kuru ağırlığına (mg/bitki) etkisi	73
Çizelge 4.10 Farklı lotlarda mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında tarla fide çıkış (TFÇ %) oranlarındaki değişim	76

Çizelge 4.11 Farklı lotlarda mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında OTÇZ (Ortalama tarla çıkış zamanı, gün) deki değişim.....	77
Çizelge 5.1 Araştırmanın 1. aşamasında ıspanak tohumlarına yapılan uygulamaların her uygulama bazında belirlenen normal çimlenme (%), toplam çimlenme (%) ve ortalama çimlenme zamanı (gün) ortalamaları.....	81
Çizelge 5.2 On farklı ıspanak partisinde mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60)'nın kontrole göre çimlenme, iklim odası fide çıkışı ve tarla fide çıkışına yaptığı olumlu etki sonuçları	84



1. GİRİŞ

Sebzeler özellikle insan beslenmesinde kullanılmasıyla süs bitkilerinden, çayır ve yem bitkilerinden doğrudan doğruya kullanılmalarıyla, herhangi bir bölüme ayrılmadan ya da ilave bir uygulama görmeden tüketildiklerinden endüstri bitkileri ve tahıllardan ayrılırlar. Çiğ veya pişmiş, taze ya da işlenerek değerlendirilir. Otsu birer bitki olan sebzeler, bahçe tarımı yapılarak yetiştirilir (Vural vd. 2000).

1. Kök, yumruları yenilen sebzeler: Havuç, turp, kırmızı pancar, kök kereviz, patates, tatlı patates.
2. Soğanları yenilen sebzeler: Soğan, pırasa, rezene, sarımsak.
3. Sürgün ve gövdesi yenilen sebzeler: Alabaş, kuşkonmaz.
4. Yaprak ve yaprak sapı yenilen sebzeler: Lahanalar, marul ve salatalar, ıspanak, dereotu, maydanoz, pazı, tere, semizotu, hindiba, nane, sap kereviz, ebegümeci.
5. Çiçek ve çiçek tablası yenilen sebzeler: Enginar, brokoli, karnabahar
6. Olgunlaşmamış meyvesi yenilen sebzeler: Patlıcan, hıyar, biber, yazlık kabak, bamya, taze fasulye, bakla, acur.
7. Olgunlaşmış meyvesi yenilen sebzeler: Domates, karpuz, kavun, kırmızı biber, kışlık kabak.
8. Tohumları yenilen sebzeler: Bezelye, fasulye, bakla.
9. Diğerleri: Mantarlar.

Sebzeler, insan beslenmesindeki önemi, tarım arazilerinin ekonomik olarak kullanılmasına katkıları ve en önemlisi de dünya ve Türkiye ekonomisindeki yeri nedeniyle güncel araştırma konusu olabilmektedir. Özellikle teknik ve ekonomik düzeydeki çalışmalar bu ürünlerin üretiminin arttırılması ve ürünlerin en iyi şekilde değerlendirilmesi yönünden önemli katkılar sağlayabilmektedir. (Engindeniz 2009)

Çin, Hindistan ve ABD dünyanın en çok sebze üreten ilk üç ülkesidir. Türkiye’de de yıllık 31.8 milyon ton sebze üretimi ile dördüncü sırada yer almakta olup, üretim büyük oranda geleneksel yöntemlerle yapılmasına rağmen alan ve nüfusa oranla sebze üretimi açısından dünyada birinci sıradadır. Ayrıca değişik sebze türlerinin üretiminde dünyanın ilk beş

ülkesi arasında yer almaktadır. Akdeniz Bölgesi, Türkiye’de iklim ve seracılık avantajları nedeniyle en yüksek verim alınan bölgedir. Birim alandan alınan verim açısından ise Doğu Anadolu, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri düşük değerlere sahiptir (Abak vd. 2010, FAO 2022).

Çizelge 1.1 TÜİK, 2022-2023, Türkiye sebze ürünleri üretim miktarları

Sebzeler	Üretim yılı (ton)	Pay (%)	Üretim yılı (ton)	Pay (%)	Değişim (%)
	2022		2023		
Toplam	31.589.309	100,0	31.787.928	100,0	0,6
Yumru ve kök sebzeler					
	3.860.298	12,2	4.079.196	12,8	5,7
Soğan (taze)	124.631	0,4	115.702	0,4	-7,2
Soğan (kuru)	2.350.000	7,4	2.600.000	8,2	10,6
Sarımsak (taze)	47.487	0,2	54.127	0,2	14,0
Sarımsak (kuru)	140.464	0,4	142.167	0,4	1,2
Pırasa	168.710	0,5	160.853	0,5	-4,7
Havuç	788.578	2,5	777.908	2,4	-1,4
Şalgam	2.405	0,0	2.386	0,0	-0,8
Pancar (kırmızı)	23.543	0,1	21.188	0,1	-10,0
Kereviz (kök)	25.818	0,1	22.460	0,1	-13,0
Turp (bayır)	13.828	0,0	13.547	0,0	-2,0
Turp (kırmızı)	171.381	0,5	165.464	0,5	-3,5
Turp (beyaz)	3.453	0,0	3.394	0,0	-1,7
Meyvesi için yetiştirilen sebzeler					
	25.303.925	80,1	25.189.433	79,2	-0,5
Domates	13.000.000	41,2	13.300.000	41,8	2,3
Hıyar	1.938.545	6,1	1.871.712	5,9	-3,4
Acur	39.421	0,1	44.081	0,1	11,8
Biber (salçalık, kapa)	1.481.612	4,7	1.602.457	5,0	8,2
Biber (dolmalık)	404.459	1,3	395.441	1,2	-2,2
Biber (sivri)	979.180	3,1	939.178	3,0	-4,1
Biber (çarliston)	153.524	0,5	143.934	0,5	-6,2
Bamya	30.484	0,1	29.120	0,1	-4,5
Patlıcan	781.242	2,5	817.591	2,6	4,7
Kabak (sakız)	590.362	1,9	573.617	1,8	-2,8
Bal kabağı	92.968	0,3	94.431	0,3	1,6
Kabak (çerezlik)	60.970	0,2	58.546	0,2	-4,0
Baklagil sebzeleri					
	768.936	2,4	768.028	2,4	-0,1
Bezelye (taze)	120.455	0,4	147.344	0,5	22,3
Fasulye (taze)	519.713	1,6	505.203	1,6	-2,8
Börülce (taze)	14.644	0,0	12.635	0,0	-13,7

Çizelge 1.1 TÜİK, 2022-2023, Türkiye sebze ürünleri üretim miktarları (devam)

Bakla (taze)	38.163	0,1	32.825	0,1	-14,0
Barbunya fasulye	75.961	0,2	70.021	0,2	-7,8
Kavun	1.587.230	5,0	1.403.214	4,4	-11,6
Karpuz	3.394.783	10,7	3.147.921	9,9	-7,3
Pepino	125	0,0	118	0,0	-5,6
Kudret narı	84	0,0	44	0,0	-47,6
Başka yerde sınıflandırılmamış diğer sebzeler	2.425.086	7,7	2.519.299	7,9	3,9
Karnabahar	239.857	0,8	251.484	0,8	4,8
Brokoli	106.792	0,3	116.082	0,4	8,7
Yaprağı yenen sebzeler	2.012.801	6,4	2.080.254	6,5	3,4
Lahana (beyaz)	666.959	2,1	695.472	2,2	4,3
Lahana (kırmızı)	238.363	0,8	235.329	0,7	-1,3
Lahana (Brüksel)	2.183	0,0	2.209	0,0	1,2
Lahana (kara yaprak)	56.791	0,2	55.101	0,2	-3,0
Marul (kıvrıcık)	252.583	0,8	259.868	0,8	2,9
Marul (göbekli)	204.422	0,6	211.660	0,7	3,5
Marul (aysberg)	104.985	0,3	106.245	0,3	1,2
Enginar	40.815	0,1	36.473	0,1	-10,6
Kereviz (sap)	1.043	0,0	964	0,0	-7,6
Ispanak	230.071	0,7	232.699	0,7	1,1
Pazı	7.429	0,0	9.352	0,0	25,9
Semizotu	12.205	0,0	15.010	0,0	23,0
Maydanoz	105.574	0,3	127.183	0,4	20,5
Roka	40.674	0,1	39.415	0,1	-3,1
Tere	10.222	0,0	11.006	0,0	7,7
Nane	26.911	0,1	26.198	0,1	-2,6
Dereotu	10.229	0,0	14.470	0,0	41,5
Kuşkonmaz	1.342	0,0	1.600	0,0	19,2
Mantar (kültür)	65.636	0,2	71.479	0,2	8,9

Bitkisel üretimin başlatılması tohumun çimlenmesine bağlıdır (Heydecker ve Coolbear 1977, Welbaum 2015). Tohumların çimlenmesi biyotik ve abiyotik birçok değişken tarafından kontrol edilmektedir. Bir tohumun çimlenebilmesi için ilk şart embriyonal dormansiden çıkması ve çimlenme için uygun nem ve sıcaklığa sahip bir ortamın olması

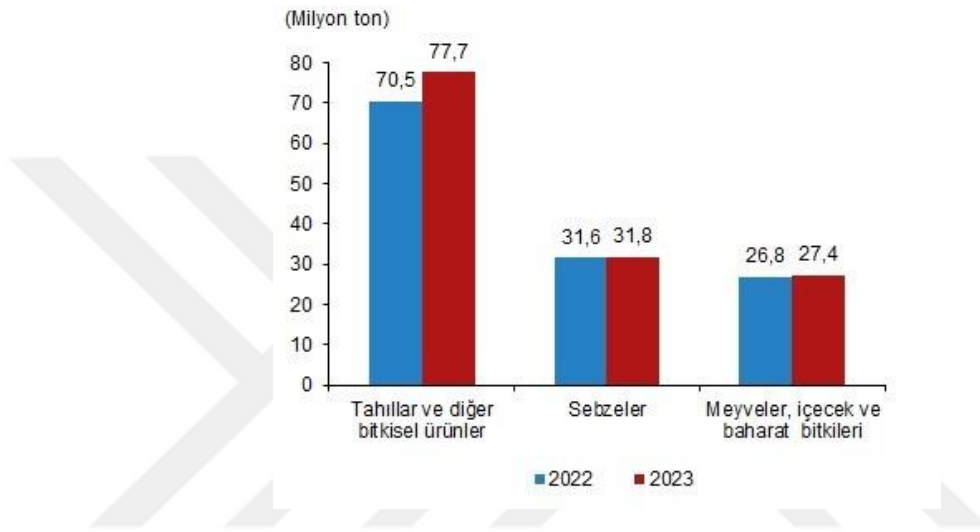
gereklidir. Çimlenme, tohumun uygun koşullar altında su almasıyla enzim aktivitesinin başlamasının ardından, endosperm de yer alan besin maddelerinin embriyonun kullanacağı forma dönüştürülerek, embriyoya taşınması ve embriyonun bu besin maddelerini kullanarak faaliyetlerine başlaması şeklinde tanımlanabilir (Welbaum 2015). Bitkisel üretimde en önemli bileşenlerden biri olan tohumun diğer bir önemi ise verim ve üretim artışındaki sağladığı katkı olup, bu oran %25 ile %40 arasında değişmektedir (Kavak 2006).

Erbay (2010), Ispanak (*Spinacia oleracea* L.), *Chenopodiaceae* familyasının üyesi olup şeker pancarı, pazı kırmızı pancar ile akrabadır. Anavatanının güney Türkistan, Kafkasya, Nepal, yani Batı Asya olduğu kabul edilen ıspanak tek yıllık bir sebzedir. 2000 metre rakımlarda bile üretimi yapılabilen bir sebzedir. Kültüre alınan ıspanağın *Spinacia tetandra* Roxb'dan geliştiği kabul görmektedir ve bu tür Afganistan, İran ve Türkistan'da yaygın şekilde tüketilmektedir.

İnsan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan ıspanak bitkisi değerli vitamin ve mineral içeriğine sahiptir (Goto vd. 1996). Yüz gramında yaklaşık olarak 90 g su bulunurken, sağladığı enerji 23 kcal'dır. Ayrıca, içeriğinde 2.9 g protein, 0.4 g yağ, 0.4 g şeker, 3.6 g karbonhidrat, 2.2 g diyet lifi, 9.377 IU vitamin A, vitamin A equiv 469 µg, β-karoten 5.6 mg, 0.078 mg Thiamine, 0.724 mg Niacin, lutein ve zeaxantin 12.2 mg, 0.189 mg Riboflavin, 28 mg vitamin C, 2 mg vitamin E, 483 µg vitamin K, 0.186 mg vitamin B6, 194 µg vitamin B9, 99 mg Ca, 79 mg Mg, 0.897 mg Mn, 49 mg P, 2.71 mg Fe, 79 mg Na, 0.53 mg Zn ve 558 mg K içermektedir (Welbaum, 2015). Ispanak iyi bir antioksidan kaynağı olup, antioksidan tayin yöntemlerine göre ıspanak sebzeler arasında oksijen radikali absorbans kapasitesi (ORAC) bakımından en yüksek değere sahiptir (Prior 2003). Ispanak kemik ve kalp sağlığının korunmasına yardımcı olurken, alzheimer ve göz hastalıklarının önlenmesinde etkilidir (Butu ve Rodino 2019).

Dünyanın birçok ülkesinde yetiştiriciliği yapılan ıspanağın üretiminin en çok yapıldığı ülkeler sırasıyla Çin Halk Cumhuriyeti, ABD, Türkiye, Japonya ve Endonezya'dır. 2022 yılında tüm dünyada üretilen ıspanak miktarı 33.116.288 tondur (FAO, 2022). Ülkemizde sebze üretim alanının payı toplam tarımsal alan içerisinde %2 dir. Sebze üretimi 784 bin

ha alanda yapılmaktadır. Sebze üretimi 31.8 milyon ton üretim miktarı (Şekil 1.1) ile toplam 136.9 milyon ton kadar olan bitkisel üretimin %23.2'sini oluşturmaktadır (TUİK 2023). Türkiye’de yaygın üretilen kışlık sebzelerden birisi de ıspanaktır ve yıllık 232.000 ton ıspanak üretilmektedir (Çizelge 1.1). Ülkemizde ıspanak üretimi en fazla Adana, Antalya, Ankara, Amasya, Bursa, Balıkesir, Manisa, Samsun ve İzmir illerimizde yapılmaktadır (TUİK 2023).



Şekil 1.1 Ülkemizde bitkisel üretim miktarları (TÜİK 2023)

İspanak, asitli topraklar haricinde tüm topraklarda kolaylıkla yetiştirilir. pH'sı 6.5-7.5 arasında olan topraklarda daha kaliteli ve verimli ıspanak üretilir. Kalite ve verim artışını sağlamak için çevresel değişimlere, iklim değişikliklerine, toprak özelliklerine, verimsiz toprak şartlarına dayanıklı ıspanak çeşitlerinin seçilmesine dikkat edilmelidir (Turfan 2017).

Direkt tohum ekimiyle yetiştirilen ıspanak, tek yıllık bir serin iklim sebzesidir. İspanak 5-32°C’de büyüme gelişmelerine devam etmekle birlikte, ideal sıcaklık isteği büyümesi sırasındaki 15-20°C’dir. Diğer birçok serin iklim sebze türlerine göre donma sıcaklıklarından daha az etkilenir ve çok düşük sıcaklıklara karşı daha dayanıklıdır. Kışın -12°C’ye kadar olan sıcaklıklarda hayatta kalabilir. Ancak, yüksek sıcaklıklarda çimlenme oranı ve hızı düşer. İspanak, 1.7°C üzerindeki toprak sıcaklıklarında çimlenebilir fakat en iyi çimlenmesi yaklaşık 21°C olup, bu değer 30°C’yi aştığında

çimlenmesi azalarak, durma noktasına gelir. Bu nedenle üretiminin yoğunlaştığı dönemler iklime bağlı olarak, serin havaların yaşandığı ilkbahar veya sonbaharın aylarının sonlarında olmaktadır (Harrington ve Minges 1954, Rubatzky ve Yamaguchi 1997, Vural vd. 2000).

Ispanakta yaprak uç kısımları yuvarlak veya sivri olabilmektedir. Yine çeşitler arası farklılıklardan dolayı yaprak ayası genişliği değişiklik gösterebilmektedir (Şenlikoğlu 2015).

Besin içeriği oldukça yüksek olan ıspanakta da diğer bitkilerde olduğu gibi kalite ve verim kaybına sebep olabilecek viral, fungal ve bakteriyel hastalık etmenleri vardır. Bu hastalıklar ciddi bir sorun olmakla birlikte pazar değerini de olumsuz anlamda oldukça fazla etkilemektedir (Kurtoğlu ve Korkmaz 2018).

Ispanağa zarar veren bazı virüsler; Şalgam mozaik virüsü (*Turnip mosaic virüs*; TuMV), Pancar mozaik virüsü (*Beet mosaic virüs*; BtMV), Tütün mozaik virüsü (*Tobacco mosaic virüs*; TMV), Hıyar mozaik virüsü (*Cucumber mosaic virüs*; CMV), Şeker pancarı tepe kıvrıcıklığı virüsü (*Beet curly top virüs*; BCTV), Pancar nekrotik sarı damar virüsü (*Beet necrotic yellow vein virüs*; BNYVV), Şeker pancarı batı sarılık virüsü (*Beet western yellow virüs*; BWYV), Marul mozaik virüsü (*Lettuce mosaic virüs*; LMV) ve Domates lekeli solgunluk virüsü (*Tomato spotted wilt virüs*; TSSWV) dir (Güngör vd. 2017).

Ispanak tohumu, botanik olarak bir meyvedir ve içinde cansız bir doku olan perisperm tarafından çevrelenmiş, sarmal şekilde yerleşik olan embriyoyu taşımaktadır. Bu meyve ıspanakta çoğaltmada kullanıldığı için tohum olarak adlandırılmaktadır. Embriyo meyve içinde dışa doğru yayılmış bir şekilde ve perikarp tarafından örtülmüş olarak bulunur (Taylor 1997).

Çimlenme ve fide çıkış sorunlarının en aza indirip, tohum ekimi ve fide çıkışında karşılaşılan sorunları yok etmek ortadan kaldırmak için ekimden önceki tohum uygulamalarına “Seed priming” veya “Ön çimlendirme” denir. Seed priming ya da ön

imlendirme, çimlenmenin ilk aşaması olup, bu işlemde, su alımı tohumca gerçekleşirken, tohum kabuğundaki kkuğu, kabuk dışına çıkışına izin verilmez (Heydecker ve Coolbear 1977).

İspanak imlenme bakımından tohum kabuğundaki flavaenoller ve diğer maddelerden olumsuz etkilenen bir türdür. Perikarptaki flavaenoller ve benzeri maddeleri çimlenmeyi yavaşlatmaktadır (Katzman vd. 2001). Tohumlarda yavaş olan çimlenme; bitki boyutlarının küçüklüğüne, ekilmiş tohumların da farklı boyutlarda bitki oluşturmasına, (yeknesak olmayan) imlenmeme nedeniyle tarlada boşlukların oluşmasına ve birim alandaki veriminin azalmasına neden olmaktadır (Taylor 1997). Bu bakımdan ve çimlenme kalitesinin geliştirilmesi için özellikle n çimlendirme işlemlerinde, tohumun perikarp kısmının aşındırılması, yıkama gibi alternatif yöntem ve pratik metotların, çok miktardaki tohumlara uygulanabilir şekilde geliştirilmeye gereksinmesi vardır. Bu engelleyici maddeler; yıkama, aşındırma gibi uygulamalarla ortadan kaldırılabilir. Perikarp, inceltme işlemi ile hızlı bir şekilde tohumun suya erişimi bulduğunda, çimlenme daha seri olarak gerçekleşebilir. Bu amaçla, ağırlıklı olarak tohum kabuğunun aşındırılması ve yıkanması olumlu sonuçlar vermektedir (Atherton ve Farooque 1983a).

Çalışmamızın amacı; ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) tohumlarında tohum kabuğu kaynaklı çimlenme kısıtlamasının ortadan kaldırılması ile yine tohumlarda çimlenme ve çıkışın iyileştirilmesi olup, embriyo ve kkuğu zarar görmeyerek perikarpta hasar oluşmaması için aşındırma uygulamasının süre ve şeklinin sağlıklı olarak belirlenmesidir ve bu amaçla ilgili tüm işlemler hassas bir şekilde yürütülmüştür.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Tohumda Kalite ve Tohum Ön Uygulama işlemleri

Bitki yaşamı için oldukça önemli bir evre olan tohum çimlenmesi, karmaşık bir yapıya sahiptir. Hormonlar ile çevresel faktörlerin etkilediği bu evre, yukarıda da değinildiği gibi, büyük önem taşır. Tohum gücünün tanımı; tohumun farklı tarla koşullarında, erkenden çimlenmesi, homojen bir çıkış ile sağlıklı bir fide oluşturabilmesi gibi tüm yaşamsal olaylardır (AOSA 1983).

Kaliteli tohumlar, büyük ölçüde yüksek oranda canlılığa sahip tohumlardır (Brocklehurst 1985). Kaliteli bir tohumda bulunması gereken özellikler arasında ise tür ve çeşit saflığı, çimlenme ve çıkış gücü ile hızı, tarla çıkış performansı, sağlığı ve hastalık ve zararlılardan temizliğini ifade eden tohum hijyeni bulunmaktadır. Hem doğrudan ekimle ve hem de fideyle üretilen bitkilerde ekilen tohumun en kısa sürede çimlenerek toprak yüzüne çıkması istenmektedir (Demir ve Ellis 1992).

Agrawal (1987), tohumda güç testlerinin fiziksel yöntemler, stres testleri, performans testleri ve biyokimyasal testler olarak dört grupta sınıflandırmaktadır.

Rowse (1996), hidropriming tanımını, ekim işlemlerinden önce tohumun nemlendirilmesi ve tohumun tekrar kurumasını sağlamak olarak tanımlamıştır. Tohumlara yapılan işlem ile birlikte doğaya zarar veren kimi maddelerin, tercih edilmesinin azalacağını öne sürmüştür.

Taylor (1997), “kaliteli tohumu”; hızlı çimlenen, aynı anda (ya da eş zamanlı) çıkış gösteren ve normal fide gelişimi olan tohum olarak tanımladığı için yüksek kalitedeki tohumun; yüksek çimlenme oranı gösterdiğini, canlılık ve dayanıklılığını uzun süre koruyabildiğini, ayrıca bu tür tohumların hem üretici ve hem de pazar talebine olan ilgiyi artabileceğini ifade etmektedir.

Kalitesi yüksek olan tohumlarda, elde edildiği bitkideki yaşam evresinin etkisi oldukça önemli olup, aynı zamanda genetik yapı tohum kalitesine etki etmektedir. Genetik faktörler dışında tohum kalitesini etkileyen diğer faktörler arasında, çimlenmenin tekdüze ve hızlı olması gibi özellikler söz konusudur. Tohumda kaliteyi arttırmak için farklı uygulamalar yapılmakta olup, tohuma yapılan tüm işlemler, hatta tohumluk alınan bitkinin hasat durumu, tohum kurutma yöntemi, ideal tohum nemi düzeyine düşürülerek depolamanın yapılması işlemi, tohum işleme teknolojisi gibi bazı tohum ön uygulamalarından bahsedilmektedir (Taylor vd. 1998, Kaya 2008).

Venter'e (2000) göre, tohum kalitesi bakımından etkili dört özellik (Fiziksel ve Genetik safiyet, Tohumun sağlığı, Tohumun Canlılığı, Tohum gücü) vardır.

Hızlı çimlenme ve homojen çıkış bitkisel üretimde iyi bir bitki deseni elde etmek için önemli etkenlerdendir. Bilindiği üzere, bir tohumun çimlenebilmesi için yeterli düzeyde suyu bünyesine alabilmesi gereklidir. Tohumun bulunduğu ortamda su alımını kontrol eden etkenlerin başında ise tohum kabuğunun özellikleri (yapısı vb.) ön plandadır. Bu bağlamda, geçirimsiz veya sert tohum kabuğu (Testa) birçok türde tohumu dormansiye zorlayan fizyolojik bir olaydır. (Demir ve Özçoban 2001)

Tohumlarda dormansiye neden olan önemli bir özellik, yukarıda da kısmen değinildiği gibi, tohum kabuğu sertliğidir. Bu özellik yani sert kabukluluk, tohumlarda çimlenme ve fide çıkışını sınırlayan önemli bir etken olmasından dolayı, bunu ortadan kaldırmak ve tohumun değerini arttırmak için aşındırma, katlama, bitki büyüme düzenleyicilerini kullanma, tohumların kaplanması, ekim öncesi çeşitli fiziksel, kimyasal, biyolojik ve fizyolojik uygulamalar yapılmaktadır. Bunlardan fiziksel yöntemler; ayırma, skarifikasyon, aşındırma, ısı muamelesi, kuru ısı uygulaması, kimyasal yöntemler; film kaplama, pelletleme, tohum şeridi ya da bant, perikarp aşındırma, pestisit ve insektisit uygulaması, bitki büyüme düzenleyici uygulama, KA, besinle zenginleştirme, tohum kabuğu muamelesi, uygulanırken fizyolojik yöntemlerde ise; osmotik priming ve matriks priming gibi yöntemlerdir (Lee 2004).

Gerçekçioğlu ve Çekiç'e (1997) göre, tohum kabuğunun kimyasal ya da mekanik aşındırma işlemi ya da bu işlemlerin değiştirilerek yapıldığı uygulamalarla tohumlarda çimlenmeyi artırabilmektedir.

Güncan'a (2002) göre, su tohumun içine ulaşamazsa, çimlenmenin başlayamayacağı ve bunun nedeni olarak kimi türlerde tohum kabuğunun çok sert bir tabaka ile kaplı olduğunu belirtmekte ve bu tabakanın bir şekilde kırılması gerektiğini, bu dayanımı kırmak için aşındırıcı kapların içerisine yerleştirilen tohumların döndürülerek, tohum kabuğunun aşındırılması gerektiğini belirtmektedir.

Bazı tohum ön uygulamalarının (örneğin, ısıtma işlemi, tohumlara asit uygulanması, mekanik uygulamalar) tohumların kabuk kısmının inceltildiği ve bu sayede çimlenin iyileştiği ve daha kaliteli tohumlar elde edildiği belirtilmektedir. Yapılan tüm bu uygulamaların başarılı olabilmesi türe ya da çeşitlere göre değişebilmektedir (Taia 2004).

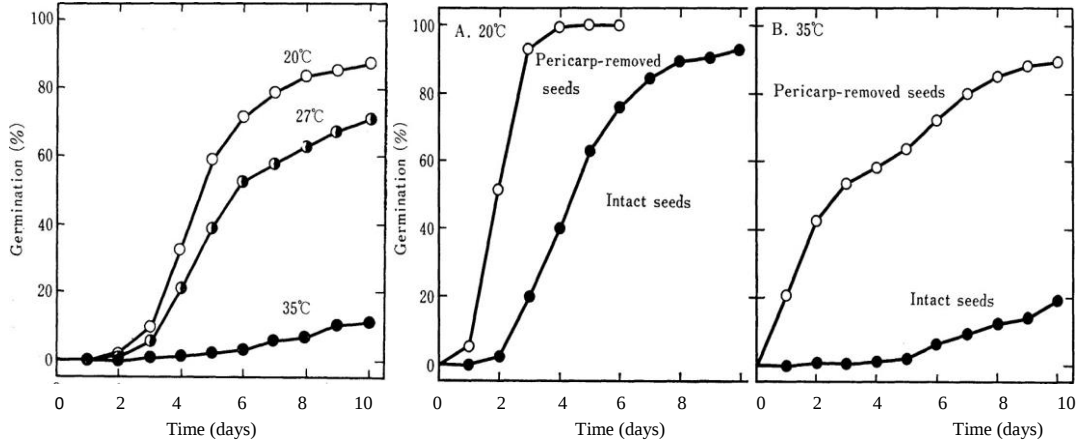
Doğadaki kimi olaylar, tohumlardaki sert kabukluluğun giderilmesini sağlar. Örneğin yüksek ateşte tohumun kabuğu çatlarken, yüksek sıcaklıkta tohum kabuğu yumuşar, hayvanların midesindeki asit ile ya da rüzgâr ile kum temas ederse tohum kabuğu (testa) önce aşınmaya uğrar, daha sonra oksijen ve su ile temas sağlanıp, çimlenme başlamaktadır. Tohumlar birçok farklı şekilde aşındırılabilir, ancak, uygulanan yöntem ne olursa olsun endosperm, kotiledon ve embriyoya zarar verilmemesi çok önemlidir. Tohumlarda sert kabukluluğun giderilmesi için uygulama yapılacak tür için farklı yöntemler denenmeli ve o tür için en uygun yöntem belirlenmelidir (Luna vd. 2014).

2.2 Ispanak Bitkisinin Tohumları Üzerine Yapılan Çalışmalar

Ispanak tohumlarının çimlenme oranı, sıcaklık 20°C'nin üzerine çıkması ile birlikte azalma eğilimi göstermektedir. Perikarpın mekanik olarak aşındırılması optimumun üzerindeki sıcaklıklarda çimlenmeyi artırsada, 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda (perikarp mekanik aşındırılrsa bile) çimlenme oranı azalır (Atherton ve Farooque 1983a).

Yine yapılan bir başka bilimsel araştırma ile, “Prickly New Giant” ıspanak çeşidi tohumlarının PEG solüsyonları ile kısmi priming uygulamasıyla, 30°C sıcaklığın çimlenmeyi arttırdığını gözlenmiş; -12.5 bar osmotik solüsyonda ve 10°C’de 14 gün yapılan priming’in en ideal uygulama olduğu belirlenerek; bu işlemin tohumlardaki uygulama etkinliği kaybolmadan, orijinal ağırlıklarına kadar kurutulabilmesine ve 5°C sıcaklıkta 30 güne kadar depolanmasına olanak sağladığı anlaşılmıştır (Atherton ve Farooque 1983b).

Suganuma ve Ohno (1984), ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) tohumlarının çimlenmesinde perikarp’ın rolünü incelemek için yaptıkları araştırmalarında, 20°C, 27°C ve 35°C sıcaklıklarda perikarp’ı aşındırılmış ve aşındırılmamış tohumları çimlendirerek; ilk aşamada perikarp’ı aşındırılmamışların 10. günün sonunda ve 20°C’de, %87.3 oranında çimlendiklerini; 27°C ‘de ise bu oranın %71.3 ile 35°C ‘de %11 oranında olduğunu gözlemişler; ikinci aşamada 20°C ‘de perikarp’ı aşındırılan tohumlardaki çimlenme oranını %99.5 (anormal çimlenme oranı %2.6), 35°C’de (tohumlarda çimlenme oranının) %89 (anormal çimlenme oranı %25.2) bulmuşlar, ve ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) tohumlarının 20°C’de hızla çimlendiğini; ancak, sıcaklık arttıkça çimlenmenin azalarak, 35°C’de yaklaşık %10’a düştüğünü ve tohum kabuğunun çimlenmeyi azaltıcı kimyasallar ürettiği, gazlara mekanik direnç ve geçirimsizlikten dolayı yüksek sıcaklıklardaki düşük çimlenme oranı vermesinin bunun nedenlerden olduğunu sonucuna varmışlar; Testanın (tohum kabuğunun) fiziksel özelliklerini değiştirmek için onlara H₂SO₄ ve çimlenmeyi arttırmak için de H₂O₂ uygulayarak, testanın aşındırılmasının özellikle 35°C ‘de çimlenmeyi belirgin şekilde arttırdığını, bu olayın (çimlenmenin) yüksek sıcaklıklarda gerilediği fakat tohum kabuğunu aşındırmanın yüksek sıcaklıklardaki çimlenmede, embriyoyu doğrudan doğruya etkilediği gibi yüksek sıcaklıktaki çimlenmelerin aynı zamanda da anormal çimlenme oranını artırdığı gözlemişlerdir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Ispanak tohumlarında sıcaklığın çimlenmeye etkisi (Suganuma ve Ohno 1984)

Suganuma vd. (1985), 20°C ve 35°C sıcaklıkta ve “Nobel” ıspanak çeşidini kullandıkları denemelerinde, tohumların solunumu üzerine potasyum siyanürün (KCN) etkisini irdeleyerek; çimlendirme testi yapılan tohumlarda 20°C’de 5 mM KCN uygulamasıyla, solunumun %50 dolayında engellendiğini; 5 mM KCN çözeltisinin 35°C’de tohumlardaki solunumu 20°C’ye göre çok daha belirgin bir şekilde engellendiğini; tohum kabuğunu uzaklaştırmanın ise çimlenmeyi 35°C’de artırdığını, ancak toplam çimlenen tohumların yarısından fazlasında homojen olmayan çimlenmeler gözlediklerini ifade ederek, denemelerinin sonucunda, KCN uygulamasının ıspanakta tohum çimlenmesinde özendirici bir işlev taşımadığını, tersine zayıf ve yeknesak olmayan çimlenmelere yol açtığını bildirmişlerdir.

Wilcox ve Pfeiffer (1990), fasulye, mısır, kabak, patlıcan, biber, ıspanak, kavun, turp ve bezelye tohumlarında en iyi kökçük çıkışını belirlemek için yaptıkları çalışmalarında, 12.3°C, 14.5°C, 16.7°C, 18.9°C, 21.1°C, 23.3 °C sıcaklıklardaki ıspanak bitkisinin kökçük gelişimini incelemişler; kökçük uzunluklarını, 12.3°C’de 6.2 mm, 14.5°C’de 6.7 mm, 16.7°C’de 8.9 mm, 18.9°C’de 19.3 mm, 21.1°C’de 22.2 mm ve 23.3 °C’de 35.3 mm olarak ölçerek, ıspanakta çimlenmeden sonra en iyi kökçük büyümesinin 18.9°C üzerindeki sıcaklıklarda olduğunu, 12.3°C ’nin altında ve 23.3°C ’nin üzerindeki sıcaklıkların kökçük gelişimini sınırlandırdığını saptamışlardır.

Masuda ve Konishi (1993), PEG-6000 ile priming edilmiş ve sülfürik asit ile aşındırılmış ıspanak tohumlarında yüksek sıcaklığın çimlenmeye etkilerini inceleyerek, bu

kimyasalların etkisiyle 25°C üzerindeki sıcaklıklarda belirgin bir şekilde tohumlardaki çimlenme oranlarının düştüğünü gözleyerek; ıspanak tohumlarının kabuklarını aşındırmak için 25°C ve 30°C’de 30, 60, 120 dakika ve 3N, 9N, 18N, 36N H₂SO₄ ile 10 farklı uygulama yaparak 30 dakika 36N H₂O₄ uygulamasının, normal su ile nemlendirilmiş kontrol grubuna göre 25°C’deki çimlenme oranını yaklaşık olarak %34 arttırdığını; 30°C’de ise 30 dakika ve 60 dakika 36N H₂SO₄ uygulamasının etkisiz kaldığını ve çimlenme oranının %50 düzeyinde kaldığını tespit etmişlerdir. 6 farklı ıspanak lotunda 30°C’de çimlenme oranını araştırmak amacıyla, suyla nemlendirilmiş kontrol grubu, 60 dakika 18N H₂SO₄ uygulaması ve sülfirik asit uygulamasının devamında PEG-6000 (H₂SO₄ + PEG-600) ile priming edilmiş tohumlar olmak üzere 3 farklı uygulama yapmışlardır. Yapılan uygulamalar sonucunda ise 6 farklı lotta H₂SO₄ + PEG-6000 uygulaması yapılmış tohumların çimlenme oranlarının, kontrol ve sadece H₂SO₄ uygulaması yapılan tohumlara göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. (H₂SO₄ + PEG-6000) uygulaması kontrol grubuna göre çimlenme oranı, 1. lotta %79, 2. lotta %%56, 3. lotta %68, 4. lotta %71, 5. lotta %80, 6. lotta %41 arttığını bildirmişlerdir. (H₂SO₄ asit + PEG-6000) uygulaması sadece (H₂SO₄) sülfirik asit uygulamasına göre çimlenme oranı, 1. lotta %36, 2. lotta %%52, 3. lotta %9, 4. lotta %25, 5. lotta %38, 6. lotta %43 arttığını bildirmişlerdir. Bunlara ek olarak, tohumlar elektron mikroskopta incelediklerinde asit uygulamasının, tohum kabuğunu aşındırdığını saptayarak, tohumlara asit uygulamasından sonraki PEG-6000 uygulamasının 30°C’de ıspanakta çimlenme oranı üzerine olumlu etkide bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Leskovar vd. (1999), yaptıkları araştırmada, ıspanakta tohum çimlenmesinin yüksek sıcaklıkla engellendiğini ve çimlenmede sıcaklığa bağlı düşüşün çimlenme ve çıkışın tahmin edilmesinde kritik önemi olduğunu belirleyerek, kademe kademe sürdürdükleri çalışmalarının ilk amacını, 'ARK 88-354', 'ACX 5044', 'Cascade' ve 'Fall Green' ıspanak genotiplerinin sabit ve değişken sıcaklıklarda çimlenme oranı ve hızının tespiti; ikincil amacı perikarpın neden olduğu engellemenin nedeni ve derecesinin belirlenmesi; üçüncül ve son amacı ise sıcaklığa bağlı baskılanmada oligosakkarit tutulumunun araştırılması şeklinde düzenlemişler; sıcaklığın 20°C üzerine çıkması ile çimlenmenin azalmaya başladığını, 35°C’de çimlenmenin gerçekleşmediği; 30°C gündüz ve 15°C gece sıcaklıklarındaki çimlenme oranının 30°C’ye göre daha yüksek olduğunu; spraoptimal

sıcaklıklarda genotipik farklılıklar olduğunu; bundan dolayı, yüksek sıcaklıklarda çimlenme oranı en düşük olan 'Cascade' genotipin, düşük derecelerde (10- 20°C yüksek oranda çimlenmiş; yine, yüksek sıcaklıklarda perikarpın çimlenmeyi engellediği, perikarpı çıkarılmış tohumların 30°C’de %90 oranında çimlenebildiği; genotiplerdeki rafinoz düzeylerinin 30° C'deki emilimden önce, en yüksek 'ARK 88-354' genopinde, en düşük ise 'Cascade' genotipinde saptanmış; emilmeden 48 saat sonra ise ‘ARK 88-354’ ve ‘Fall Green’ genotiplerinin tohumlarındaki sakaroz ve glikoz düzeyleri en yüksek ve rafinoz düzeyleri en az iken, 'Cascade' genotipinde tohumların metabolik açıdan aktifliğinin düşük olduğunu belirterek; çalışmalarının sonunda, perikarpın fiziksel bir engel ve termo-direnç sırasında önleme/önleyici bir kaynak olarak davrandığını vurgulamışlardır.

Sue vd. (1999), ıspanağın serin iklim sebzesi grubuna girdiğini, tohumlarının çimlenmesinde optimum sıcaklığın (15-20)°C aralığında olması gerektiğini, eğer bu sıcaklık aralığından sapmalar olursa, çimlenme oranında da değişmelerin olabileceğini; bundan dolayı yüksek oranlı çimlenmenin gerçekleşmesi için “yüksek sıcaklığa” toleranslı çeşitlerin önemini belirterek; çeşitlerinin çimlenme süresince sıcağa karşı verdikleri tolerans aralıklarını saptayarak; yüksek sıcaklığa dayanıklı çeşitlerde, diğerlerine göre daha yüksek ısı şok proteinleri olduğunu ifade ederek; sıcağa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi klasik ıslah teknikleri veya genetik mühendisliği çalışmalarının yardımcı olabileceğini bildirmişlerdir.

Katzman vd. (2001), kaliteli bir ıspanak üretiminde hızlı, yeknesak ve çimlenmenin yüksek oranda olması gerektiğini bunun için de tohum ön uygulama işlemlerinin etkisine değinmişlerdir. Araştırmacılar, tohumun çimlenmesini arttırmak için uygulanabilecek bazı yöntemlerin olduğunu (tohum kabuğunu aşındırmak, hijyenik temiz su kullanmak, tohumları 4 saat 0,5% lik NaOCl (Sodyum hipoklorit) solüsyonunda bekletmek) ifade etmişlerdir. Denemelerinde bu tekniklerin tohumlara çimlendirme aşamasında uygulayarak 18°C ve 30°C sıcaklıklarda çimlendirme testi yapılmış ve 18°C’ de uyguladıkları ilk iki yöntemde çimlenme oranının en yüksek düzeyde ve homojen çimlenmenin aşındırma işlemi yapılan tohumların çeşitlerinde bulunmuşlar; tohum kabuğunu aşındırarak 30°C’de çimlendirilen tohumlarda yüksek oranda (%94) ve

homojen çimlenmeyle gerçekleştiğini ifade etmişler; ayrıca, (sodyum hipoklorit/hidrojen peroksit) uygulamasının özellikle yüksek sıcaklıkta çimlenme oranını %94 düzeyine yükselttiğini; (sodyum hipoklorit/hidrojen peroksit) uygulaması ile çimlenme zamanları arasındaki farkın azaldığı ve çimlenme hızının 30°C’de arttığı bularak; sıcaklığın yüksek olduğu zamanlarda ekimini yapan üreticiler için (sodyum hipoklorit /hidrojen peroksit) uygulamasını önermişlerdir.

Masuda vd. (2005), araştırmalarında öncelikle ıspanak tohumlarını, çaplarını bakımından 3 farklı sınıfa ayırıp, küçük, orta (60, 90 ve 120dakika) ve büyük boyutlu (90, 120 ve 180 dakika) tohumları farklı sürelerde H₂SO₄ ‘de aşındırıp, ardından PEG-6000 uygulayarak çimlenme oranlarını gözlemlemişler; küçük tohumlarda 120’lik uygulamadan sonra tohumlar öldüğü için hiçbir çimlenmenin olmadığı; 90 dakika çimlenme oranı %61 iken, bu oranı 60 dakikada %82 olarak saptamışlar; orta boylu tohumlarda 60 dakikadaki çimlenme oranı %74 iken, 90 dakikada %73 ve 120 dakikada %84 olmuş; büyük tohumlarda ise 90 dakikada % 42 iken olan çimlenme oranı, 120 dakikada %52 ve 180 dakikada %63 olarak gerçekleşmiş; önce H₂SO₄ solüsyonu içinde tutarak yaptıkları aşındırmayı izleyen PEG-6000, NaCl ve doğal deniz suyunda 10°C’ de 1 hafta süreyle ön uygulama işlemi yapılmış, ayrıca, çimlendirme testi 30°C’de yürütülmüş olup, tohum kabuğu aşındırılan tohumlardaki çimlenme oranının, kontrollere göre daha yüksek gerçekleştiği; tohumlara ilk önce aşındırma işlemi daha sonra NaCl ile ön uygulama işlemi yapılan tohumlar, kurutularak 10 ay süre ile depolanmışlardır. Depolama sonrası 30°C’ de yapılan çimlendirme testinde tohumların %80 oranında çimlendiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca PEG-6000 ve NaCl çözeltileri ile muamele edilmiş tohumların çimlenme oranları, deniz suyu uygulanmış tohumların çimlenme oranına (%60) kıyasla daha yüksek oranda gerçekleşirken, kontrol grubunun çimlenme oranının %20’nin altında kaldığını belirtmişlerdir. Araştırma sonunda, tohum kabuğunun aşındırılması işleminden sonra yapılan tohum ön uygulamalarının ıspanak tohumlarında yüksek sıcaklıkta karşılaşılan çimlenme sorunun çözümü için kullanılabilecek bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

Chen vd. (2010), tohumlara yapılan ön uygulama işlemlerinin sıcaklık ve kuraklık stresi altında çimlenme performansını artırmak için kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Bu

yüzden, ıspanakta (*Spinacia oleracea* L. cv. 'Bloomsdale') ozmotik koşullandırmanın sıcaklık ve kuraklık stresi altında en yüksek oranda tohum çimlenme performansını sağlayan yöntemi belirlemek için, ıspanak tohumlarını yüzey sterilizasyonu yapıldıktan sonra 5, 10, 15 ve 20°C'de farklı sıcaklıklarda ve -0.4, -0.6, -0.8, -1.0, ve -1.2 MPa farklı yoğunlukta hazırlanan PEG-6000 çözeltisinde karanlıkta değişen sürelerde (4-6-8-10 gün) ozmotik olarak koşullandırılarak 60 farklı yöntem denemiştir. 4 farklı sıcaklıkta elde ettikleri çimlenme oranları 10°C'de %86.7, 5°C'de %75.6, 15°C'de %64.4 ve 20°C'de %40 şeklinde gerçekleştiğini fakat ortalama çimlenme zamanı açısından 20°C'de 4.6 gün(T_{10-90}), 15°C'de 5.5 gün(T_{10-90}), 10°C 6.2 gün (T_{10-90}) ve 5°C 11.8 gün (T_{10-90}) olduğunu belirtmişlerdir. Gerek ortalama çıkış zamanı gerek çimlenme oranı ve stres koşulları dikkate alındığında, yapılan çalışma sonucunda, -0.6MPa'da 15°C'de 8 gün süre ile yapılan ön uygulama işleminin 'Bloomsdale' ıspanak çeşidinde sıcaklık ve kuraklık stresi altında en yüksek çimlenme performansını elde etmek için en uygun yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Jiang vd. (2011), ıspanak tohumlarını tohum iriliğine göre dört farklı gruba ayırmışlar (çap<1.7 mm, 1.7 mm ≤çap<2.5 mm, 2.5 mm ≤çap<3 mm ve çapı 3mm'den büyük olanlar) farklı boyutlardaki ıspanak tohumlarının su ile muamele edilmesi ile, tohumların çimlenme performanslarını incelemiş ve tohum iriliğinin tohuma su muamelesinde önemli bir etken olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak tohum çapı 1.7 mm'nin altındaysa 10 dakika suda bekletme ve 24 saat nemli tutma, tohum çapı 1.7 mm ≤çap<2.5 mm ve 2.5 mm ≤çap<3 mm arasındaysa 20 dakika suda bekletme ve 24 saat nemli tutma, tohum çapı 3 mm'ye eşit ya da daha büyük olanlar için 30 dakika suda bekletme 24 saat nemli tutma uygulamasını önermişlerdir.

Chen ve Arora (2011), osmopriming fizyolojisini ve priming sonrası stres toleransı ile ilişkisini anlamak için antioksidan sistem dinamiklerini araştırmışlardır. Ispanak tohumları (*Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale) 0.6 MPa PEG 8000 15 ° C'de 8 gün ve oda sıcaklığında 2 gün kurutarak hazırlamışlardır. Priming edilmemiş ve priming edilmiş tohumları, bir soğutma ve kuruma stresine maruz bırakmışlar. Antioksidan testleri için tohum örnekleri toplayıp çimlenme performansı ve stres toleransını değerlendirmişlerdir. Yaptıkları araştırma sonucunda: çimlenme ile ilgili aktivitelerin teşviki, CAT ve SOD'un

azaltma faaliyetlerini ve osmopriming sırasında AsA-GSH döngüsünün artan aktivitesini tespit etmişlerdir. Osmopriming, antioksidan sistemini güçlendirdiğini ve tohum çimlenme potansiyelini artırdığını, bu da çimlenen tohumlarda artan bir stres toleransı ile sonuçlandığını bildirmişlerdir.

Chen vd. (2012), ıspanak (*Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale) tohumlarında osmopriming boyunca soğuk ve kuraklık stresi altında dehidrin metabolizmasını incelemişler. Çevresel streslerde 30, 26 ve 19-kD DLP'leri incelemişler ve tohumlarda osmopriming esnasında, çimlenmede çapraz tolerans olabileceğini belirtmişlerdir. Bir ıspanak dehidrini olan CAP85, osmopriming sırasında geçici olarak uyarıldığını ve kuraklık stresi altında prime edilmiş tohumlarda CAP85 dehidrini daha fazla görüldüğünü belirtmişlerdir. Bu DHN lerin, bu nedenle, prime edilmiş 'Blomesdale' ıspanak tohumlarında stres toleransının geliştirilmesi için biyokimyasal ya da moleküler işaretleyici olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Ting vd. (2012), on dört farklı ıspanak çeşidinin 15, 30 ve 35°C sıcaklıklarda çimlenme özelliklerini inceleyerek, bu çeşitlerin farklı sıcaklıklardaki çimlenme dayanımlarını incelemişlerdir. Öncelikle yaptıkları çalışmada, yüksek sıcaklık stresi altında ıspanak tohumlarının çimlenme kabiliyetlerini incelemişlerdir. Daha sonra ise her bir çeşit için çimlenme oranı, çimlenme potansiyeli, çimlenme indeksi, vigor indeksi ve çimlenme güçlerini tespit etmişlerdir. Çalışmada, 15°C sıcaklıkta ıspanak tohumlarının en iyi çimlenme oranını gösterdiği ve bu sıcaklığın çimlenme için en uygun sıcaklık derecesi olduğunu bildirmişlerdir. Yüksek sıcaklıkların (25°C, 30°C, 32°C ve 35°C) ise çimlenme üzerine etkilerinin de farklı olduğunu, sıcaklık derecesine ve çeşitlere göre değişmekle birlikte çimlenme oranının, çimlenme potansiyelinin, çimlenme ve vigor indeksinin önemli ölçüde azalış eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, çalışmada kullanılan çeşitlerin tamamının sıcaklık stresine tolerans aralıklarının yüksek, orta, düşük şeklinde 3 gruba ayrıldığını bildirmişlerdir. Yaptıkları bu gruplamaya göre, “Space”, “Saint Firmin”, “Quinto”, “Zhizunbao” ve “Tokyo Green” çeşitleri yüksek sıcaklığa en dayanıklı çeşitler olarak belirlenirken “Bandolero” ve “Century Green” orta derecede sıcaklığa dayanıklı çeşitler olarak tespit edilmiştir. Araştırmada kullanılan diğer çeşitlerin ise yüksek sıcaklığa dayanımının olmadığını ifade etmişlerdir.

Chen ve Arora (2013), priming kaynaklı stres toleransının hücresel fizyolojisini gösteren varsayımsal bir model önermektedirler. İlk olarak, priming uygulamasının, tohumda çimlenme ile ilgili aktiviteleri etkin hale getirdiğini (örneğin solunum, endosperm zayıflaması ve gen transkripsiyonu ve translasyonu, vb.) ve bunun, kuru tohumların çimlenme durumuna geçişini kolaylaştırdığını ve çimlenme potansiyelini geliştirdiğini belirtmişlerdir. İkincisi, priming, kökçük çıkışını bastıran (örneğin, (LEA) birikimi), ancak potansiyel olarak çapraz toleransı tetikleyen stres tepkilerini uyaran tohumlara abiyotik stres uygulamışlardır. Bu iki strateji birlikte tohumlarda bir "başlangıç hafızası" oluştuğunu ve prime edilerek filizlenen tohumların daha fazla stres toleransına aracılık ettiğini belirtmişlerdir.

Deleuran vd. (2013), ıspanak tohumu kalitesini belirlemek amacıyla tohum boyutunun derecelendirmesi ve klorofil floresan sınıflandırması üzerine yaptıkları çalışmada, ıspanak tohumları, tahmini optimum hasat zamanından 3 hafta önce başlayarak beş farklı zamanda (H1, H2, H3, H4 ve H5) hasat etmişler. Hasat edilen tohumların, klorofil floresansına (CF) ve tohum boyutuna göre sınıflandırıldığını, tohum gelişimi ve çimlenme sayımları ile ilgili ileri çalışmalar için 6 gün arayla iki hasat zamanı seçildiğini, dört çimlenme sayımıyla (3, 7, 14 ve 21 gün), ortalama çimlenme süresinin (MGT) analizi yapıldığını, ticari olarak, klorofil floresan (CF) sıralanmış tohumların tohum boyutu ayırma ile kombinasyon halinde kullanılması, tohum kalitesinin arttırılması için yararlı bir araç sağlayabileceği belirtilmiştir.

Orhan (2013), yaptığı araştırmada Matador ıspanak çeşidine ait tohumlar KNO_3 (Potasyum Nitrat) ve KH_2PO_4 (Potasyum dihidrojen fosfat) tuzlarının 0.1 M, 0.3 M ve 0.5 M dozlarında hazırlanan çözeltilerde havalandırılmalı kolon (Buble-Column) içerisinde 10 °C sıcaklıkta 3 gün süreyle priming uygulamasına tabii tutup, 5 °C, 15°C ve 25°C’de çimlendirme testleri yaparak en uygun dozu belirlemeye çalışmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, farklı dozlarda ki hem KNO_3 hem de KH_2PO_4 tuzları ile uygulama görmüş tohumların uygulama görmeyen kontrol grubu tohumlarından daha yüksek çimlenmeye sahip olduğunu belirtmiştir. 15°C sıcaklıkta kontrol grubu tohumlarında çimlenme oranı %90 olurken, farklı tuzlarla ön çimlendirilmiş tohumların çimlenme oranının %92 ile %96 arasında değiştiğini bildirmiştir. 15°C sıcaklıkta en yüksek

çimlenme oranının %96 ile 0.1 M ve 0.3 M KNO_3 uygulamalarından elde edildiğini, KH_2PO_4 ile yapılan ön çimlendirme uygulamaları incelendiğinde ise en yüksek çimlenme oranı %94.5 ile 0.1 M dozu ile yapılan uygulamadan elde edildiğini bildirmiştir. 5°C sıcaklıkta kontrol grubu tohumlarında çimlenme oranının %86.5 olurken, farklı tuzlarla ön çimlendirilmiş tohumların çimlenme oranının %86.5 ile %97 arasında değiştiğini bildirmiştir. 5°C sıcaklıkta en yüksek çimlenme oranının %97.5 ile 0.1 M KNO_3 uygulamalarından elde edildiğini, KH_2PO_4 ile yapılan ön çimlendirme uygulamaları incelendiğinde ise en yüksek çimlenme oranı %95 ile 0.5 M dozu ile yapılan uygulamadan elde edildiğini bildirmiştir. 25°C sıcaklıkta kontrol grubu tohumlarında çimlenme oranı %37 olurken, farklı tuzlarla ön çimlendirilmiş tohumların çimlenme oranının %37 ile %75 arasında değiştiğini bildirmiştir. 25°C sıcaklıkta en yüksek çimlenme oranının %75 ile 0.1 M KNO_3 uygulamasından elde edildiğini, KH_2PO_4 ile yapılan ön çimlendirme uygulamaları incelendiğinde ise en yüksek çimlenme oranının %73.5 ile 0.1 M dozu ile yapılan uygulamadan elde edildiğini bildirmiştir. Hem KNO_3 hem de KH_2PO_4 tuzlarının farklı dozları ile ön çimlendirme uygulamaları kontrol tohumlarıyla kıyaslandığında çimlenme oranını arttırdığını ve verilere göre, her iki potasyum tuzunda 0.1 M'lık dozlarının ıspanak tohumları için en uygun priming (ön çimlendirme) dozları olduğunu belirtmiştir. Yapılan priming uygulamasının, ortalama çimlenme zamanı ve ortalama çıkış zamanını azalttığını belirtmiştir.

Alam vd. (2013), araştırmada %1 oranında, distile su, diamonyum fosfat solüsyonu (DAP), tek süper fosfat solüsyonu (SSP) ve tek süper fosfat solüsyonu + sodyum bikarbonat ($\text{SSP}+\text{Na}_2\text{CO}_3$) olmak üzere ıspanak tohumlarına 4 farklı priming uygulaması yapılmış olup, uygulama süresi 4, 8, 12, 16, 20 ve 24 saat olarak değiştirilerek, 28 farklı uygulama yapılmıştır. Uygulamaların çimlenme oranlarından en yüksek oran %88.14 oranıyla $\text{SSP}+\text{Na}_2\text{CO}_3$ uygulamasından elde edilirken bunu sırasıyla %85.19 oranıyla SSP uygulaması ve 81.18 oranıyla distile su takip etmiştir. Uygulama sürelerine kıyasla hiç uygulama yapılmamış tohumlarda çimlenme oranı %77 iken, 24 saat $\text{SSP}+\text{Na}_2\text{CO}_3$ priming uygulanmış tohumlarda çimlenme oranını %95 olarak saptanırken bunu, %92.33 oranıyla 20 saat $\text{SSP}+\text{Na}_2\text{CO}_3$ uygulaması takip etmiştir. Uygulamaların canlılık oranlarını karşılaştırdıklarında $\text{SSP}+\text{Na}_2\text{CO}_3$ uygulamasının canlılık oranı %89.69 ile en yüksek değere ulaşırken bunu sırasıyla %87.14 oranıyla SSP solüsyonu ve %83.89 ile

distile su uygulaması takip etmiştir. Ayrıca 24 saat SSP+NA₂CO₃ priming uygulamasının erken çimlenme, fide boyu (31.24 cm) ve daha yüksek yaprak verimi (14.67 ton/hektar) elde ettiğini saptamışlardır.

Chitwood vd. (2016), ıspanakta artan pazar talebinin karşılanması için, üretim sezonunun genişletilmesi ve üretim sezonunun genişletilmesi için ise sıcak iklim koşullarında üretim yapılabilmesi, bunun gerçekleştirilmesi için ise sıcaklık stresine dayanıklı çeşit ıslahının önemli olduğunu bildirmişlerdir. Bu yüzden yapılacak ıslah araştırmalarında tohum çimlenme aşamasının sıcaklığa dayanıklı çeşitlerin ıspanak üretimi için en önemli aşama olduğunu bildirmişlerdir. Yaptıkları araştırmada tohum çimlenme oranı üzerine sıcaklığın etkileri belirlemişler ve sıcaklığa dayanıklı ıspanak genotiplerini tespit etmişlerdir. Araştırmada, 9 farklı ıspanak genotipinin çimlenme özelliklerini incelemişlerdir. Standart çimlendirme testi 7 farklı sıcaklıkta (10, 15, 20, 25, 30, 32 ve 35°C) çimlendirme kabinlerinde gerçekleştirilmiştir. Çimlendirme testi sonucunda genotiplerin tamamında her sıcaklık derecesinde farklı değerler elde etmişlerdir. Genotiplerin sıcaklık stresine karşı farklı dayanım seviyesine sahip oldukları belirtilmiştir. “Donkey”, “Marabu” ve “Raccoon” genotiplerinin 30°C ve 32°C’de %70’in üzerinde çimlenebildikleri için sıcaklık stresine dayanıklı genotipler olarak kabul edilebileceğini ifade etmişlerdir. Fakat, “Ozarka II” hariç genotiplerin tamamında 35°C’de çimlenme oranlarının %30 seviyelerine ulaşmadığı, “Ozarka II” genotipinin ise %63 oranında çimlendiği ve sıcaklık stresi dayanımı için daha iyi bir kaynak olabileceğini bildirmişlerdir. Çalışma sonunda, hem “Ozarka II” hem de “Donkey”, “Marabu” ve “Raccoon” genotiplerinin yüksek sıcaklığa dayanıklı çeşit geliştirmek için ıslah programlarında değerlendirilebilecek bir kaynak olduğu ifade edilmiştir.

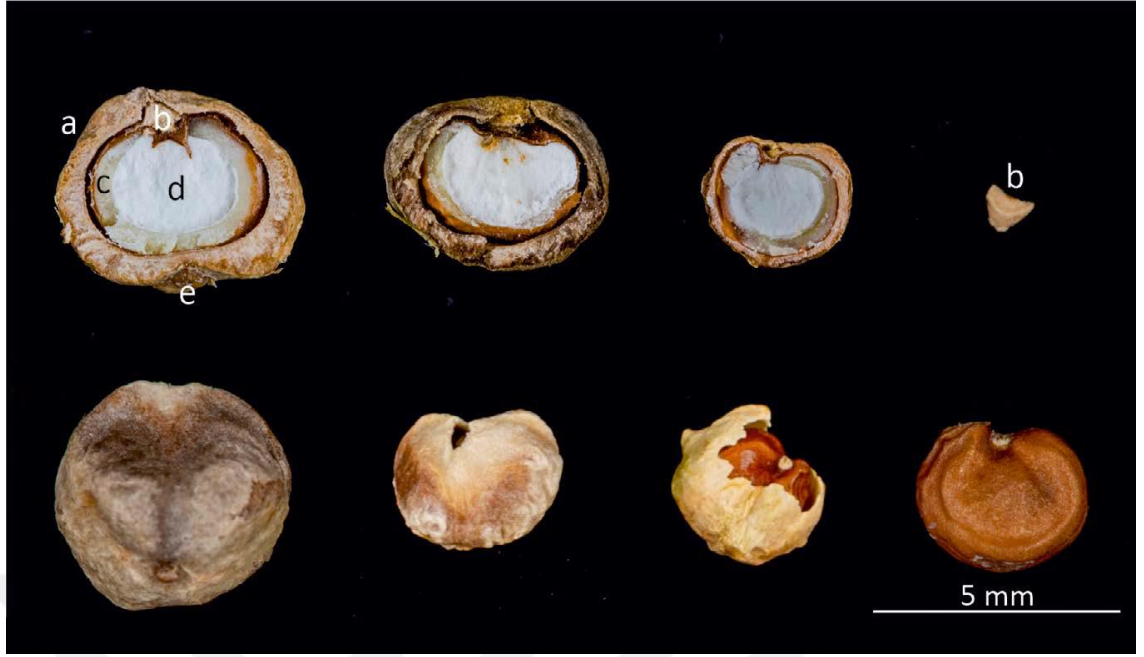
Dönmez (2018), ultrasonik ses dalgası uygulamalarının ıspanak tohumlarında çimlenme ve çıkış üzerine etkilerini belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarında çalışma yürütmüştür. Yapılan çalışmada ıspanak tohumları 40 kHz ultrasonik su banyosu içerisinde 0, 20, 40, 60 ve 80 dk. süresince uygulamaya tabi tutmuştur. Ultrasonik uygulamalarda suyun etkisini elimine etmek amacıyla ıspanak tohumları aynı sürelerde saf su içerisine daldırmıştır. Ultrasonik ve saf su uygulamaları sonrası tohumlarda, nem tayini, standart çimlendirme testi, yüksek sıcaklıkta çimlendirme testleri ve çıkış testi

gerçekleştirilmiştir. 15°C’de ultrasonik uygulamalarının etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek çimlenme 40 dk. (% 96.5) uygulamasından elde edilmiştir ki bu kontrol grubuna göre % 12.5 daha fazladır. Kontrol tohumlarında çimlenme oranı % 84.0 iken, saf su uygulamaları ile çimlenme oranı % 88.3, ultrason uygulamalarında ise % 92.1 olarak belirlenmiştir. 20°C’de ultrasonik uygulamalarının çimlenme oranı üzerine etkisine bakıldığında saf su ve ultrason uygulamalarının istatistiki olarak önemli etkiye sahip olduğu, saf su ve ultrason interaksiyonun ise önemsiz olduğu belirtilmiş olup, standart çimlendirme testi (15°C) ile kıyaslandığında, genel olarak tüm uygulamalarda çimlenme oranında azalma olduğu belirlenmiştir. En düşük çimlenme oranı % 73.5 ile kontrol tohumlarından elde edilmişken, en yüksek çimlenme oranı saf su uygulamalarında % 88.5 ile 40 ve 60 dk. uygulamalarından, ultrason uygulamalarında ise % 92.5 ile 40 dk. uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamaların ortalama etkisine bakıldığında ise çimlenme oranı kontrol tohumlarında % 73.5, saf su uygulamalarında % 88.0 ve ultrason uygulamalarında %87.8 olarak belirlenmiştir. Gerek saf su gerekse ultrason uygulamaları, kontrol tohumlarına kıyasla yaklaşık % 14.0 daha yüksek çimlenme oranına sahip olarak belirtilmiştir. Elde ettiği veriler sonucunda ultrason uygulamalarının ıspanak tohumlarında ön çimlendirme (priming) uygulaması olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

Kaşka (2020), 2.5, 5, 10, 15, 20, 25, 32 ve 35 °C 8 farklı sıcaklıkta ıspanak tohumunun çimlenme kabiliyeti ve yağ asidi kompozisyonunun etkisini belirlemek amacıyla 9 adet ıspanak çeşidine standart çimlendirme testleri uygulamıştır. Tüm çeşitlerin ilk sayıdaki ortalama çimlenme oranı incelendiğinde, 2.5 °C’de hiç çimlenme gözlemlenmemiştir, 5 °C’de %9.10 °C’de %59, 15 °C’de %83, 20 °C’de %55, 25 °C’de %36, 30 °C’de %31, 32 °C’de %14 ve 35 °C’de %0.3 çimlenme oranları almış; ilk sayıdaki çimlenme oranları ve son çimlenme oranları, çeşitlere ve sıcaklık derecelerine göre farklılık gösterdiğini, ilk sayım ve çimlenme oranı için en uygun sıcaklıklar sırası ile 15°C ve 20°C olarak belirlemiştir. Çimlenme oranı, ıspanak çeşitlerinin tamamında 20°C’nin üzerindeki sıcaklıklarda belirgin ve yüksek oranda azaldığını ancak, 15°C’nin altındaki sıcaklıklarda da çimlenme oranında bir azalma olmasına rağmen yüksek sıcaklıklardaki kadar belirgin olmadığını belirtmiştir. Ayrıca, 35°C’de Matador-1 ve Catrina F1’in haricinde diğer çeşitlerde çimlenme olmadığını belirtmiştir. Çimlenme hızının çeşitlere

ve sıcaklıklara göre değiştiğini, 10°C ile 20°C arasındaki sıcaklıklarda arttığını, bu sıcaklıkların altındaki ve üzerindeki derecelerde çimlenme hızının azaldığını tespit etmiştir. Oleik asidin (C18:1n-9) yüksek sıcaklıklarda çimlenme oranı üzerine diğer yağ asitlerinden de daha fazla etkili olduğunu belirtmiştir.

Magnee vd. (2020), araştırmada, ıspanak tohumlarına şaplarına göre (1. Grup: 2.50-2.75, 2. Grup: 2.75-3.50 , 3. Grup: 3.50-4.25 , 4. Grup: 4.25-5 ve 5. Grup: 4.5-5 mm k) 5 farklı boyuta ayırmışlar ve farklı boyutlardaki bu ıspanak tohumlarını perikarptan ayırarak neme duyarlığı ve çimlenme performanslarını incelemişler; (şekil 2.2) tohumları perikarplı ve perikarpsız olarak karşılaştırdıklarında, perikarpı çıkarılan tohumların daha iyi çimlendiklerini gözleyerek; oksijen gazı düzeyinin çimlenmeye etkisini araştırdıkları 1., 2. Grup ve 3. Grup tohumlarda normal düzeydeki oksijen gazında çimlendirme testi yapmışlar, normal oksijen düzeyindeki 3 grupta da perikarp kısmı çıkarılmış tohumların çimlenme oranının, perikarplı olanlara göre daha yüksek olduğunu ve küçük tohumların en yüksek oranda çimlendiklerini, bunları sırayla orta ve büyük tohumluların izlediğini; yüksek düzeydeki oksijen gazında alınan çimlenme oranları, normal oksijen düzeyine göre arttığını, özellikle büyük tohumlarda çimlenme oranının önemli ölçüde artış gösterdiğini, perikarplı ya da perikarpsız tohumlardaki çimlenme oranlarının birbirine yakın olduğunu; ayrıca yüksek nemde, daha küçük tohumların daha iyi şimlendiği, küçük tohumlardaki perikarpın daha ince olduğu, ıspanak tohumu çimlenmesinin neme duyarlılığı tohum boyutundan, dolayısıyla da perikarp kısmından etkilendiğini açıklamışlardır.



Büyük tohum (4.50–5.00 mm), orta tohum (3.50–4.25 mm) ve küçük tohum
Perikarplı ıspanak tohumu (a), operculum (b), embriyo (c), perisperm (d), plasenta (e)

Şekil 2.2 Ispanak tohumunun kısımları (Magnee vd.2020)

Kulsumbi vd. (2020), çalışmalarında, ıspanak tohumlarında görülen dormansi etkisini kırmak amacıyla farklı uygulamaların tohum kalitesine etkisini araştırmak için, ıspanak tohumlarına 20 farklı uygulama yapmışlardır. Tohumlara yapılan uygulamalar: 1- %0.5 KNO_3 çözeltisi, 2- %1 KNO_3 çözeltisi, 3- 100 ppm GA_3 uygulaması, 4- 150 ppm GA_3 uygulaması, 5- %0.5 Thiourea çözeltisi, 6- %1 Thiourea çözeltisi, 7- 25 ppm Ethrel uygulaması, 8- 50 ppm Ethrel uygulaması, 9- 12 saat suda bekletme, 10- 24 saat su ile muamele, 11- 36 saat su ile muamele, 12- tohumları 50 °C sıcaklıktaki sıcak suda 5 dakika bekletme, 13- tohumları 50 °C sıcaklıktaki sıcak suda 10 dakika bekletme, 14- tohumları 50 °C sıcaklıktaki sıcak suda 15 dakika bekletme, 15- tohumları 50 °C sıcaklıkta 1 gün bekletme, 16- tohumları 50 °C sıcaklıkta 2 gün bekletme, 17- tohumları 50 °C sıcaklıkta 3 gün bekletme, 18- tohumları 24 saat güneşte kurutma, 19- tohumları 48 saat güneşte kurutma, 20- tohumları 72 saat güneşte kurutma uygulamalarını yapmışlardır. Hiç uygulama yapılmayan tohumlardan elde edilen fidelerin normal çıkış oranı %48 iken diğer tüm uygulamalarla çıkış oranı artmış olup, uygulamaların ortalama çıkış oranı %71.10'dur. En yüksek çıkış oranı %88.25 oranıyla %1'lik Thiourea ile elde edilirken bunu % 85.75 oranıyla %0.5 Thiourea uygulaması, %83.75 oranıyla 150 ppm GA_3

uygulaması, %81.25 oranıyla 100 ppm GA₃ uygulaması, %80.75 oranıyla %1 KNO₃ çözeltisi, %77.75 oranıyla 50 ppm ethrel uygulaması, %77.50 oranıyla %0.5 KNO₃ çözeltisi, %75.25 oranıyla 25 ppm Ethrel uygulaması, %73 oranıyla 24 saat suda bekletme, %72.75 oranıyla tohumları 50 °C sıcaklıkta 1 gün bekletme uygulaması, %71.25 oranıyla tohumları 50 °C sıcaklıktaki sıcak suda 10 dakika bekletme uygulaması, % 68.75 oranıyla tohumları 48 saat güneşte kurutma uygulaması, %67.25 oranıyla tohumları 50 °C sıcaklıkta 2 gün bekletme uygulaması, %67 oranıyla 12 saat suda bekletme uygulaması, %65.25 oranıyla 36 saat suda bekletme uygulaması, %64.50 oranıyla tohumları 24 saat güneşte kurutma uygulaması, %62.50 oranıyla tohumları 72 saat güneşte kurutma uygulaması, %61.75 oranıyla tohumları 50 °C sıcaklıkta sıcak suda 5 dakika bekleme uygulaması, %61.25 oranıyla tohumları 50°C sıcaklıkta sıcak suda 15 dakika bekleme uygulaması, %58.50 oranıyla tohumları 50°C sıcaklıkta 3 gün bekletme uygulaması takip etmiştir. 50°C sıcaklıktaki sıcak suda 15 dakika bekletilmiş tohumların elektriksel iletkenlik oranının en yüksek olduğu, bunun nedeninin ise yüksek sıcaklıktaki uygulama süresinin artmasından dolayı tohumların kabuğuna zarar verdiği ve bundan dolayı tohumdan daha fazla sızıntı olduğunu bildirmişlerdir. Kontrol tohumlarından elde edilen fidelerde anormal fide oranı %2 iken, 50°C sıcaklıkta 3 gün bekletilen tohumlardan elde edilen anormal fide oranı %22 ile en yüksek değere ulaşmış olup, bunun nedeninin uzun süreye ısıya uğrayan tohumların embriyo ve tohum kabuğunun zarar görmesi ve tohumdaki peroksidad aktivitesinin azalmasının anormal fide artışını oluşturduğunu belirtmişlerdir.

İmran vd. (2021), araştırmada, ıspanak tohumlarında düşük sıcaklık stresinde tohum kalitesini arttırmak için, tohumlara çinko uygulaması yaparak ve çimlenme ve fide gelişimini incelemişlerdir. Uygulamada hiç uygulama yapılmamış tohumlar, sadece su ile priming yapılmış tohumlar, 1, 2, 4, 6, 8 ve 10 Nm çinko çözeltisi ile priming yapılmış tohumlardan oluşmuştur. 15 °C’de çimlendirilen tohumların, 7. gün çimlenme oranları kıyasladığında kontrol tohumlarına kıyasla tüm uygulamaların çimlenme oranlarının arttığını belirtmişlerdir. En yüksek artışın %22 oran ile 1 Nm çinko uygulaması ile elde edildiği belirlenmiş bunu sırasıyla %20 oran ile 6 Nm çinko uygulaması ve %18 oran ile 10 Nm çinko uygulaması takip etmiştir. 15 °C’de çimlendirilen tohumların, 14. gün çimlenme oranları kıyasladığında 6 Nm ve 10 Nm çinko uygulaması en yüksek çimlenme

oranına ulaşmıştır. 8 °C’de çimlendirilen tohumların, 7. gün çimlenme oranları kontrol tohumlarına göre kıyaslandığında 6 Nm çinko uygulamasının çimlenme oranını önemli düzeyde arttırdığını, su ile priming edilmiş tohumlar 10 Nm çinko uygulamasının benzer etki gösterdiğini belirtmişlerdir. 14. gün çimlenme oranları kıyaslandığında sadece 6 Nm çinko uygulamasının çimlenme oranını önemli düzeyde arttırdığını belirtmişlerdir. Uygulamaların tohum, kök ve sürgünlerdeki çinko oranlarını ciddi oranda arttırdığını, hiç uygulama yapılmamış tohumlara kıyasla 10 Mn çinko uygulamasının tohumdaki çinko oranını 48 kat, kökteki çinko oranını 10 kat, sürgündeki çinko oranını 4 kat arttırdığını ayrıca 6 Mn Çinko uygulamasının tohumdaki çinko oranını 30 kat, kökteki çinko oranını 7 kat, sürgündeki çinko oranını 3 kat arttırdığını bildirmişlerdir.

Gökdaş (2022), ıspanakta hidropriming uygulamasının çimlenme ve fide çıkışına olan etkilerini belirlemek için yürüttüğü çalışmada ıspanak tohumlarının 24 ve 30°C’de kontrol grubuna göre ortalama fide çıkış zamanının azalttığını ortaya koymuştur. 24°C’de kontrol tohumlarında ortalama fide çıkış zamanı 7.4 gün, iken hidropriming yapılmış tohumlarda bu süre 5.9 güne düşmüş olup, 30°C’de kontrol tohumlarında ortalama fide çıkış zamanı 6.5 gün, iken hidropriming yapılmış tohumlarda bu süre 5.3 güne inmiş ve uygulama ıspanakta çimlenme zamanı açısından olumlu etki göstermiştir.

Magnee vd. (2023), araştırmalarında tohum büyüklüğü ve olgunluğunun *Pythium ultimum* enfeksiyonuna karşı ıspanak tohumunun toleransını ölçmeye çalışmışlardır. Tohumlara hastalık etmenini farklı dozlarda uygulamışlardır. Daha taze tohumların klorofil floresan seviyelerinin daha yüksek olduğunun, artan hastalık etmeni dozuyla birlikte özellikle mor mavi ışıktaki tohum büyüklüğü arttıkça ışık yansımalarının arttığını, daha az ışığı yansıtan küçük tohumların hastalık etmenine karşı daha toleranslı olduğunu, tohum büyüklüğü arttıkça hastalık etmeninin çıkma oranının arttığını yani perikarp oranıyla *Pythium ultimum* enfeksiyonunun ters orantılı olduğunu belirlemişlerdir.

2.3 Diğer Türlerde Yapılan Çalışmalar

Ermış (2002), sert tohum kabukluluğun yoğun şekilde görüldüğü Akköy bamya (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) çeşidinde, bu olumsuzluğun giderilmesine

yönelik bazı uygulamaların çimlenme ve çıkış oranı ile depolama sırasındaki etkilerinin belirlenmesi amacıyla yaptığı çalışmada, yaptığı uygulamalar ile tohumların nem düzeylerini %5, %7, %9 ve %11 oranlarına getirmiş ve 50°C sıcaklıkta 2 gün bekletilerek yapılan sıcaklık ve nem kombinasyonları, 15, 30, 45, dakika 25 °C’de %96’lık H₂SO₄ ile muamele edilerek yapılan asitle aşındırma, 30, 60, 120 dakika tohumları 60 °C’de tutma, tohumların nemli perlit içerisinde 36 saat tutulduğu nemlendirme ve kaplama kazanı içerisinde çakıl taşları ile 6, 12, 24, 48 ve 72 saat süre ile (20 devir/dakika) döndürülerek yapılan MA uygulamalarıdır. En yüksek tohum canlılığının %9 ve %11 nemde 50 °C ile muamele edilen tohumlardan elde edildiğini bildirmiştir (%43-41). Sülfürik asit uygulamalarında en yüksek canlılığın 45 dakika muamele sonucu bulunduğunu (%26), sıcak su uygulamasının tohum canlılığında kontrole oranla %10’luk bir canlılık artışı sağlandığını, nemlendirme ve mekanik aşındırma uygulamalarının kontrol grubu tohumları ile karşılaştırıldığında çimlenmeye en fazla %5’lik bir katkıda bulunduğunu bildirmiştir.

Uzun ve Aydın (2004), araştırmalarında, baklagil yem bitkileri tohumlarının, çimlenme performansını arttırmak için ön soğutma, ön ısıtma, sıcak su, H₂SO₄, gibberellik asit (GA₃) ve MA uygulamaları yaparak; tohumlardaki sert tohumluluğu (56-89.0)% arasında bulmuşlar; ön soğutma, ön ısıtma, H₂SO₄ ve GA₃ uygulamalarının, incelenen türlerdeki çimlenme oranını çok az miktarda arttırdığını, ancak, sıcak su arıtma uygulamasının *Medicago meneghinianum* tohumlarındaki çimlenme oranını %11.0’dan %82’e yükselttiğini bildirerek; zımpara kâğıdı ile yaptıkları mekanik aşındırmanın *Medicago scutellata* tohumlarında çimlenme oranını %52 oluşturduğunu tespit ederek bu uygulamanın, diğer türlerdeki tohumların çimlenme oranını %82’ten %97.0’a yükselttiğini; baklagil yem bitkisi tohumlarındaki tohum dormansisini kırmada en etkili yöntemin mekanik aşındırma uygulaması olduğunu bildirmişlerdir.

Lee vd. 2005, araştırmalarında *Cypripedium formosanum*’un embriyo gelişiminin *invitro* koşullarda tohum çimlenmesi ile ilişkisi inceleyerek, 15, 30, 45 ve 60 dakika boyunca tohumlara ultrasonik uygulaması yaparak; ultrasonik 30’ uygulamasını kontrol ile karşılaştırdıklarında çimlenmede artış gözlemlemiş; ancak, ultrasonik 45 ve 60 dakikanın ise çimlenme süresinin uzamasına yol açtığını bildirerek, sonuç olarak, doğal ortamda

Cypripedium formosanum tohum kabuğuna zarar vermede mekanik aşındırmanın önemli bir faktör olabileceğini vurgulamışlardır.

Farklı tohum ön uygulamalarının (hidropriming, PEG 6000, PEG+butenolid veya tek başına butenolid) yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış patlıcan tohumlarında çimlenme ve fide çıkışı üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, yaşlandırılmamış kontrol ve ön uygulama yapılan tohumların fide çıkışları arasında fark gözlenmezken yaşlandırılmış patlıcan tohumlarına hidropriming, PEG+butenolid ve butenolid ön uygulaması yapıldığında kontrol ve PEG uygulaması yapılan tohumlara göre çimlenme yüzdelerinin yüksek olduğu tespit etmişlerdir. PEG+butenolide ve butenolid uygulanan yaşlandırılmış tohumlarda çimlenmenin daha hızlı gerçekleştiği bildirmişlerdir. Yaşlandırılmamış patlıcan tohumlarının fide ağırlığı PEG ve PEG+butenolid uygulamaları ile artmıştır. PEG+butenolid uygulaması PEG uygulamasına göre fide çıkışını %18 arttığını ifade etmişlerdir. Yaptıkları araştırma sonucunda priming uygulamalarına butenolidin dahil edilmesinin, bozulmuş tohumların onarımını tetikleyebileceğini ve bu nedenle, özellikle tohumların taşındıktan sonra kullanımlarında önemli rol oynayabileceğini bildirmişlerdir (Demir vd. 2009).

İslam ve Kimura (2012), mekanik ve kimyasal uygulamalarının, farklı çeşit *Astragalus cicer* ve *Larame medic* tohumlarında tohum kabuğunun incelmesini belirtmişlerdir. Bundan dolayı priming uygulamalarının etkisinin tür içi ya da tür dışında benzer etkiyi gösteremeyeceği farklı etkilerin görülebileceğini bildirmişlerdir.

Martínez-Fernández vd. (2014), yaptıkları çalışmada mekanik aşındırma (zımpara kağıdı) yöntemi ile *Astragalus cicer* tohumlarının çimlenme oranını yaklaşık %37 ile %70 oranında arttırmışlardır.

Kiremit (2015), triploid karpuz tohumlarına (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) ait Bonny, Pixie ve Estel Deluxe çeşitlerinin çimlenme kapasitelerinin tohum uygulamaları ile teşvik edilmesi amacıyla yaptığı çalışmada, tüm çeşitlere, tohum kabuğunu aşındırmak ve/veya tohumda oksijen miktarını artırmak amaçlarıyla çeşitli uygulama kombinasyonlarından oluşan, her çeşit için 3 x 25 (tekrarlama x tohum)

bulunan 9'ar uygulama yapmış, tohum kağıdında çimlenme testiyle, birbirleri ve kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda Bonny çeşidi için, G uygulaması (Zımpara kağıdında kaplama kazanında 24 saat aşındırma + 1:2:2.5 oranlarında tohum: perlit: su karışımında 24 saat, 25°C'de tutma), Pixie çeşidi için D uygulaması (-80 °C'de 24 saat + 40 °C de 4 saniye + %1 hidrojen peroksitte 16 saat tutma), Estel Deluxe çeşidi için B uygulaması (Zımpara kağıdı içinde kaplama kazanında 24 saat aşındırma + % 2 hidrojen peroksitte 25 °C'de 16 saat tutma) en olumlu sonucu verdiğini belirtmiştir. İkinci aşamada, her çeşidin ilk safhasında en başarılı sonucu veren uygulama viyollerde fide testiyle kontrol grubuyla karşılaştırılmıştır.

Kitiş ve Kaya (2018), farklı dormansi giderme yöntemlerinin jütün (*Corchorus olitorius* L.) çimlenme performansı etkilerini incelemek üzere yaptıkları araştırmada, *C. olitorius* tohumlarında görülen dormansiyi gidermek için priming işlemini araştırmışlardır. Bu yüzden tohumlara, farklı süre, şekillerde fiziksel kimyasal ve hormon uygulamaları yapmışlardır. Sonuç olarak, bu türdeki çimlenme üzerindeki engelin tohum kabuğundaki dormansiden yani kabuğunun kalın olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişler ve mekanik aşındırma yönteminin en kolay ve en iyi yöntem olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca üreticiler mekanik aşındırma uyguladıkları tohumlardan maksimum düzeyde çimlenme elde edebileceklerini ifade etmişlerdir.

Gökçöl ve Duman (2018), kapari tohumlarının çimlenme oranının arttırılması için ideal tohum uygulamasının belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, tohumları hava verilen bir kabın içerisinde (Bubblekolon; BK) farklı oranlarda sürelerde farklı kimyasal ve hormon maddeleri uygulayarak ve MA ile bu uygulamaların kombinasyonlarını denemişlerdir. Uygulamalar sonucunda tohumlara çimlendirme testi uygulanarak sonuçları karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda tohumlara yapılan farklı uygulamaların, tohumların çimlenme oranlarında değişken değerler ortaya çıkardığını saptayarak; işlemin yapıldığı tohumlardaki çimlenme oranı hiç uygulama yapılmayanlara göre artış gösterdiğini; özellikle (3) farklı kombinasyonun yapıldığı uygulamada çimlenme oranında daha çok arttığını gözlemişlerdir.

Ghiyasi vd. (2019), *Citrullus colocynthis* tohumunda dormansisinin giderilmesinin farklı yöntemleri ve tohum ön uygulamalarının (ekim öncesi tohum uygulamaları) çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları araştırmada, dormansi giderme uygulamaları (Kontrol, %8 H₂SO₄, MA ve 6 hafta soğukta tutma) ve tohum primingi uygulamaları (kontrol, %2.5 KNO₃, %2.5 KH₂PO₄, hidropriming, hardening) olmak üzere iki kategoride ele almışlardır. Sonuçlar, araştırmada uygulanan tüm dormansi giderme yöntemlerinin çimlenme ve fide gelişmesinde olumlu etki yaptığını bildirmişlerdir. Araştırmada, son çimlenme oranı, çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi, çimlenme hızı katsayısı sırasıyla %85, 40.03, 8.3 ve 35.00 olarak bulmuşlardır. Ayrıca sülfürik asit ve hardening uygulamasında fide kuru ağırlığı 58.74 ve 46.02 mg olarak elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Yıldırım ve Bilgen (2022), Düğmeli yonca hatlarında (*Medicago orbicularis* L. Bart.) bazı kimyasal ve fiziksel yöntemlerin tohum dormansisi üzerine etkilerini incelemek üzere yaptıkları araştırmalarında, tohum dormansisi görülen düğmeli yonca hatlarında dormansiyi kırmak için farklı uygulamaların çimlenme ve fide gelişim özellikleri üzerine etkisini belirlemek için dört farklı yonca bitkisi tohumlarına kontrol, oda sıcaklığı koşullarındaki suda (25°C) bekletme (6, 24 ve 48 saat), zımparalama (1, 2 ve 3 dakika), sıcak suda bekletme (70°C) (5, 15 ve 20 dakika), dondurucu, dondurucu + buzdolabında bekletme (2saat-5 gün ve 4 saat-10 gün), kum + demir talaşı karışımı ile (1, 2 ve 3 dakika süreyle zedeleme, sülfürik asit (%70) çözeltisinde bekletme (30, 50 ve 70 dakika), 1 dakika zımparalama + sodyum hipokloritte 4, 8 ve 10 dakika bekleterek fiziksel ve kimyasal uygulamaların, dormansi evresinde tohumun çimlenebilmesini sağladığı, hatların birbirlerinden farklı renklere (sarı-kahverengimsi rengin koyu ve açık tonları) ve boyutlara sahip olduğu gözlemlenmiştir. Hatlarda belirgin fiziksel farklılıkların, uygulamalara farklı tepki göstermelerinin nedeni olabileceğini; bu durumun, farklı dormansi seviyelerinden kaynaklanmış olabileceği; değişik yapılı tohum kabuklarında uygulamaların süre ve türüne göre optimum oranda zedelemeye, tohum çimlendikten sonra da, gelişimin devam edebileceği; ancak bu durumun hatlar ve uygulamalara göre oldukça değiştiği, ve bundan dolayı dormansinin deneme materyali olana tür, çeşit veya hatlar açısından iyi tanınması gerektiğini vurgulayarak; genelde tohum kabuğunun kimyasal veya fiziksel yollarla aşındırmanın, çimlenmeyi kolaylaştırıcı etki yaptığını ve

testanın suyu geçirgen hale gelmesi; özellikle zımparalama ve sodyum hipoklorit uygulamalarının çimlenmenin gerçekleşmesini sağladığı gibi çimlenme hızı, kök ve sürgün uzunluğı, sürgün yaş ağırlığı ile çimlenme oranını arttırdığını bildirmişlerdir.



3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Çalışmamız iki aşamada gerçekleştirilmiş olup, T.C. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Tohum Laboratuvarı, İklim odası ile Araştırma Alanları ile T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara, Tarım Alet ve Makine Test Merkezi Müdürlüğünde (TAMTEST) 2022/2023 yıllarında gerçekleştirilmiş; çimlendirme denemeleri kontrollü sıcaklık çimlendirme kabinlerinde yapılmıştır. İlk aşamada, piyasadan 2021 yılı ekim ayı paketlenme tarihli Matador ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) çeşidi sağlanmış olup, ikinci aşamada 2021 yılı ekim ayı ve 2022 yılı Ocak ayı paketlenme tarihli (10) adet aynı çeşide ait ticari tohum partisi (lot) kullanılmıştır. Araştırmamızda kullanılan çeşit ve partilere ait ayrıntılar çizelge 3.2’de verilmiştir. Uygulamalar öncesinde tohumlar yüzey dezenfeksiyonu için %1’lik sodyum hipoklorit içerisinde 5 dakika oda sıcaklığında bekletildikten sonra oda sıcaklığında 24 saat kurutulmuştur.

3.2 Yöntem

3.2.1 Birinci aşama; çimlenme üzerine en etkili uygulama metodunun belirlenmesi

3.2.1.1 Mekanik aşındırma (MA)

Tarım Alet ve Test Merkezi Müdürlüğünün Şaft atölyesindeki mafsallı mil dinamik deney standı kullanılarak tohumlar, 100 mm çapında ve 111 mm yüksekliğindeki 0.8 L hacmindeki kabın iç yüzeyi tek katman olarak P80 zımpara kâğıdı ile kaplanarak oluşturulan aşındırıcı kabın içine yerleştirilerek 60, 120, 180 ve 240 dakika sürelerde ve 50, 70, 90 ve 140 devir/dakika’ da dönme hızıyla mekanik olarak aşındırılmıştır (Şekil 3.1). Uygulama mafsallı milin devir hızının ayarlanması ile yapılmıştır. Her uygulama sürecinde kaba 10 g tohum yerleştirilmiştir. Uygulama oda sıcaklığında yapılmıştır. Uygulama sonrası tohumlar aşındırıcı kaptan çıkarılmıştır.



Şekil 3.1 Mekanik aşındırma sistemi ve aşındırıcı kabın görünümü

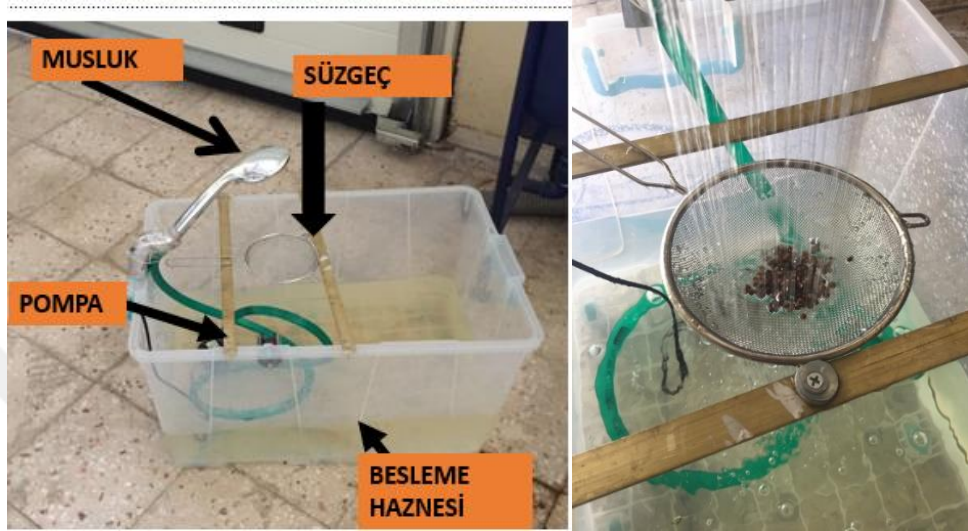


Şekil 3.2 Aşındırma öncesi (solda) Aşındırma sonrası (sağda)

3.2.1.2 Tohum yıkama (TY)

Bu uygulama, su içine yerleştirilmiş devir-daim pompası ile beslenen musluktan akan suyun, süzgece yerleştirilmiş tohumları yıkayarak, tekrardan besleme haznesine boşaltılması prensibine dayanmaktadır (Şekil 3.3). Uygulamada, 64 x 44 x 35 cm boyutlarındaki plastik kaba, 40 litre su ilave edilmiş olup, her uygulamadan sonra kullanılan su yenilenmiştir. Bu aşamada tohumlar (4 g tohum), 60, 120, 180 ve 240 dakika süreyle süzgeç üzerinde tutularak, yıkama yapılmıştır. Uygulamada yıkama

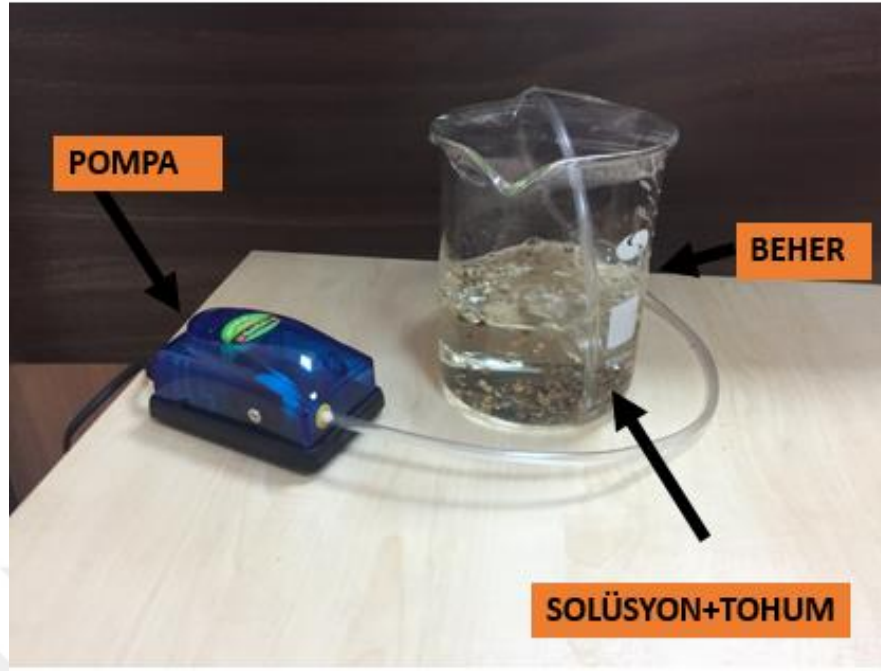
süreleri TY’den sonra eklenerek TY60, TY120, TY180 ve TY240 olarak ifade edilmiştir. Tohum yıkama işlemi 1600 ml debide tohumun çeşme suyundan geçirilmesiyle yapılmıştır. Uygulama sonrası tohumlar 24 saat oda sıcaklığında kurutma kağıtları üzerinde kurutulmuştur.



Şekil 3.3 Tohum yıkama düzeneğinin görünümü

3.2.1.3 Kimyasal aşındırma (KA)

Ispanak tohumlarına kimyasal aşındırma işlemi 60, 120, 180, 240 ve 300 dakika süreyle %1’ lik NaOCl (Sodyum hipoklorit) ile uygulanmış ve işlem sırasında sıvı ortama akvaryum pompası (AQUARIUN AIR PUMP RS-518 A, 2.5L/dakika) ile hava pompalanmıştır (Şekil 3.4). Kimyasal aşındırma sıvısı (%1 NaOCl) ticari solüsyonun (Domestos) 1/5 oranında seyreltilmesiyle hazırlanmıştır. Aşındırma işlemi tohum ağırlığının 5 katı kadar sıvıyla (10 gr tohum/50ml sıvı) erlenlere koyarak oda sıcaklığında yapılmıştır. Aşındırma sonrasında tohumlar çeşme suyunda 30 saniye akan suda yıkanıp, oda sıcaklığında, 24 saat kurutma kağıtları içinde kurutulmuştur. KA uygulamaları KA60, KA120, KA180, KA240 ve KA300 olarak ifade edilmiştir.



Şekil 3.4 Kimyasal aşındırma düzeneğinin görünümü

3.2.1.4 Suda tutma (ST)

Suda tutma uygulamasında tohumlar 60, 120, 180, 240 dakika saf suda oda sıcaklığında bekletilmiştir. Saf su tohum ağırlığının 5 katı olarak (10g/50ml) hazırlanmıştır. Uygulama sonrası tohumlar 24 saat boyunca oda sıcaklığında kurutma kağıdı içerisinde kurutulmuştur.

Hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar kontrol olarak kabul edilmiştir.

Araştırmanın birinci aşamasında çizelge 3.1’ de belirtildiği şekilde toplamda 113 adet örnekte mekanik aşındırma (MA), tohum yıkama (TY), kimyasala aşındırma (KA) ve kombinasyon uygulamaları yapılmış olup, bunlar; 16 mekanik aşındırma, 5 kimyasal aşındırma, 4 yıkama, 4 suda tutma, 16 mekanik aşındırma X 4 yıkama kombinasyonu (64 örnek), 5 kimyasal aşındırma X 4 yıkama kombinasyonu (20 örnek), olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan yöntemlerin tekli ve çoklu kombinasyonları

YÖNTEMLER		
MEKANİK AŞINDIRMA (MA)	MA60+50	Mekanik aşındırma 60 dakika+50 devir/dakika
	MA60+70	Mekanik aşındırma 60 dakika+70 devir/dakika
	MA60+90	Mekanik aşındırma 60 dakika+90 devir/dakika
	MA60+140	Mekanik aşındırma 60 dakika+140 devir/dakika
	MA120+50	Mekanik aşındırma 120 dakika+50 devir/dakika
	MA120+70	Mekanik aşındırma 120 dakika+70 devir/dakika
	MA120+90	Mekanik aşındırma 120 dakika+90 devir/dakika
	MA120+140	Mekanik aşındırma 120 dakika+140 devir/dakika
	MA180+50	Mekanik aşındırma 180 dakika+50 devir/dakika
	MA180+70	Mekanik aşındırma 180 dakika+70 devir/dakika
	MA180+90	Mekanik aşındırma 180 dakika+90 devir/dakika
	MA180+140	Mekanik aşındırma 180 dakika+140 devir/dakika
	MA240+50	Mekanik aşındırma 240 dakika+50 devir/dakika
	MA240+70	Mekanik aşındırma 240 dakika+70 devir/dakika
	MA240+90	Mekanik aşındırma 240 dakika+90 devir/dakika
	MA240+140	Mekanik aşındırma 240 dakika+140 devir/dakika

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan yöntemlerin tekli ve çoklu kombinasyonları (devam)

MEKANİK AŞINDIRMA (MA) VE TOHUM YIKAMA (TY)	MA60+50/TY60	Mekanik aşındırma 60 dakika+50 devir/dakika /Tohum yıkama 60 dakika
	MA60+50/TY120	Mekanik aşındırma 60 dakika+50 devir/dakika /Tohum yıkama 120 dakika
	MA60+50/TY180	Mekanik aşındırma 60 dakika+50 devir/dakika /Tohum yıkama 180 dakika
	MA60+50/TY240	Mekanik aşındırma 60 dakika+50 devir/dakika /Tohum yıkama 240 dakika
	MA60+70/TY60	Mekanik aşındırma 60 dakika+70 devir/dakika /Tohum yıkama 60 dakika
	MA60+70/TY120	Mekanik aşındırma 60 dakika+70 devir/dakika /Tohum yıkama 120 dakika
	MA60+70/TY180	Mekanik aşındırma 60 dakika+70 devir/dakika /Tohum yıkama 180 dakika
	MA60+70/TY240	Mekanik aşındırma 60 dakika+70 devir/dakika /Tohum yıkama 240 dakika
MEKANİK AŞINDIRMA (MA) VE TOHUM YIKAMA (TY)	MA60+90/TY60	Mekanik aşındırma 60 dakika+90 devir/dakika /Tohum yıkama 60 dakika
	MA60+90/TY120	Mekanik aşındırma 60 dakika+90 devir/dakika /Tohum yıkama 120 dakika
	MA60+90/TY180	Mekanik aşındırma 60 dakika+90 devir/dakika /Tohum yıkama 180 dakika
	MA60+90/TY240	Mekanik aşındırma 60 dakika+90 devir/dakika /Tohum yıkama 240 dakika
	MA60+140/TY60	Mekanik aşındırma 60 dakika+140 devir/dakika/ Tohum yıkama 60 dakika
	MA60+140/TY120	Mekanik aşındırma 60 dakika+140 devir/dakika /Tohum yıkama 120 dakika
	MA60+140/TY180	Mekanik aşındırma 60 dakika+140 devir/dakika /Tohum yıkama 180 dakika
	MA60+140/TY240	Mekanik aşındırma 60 dakika+140 devir/dakika /Tohum yıkama 240 dakika
	MA120+50/TY60	Mekanik aşındırma 120 dakika+50 devir/dakika /Tohum yıkama 60 dakika
	MA120+50/TY120	Mekanik aşındırma 120 dakika+50 devir/dakika /Tohum yıkama 120 dakika
	MA120+50/TY180	Mekanik aşındırma 120 dakika+50 devir/dakika /Tohum yıkama 180 dakika
	MA120+50/TY240	Mekanik aşındırma 120 dakika+50 devir/dakika/ Tohum yıkama 240 dakika
	MA120+70/TY60	Mekanik aşındırma 120 dakika+70 devir/dakika/ Tohum yıkama 60 dakika
	MA120+70/TY120	Mekanik aşındırma 120 dakika+70 devir/dakika/ Tohum yıkama 120 dakika

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan yöntemlerin tekli ve çoklu kombinasyonları (devam)

MEKANİK AŞINDIRMA (MA) VE TOHUM YIKAMA (TY)	MA120+70/TY180	Mekanik aşındırma 120 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA120+70/TY240	Mekanik aşındırma 120 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA120+90/TY60	Mekanik aşındırma 120 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA120+90/TY120	Mekanik aşındırma 120 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA120+90/TY180	Mekanik aşındırma 120 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA120+90/TY240	Mekanik aşındırma 120 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA120+140/TY60	Mekanik aşındırma 120+140 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA120+140/TY120	Mekanik aşındırma 120 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA120+140/TY180	Mekanik aşındırma 120 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA120+140/TY240	Mekanik aşındırma 120 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
MEKANİK AŞINDIRMA (MA) VE TOHUM YIKAMA (TY)	MA180+50/TY60	Mekanik aşındırma 180 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA180+50/TY120	Mekanik aşındırma 180 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA180+50/TY180	Mekanik aşındırma 180 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA180+50/TY240	Mekanik aşındırma 180 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA180+70/TY60	Mekanik aşındırma 180 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA180+70/TY120	Mekanik aşındırma 180 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA180+70/TY180	Mekanik aşındırma 180 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA180+70/TY240	Mekanik aşındırma 180 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA180+90/TY60	Mekanik aşındırma 180 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA180+90/TY120	Mekanik aşındırma 180 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA180+90/TY180	Mekanik aşındırma 180 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA180+90/TY240	Mekanik aşındırma 180 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan yöntemlerin tekli ve çoklu kombinasyonları (devam)

MEKANİK AŞINDIRMA (MA) VE TOHUM YIKAMA (TY)	MA180+140/TY60	Mekanik aşındırma 180 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA180+140/TY120	Mekanik aşındırma 180 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA180+140/TY180	Mekanik aşındırma 180 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA180+140/TY240	Mekanik aşındırma 180 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA240+50/TY60	Mekanik aşındırma 240 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA240+50/TY120	Mekanik aşındırma 240 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA240+50/TY180	Mekanik aşındırma 240 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA240+50/TY240	Mekanik aşındırma 240 dakika+50 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA240+70/TY60	Mekanik aşındırma 240 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA240+70/TY120	Mekanik aşındırma 240 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA240+70/TY180	Mekanik aşındırma 240 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA240+70/TY240	Mekanik aşındırma 240 dakika+70 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA240+90/TY60	Mekanik aşındırma 240 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA240+90/TY120	Mekanik aşındırma 240 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA240+90/TY180	Mekanik aşındırma 240 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA240+90/TY240	Mekanik aşındırma 240 dakika+90 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	MA240+140/TY60	Mekanik aşındırma 240 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	MA240+140/TY120	Mekanik aşındırma 240 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	MA240+140/TY180	Mekanik aşındırma 240 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	MA240+140/TY240	Mekanik aşındırma 240 dakika+140 devir/dakika/Tohum yıkama 240 dakika
KİMYASAL AŞINDIRMA (KA)	KA60	Kimyasal aşındırma 60 dakika
	KA120	Kimyasal aşındırma 120 dakika

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan yöntemlerin tekli ve çoklu kombinasyonları (devam)

	KA180	Kimyasal aşındırma 180 dakika
	KA240	Kimyasal aşındırma 240 dakika
	KA300	Kimyasal aşındırma 300 dakika
KİMYASAL AŞINDIRMA (KA) VE TOHUM YIKAMA	KA60+TY60	Kimyasal aşındırma 60 dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	KA60+TY120	Kimyasal aşındırma 60 dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	KA60+TY180	Kimyasal aşındırma 60 dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	KA60+TY240	Kimyasal aşındırma 60 dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	KA120+TY60	Kimyasal aşındırma 120 dakika/Tohum yıkama 60 dakika
	KA120+TY120	Kimyasal aşındırma 120 dakika/Tohum yıkama 120 dakika
	KA120+TY180	Kimyasal aşındırma 120 dakika/Tohum yıkama 180 dakika
	KA120+TY240	Kimyasal aşındırma 120 dakika/Tohum yıkama 240 dakika
	KA180+TY60	Kimyasal aşındırma 180 dakika+ Tohum yıkama 60 dakika
	KA180+TY120	Kimyasal aşındırma 180 dakika+ Tohum yıkama 120 dakika
	KA180+TY180	Kimyasal aşındırma 180 dakika+ Tohum yıkama 180 dakika
	KA180+TY240	Kimyasal aşındırma 180 dakika+ Tohum yıkama 240 dakika
KİMYASAL AŞINDIRMA (KA) VE TOHUM YIKAMA (TY)	KA240+TY60	Kimyasal aşındırma 240 dakika+ Tohum yıkama 60 dakika
	KA240+TY120	Kimyasal aşındırma 240 dakika+ Tohum yıkama 120 dakika
	KA240+TY180	Kimyasal aşındırma 240 dakika+ Tohum yıkama 180 dakika
	KA240+TY240	Kimyasal aşındırma 240 dakika+ Tohum yıkama 240 dakika
	KA300+TY60	Kimyasal aşındırma 300 dakika + Tohum yıkama 60 dakika
	KA300+TY120	Kimyasal aşındırma 300 dakika + Tohum yıkama 120 dakika
	KA300+TY180	Kimyasal aşındırma 300 dakika + Tohum yıkama 180 dakika

Çizelge 3.1 Araştırmanın birinci aşamasında kullanılan yöntemlerin tekli ve çoklu kombinasyonları (devam)

	KA300+TY240	Kimyasal aşındırma 300 dakika + Tohum yıkama 240 dakika
TOHUM YIKAMA (TY)	TY60	Tohum yıkama 60 dakika
	TY120	Tohum yıkama 120 dakika
	TY180	Tohum yıkama 180 dakika
	TY240	Tohum yıkama 240 dakika
SUDA TUTMA (ST)	ST60	Suda tutma 60 dakika
	ST120	Suda tutma 120 dakika
	ST180	Suda tutma 180 dakika
	ST240	Suda tutma 240 dakika
İşlem görmemiş	Kontrol	

3.2.1.5 Tohumda neminin belirlenmesi

On farklı tohum partisinin, tohumlarının nem içeriği “Yüksek Sabit Sıcaklık Fırın” yöntemine göre belirlenmiştir (ISTA, 2022). İki (2) tekrarlamalı yapılan analizde her bir tekrarlamada da 4.5 g tohum örneği 130-133°C sıcaklıkta 1 saat ± 3 dakika etüvde tutulmuştur. Örnekler etüvden çıkarıldıktan sonra 40’ desikatörün içinde silika jel (nem çekici) üzerinde tutulmuş ve nem dengesinde oluşabilecek değişimler engellenmiştir. Tohum nem içeriği aşağıdaki formülle (%) biriminden hesaplanmıştır (ISTA, 2022).

$$\text{Tohum Nemi (\%)} = \frac{(\text{Başlangıç örnek ağırlığı(g)} - \text{Kurutmadan sonraki örnek ağırlığı, g})}{\text{g}} \times 100$$

Başlangıç örnek ağırlığı(g)



Şekil 3.5 Tohum nem tayininin yapılışı

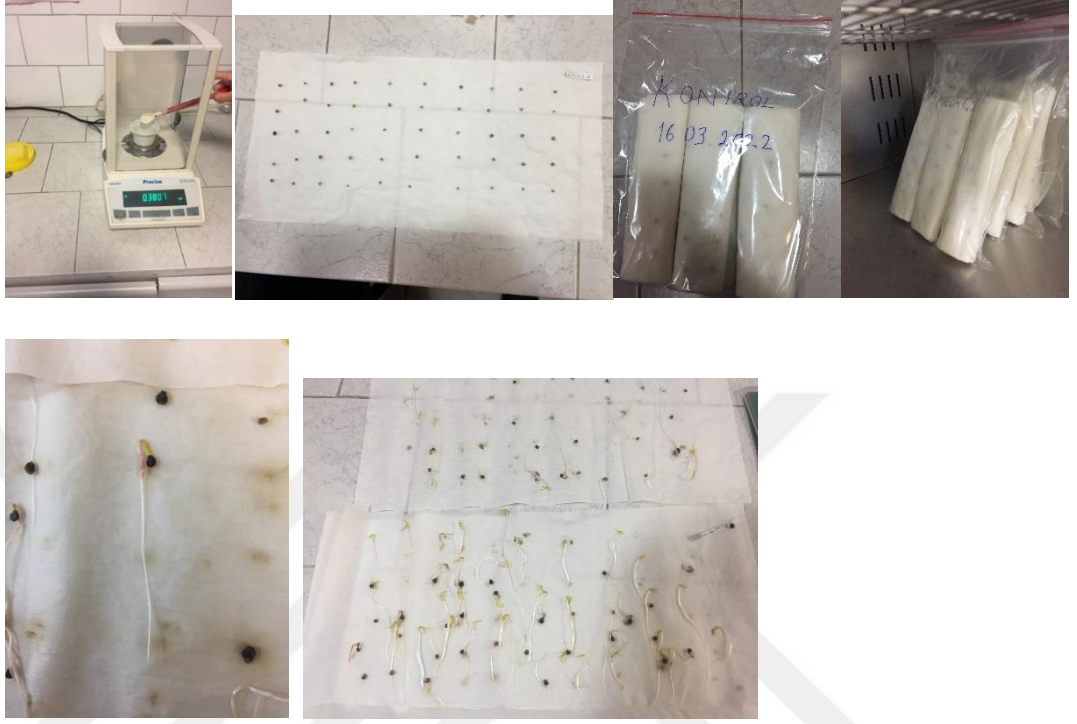


Şekil 3.6 Tohum boyutlarının görünümü

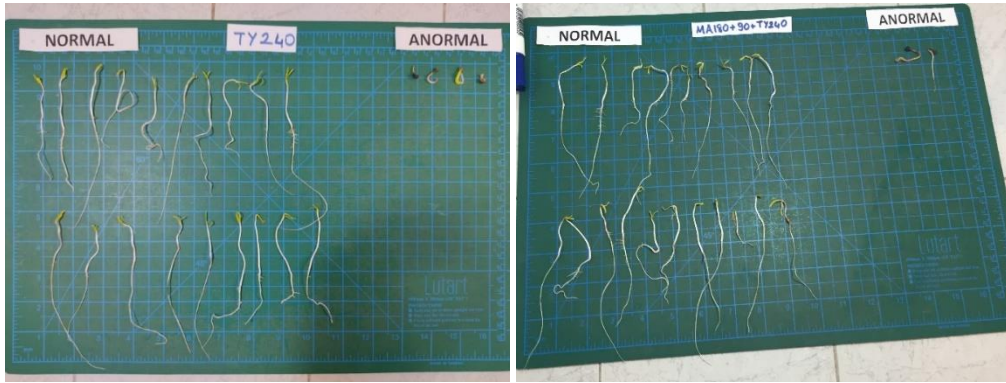
3.2.1.6 Çimlenme testi (Toplam, TÇ; Normal NÇ, %)

Ispanak tohumlarının 113 uygulamanın kontrolle beraber canlılıklarını belirlemek için, ISTA (2022)'da belirtilen çimlendirme testi metodu kullanılmıştır. Kontrol (hiç uygulama yapılmamış) ve uygulama yapılmış tohumlar, 3 tekrarlamalı ve her bir tekrarlamada 50 adet tohum olarak, nemli kaba filtre kâğıtlar (2 adet alta bir üste) arasına yerleştirilerek, 15°C sıcaklıktaki inkübatörde 21 gün süre ile karanlıkta çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Test boyunca çimlendirme ortamından nem kaybını önlemek amacıyla rulo yapılmış kâğıtlar plastik torbalarda tutulmuştur. Çimlendirme testi süresince sayımlar iki günde bir yapılmıştır. Kökçük uzunluğu (radicle) 2 mm olan tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir. Test sonunda günlük sayımlar toplanarak ve tekrarlamaların aritmetik

ortalaması alınmış ve canlılık (%) olarak ifade edilmiştir. Ayrıca test süresinin sonunda çimlenen tohumlarda, NÇ değerleri de (%) belirlenmiştir.



Şekil 3.7 Çimlendirme testinin yapılması



Şekil 3.8 Normal çimlenme sayımları

3.2.1.7 Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)

Çimlendirme denemesi sırasında yapılan iki günlük sayımlardan yararlanılarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Demir vd. 2008)

$$MGT = \frac{\sum n.D}{\sum n}$$

Formülde; MGT: Ortalama çimlenme zamanı (gün), n: D. günde çimlenen tohum sayısı, D: Çimlenme başlangıcından itibaren geçen gün sayısını ifade etmektedir

3.2.2 İkinci aşama; ticari tohum partilerinde belirlenen yöntemler ile yapılan uygulamalar ve değerlendirme parametreleri

Araştırmanın ikinci aşamasında, birinci aşamada uyguladığımız 113 adet örnekte iyi sonuç aldığımız ve kolay şekilde uygulanabilecek yöntemlerden mekanik aşındırma uygulamasından MA60+90 (Mekanik aşındırma 60 dakika ve 90 devir/dakika) ve tohum yıkama uygulamasından TY60 (60 dakika tohum yıkama) uygulamalarının ticari tohum partilerine uygulanmasına karar verilmiştir. Belirtilen uygulamalar hem uygulama zamanı hem de sonuçları itibarıyla ideal olarak değerlendirilmiştir. İkinci aşamada 10 tohum partisi kullanılmış ve bunlar çizelge 3.2’de belirtilen tarihlerde paketlenen lotlar olmuştur.

Kontrol tohumları birinci aşamadakine benzer olarak hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.2 Araştırmada kullanılan lotlar ve paketleme tarihi

Lot	Tohum	Çeşit	Paketleme	Fungusit
1	9.21	Matador	Ekim 2021	+
2	9.89	Matador	Ocak 2022	+
3	10.68	Matador	Ocak 2022	+
4	9.59	Matador	Ocak 2022	+
5	9.49	Matador	Ocak 2021	+
6	9.44	Matador	Ocak 2022	+
7	9.33	Matador	Ocak 2022	+
8	10.78	Matador	Ocak 2022	+
9	4.93	Matador	Ekim 2021	+
10	10.85	Matador	Ekim 2021	+

3.2.2.1 Mekanik aşındırma

Ticari tohum partilerine mekanik aşındırma uygulaması (MA60+90) bölüm 3.2.1.1’de tanımlandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.2.2 Tohum yıkama

Ticari tohum partilerine tohum yıkama uygulaması bölüm 3.2.1.2’de tanımladığı şekilde 60 dakika olarak (TY60) yapılmıştır.

3.2.2.3 Tohum neminin belirlenmesi

Ticari tohum partilerinde başlangıç tohum nemi belirleme işlemi bölüm 3.2.1.5’de tanımlandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.2.4 Çimlenme testi (TÇ, NÇ,%)

Ticari tohum partilerinin çimlendirme testi bölüm 3.2.1.6’da tanımlandığı şekilde yapılmıştır.

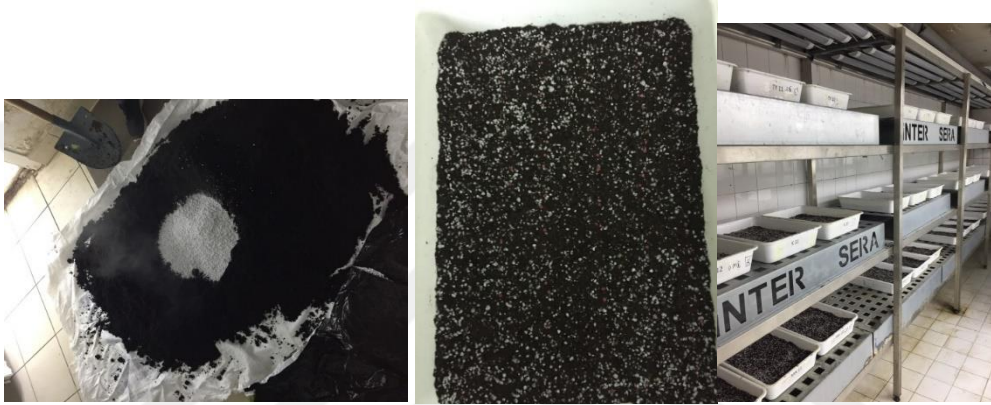
3.2.2.5 Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün)

Ticari tohum partilerinin ortalama çimlenme zamanı tespiti bölüm 3.2.1.7’de tanımlandığı şekilde yapılmıştır.

3.2.2.6 İklim odasında fide çıkış oranı (FÇO,%)

Piyasadan temin edilen 10 adet ticari tohum partisine (lot) MA60+90 ve TY60 uygulamaları yapılmıştır. Ticari tohum partilerinden 4 tekrarlamalı 50 adet tohum, tohumlar 1:2 oranında Perlit: Torf konulan fide kaplarına ekilerek fide çıkış denemesi yapılmıştır. Fide kaplarına ekilen tohumlar 22 ± 2 °C olarak ayarlanabilen iklim odasına yerleştirildikten sonra çıkışlar günlük olarak sayılmıştır. Çıkış denemeleri çıkış olmayan güne kadar (14 gün) sürdürülmüştür. Deneme süresince ışık yoğunluğu $72, \mu\text{m}^2\text{s}^{-1}$ ve

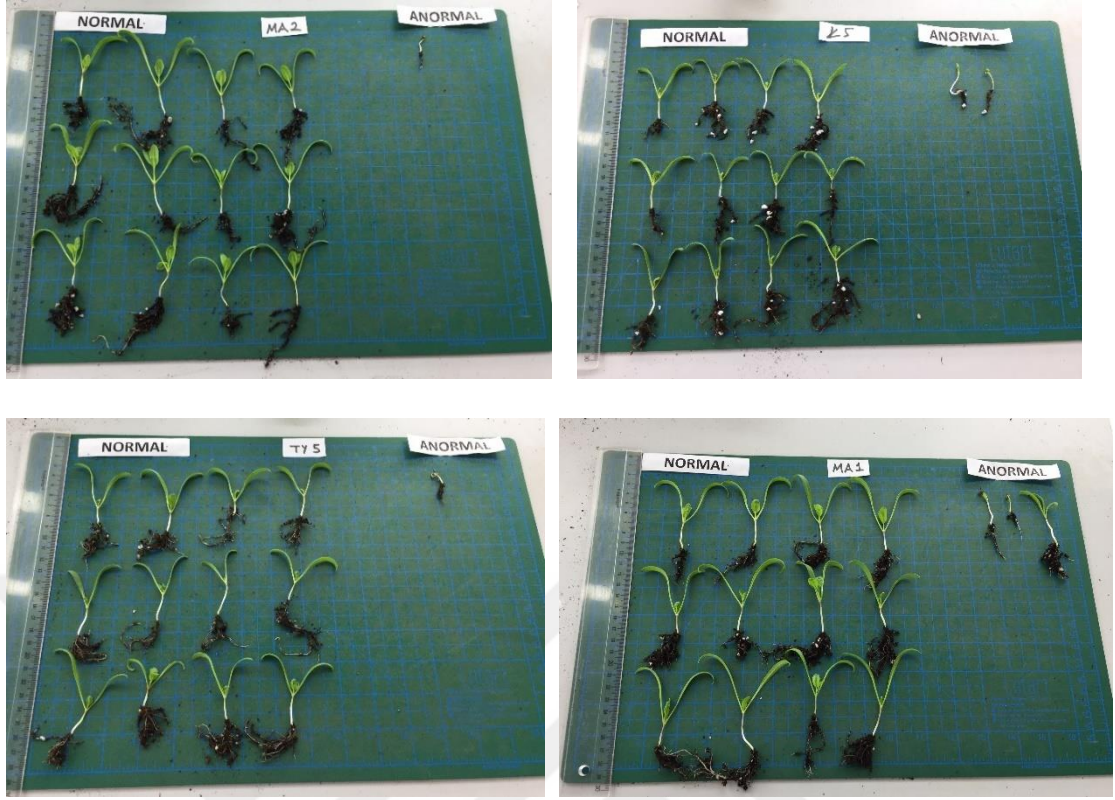
ışıklandırma süresi 12 saat aydınlık, 12 saat karanlık olarak düzenlenmiştir. Çıkış oranı (%) olarak günlük sayımlarla belirlenmiştir. Toprak yüzeyine çıkan fideler çıkmış olarak kabul edilmiştir. Deneme sonunda fideler normal ve anormal (kökçük veya sürgünü oluşmamış, camsı, kendi etrafında spiral oluşturmuş kökçüğe sahip olan, kotiledon yapraklarında nekrozlar saptanan veya hiç gelişmemiş, tohum kabuğundan ayrılamayan) olarak sınıflandırılmıştır. Uygulama yapılmayan tohumlar kontrol olarak değerlendirilmiştir (Şekil 3.9-3.10).



Şekil 3.9 Fide çıkış testinin yapılışı



Şekil 3.9 Fide çıkış testinin yapılışı (devam)



Şekil 3.10 Normal (solda) ve anormal (sağda) fide örnekleri

3.2.2.7 Ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ, gün)

Ortalama fide çıkış zamanı deneme sırasında yapılan iki günlük sayımlardan yararlanılarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Demir vd. 2008)

$$OFÇZ = \frac{\sum n.D}{\sum n}$$

Formülde; OFÇZ: Ortalama fide çıkış zaman (gün), n: D. günde çıkan fide sayısı, D: Çıkış için ekim tarihinden itibaren geçen gün sayısını ifade etmektedir.

3.2.2.8 Fide yaş ağırlığı (FYA, mg/bitki)

Her tekrarlama her uygulamada grubu en iyi temsil eden 20 adet fidede (5 x4 tekrar) yapılmıştır. Çıkış denemesi tamamlandıktan sonra, fideler ortamdan çıkarılmış ve toprak üstü kısmı ayrıldıktan (yıkandıktan) sonra yaş ağırlıkları mg/bitki olarak ölçülmüştür. Her uygulamada değerler 20 adet fidenin ortalaması olarak verilmiştir (Demir vd. 2008)

3.2.2.9 Fide kuru ağırlığı (FKA, mg/bitki)

Her uygulamadan 20 adet fidede (5 x 4 tekrarlar) bitkiler 80 °C’de 24 saat kurutulduktan sonra mg/fide olarak belirlenmiştir (Şekil 3.11). Sonuçlar 20 adet fidenin ortalaması olarak verilmiştir (Demir vd. 2008)



Şekil 3.11 Fide yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenmesi

3.2.2.10 Tarla fide çıkışı (TFC, %)

Bu araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü’nün üretim ve araştırma alanlarında gerçekleştirilmiştir. Piyasadan temin edilen 10 adet ticari tohum partisine MA60+90, TY60 uygulamaları yapıp, kontrol grubu tohumları ile birlikte (4) tekrarlamalı ve her tekrarlama 50 tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme deseninde, sıra arası 75 cm, sıra üzeri 2 cm verilerek, (3-5) cm derinlikte, Ekim 2022 tarihinde ekilerek tarla koşullarında çıkış testleri yapılmıştır. Tarla çıkış testleri 30 gün sürdürülmüş ve kotiledonlar toprak yüzeyine paralel hale gelen fidelerin günlük olarak sayılmasıyla tarla çıkışı (%) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Tarla çıkış testinin yapılması

3.2.2.11 Ortalama tarla çıkış zamanı (OTÇZ, gün)

Ortalama tarla çıkış zamanı deneme sırasında yapılan iki günlük sayımlardan yararlanılarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Demir vd. 2008).

$$OTÇZ = \frac{\sum n.D}{\sum n}$$

Formülde; OTÇZ: Ortalama fide çıkış zamanı (gün), n: D. günde çıkan fide sayısı, D: Çıkış için ekim tarihinden itibaren geçen gün sayısını ifade etmektedir.

3.2.3 İstatistiksel analiz ve verilerin değerlendirilmesi

Araştırma sonunda elde edilen veriler, varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farklılıkların önem düzeylerini belirleyebilmek için Tukey Testi kullanılmıştır. Denemenin ilk aşamasında olan en iyi yöntemin belirlenmesi amacıyla uygulama yapılan 113 adet yöntemin istatistiksel hesaplamaları JMP istatistik programı ile yapılmış olup, denemenin diğer istatistiksel hesaplamaları MSTAT-C paket programı ile yapılmıştır. İstatistiksel farklılıklar %5 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir. Yüzde değerler analiz öncesi aı transformasyonuna tabi tutulmuştur.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 Birinci Aşama: Çimlenme Üzerine Tohum Uygulamalarının Etkisi

Araştırmada MA, TY, KA, suda tutma (ST) ve kombinasyon uygulamaları yapılmıştır. Bunlar; farklı süre ve kombinasyonlarda 16 MA, 5 KA, 4 TY, 4 ST, 16 MA X 4 yıkama kombinasyonu (64 kombinasyon), 5 KA X 4 TY kombinasyonudur (20 kombinasyon). Toplamda 113 farklı işlemi oluşturmuş olup ıspanak tohumlarına uygulandığında, tohumların TÇO, kontrol tohumlarına göre istatistiksel olarak 108 uygulamada ($P \leq 0.05$) önemli bir artış görülürken 5 uygulamada istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇO %86 iken, MA60+50 uygulaması yapılan tohumların TÇO %83'dür. MA60+50 uygulaması dışındaki diğer 112 uygulamanın toplam çimlenme oranı kontrol tohumlarına göre daha yüksek oranda çimlenme göstermiştir. Uygulamalar bazında toplam çimlenme oranını incelediğimizde; 16 farklı MA uygulamasının 14 ü kontrol tohumlarına göre istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir ($P \leq 0.05$). MA uygulamalarının TÇO %83 ile %99 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı MA60+90 ve MA180+90 uygulamalarında elde edilmiştir. MA+TY kombinasyonu 64 farklı şekilde yapılmış olup, 63'ü kontrol tohumlarına göre TÇO'nda istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir ($P \leq 0.05$). MA+TY kombinasyonu uygulamalarının toplam çimlenme oranı (90-100)% arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı %100 TÇO ile MA60+90/TY60, MA120+70/TY240 ve MA240+70/TY180 uygulamalarında elde edilmiştir.

KA uygulaması 5 farklı şekilde yapılmış olup, 4'ü kontrol tohumlarına göre toplam çimlenme oranı istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir ($P \leq 0.05$). KA uygulamalarının TÇO (90-98)% arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı KA300 uygulamasında elde edilmiştir. KA+TY kombinasyonu 20 farklı şekilde yapılmış olup, 19'u kontrol tohumlarına göre TÇO istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir ($P \leq 0.05$). KA+TY kombinasyonu uygulamalarının TÇO (90-99)% arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı KA180/TY120 ve KA180/TY240 uygulamalarında elde edilmiştir. TY uygulaması 4 farklı şekilde yapılmış olup, tüm uygulamalar kontrol tohumlarına göre toplam çimlenme oranı istatistiksel olarak önemli bir artış gösterirken,

4 yıkama uygulaması da istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). TY uygulamalarının TÇO %96 ile %99 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı TY240 uygulamasında elde edilmiştir. ST uygulaması 4 farklı şekilde yapılmış olup, 3'ü kontrol tohumlarına göre TÇO istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiş ($P \leq 0.05$), bu uygulamalar toplam çimlenme oranı %91 ile %97 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı ST120 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Farklı uygulamaların (MA:Mekanik aşındırma, TY: Tohum yıkama, KA: Kimyasal aşındırma, ST: Suda tutma) ıspanak tohumlarının 15°C sıcaklıkta toplam çimlenme (TÇ %), normal çimlenme (NÇ %) ve ortalama çimlenme zamanına (OÇZ gün) etkisi, uygulamalarda belirtilen ilk değer uygulama süresini (dakika) sonraki değer ise devri (devir/dakika) ifade etmektedir.

	UYGULAMA	Çimlenme parametreleri		
		TÇ (%)	NÇ (%)	OÇZ (gün)
-----MEKANİK AŞINDIRMA SÜRE+DEVİR-----	MA60+50	83±6.4 ^l	79±4.1 ⁿ	6.20±0.26 ^s
	MA60+70	93±3.1 ^{e-1}	87±1.1 ^{h-1}	5.53±0.20 ^{k-o}
	MA60+90	99±1.1 ^{ab}	95±1.1 ^{a-d}	5.37±0.05 ^{f-1}
	MA60+140	97±1.1 ^{a-d}	95±1.1 ^{a-d}	5.83±0.32 ^{p-r}
	MA120+50	91±5 ^{g-j}	88±4 ^{g-l}	5.53±0.23 ^{k-o}
	MA120+70	95±4.1 ^{b-g}	89±5 ^{e-1}	5.57±0.11 ^{l-o}
	MA120+90	97±1.1 ^{a-d}	95±3.1 ^{a-c}	5.33±0.20 ^{e-1}
	MA120+140	94±4 ^{d-1}	85±2.3 ^{kl}	5.73±0.15 ^{o-r}
	MA180+50	97±4.1 ^{a-e}	93±4.1 ^{a-g}	5.33±0.25 ^{e-1}
	MA180+70	97±2.3 ^{a-d}	91±1.1 ^{b-1}	5.53±0.05 ^{k-o}
	MA180+90	99±2.3 ^{a-c}	91±1.1 ^{b-1}	5.43±0.05 ^{h-m}
	MA180+140	96±4 ^{a-f}	93±3.1 ^{a-g}	5.40±0.26 ^{g-1}
	MA240+50	97±3 ^{a-e}	91±5 ^{b-1}	5.70±0.30 ^{n-q}
	MA240+70	88±3.4 ^{jk}	86±2 ^{j-1}	5.93±0.11 ^r
	MA240+90	96±4 ^{a-f}	89±4.1 ^{f-1}	5.63±0.15 ^{m-p}
	MA240+140	95±3.1 ^{c-h}	92±0 ^{a-h}	5.87±0.11 ^{q-r}
	MA60+50/TY60	95±1.1 ^{b-g}	92±0 ^{a-h}	5.40±0.20 ^{g-1}
	MA60+50/TY120	95±4.1 ^{b-g}	92±3.4 ^{a-h}	5.23±0.15 ^{c-h}

Çizelge 4.1 Farklı uygulamaların (MA:Mekanik aşındırma, TY: Tohum yıkama, KA: Kimyasal aşındırma, ST: Suda tutma) ıspanak tohumlarının 15°C sıcaklıkta toplam çimlenme (TÇ %), normal çimlenme (NÇ %) ve ortalama çimlenme zamanına (OÇZ gün) etkisi (devam)

M E K A N İ K A Ş I N D I R M A / T O H U M Y I K A M A	MA60+50/TY180	99±1.1 ^{ab}	96±2 ^{ab}	5.37±0.05 ^{f-l}
	MA60+50/TY240	98±2 ^{a-d}	94±4 ^{a-e}	5.27±0.15 ^{c-j}
	MA60+70/TY60	99±1.1 ^{a-c}	95±4.1 ^{a-d}	5.13±0.05 ^{a-e}
	MA60+70/TY120	97±1.1 ^{a-d}	94±2 ^{a-e}	5.17±0.05 ^{a-f}
	MA60+70/TY180	98±0 ^{a-d}	94±2 ^{a-e}	5.13±0.05 ^{a-e}
	MA60+70/TY240	98±2 ^{a-d}	95±1.1 ^{a-c}	5.27±0.05 ^{c-j}
	MA60+90/TY60	100±0 ^a	87±1.1 ^{1-l}	5.10±0.10 ^{a-d}
	MA60+90/TY120	99±1.1 ^{ab}	97±4.1 ^a	5.40±0.10 ^{g-l}
	MA60+90/TY180	97±3.1 ^{a-d}	95±3.1 ^{a-c}	5.23±0.05 ^{c-h}
	MA60+90/TY240	98±2 ^{a-d}	95±1.1 ^{a-d}	5.27±0.05 ^{c-j}
	MA60+140/TY60	98±2 ^{a-d}	84±4 ^{mn}	5.40±0.17 ^{g-l}
	MA60+140/TY120	97±4.1 ^{a-e}	91±2.3 ^{b-1}	5.27±0.05 ^{1-j}
	MA60+140/TY180	97±4.1 ^{a-e}	92±3.4 ^{a-h}	5.40±0.10 ^{g-l}
	MA60+140/TY240	98±2 ^{a-d}	93±1.1 ^{a-g}	5.20±0.10 ^{b-g}
	MA120+50/TY60	99±1.1 ^{a-c}	91±5.7 ^{b-1}	5.17±0.05 ^{a-f}
	MA120+50/TY120	99±2.3 ^{a-c}	96±2 ^{ab}	5.17±0.05 ^{a-f}
	MA120+50/TY180	99±2.3 ^{a-c}	96±2 ^{ab}	5.43±0.15 ^{h-m}
	MA120+50/TY240	98±0 ^{a-d}	90±2 ^{d-k}	5.23±0.05 ^{c-h}
	MA120+70/TY60	98±2 ^{a-d}	95±2.3 ^{a-c}	5.23±0.05 ^{c-h}
	MA120+70/TY120	97±1.1 ^{a-d}	93±1.1 ^{a-f}	5.23±0.05 ^{c-h}
	MA120+70/TY180	99±1.1 ^{ab}	93±2.3 ^{a-f}	5.33±0.05 ^{e-l}
	MA120+70/TY240	100±0 ^a	97±1.1 ^a	5.13±0.05 ^{a-e}
	MA120+90/TY60	99±1.1 ^{a-c}	93±3.1 ^{a-g}	5.10±0.17 ^{ad}
	MA120+90/TY120	97±2.3 ^{a-d}	94±0 ^{a-e}	5.23±0.25 ^{c-h}
	MA120+90/TY180	97±3.1 ^{a-d}	96±2 ^{ab}	5.0±0.10 ^{ab}
	MA120+90/TY240	99±1.1 ^{ab}	96±2 ^{ab}	4.97±0.05 ^a
	MA120+140/TY60	99±1.1 ^{ab}	95±3.1 ^{a-d}	5.23±0.05 ^{c-h}
	MA120+140/TY120	95±1.1 ^{b-g}	91±2.3 ^{c-j}	5.50±0.10 ^{j-n}
	MA120+140/TY180	96±0 ^{a-f}	87±1.1 ^{h-l}	5.37±0.20 ^{f-l}
	MA120+140/TY240	98±0 ^{a-d}	93±1.1 ^{a-f}	5.10±0.17 ^{a-d}

Çizelge 4.1 Farklı uygulamaların (MA:Mekanik aşındırma, TY: Tohum yıkama, KA: Kimyasal aşındırma, ST: Suda tutma) ıspanak tohumlarının 15°C sıcaklıkta toplam çimlenme (TÇ %), normal çimlenme (NÇ %) ve ortalama çimlenme zamanına (OÇZ gün) etkisi (devam)

MA180+50/TY60	99±1.1 ^{a-c}	94±2 ^{a-e}	5.30±0.10 ^{d-j}
MA180+50/TY120	98±3.4 ^{a-d}	93±3.1 ^{a-f}	5.13±0.05 ^{a-e}
MA180+50/TY180	97±2.3 ^{a-e}	91±3.1 ^{c-j}	5.20±0.10 ^{b-g}
MA180+50/TY240	96±2 ^{a-f}	93±2.3 ^{a-g}	5.17±0.15 ^{a-f}
MA180+70/TY60	98±0 ^{a-d}	97±3.1 ^a	5.23±0.11 ^{c-h}
MA180+70/TY120	97±4.6 ^{a-d}	91±2.3 ^{b-i}	5.23±0.15 ^{c-h}
MA180+70/TY180	97±3.1 ^{a-d}	93±1.1 ^{a-g}	5.10±0.10 ^{a-d}
MA180+70/TY240	95±2.3 ^{c-h}	91±6.4 ^{c-j}	5.17±0.11 ^{a-f}
MA180+90/TY60	90±4 ^{i-k}	85±2.3 ^{lm}	5.33±0.23 ^{e-l}
MA180+90/TY120	94±2 ^{d-i}	89±3.1 ^{f-l}	5.33±0.05 ^{e-l}
MA180+90/TY180	98±0 ^{a-d}	95±5 ^{a-d}	5.07±0.11 ^{a-c}
MA180+90/TY240	95±2.3 ^{a-h}	91±3.1 ^{b-i}	5.20±0.17 ^{b-g}
MA180+140/TY60	99±2.3 ^{a-c}	94±2.3 ^{a-e}	5.27±0.11 ^{c-j}
MA180+140/TY120	95±2.3 ^{c-h}	90±1.1 ^{d-k}	5.43±0.05 ^{h-m}
MA180+140/TY180	99±1.1 ^{a-c}	95±5.2 ^{a-c}	5.23±0.11 ^{c-h}
MA180+140/TY240	97±1.1 ^{a-e}	89±5.2 ^{e-l}	5.20±0.17 ^{b-g}
MA240+50/TY60	99±1.1 ^{a-c}	91±1.1 ^{b-i}	5.20±0.10 ^{b-g}
MA240+50/TY120	94±2 ^{d-i}	89±3.1 ^{e-l}	5.30±0.26 ^{d-j}
MA240+50/TY180	97±4.6 ^{a-d}	92±3.4 ^{a-h}	5.30±0.10 ^{d-j}
MA240+50/TY240	97±1.1 ^{a-d}	92±0 ^{a-h}	5.10±0.17 ^{a-d}
MA240+70/TY60	98±2 ^{a-d}	94±2 ^{a-e}	5.23±0.15 ^{c-h}
MA240+70/TY120	97±3.1 ^{a-d}	92±3.4 ^{a-h}	5.17±0.05 ^{a-f}
MA240+70/TY180	100±0 ^a	95±1.1 ^{a-c}	5.43±0.05 ^{h-m}
MA240+70/TY240	97±1.1 ^{a-d}	94±2 ^{a-e}	5.27±0.15 ^{c-j}
MA240+90/TY60	98±2 ^{a-d}	93±1.1 ^{a-g}	5.20±0.17 ^{b-g}
MA240+90/TY120	99±1.1 ^{a-c}	95±1.1 ^{a-c}	5.20±0.10 ^{b-g}
MA240+90/TY180	99±1.1 ^{a-c}	94±2 ^{a-e}	5.23±0.11 ^{c-h}
MA240+90/TY240	98±2 ^{a-d}	95±4.1 ^{a-d}	5.23±0.11 ^{c-h}
MA240+140/TY60	97±1.1 ^{a-e}	93±1.1 ^{a-f}	5.20±0.10 ^{b-g}
MA240+140/TY120	99±1.1 ^{ab}	94±2 ^{a-e}	5.20±0.10 ^{b-g}

Çizelge 4.1 Farklı uygulamaların (MA:Mekanik aşındırma, TY: Tohum yıkama, KA: Kimyasal aşındırma, ST: Suda tutma) ısıpanak tohumlarının 15°C sıcaklıkta toplam çimlenme (TÇ %), normal çimlenme (NÇ %) ve ortalama çimlenme zamanına (OÇZ gün) etkisi (devam)

		98±2 ^{a-d}	93±2.3 ^{a-f}	5.17±0.20 ^{a-f}
	MA240+140/TY240	92±2 ^{f-j}	88±2 ^{g-c}	5.63±0.05 ^{m-p}
KİMYASAL AŞINDIRMA	KA60	95±2.3 ^{b-g}	92±2 ^{a-h}	5.40±0.10 ^{g-l}
	KA120	94±2 ^{d-i}	93±4.1 ^{a-g}	5.10±0.10 ^{a-d}
	KA180	90±6 ^{i-k}	87±8 ^{i-l}	5.47±0.15 ^{i-m}
	KA240	95±2.3 ^{c-h}	91±1.1 ^{c-j}	5.40±0.10 ^{g-l}
	KA300	98±2 ^{a-d}	95±4.1 ^{a-d}	5.37±0.20 ^{e-l}
KİMYASAL AŞINDIRMA/ TOHUM YIKAMA	KA60/TY60	97±1.1 ^{a-d}	96±2 ^{ab}	5.37±0.05 ^{f-l}
	KA60/TY120	94±2 ^{d-i}	93±4.1 ^{a-g}	5.33±0.05 ^{e-l}
	KA60/TY180	97±4.6 ^{a-d}	95±7.5 ^{a-d}	5.33±0.15 ^{e-l}
	KA60/TY240	93±6.1 ^{e-i}	89±8.3 ^{e-c}	5.40±0.10 ^{g-l}
	KA120/TY60	98±2 ^{a-d}	93±2.3 ^{a-f}	5.33±0.10 ^{e-l}
	KA120/TY120	98±2 ^{a-d}	93±4.1 ^{a-g}	5.33±0.15 ^{el}
	KA120/TY180	97±1.1 ^{a-d}	95±1.1 ^{a-d}	5.40±0.11 ^{g-l}
	KA120/TY240	95±4.1 ^{c-h}	91±5.7 ^{c-j}	5.30±0 ^{d-j}
	KA180/TY60	95±3.1 ^{a-c}	91±5 ^{b-i}	5.30±0.10 ^{d-j}
	KA180/TY120	99±1.1 ^{ab}	96±2 ^{ab}	5.30±0.10 ^{d-j}
	KA180/TY180	95±5 ^{b-g}	91±3.1 ^{b-i}	5.13±0.11 ^{a-e}
	KA180/TY240	99±1.1 ^{ab}	95±1.1 ^{a-c}	5.47±0.05 ^{j-n}
KİMYASAL AŞINDIRMA/ TOHUM YIKAMA	KA240/TY60	96±2 ^{a-f}	91±4.6 ^{c-j}	5.30±0.20 ^{e-l}
	KA240/TY120	97±3 ^{a-d}	97±2.3 ^a	5.40±0.10 ^{g-l}
	KA240/TY180	98±3.5 ^{a-d}	93±3.1 ^{a-f}	5.50±0.10 ^{j-n}
	KA240/TY240	95±2.3 ^{c-h}	89±3.1 ^{e-l}	5.37±0.05 ^{f-l}
	KA300/TY60	95±5 ^{b-g}	92±7.2 ^{a-h}	5.37±0.05 ^{f-l}
	KA300/TY120	93±2.3 ^{e-i}	90±3.4 ^{d-k}	5.23±0.05 ^{c-h}
	KA300/TY180	96±2 ^{a-f}	93±1.1 ^{a-f}	5.40±0 ^{g-l}
	KA300/TY240	90±5.3 ^{i-k}	87±4.1 ^{h-l}	5.33±0.15 ^{e-l}

Çizelge 4.1 Farklı uygulamaların (MA:Mekanik aşındırma, TY: Tohum yıkama, KA: Kimyasal aşındırma, ST: Suda tutma) ıspanak tohumlarının 15°C sıcaklıkta toplam çimlenme (TÇ %), normal çimlenme (NÇ %) ve ortalama çimlenme zamanına (OÇZ gün) etkisi (devam)

TOHUM YIKAMA	TY60	96±3.4 ^{a-f}	96±3.4 ^{ab}	5.23±0.15 ^{c-h}
	TY120	97±4.1 ^{a-e}	93±3.1 ^{a-f}	5.17±0.11 ^{a-f}
	TY180	97±2.3 ^{a-e}	93±3.1 ^{a-f}	5.20±0.10 ^{b-g}
	TY240	99±1.1 ^{ab}	95±3.1 ^{a-d}	5.23±0.05 ^{c-h}
SUDA TUTMA	ST60	91±1.1 ^{g-i}	91±1.1 ^{b-i}	5.43±0.15 ^{h-m}
	ST120	97±3.1 ^{a-e}	93±1.1 ^{a-f}	5.57±0.15 ^{l-o}
	ST180	95±5.7 ^{c-h}	88±8 ^{g-l}	5.40±0.10 ^{g-l}
	ST240	91±5 ^{h-k}	86±8 ^{j-l}	5.43±0.05 ^{h-m}
	Kontrol	86±2.3 ^{kl}	79±5.7 ⁿ	5.57±0.05 ^{l-o}
	Ortalama	96	92	5.33

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı sütundaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05).

Toplamda 113 adet farklı işlem ıspanak tohumlarına uygulandığında, tohumların NÇ oranında (NÇ) kontrol tohumlarına göre istatistiksel olarak 110 uygulama ile önemli bir artış görülürken (P≤0.05) 3 uygulama ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir (P>0.05). Kontrol tohumlarının ve MA60+50 uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %79'dur. 112 uygulamanın NÇ oranı, kontrol tohumlarına göre daha yüksek oranda çimlenme göstermiş olup bu oran %79 ile %97 arasında değişmektedir. Uygulamalar bazında NÇ oranını incelediğimizde; 16 farklı MA uygulamasının 15'i kontrol tohumlarına göre istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir (P≤0.05). MA uygulamalarının NÇ oranı %79 ile %95 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı MA60+90, MA60+140 ve MA120+90 uygulamalarında elde edilmiştir. MA+TY kombinasyonu 64 farklı şekilde yapılmış olup, 62'si kontrol tohumlarına göre NÇ oranı istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir (P≤0.05). MA+TY kombinasyonu uygulamalarının NÇ oranı %84 ile %97 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı MA60+90/TY120, MA120+70/TY240 ve MA180+70/TY180 uygulamalarında elde edilmiştir.

Kimyasal aşındırma uygulaması 5 farklı şekilde yapılmış olup, tüm uygulamalar kontrol tohumlarına kıyasla normal çimlenme oranı istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir ($P \leq 0.05$). Kimyasal aşındırma uygulamalarının normal çimlenme oranı %87 ile %95 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı KA300 uygulamasında elde edilmiştir. KA+TY kombinasyonu 20 farklı şekilde yapılmış olup, tüm uygulamalar kontrol tohumlarına kıyasla NÇ oranı istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir ($P \leq 0.05$). KA+TY kombinasyonu uygulamalarının TÇ oranı %87 ile %97 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı KA240/TY120 uygulamasında elde edilmiştir.

TY uygulaması 4 farklı şekilde yapılmış olup, tüm uygulamalar kontrol tohumlarına kıyasla NÇ oranı istatistiksel olarak önemli bir artış gösterirken, 4 yıkama uygulaması da istatistiksel olarak aynı grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). TY uygulamalarının normal çimlenme oranı %93 ile %96 arasında değişirken, en yüksek NÇ oranı TY60 uygulamasında elde edilmiştir. ST uygulaması 4 farklı şekilde yapılmış olup, tüm uygulamalar kontrol tohumlarına kıyasla NÇ oranı istatistiksel olarak önemli bir artış göstermiştir ($P \leq 0.05$).

ST uygulamalarının TÇ oranı %86 ile %93 arasında değişirken, en yüksek çimlenme oranı ST120 uygulamasında elde edilmiştir. Ayrıca TY uygulamalarının tamamı, tohumlarda OÇZ üzerinde olumlu etki yaparak kontrol grubuna kıyasla hızlı çimlenme sağlar iken ($P \leq 0.05$), MA ve ST uygulamalarından hiçbirisi OÇZ açısından kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak bir etki sağlamamıştır ($P > 0.05$). MA+TY kombinasyonu, KA ve KA+TY kombinasyonu uygulamalarından MA240+140/TY240 uygulaması dışındaki tüm uygulamalar kontrol gurubu tohumlarına kıyasla daha hızlı çimlenme sağlamıştır (Çizelge 4.1).

Birinci aşamada uyguladığımız kontrol tohumlarına göre 113 örnekte istatistiksel olarak anlamlı bulunan, en iyi sonuç aldığımız ve en kolay şekilde uygulanabilecek yöntemlerden mekanik aşındırma uygulamasından MA60+90 (Mekanik aşındırma 60 dakika ve 90 devir/dakika) ve tohum yıkama uygulamasından TY60 (60 dakika tohum yıkama) uygulamalarının belirtilen ticari tohum partilerine uygulanmasına karar verilmiştir. Bu iki uygulama pratik ve kolay uygulanabilir olmaları nedeniyle seçilmiştir.

Aksi halde aynı sonucu verecek çok sayıda uygulama bulunmaktadır. Belirtilen uygulamalar hem uygulama zamanı hem de sonuçları itibarıyla büyük miktarda tohum için kullanılabilir olarak gözlemlenmektedir.

4.2 İkinci Aşama: Ticari Tohum Partilerinde Mekanik Aşındırma (MA60+90) Ve Tohum Yıkama (TY60) Uygulamalarının Etkisi

4.2.1 Uygulamaların çimlenme üzerine etkisi

Piyasadan temin edilen on farklı ticari tohum partisine mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) uygulamaları yapılmış ve toplam çimlenme oranı (TÇ) (Çizelge 4.2) normal çimlenme oranı (NÇ) (Çizelge 4.3) ve ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) (Çizelge 4.3) verilmiştir. Bir numaralı lotta MA ve TY uygulanan tohumların TÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak önemli bir artış görülürken, MA ve TY uygulamaları istatistik öneme göre aynı grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇ oranı %87 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların toplam çimlenme oranı %99 ve TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %96 olarak tespit edilmiştir. İki numaralı lotta MA ve TY uygulanan tohumların TÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel önemli bir artış görülürken, MA ve TY istatistik öneme göre aynı grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇ oranı %89 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %97 ve TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %95 oranına yükselmiştir.

Üç numaralı lotta MA ve TY uygulanan tohumların TÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel önemli bir artış görülürken, MA ve TY istatistik öneme göre aynı grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇ oranı %87 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %99 ve TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %98 oranına yükselmiştir. Dört numaralı lotta TÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla MA uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken TY uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇ oranı %74 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %91 ve TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %83 oranına yükselmiştir. Beş numaralı lotta TÇ oranında kontrol tohumlarına

kıyasla TY uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken($P \leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇ oranı %87 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %89 ve TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %95 oranına yükselmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında toplam çimlenme (TÇ %) oranlarındaki değişim

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	87±2.3 ^b	99±1.1 ^a	96±3.5 ^a
2	89±1.1 ^b	97±3.0 ^a	95±3.0 ^a
3	87±5.0 ^b	99±2.3 ^a	98±2.0 ^a
4	74±2.0 ^c	91±2.3 ^a	83±1.1 ^b
5	87±4.6 ^b	89±1.1 ^{ab}	95±3.0 ^a
6	53±3.0 ^b	65±4.1 ^a	51±3.0 ^c
7	73±7.5 ^b	71±1.1 ^b	94±5.2 ^a
8	71±5.0 ^a	70±5.0 ^a	73±4.1 ^a
9	96±0.0 ^a	97±1.1 ^a	98±2.0 ^a
10	89±2.3 ^a	93±5.0 ^a	88±6.0 ^a
Ortalama	80.6	87.1	87.1

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$).

Altı numaralı lotta TÇ oranında MA uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken, kontrol grubu tohumları TY uygulamasına göre istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇ oranı %53, TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %51 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %65'tir. Yedi numaralı lotta TÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla TY uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken($P \leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Kontrol tohumlarının TÇ oranı %73, MA uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %71 oranına düşerken TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %94 oranına yükselmiştir. Sekiz, dokuz ve on numaralı lotlarda yapılan

uygulamaların, TÇ oranı bakımından kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Ancak 10 numaralı lotta Kontrol tohumlarının TÇ oranı %89 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %93 oranına yükselmiştir (Çizelge 4.2).

TÇ oranı açısından hiçbir uygulamanın etkili olmadığı üç lot (parti) 8, 9 ve 10'dur. Diğer 7 lotta uygulamalardan birisi mutlaka anlamlı şekilde etkili bulunmuştur.

Bir numaralı lotta MA ve TY uygulanan tohumların NÇ, kontrol tohumlarına göre istatistiksel olarak önemli bir artış görülmüştür ($P\leq 0.05$). Kontrol tohumlarının NÇ oranı %79 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %95 ve TY uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %96 oranına yükselmiştir. Üç numaralı lotta MA ve TY uygulanan tohumların NÇ, kontrol tohumlarına göre istatistiksel olarak önemli bir artış görülmüştür ($P\leq 0.05$). Kontrol tohumlarının NÇ oranı %86 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların toplam çimlenme oranı %97 ve TY uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %96'ya yükselmiştir.

Dört numaralı lotun NÇ oranı, kontrol tohumlarına göre MA uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken TY uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P\leq 0.05$). Kontrol tohumlarının NÇ oranı %69, MA uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %89 ve TY uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %76 oranına yükselmiştir. Beş numaralı lotta NÇ oranında (NÇ) kontrol tohumlarına göre TY uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P\leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Kontrol tohumlarının NÇ oranı %84, MA uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %83 oranına düşerken TY uygulaması yapılmış tohumların TÇ oranı %92 oranına yükselmiştir.

Altı numaralı lotta NÇ ve MA uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken, kontrol grubu tohumları TY uygulamasına göre istatistiksel olarak daha anlamlı bulunmuştur ($P\leq 0.05$). Kontrol tohumlarının NÇ oranı %49 iken, TY uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %41 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %60'tir. Yedi numaralı lotta NÇ oranında kontrol tohumlarına göre TY uygulaması

istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken($P \leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Kontrol tohumlarının NÇ oranı %68 iken, MA uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %63 oranına düşerken ve TY uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %90 oranına yükselmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında normal çimlenme (NÇ %) oranlarındaki değişim

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	79±5.7 ^b	95±1.1 ^a	96±3.5 ^a
2	84±0.0 ^a	93±5.0 ^a	93±7.5 ^a
3	86±4.0 ^b	97±3.0 ^a	96±0.0 ^a
4	69±1.1 ^c	89±3.0 ^a	76±0.0 ^b
5	84±5.2 ^b	83±3.0 ^b	92±0.5 ^a
6	49±1.1 ^b	60±4.0 ^a	41±3.3 ^c
7	68±8.7 ^b	63±5.0 ^b	90±4.0 ^a
8	64±8.0 ^a	63±5.0 ^a	69±4.6 ^a
9	95±1.1 ^a	95±2.3 ^a	97±2.3 ^a
10	86±3.4 ^b	95±2.3 ^a	83±3.0 ^b
Ortalama	76.4	83.3	83.3

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$).

İki, 8 ve 9 numaralı lotlarda yapılan uygulamaların, NÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Ancak iki numaralı lotta Kontrol tohumlarının NÇ oranı %84 iken, MA ve TY uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %93 oranına yükselmiştir. Sekiz numaralı lotta kontrol tohumlarının NÇ oranı %64 iken, TY uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %69'a yükselmiştir. On numaralı lotta NÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla MA uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken($P \leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Kontrol tohumlarının NÇ oranı %84 iken, TY

uygulaması yapılmış tohumların NÇ oranı %83 oranına düşerken ve MA uygulaması yapılmış tohumların toplam çimlenme oranı %95 oranına yükselmiştir (Çizelge 4.3).

Yedi numaralı lotta MA ve TY uygulamaları ortalama çimlenme zamanına (OÇZ) istatistiksel anlamda etkili olmamıştır ($P>0.05$). Bir, 2, 3, 4, 5, 9 ve 10 numaralı lotlarda MA ve TY uygulamaları kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olup iki uygulamada aynı anlam grubunda yer almaktadır ($P\leq 0.05$). Altı numaralı lotta ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) kontrol tohumlarına kıyasla TY uygulaması ortalama çıkış zamanını azaltmış olup, istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer almış olup MA uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P\leq 0.05$).

Sekiz numaralı lotta ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) kontrol tohumlarına kıyasla TY uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P\leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Bir, 2, 3, 4, 6 ve 8 numaralı lotlarda ortalama çimlenme zamanını en çok azaltan uygulama TY uygulaması olmuş iken on numaralı lotta ortalama çimlenme zamanını en çok azaltan uygulama MA uygulaması olmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) deki değişim

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	6.2±0.25 ^b	5.4±0.30 ^a	5.2±0.20 ^a
2	5.9±0.11 ^b	5.6±0.17 ^a	5.4±0.15 ^a
3	6.0±0.37 ^b	5.3±0.28 ^a	5.2±0.20 ^a
4	6.4±0.83 ^b	5.6±0.30 ^a	5.3±0.57 ^a
5	6.5±0.40 ^b	5.3±0.00 ^a	5.4±0.50 ^a
6	7.6±0.17 ^c	6.6±0.41 ^b	5.9±0.05 ^a
7	6.4±0.81 ^a	6.4±0.26 ^a	5.8±0.15 ^a
8	6.3±0.65 ^b	5.6±0.28 ^{ab}	5.4±0.17 ^a
9	5.6±0.23 ^b	5.1±0.05 ^a	5.1±0.05 ^a
10	6.3±0.25 ^b	5.2±0.11 ^a	5.5±0.47 ^a
Ortalama	6.32	5.61	5.42

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P\leq 0.05$).

4.2.2 Uygulamaların fide çıkış oranı ve fide çıkış zamanı üzerine etkisi

On farklı lotta ısıpanak tohumlarına yapılan, MA ve TY uygulaması sonrası yetiştirilen fidelerin TFÇO, NFÇO ve OFÇZ verileri çizelge 4.5, çizelge 4.6 ve çizelge 4.7’de verilmiştir. Fide çıkış testleri kontrollü iklim odasında yapılmıştır. Bir, 4, 5, 6 ve 10 numaralı lotlarda yapılan uygulamalar sonrasında çimlendirilen tohumların TFÇO MA ve TY uygulamaları kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olup iki uygulamada aynı anlam grubunda yer almaktadır ($P \leq 0.05$). İki, 3, 7 ve 8 numaralı lotlarda yapılan uygulamalar sonrasında çimlendirilen tohumların TFÇO kontrol tohumlarına kıyasla MA uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P \leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Dokuz numaralı lotta yapılan uygulamalar sonrasında çimlendirilen TFÇO kontrol tohumlarına kıyasla MA uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken TY uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.5).

Bir numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %86 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %92’ye MA uygulaması sonucunda %96’ya yükselmiştir. İki numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %84 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %87’ye MA uygulaması sonucunda %96’ya yükselmiştir. Üç numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %89 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %94’e MA uygulaması sonucunda %97’ye yükselmiştir. Dört numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %76 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %86’ya MA uygulaması sonucunda %88’e yükselmiştir.

Çizelge 4.5 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında iklim odasında toplam fide çıkış oranlarındaki (FTÇO %) değişim

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	86±1.9 ^b	96±3.4 ^a	92±2.8 ^a
2	84±2.5 ^b	96±1.6 ^a	87±6.8 ^b
3	89±1.1 ^b	97±1.9 ^a	94±4.4 ^{ab}
4	76±3.2 ^b	88±4.3 ^a	86±5.7 ^a
5	81±6.0 ^b	93±5.0 ^a	93±3.8 ^a
6	48±2.8 ^b	62±11.4 ^a	65±3.4 ^a
7	80±4.8 ^b	94±7.6 ^a	84±4.4 ^b
8	64±7.1 ^b	80±5.7 ^a	71±3.4 ^{ab}
9	88±1.9 ^c	94±1.6 ^a	91±2.0 ^b
10	72±5.6 ^b	94±7.8 ^a	95±1.1 ^a
Ortalama	76.8	89.4	85.8

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05).

Beş numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %86 oranında çıkış gösterirken TY ve MA uygulamaları sonucunda %93'e yükselmiştir. Altı numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %48 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması sonucunda bu oran %62'ye TY uygulaması sonucunda %65'e yükselmiştir. Yedi numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %80 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %84'e MA uygulaması sonucunda %94'e yükselmiştir. Sekiz numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %64 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %71'e MA uygulaması sonucunda %80'ne yükselmiştir. Dokuz numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %88 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %91'e MA uygulaması sonucunda %94'e yükselmiştir. On numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %72 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması sonucunda bu oran %94'e TY uygulaması sonucunda %95'e yükselmiştir. Çizelge 4.5'i incelediğimizde On adet lotta (parti) da MA ve TY uygulamalarının, hiçbir uygulama yapılmayan tohumlara kıyasla

fide toplam çıkış oranını arttığını, yedi adet lotta (parti) en yüksek orana MA uygulaması ile ulaşılrken, iki lotta da TY uygulaması ile en yüksek orana ulaşılmıştır.

Dört, 5, 9 ve 10 numaralı lotlarda yapılan uygulamalar sonrasında çimlendirilen tohumların normal fide çıkış oranında (NFÇO) MA ve TY uygulamaları kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olup iki uygulamada aynı anlam grubunda yer almaktadır ($P \leq 0.05$). İki, 3, 7 ve 8 numaralı lotlarda yapılan uygulamalar sonrasında çimlendirilen tohumların NFÇO kontrol tohumlarına göre MA uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P \leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Altı numaralı lotta yapılan uygulamalar sonrasında çimlendirilen NFÇO kontrol tohumlarına göre MA uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken TY uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). On numaralı lotta NFÇO kontrol tohumlarına göre MA uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P \leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$) (Çizelge 4.6).

Bir numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %81 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %90'na MA uygulaması sonucunda %94'e yükselmiştir. İki numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %84 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %86'ya MA uygulaması sonucunda %96'ya yükselmiştir. Üç numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %89 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %92'ye MA uygulaması sonucunda %97'ye yükselmiştir. Dört numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %73 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %86'ya MA uygulaması sonucunda %87'ye yükselmiştir.

Çizelge 4. 6 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90 ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ısıpanak tohumlarında iklim odasında normal fide çıkış oranlarındaki (NFCÖ %) değişim

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	81±1.1 ^c	94±2.8 ^a	90±3.4 ^b
2	84±2.5 ^b	96±1.0 ^a	86±6.9 ^b
3	89±1.1 ^b	97±1.9 ^a	92±5.8 ^{ab}
4	73±3.0 ^b	87±4.1 ^a	86±5.7 ^a
5	80±5.5 ^b	93±5.0 ^a	92±3.6 ^a
6	43±3.0 ^b	61±15 ^a	41±3.3 ^c
7	79±6.0 ^b	93±6.8 ^a	83±4.7 ^b
8	64±7.0 ^b	76±5.6 ^a	69±1.1 ^{ab}
9	88±1.9 ^b	94±2.5 ^a	91±1.1 ^a
10	71±6.4 ^b	92±7.1 ^a	94±1.0 ^a
Ortalama	75.2	88.3	82.4

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır (P≤0.05).

Beş numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %80 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %92'ye MA uygulaması sonucunda %93'e yükselmiştir. Altı numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %43 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması sonucunda bu oran %61'e yükselmiştir. Yedi numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %79 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %83'e mekanik aşındırma uygulaması sonucunda %93'e yükselmiştir. Sekiz numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %64 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %69'a MA uygulaması sonucunda

%76'ya yükselmiştir. Dokuz numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %88 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %91'e MA uygulaması sonucunda %94'e yükselmiştir. On numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %71 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması sonucunda bu oran %92'ye TY uygulaması sonucunda %94'e yükselmiştir. Çizelge 4.6'yı incelediğimizde 6 numaralı lot dışındaki diğer lotlarda MA ve TY uygulamalarının, hiçbir uygulama yapılmayan tohumlara kıyasla fide toplam çıkış oranını arttırdığını, 9 adet lotta en yüksek orana MA uygulaması ile ulaşılrken, 1 adet lotta da TY uygulaması ile en yüksek orana ulaşılmıştır.

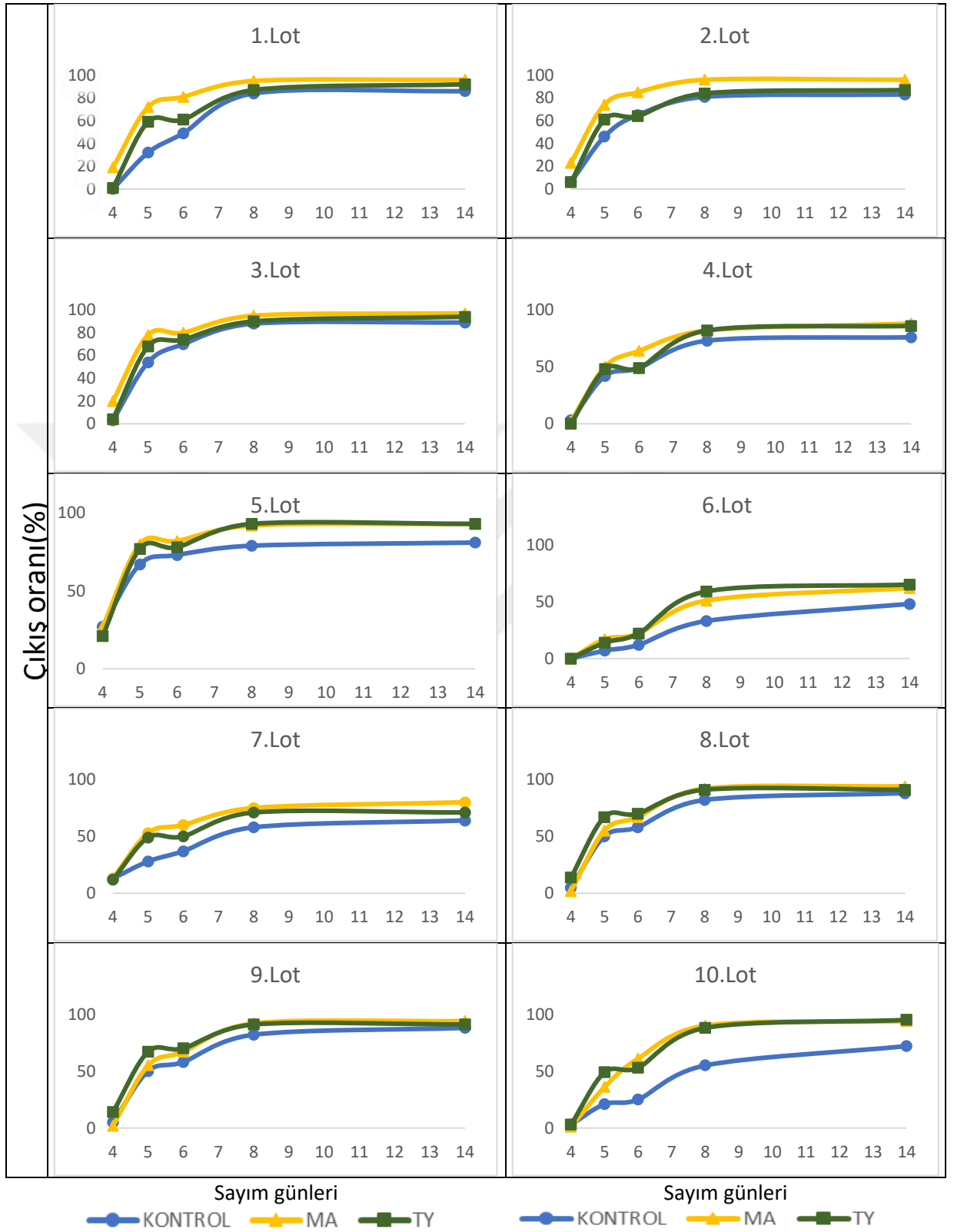
Dört, 5, 7 ve 8 numaralı lotlarda, MA ve TY uygulamaları ile ortalama fide çıkış zamanı açısından hiç uygulama yapılmayan tohumlara göre istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Bir, iki ve 3 numaralı lotlarda, ortalama fide çıkış zamanı kontrol tohumlarına göre MA uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P\leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P>0.05$). Altı, 9 ve 10 numaralı lotlarda ortalama fide çıkış zamanı kontrol tohumlarına kıyasla TY uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P\leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P>0.05$) (Çizelge 4.7).

Bir, 2, 3, 4 ve 7 numaralı lotlarda mekanik aşındırma uygulanmış tohumlar daha kısa sürede çimlenirken, 6, 8, 9 ve 10 numaralı lotlarda ise TY uygulaması yapılmış tohumlar daha kısa sürede çimlenmiştir. Beş numaralı lot dışındaki 9 adet lotta yapılan uygulamalar, çıkış yapan ıspanak tohumlarının ortalama çıkış zamanını azaltmıştır (Şekil 4.1).

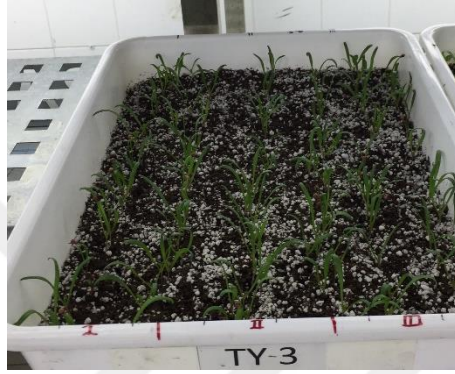
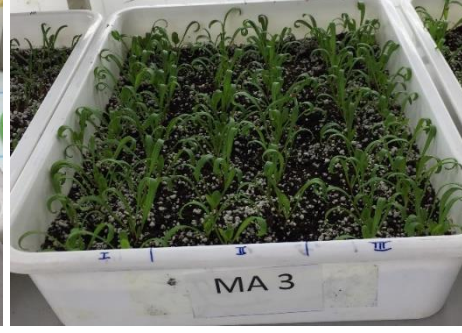
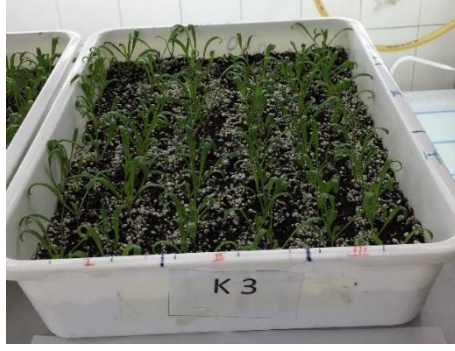
Çizelge 4.7 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında iklim odasında OFÇZ (ortalama fide çıkış zamanı, gün) deki değişimi

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	6.1±0.08 ^c	5.2±0.09 ^a	5.7±0.10 ^b
2	5.9±0.16 ^b	5.1±0.20 ^a	5.6±0.28 ^b
3	5.7±0.11 ^b	5.2±0.08 ^a	5.5±0.17 ^b
4	6.1±0.12 ^a	6.0±0.05 ^a	6.2±0.27 ^a
5	5.0±0.20 ^a	5.0±0.16 ^a	5.1±0.05 ^a
6	7.8±0.47 ^b	7.2±0.62 ^{ab}	7.0±0.09 ^a
7	6.7±0.05 ^a	6.4±0.29 ^a	6.6±0.05 ^a
8	6.3±0.18 ^a	5.7±0.71 ^a	5.5±0.31 ^a
9	6.0±0.28 ^b	5.8±0.31 ^{ab}	5.5±0.30 ^a
10	7.2±0.14 ^b	6.3±0.29 ^a	6.2±0.49 ^a
Ortalama	6.28	5.79	5.89

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$)



Şekil 4.1 On farklı lotta mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarının iklim odasında zamana göre birikimli fide çıkış oranındaki değişim grafiği



Şekil 4.2 İklim odasında fide gelişiminden görüntüler



Şekil 4.3 İklim odasındaki fide çıkış testi sonuçlarından görüntüler

4.2.3 Uygulamaların fide yaş (mg/bitki) ve kuru ağırlıkları (mg/bitki) üzerine etkisi

Bir, 2, 5 ve 6 numaralı lotlardaki tohumlara uygulanan MA uygulaması sonrası 18°C’de yetiştirilen ıspanak fidelerinin yaş ağırlığı önemli derecede artarken ($P \leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Üç ve 7 numaralı lotlarda tohumlara uygulanan MA sonrası yetiştirilen ıspanak fidelerinin yaş ağırlığı önemli derecede artmıştır. Ayrıca hiç uygulama yapılmamış tohumlardan yetiştirilen ıspanak fidelerinin yaş ağırlığı TY uygulamasına kıyasla önemli derece artmıştır ($P \leq 0.05$). Dört ve 9 numaralı lotlardaki tohumlara uygulanan MA ve TY uygulamaları sonrası yetiştirilen ıspanak fidelerinin yaş ağırlığını önemli derecede artırmıştır ($P \leq 0.05$). Sekiz numaralı lotta tohumlara uygulanan MA ve TY uygulaması ile hiç uygulama yapılmamış tohumlardan yetiştirilen ıspanak fidelerinin yaş ağırlığında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). On numaralı lotta TY ve MA uygulaması sonrası yetiştirilen ıspanak fidelerinin yaş ağırlığını önemli derecede arttırmış olup istatistiksel olarak TY uygulaması en anlamlı grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 Mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) uygulamalarının farklı ıspanak lotlarında iklim odasında yapılan çıkış testinin fide yaş ağırlığına (mg/fide) etkisi

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	130±22.3 ^b	211±8.1 ^a	128±14 ^b
2	124±11.1 ^b	176±31.6 ^a	97±24.3 ^b
3	160±6.6 ^b	230±24.6 ^a	124±3.0 ^c
4	125±10.5 ^b	180±11.8 ^a	175±17.1 ^a
5	146±15.6 ^b	216±27.1 ^a	149±25.7 ^b
6	90±18.5 ^b	158±10.5 ^a	94±24.5 ^b
7	146±10.1 ^b	217±10.5 ^a	117±18.9 ^c
8	134±29.1 ^a	171±17.2 ^a	160±12.7 ^a
9	90±5.10 ^b	117±12.1 ^a	112±19.1 ^a
10	107±8.5 ^c	159±16.5 ^b	202±14.1 ^a
Ortalama	125.2	183.5	135.8

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.8’de belirtildiği gibi, bir numaralı lotta kontrol fideleri 130 mg/fide yaş ağırlığına sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 211 mg/fide’ye yükselmiştir. İki numaralı lotta kontrol fideleri 124 mg/fide yaş ağırlığına sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 176 mg/fide’ye yükselmiştir. Üç numaralı lotta kontrol fideleri 160 mg/fide yaş ağırlığına sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 230 mg/fide’ye yükselmiştir. Dört numaralı lotta kontrol fideleri 125 mg/fide yaş ağırlığına sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 180 mg/fide’ye yükselmiş bunu 175 mg/fide ile TY uygulaması izlemiştir. Beş numaralı lotta kontrol fideleri 146 mg/fide yaş ağırlığına sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 216 mg/fide’ye yükselmiş bunu 149 mg/fide ile TY uygulaması izlemiştir.

Altı numaralı lotta kontrol fideleri 90 mg/fide yaş ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 158 mg/fide'ye yükselmiş bunu 94 mg/fide ile TY uygulaması izlemiştir. Yedi numaralı lotta kontrol fideleri 146 mg/fide yaş ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 217 mg/fide'ye yükselmiştir. Sekiz numaralı lotta kontrol fideleri 134 mg/fide yaş ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 171 mg/fide'ye yükselmiş bunu 160 mg/fide ile TY uygulaması izlemiştir. Dokuz numaralı lotta kontrol fideleri 90 mg/fide yaş ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 117 mg/fide'ye yükselmiş bunu 112 mg/fide ile TY uygulaması izlemiştir. On numaralı lotta kontrol fideleri 107 mg/fide yaş ağırlığa sahipken, TY işlemi uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı 202 mg/fide'ye yükselmiş bunu 159 mg/fide ile MA uygulaması izlemiştir. Tüm lotlarda MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin yaş ağırlığı kontrol grubuna kıyasla artmış olup on numaralı lot dışında, diğer lotlarda TY uygulamasına kıyasla en yüksek değere ulaşmıştır.

İspanak fidelerinin kuru ağırlığına bakıldığında, 1, 3, 6 ve 7 numaralı lotlardaki tohumlara uygulanan MA uygulaması ıspanak fidelerinin kuru ağırlığını önemli derecede artırırken ($P \leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). İki numaralı lotta tohumlara uygulanan MA uygulaması ıspanak fidelerinin kuru ağırlığı önemli derecede artmıştır. Ayrıca hiç uygulama yapılmamış tohumlardan yetiştirilen ıspanak fidelerinin yaş ağırlığı TY uygulamasına kıyasla daha yüksek bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Dört ve 9 numaralı lotlardaki tohumlara uygulanan MA ve TY uygulamaları sonrası yetiştirilen ıspanak fidelerinin kuru ağırlığı istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$).

Beş numaralı lottaki tohumlara uygulanan MA ve TY uygulaması ile hiç uygulama yapılmamış tohumlardan yetiştirilen ıspanak fidelerinin kuru ağırlığında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). 8 numaralı lottaki tohumlara uygulanan MA ile hiç uygulama yapılmamış tohumlardan yetiştirilen ıspanak fidelerinin kuru ağırlığında istatistiksel olarak önemli bir fark görülürken ($P \leq 0.05$), TY uygulaması ile istatistiksel önemli bir fark oluşmamıştır ($P > 0.05$). 10 numaralı lotta TY ve MA uygulaması sonrası yetiştirilen ıspanak fidelerinin kuru ağırlığını önemli derecede artmış

olup istatistiksel olarak TY uygulaması en anlamlı grupta yer almaktadır($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) uygulamalarının farklı ıspanak lotlarında iklim odasındaki çıkış testindeki fide kuru ağırlığına (mg/bitki) etkisi

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	8.7±1.5 ^b	13.3±0.5 ^a	8.3±0.5 ^b
2	8.6±0.5 ^b	11.6±1.5 ^a	6.3±1.1 ^c
3	9.3±0.5 ^b	14.3±1.1 ^a	8.6±0.5 ^b
4	9.3±0.5 ^b	11.6±0.5 ^a	13±1.0 ^a
5	11.6±1.5 ^{ab}	13.6±1.5 ^a	11±1.0 ^b
6	7±1.0 ^b	11±1.0 ^a	7.3±1.1 ^b
7	9.6±0.5 ^b	14.3±1.1 ^a	8.7±0.5 ^b
8	9±1.7 ^b	12±1.0 ^a	10.3±0.5 ^{ab}
9	6±1.0 ^b	8±1.0 ^a	9±1.0 ^a
10	6±1.0 ^c	10±1.0 ^b	12±1.0 ^a
Ortalama	8.51	12.01	9.49

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$).

Çizelge 4.9’da belirtildiği gibi, 1 numaralı lotta kontrol fideleri 8.7 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 13.3 mg/fide’ye yükselmiştir. İki numaralı lotta kontrol fideleri 8.6 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 11.6 mg/fide’ye yükselmiştir. Üç numaralı lotta kontrol fideleri 9.3 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 14.3 mg/fide’ye yükselmiştir. Dört numaralı lotta kontrol fideleri 9.3 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, TY uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 11.6 mg/fide’ye yükselmiş bunu 13 mg/fide ile MA uygulaması izlemiştir. Beş numaralı lotta kontrol fideleri 11.6 mg/fide

kuru ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 13.6 mg/fide'ye yükselmiştir. Altı numaralı lotta kontrol fideleri 7 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 11 mg/fide'ye yükselmiş bunu 7.3 mg/fide ile TY uygulaması izlemiştir. Yedi numaralı lotta kontrol fideleri 9.6 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 14.3 mg/fide'ye yükselmiştir. Sekiz numaralı lotta kontrol fideleri 9 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, MA uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 12 mg/fide'ye yükselmiş bunu 10.3 mg/fide ile TY uygulaması izlemiştir. Dokuz numaralı lotta kontrol fideleri 6 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, TY uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 9 mg/fide'ye yükselmiş bunu 8 mg/fide ile MA uygulaması izlemiştir. On numaralı lotta kontrol fideleri 6 mg/fide kuru ağırlığa sahipken, TY işlemi uygulanmış tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı 12 mg/fide'ye yükselmiş bunu 10 mg/fide ile MA uygulaması izlemiştir. Tüm lotlarda MA uygulanan tohumlardan elde edilen fidelerin kuru ağırlığı kontrol grubuna kıyasla artmıştır.

4.2.4 Uygulamaların tarla fide çıkışı (TFÇ %) ve ortalama tarla çıkış zamanı (OTÇZ, gün) üzerine etkisi

On farklı lotta ıspanak tohumlarına yapılan, MA ve TY uygulamalarının tarla çıkış oranı ve ortalama çıkış sürelerine etkileri Bahçe Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama alanlarında açık tarla koşullarında test edilmiştir. Uygulamaların çıkış oranı ve ortalama çıkış süreleri çizelge 4.10-4.11'de yer almaktadır. Bir, 2, 3, 6, 7, 8, 9 ve 10 numaralı lotlarda yapılan uygulamalar sonrasında tarlada çıkışı gözlemlenen tohumların TFÇ oranında MA ve TY uygulamaları kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı olup iki uygulamada aynı anlam grubunda yer almaktadır ($P \leq 0.05$). Dört numaralı lotta yapılan uygulamalar sonrasında tarlada çıkışı gözlemlenen tohumların TFÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla MA uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken TY uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$). Beş numaralı lotta yapılan uygulamalar sonrasında tarlada çıkışı gözlemlenen tohumların TFÇ oranında kontrol tohumlarına kıyasla TY uygulaması istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken MA uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.10). Bir numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %47 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması

sonucunda bu oran %66'ya TY uygulaması sonucunda %78'e yükselmiştir. İki numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar %46 oranında tarlada çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %63'e MA uygulaması sonucunda %64'e yükselmiştir. Üç numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %56 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması sonucunda bu oran %75'e TY uygulaması sonucunda %78'e yükselmiştir. Dört numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %49 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %66'ya MA uygulaması sonucunda %75'e yükselmiştir. Beş numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %59 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması sonucunda bu oran %74'e TY uygulaması sonucunda %82'ye yükselmiştir. Altı numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %22 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %35'e MA uygulaması sonucunda %40'a yükselmiştir. Yedi numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %28 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %47'e MA uygulaması sonucunda %52'ye yükselmiştir. Sekiz numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %34 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %60'a MA uygulaması sonucunda %62'ye yükselmiştir. Dokuz numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %80 oranında çıkış gösterirken MA uygulaması sonucunda bu oran %87'ye TY uygulaması sonucunda %89'a yükselmiştir. On numaralı lotta hiçbir uygulama yapılmayan tohumlar tarlada %45 oranında çıkış gösterirken TY uygulaması sonucunda bu oran %74'e MA uygulaması sonucunda %78'e yükselmiştir. Tüm lotlarda MA ve TY uygulamaları, ıspanak tohumlarının tarla çıkış oranını arttırmıştır.

Çizelge 4.10 Farklı lotlarda mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında tarla fide çıkış (TFÇ %) oranlarındaki değişim

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	47±7.7 ^b	66±10 ^a	78±6.6 ^a
2	46±9.1 ^b	64±7.0 ^a	63±8.8 ^a
3	56±5.2 ^b	75±6.8 ^a	78±6.3 ^a
4	49±4.1 ^c	75±3.4 ^a	66±7.1 ^b
5	59±3.8 ^c	74±5.0 ^b	82±3.0 ^a
6	22±5.2 ^b	40±5.2 ^a	35±9.8 ^a
7	28±9.3 ^b	52±6.1 ^a	47±3.7 ^a
8	34±9.5 ^b	62±5.1 ^a	60±0.1 ^a
9	80±2.8 ^b	87±4.7 ^a	89±2.0 ^a
10	45±8.8 ^b	78±6.4 ^a	74±2.3 ^a
Ortalama	46.6	67.3	67.2

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$).

Bir, 4, 5, 6 ve 10 numaralı lotlarda yapılan uygulamalar sonrasında ortalama tarla çıkış zamanı kontrol tohumlarına kıyasla TY uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P \leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). İki, 7 ve 9 numaralı lotlarda, MA ve TY uygulamaları ile ortalama tarla çıkış zamanı açısından hiç uygulama yapılmayan tohumlara göre istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Üç numaralı lotta, yapılan uygulamalar sonrasında ortalama tarla çıkış zamanı kontrol tohumlarına kıyasla TY uygulaması istatistiksel olarak anlamlı grupta yer alırken ($P \leq 0.05$), MA uygulaması ile istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir ($P > 0.05$). Sekiz numaralı lotta yapılan uygulamalar sonrasında ortalama tarla çıkış zamanı kontrol tohumlarına kıyasla MA uygulamasında istatistiksel olarak en anlamlı grupta yer alırken TY uygulaması bir alt grupta yer almaktadır ($P \leq 0.05$) (Çizelge 4.11).

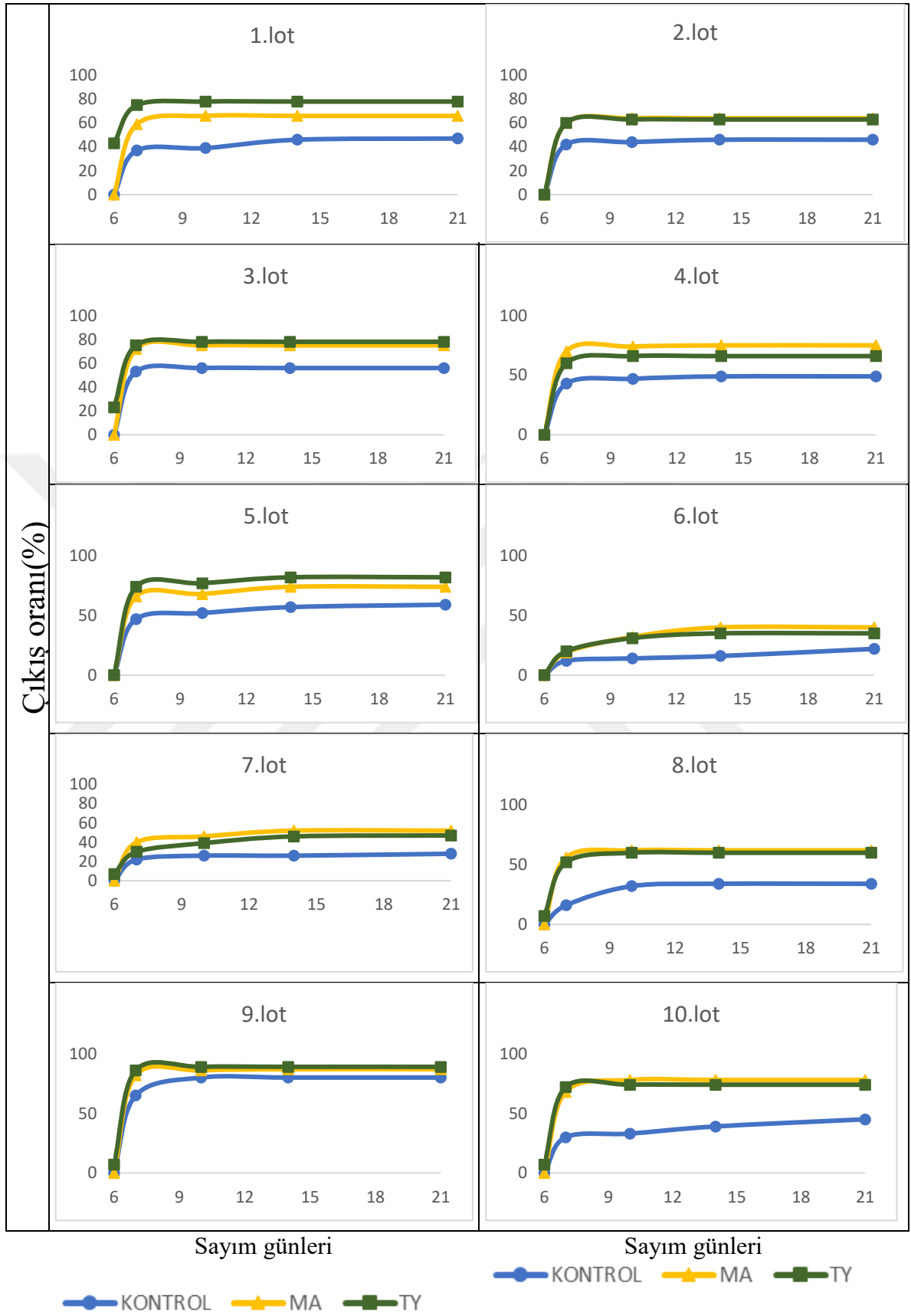
Çizelge 4.11 Farklı lotlarda mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri uygulanmış ıspanak tohumlarında OTÇZ (Ortalama tarla çıkış zamanı, gün) deki değişim

Lot (Parti)	Uygulamalar		
	Kontrol	MA	TY
1	9.2±1.1 ^b	7.3±0.10 ^a	6.6±0.17 ^a
2	7.4±0.46 ^a	7.0±0.10 ^a	7.1±0.1.0 ^a
3	7.1±0.09 ^b	7.1±0.11 ^b	6.7±0.05 ^a
4	7.5±0.21 ^b	7.2±0.14 ^a	7.0 ±0.05 ^a
5	8.0±0.17 ^b	7.4±0.33 ^a	7.4±0.20 ^a
6	13.7±1.39 ^b	9.0±0.40 ^a	8.6±0.23 ^a
7	8.1±0.42 ^a	7.9±0.27 ^a	7.8±0.33 ^a
8	7.9±0.09 ^c	7.3±0.09 ^a	7.6±0.09 ^b
9	7.0±0.00 ^a	7.1±0.12 ^a	7.0±0.00 ^a
10	8.7±0.94 ^b	7.6±0.12 ^a	7.2±0.10 ^a
Ortalama	8.46	7.49	7.3

Ortalamalar (±) standart hata ile sunulmuştur. Aynı satırdaki farklı harflere sahip değerler istatistiksel olarak anlamlıdır ($P \leq 0.05$).

Bir, 3, 4, 6, 7 ve 10 numaralı lotlarda TY yapılmış tohumlar tarlada daha kısa sürede çıkış gösterirken, 2 ve 8 numaralı lotlarda ise MA uygulaması yapılmış tohumlar daha kısa sürede çıkış göstermiştir. Dokuz numaralı lotta çıkış süresi kısalırmaz iken diğer lotlarda, yapılan uygulamalardan en az bir tanesi tohumların tarla çıkış süresini kısaltmıştır (Şekil 4.4).

Şekil 4.4 Farklı lotlarda mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama (TY60) işlemleri



uygulanmış ıspanak tohumlarında tarlada zamana göre birikimli fide çıkış oranındaki değişim grafiği



Şekil 4.5 Tarlada ıspanak fidelerinin çıkış görüntüleri



Şekil 4.6 Tarlada ıspanak fidelerinin gelişim görüntüleri



Şekil 4.7 Hasat edilmiş ıspanak bitkileri

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışma ıspanak tohumlarının çimlenme ve fide çıkış oranlarını arttırmak amacıyla, mekanik aşındırma, tohum yıkama, kimyasal aşındırma, suda tutma ve bazı kombinasyonların kullanımını içermektedir. Sonuçlar, uygulamaların hepsinin kontrol tohumlarına göre çoğunlukla istatistiksel açıdan ($P \leq 0.05$) anlamlı olarak yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.10 ve 4.11). Birinci aşamadaki uygulamaların uygulama bazında NÇ ortalamalarını incelediğimizde, en yüksek oranı % 94 ile TY uygulamalarından elde edilmiştir. Diğer uygulamalarda % ortalama çimlenmeler %92 ile mekanik aşındırma/tohum yıkama (MA+TY) kombinasyonu, %91 ile mekanik aşındırma (MA), kimyasal aşındırma (KA) ve kimyasal aşındırma/tohum yıkama (KA+TY) kombinasyonu uygulamaları ve %89 ile suda tutma (ST) uygulaması olmuştur. Araştırmanın birinci aşamasında en uygun % çimlenme değeri veren uygulamalar içinden MA60+90 (mekanik aşındırma 60 dakika/ 90 devir/dakika) ve TY60 (60 dakika tohum yıkama) ikinci aşamada ticari tohumlara uygulama amacıyla seçilmiştir. İkinci aşamada belirtilen uygulamaların etkinliği sadece laboratuvar ortamında değil, aynı zamanda iklim odasında ve tarla koşullarında fide çıkış oranının tespit edilmesiyle ortaya koyulmuştur. İkinci aşamada farklı firmalardan ve üretim yıllarından 10 tohum partisi kullanılmıştır. İkinci aşama sonuçlarında her iki uygulamanın tohum partilerinin tamamında değil ama büyük çoğunluğunda kontrol tohumlarına göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde fark oluşmuştur (Çizelge 5.1).

Çizelge 5.1 Araştırmanın 1. aşamasında ıspanak tohumlarına yapılan uygulamaların her uygulama bazında belirlenen normal çimlenme (%), toplam çimlenme (%) ve ortalama çimlenme zamanı (gün) ortalamaları

Uygulama	NÇ(%)	TÇ(%)	OÇZ(gün)
TY	94	97	5.20
MA+TY	92	97	5.23
MA	91	95	5.61
KA+TY	91	95	5.34
KA	91	94	5.34
ST	89	93	5.45
Kontrol	79	86	5.57

Değerler o uygulamada yapılan farklı kombinasyonların tümünün tam sayı % ortalamalarını alarak sağlanmıştır.

Tohum çimlenmesi su alımı ile başlayıp kökçük çıkışı (2 mm) ile sonlanan fizyolojik olaylar zinciridir (McDonald 1999). Yüksek çimlenme yüzdesinin sağlanmasını etkileyen bir dizi faktör vardır ki bunlar iki temel grupta toplanabilir. İlki, tohumun kendi yapısından kaynaklanan faktörler, ikincisi ise çevresel etmenlerin rol oynadığı etmenlerdir (Baskin ve Baskin 2004). Çevresel etmenlerin ideal olamaması, çimlenmenin yavaşlamasına, hiç gerçekleşmemesine neden olabilir ki buna ikincil ya da sekonder dormansi de denebilir (Finch-Savage ve Leubner-Metzger 2006). Ancak bazı durumlarda çevresel etmenler ideal olsa da tohumda çimlenme engellenebilir yavaşlayabilir, istenilen seviyenin altında kalabilir. Bu faktörler tohumun morfolojik ve fizyolojik yapısından kaynaklanabilir. Tohumun yapısından kaynaklanan çimlenme engelleri arasında, tohum kabuğu önemli bir yer tutar (Lee, 2004). Tohum kabuğu suyun ve oksijenin girişine engel olduğu gibi, çimlenmeyi engelleyici (inhibitörler) bazı maddeleri bünyesinde barındırır (Williams ve Hopper 1998). Örneğin kavun, kabak, bamya, kuşkonmaz gibi türlerde tohum kabuğu hava ve su geçirimsizliği sebebiyle çimlenmeyi yavaşlatabilir (Nascimento ve Aragao 2002, Soltani vd. 2006, Mavi vd. 2010). Bazı sebze türlerinde ise tohum kabuğu fenoller (katesin vb.) gibi bazı çimlenme inhibitörlerini içerir, bu maddeler çimlenme ortamında bulunduklarında çimlenme sürecini uzatırlar. Ispanak tohumlarında da benzer maddeler vardır (Suganuma ve Ohno 1984). Bu maddelerin farklı metotlarla uzaklaştırılmaları çimlenme oranı ve hızını arttırabilir. Araştırma sonuçlarımızdan MA, yıkama ve kombinasyonlarının çimlenmeyi önemli düzeyde arttırması ıspanak tohumlarında hem mekanik hem de inhibitör engelleyicilerinin varlığını göstermektedir (Çizelge 5.2). Bu sonuçlar farklı araştırmacıların daha önce işaret ettiği noktalarla örtüşmektedir. Örneğin ıspanak tohumunda embriyo meyve içinde dışa doğru yayılmış bir şekilde ve perikarp tarafından örtülmüş olarak bulunur (Taylor 1997). Perikarpın fiziksel bir bariyer ve termo inhibisyon sırasında bir inhibitör kaynağı olarak hareket ettiği (Leskovar vd. 1999), perikarpın mekanik olarak ortadan kaldırılmasının çimlenmeyi teşvik ettiği gösterilmiştir (Atherton ve Farooque 1983a). Ayrıca ıspanak tohumunun çimlenmesinin neme duyarlılığında perikarp rol oynamaktadır (Magnee vd. 2020). Katzman vd. (2001) ıspanak tohumlarında tohum kabuğunu aşındırmanın tohum çimlendirmesini iyileştirdiğini ve homojen çimlenmenin gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar bunun tohum kabuğunun inceltilmesi ve de çimlenmeyi engelleyici gibi bazı maddelerin tohum kabuğunun su ile teması yoluyla gerçekleştiğini

ileri sürmüşlerdir (Masuda vd. 2005, Jiang vd. 2011). Tohumlar birçok farklı şekilde aşındırılabilir ve bu konudaki en önemli konu yöntem ne olursa olsun endosperm, kotiledon ve embriyoya zarar verilmemesidir (Luna vd. 2014). Birinci aşamada MA, TY, KA, ST ve bunların kombinasyonlarının çimlenmeye etkisi toplamda 113 adet uygulama ile belirlenmiştir. Çalışmada farklı uygulamaların denenmesinin birçok sebebi vardır. Suda tutma, TY ve MA uygulamaları ile çevre ve sürdürülebilir tarım için istenmeyen kimyasal madde kullanımını en aza indirmek hedeflenmiştir (Rowse 1996). Çalışmamıza benzer şekilde Gerçekçioğlu ve Çekiç (1997) tohum kabuğunun mekanik yolla ya da kimyasal olarak aşındırılması gibi uygulamaların tek başına ya da kombinasyon şeklinde çimlenmeyi uyardığını ifade etmişlerdir. Güncan (2002), tohum kabuğunun sert yapısını kırmak için, içerisi zımpara ile kaplı kaplarda tohumlar döndürülerek tohum kabuğunun aşındırılmasının olumlu sonuçlar verdiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada da MA uygulaması benzer şekilde 3.2.1.1’de belirtilen yöntemle göre yapılmış olup aşındırıcı kap içinde bulunan tohumlara farklı devir ve sürelerde uygulama yapılarak en uygun süre ve devrin belirlenmesi amaçlanmıştır.

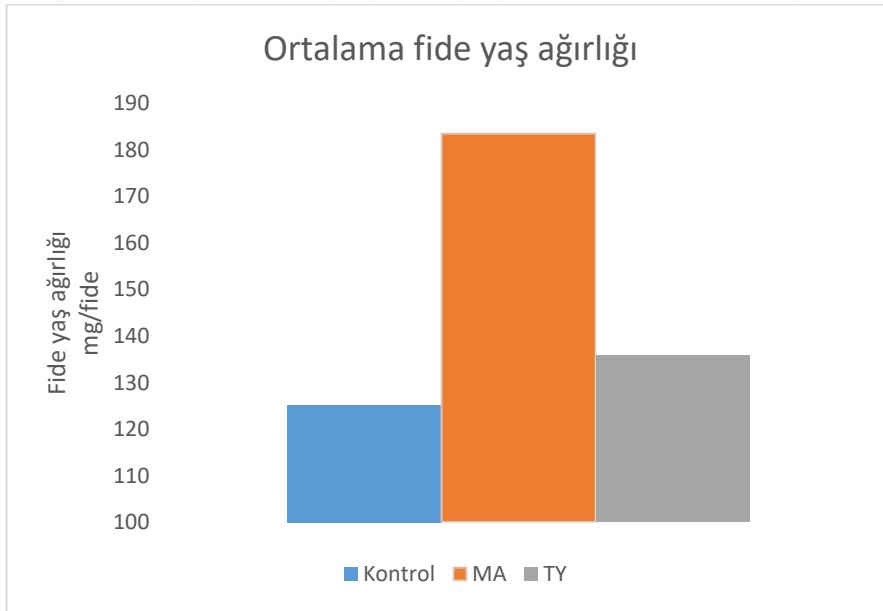
Birinci aşama sonuçları incelendiğinde, toplamda 113 farklı işlem uygulandığında, tohumların toplam çimlenme oranında (TÇ) kontrol tohumlarına kıyasla istatistiksel olarak 108 uygulamada önemli bir artış saptanmıştır (Çizelge 4.1). Sonuçlar uygulanan yöntemlerin tohumun çimlenmesini olumlu etkilediğini ve daha önce bu konuda yapılmış çalışmalar ile benzer sonuçlar vermiştir (Suganuma ve Ohno 1984, Masuda ve Konishi 1993, Leskovar vd. 1999, Katzman vd. 2001). Mekanik aşındırma (MA) uygulaması, tohumlara farklı devir ve sürelerde 16 farklı şekilde yapılmış olup, hiç uygulama yapılmayan tohumların toplam çimlenme oranı %86 iken 15 uygulamanın toplam çimlenme oranı kontrole göre artış göstermiştir. En yüksek oran %99 ile MA60+90 ve MA180+90 uygulamaları ile elde edilirken, en düşük devirde uygulama yapılan tohumların (MA60+50) toplam çimlenme oranı %83 ile kontrol grubundan düşük olmuştur. Bu sonuç en düşük devirde ve sürede çevirme işlemi yapıldığında tohum kabuğunun yeterince aşınmadığını göstermektedir. Bu yüzden gerekli kabuk aşındırmanın sağlanabilmesi için tohum aşındırma kabının belirli bir süre ve belirli devir/dakikada döndürülmesi gereklidir. Araştırmamızın ikinci aşamasında mekanik aşındırma (MA60+90) uygulaması yaptığımız on farklı tohum partisinin tamamında iklim

odası fide çıkışı (NFC) ve tarla fide çıkışı (TFC) oranlarında olumlu etki elde edilmiştir (Çizelge 5.2). Bu sonuç farklı çalışmalarda MA uygulamasının çimlenme oranına etkisi bakımından benzerlik göstermektedir. Örneğin Martinez-Fernandez vd. (2014), nohut geveni (*Astragalus cicer*) tohumlarında mekanik aşındırmayı arttırmak için tohumları zımpara kâğıdı ile mekanik olarak aşındırılmış ve çimlenme oranının %22'den %97'ye çıktığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kitiş ve Kaya (2018), mekanik aşındırma uygulaması ile jüt bitkisinin tohumlarında çimlenme oranını %4'ten %88'e yükseldiğini göstermişlerdir. Mekanik aşındırmada en yüksek toplam çimlenme oranını elde ettiğimiz MA60+90 (60 dakika 90 devir/dakika) ve MA180+90 (180 dakika 90 devir/dakika) uygulamalarında normal çimlenme oranı MA60+90'da %95 olurken MA180+90'da bu oran %91'e düşmüştür. Bu düşüşün 180 dakika 90 devir/dakika'da daha yüksek olmasının nedeni embriyonun zarar görmüş olabileceği ihtimalidir (Kulsumbi vd. 2020). Çok hızlı ve uzun süreli dönme etkisi tohum kabuğunda çatlama kırılmalara neden olabilir.

Çizelge 5.2 On farklı ıspanak partisinde mekanik aşındırma (MA60+90) ve tohum yıkama TY60)'nın kontrole göre çimlenme, iklim odası fide çıkışı ve tarla fide çıkışına yaptığı olumlu etki sonuçları. Değerler her tohum partisinde uygulanmış olan tohumların yüzde değerlerinden kontrol yüzdeliklerinin çıkartılması ile elde edilmiştir.

	<u>Normal Çimlenme (NC)</u>	<u>İklim odası fide çıkış (NFC)</u>	<u>Tarla fide çıkış</u>			
<u>(TFC)</u>						
Lot (Parti)	MA60+90	TY60	MA60+90	TY60	MA60+90	TY60
1	+16	+17	+13	+9	+19	+31
2	+9	+9	+12	+2	+18	+17
3	+11	+10	+8	+3	+19	+22
4	+20	+7	+14	+13	+26	+17
5	-1	+8	+13	+12	+15	+23
6	+11	-8	+18	-2	+18	+13
7	-5	+22	+14	+4	+24	+19
8	-1	+5	+12	+5	+28	+26
9	0	+2	+6	+3	+7	+9
10	+9	-3	+21	+23	+33	+29
Toplam	69	69	131	72	207	206
Ortalama	6.9	6.9	13.1	7.2	20.7	20.6

Bazı tohumlar bünyelerinde engelleyici madde bulundurmaları nedeniyle yıkanmaya gerek duymaktadırlar (Hartmann vd. 1990). Birinci aşamada gerçekleştirdiğimiz farklı sürelerde (TY60, TY120, TY180, TY240) 4 farklı tohum yıkama uygulaması gerçekleştirilmiş ve kontrol tohumlarında normal çimlenme oranı %79 iken TY60 uygulaması ile bu oran %96 oranına yükselmiştir. TY240 uygulamasında %95, TY120 ve TY180 uygulamalarında %93 oranında normal çimlenme gerçekleşmiştir (Çizelge 4.1). Araştırmamızın ikinci aşamasında tohum yıkama (TY60) uygulaması yaptığımız on farklı tohum partisinin iklim odası fide çıkış (NÇ) oranında dokuz lota ve tarla fide çıkışı (TFC) oranlarında ise on lota olumlu etki elde etmiştir (Çizelge 5.2). Araştırmamıza benzer şekilde ıspanakta çimlenmenin iyileştirilmesi için tohumlarda yıkamanın çimlenme oranını arttırdığını belirten çalışmalar bulunmaktadır (Katzman vd. 2001, Jiang vd. 2011, Alam vd. 2013, Dönmez 2018). Kulsumbi vd. (2020) ıspanak tohumlarında görülen kabuk dormansisinin etkisini kırmak için yaptıkları çalışmada tohumlara 24 saat ve 36 saat yıkama yapmışlar ve kontrol tohumlarında normal çimlenme oranı %48 iken 24 saat su uygulaması ile bu oran %73'e, 36 saat su uygulaması ile %64,5'a çıktığını bildirmişlerdir.



Şekil 5.1 Araştırmanın ikinci aşamasında TY60 ve MA60+90 uygulamalarının 10 adet ticari ıspanak tohum partisinin iklim odasında ortalama fide yaş ağırlığı

Katzman vd. (2001), ıspanak gibi yeşil yapraklı ve kısa vegetasyonlu türlerde, tohum uygulamalarının fide çıkışını artırarak hem daha iri bitkilerin alınmasına hem de dolaylı olarak birim alandan daha yüksek miktarda bitkinin hasadına olanak verdiği bildirmişlerdir. Araştırmamızda birim alandaki verim belirlenmemiş ancak araştırmanın ikinci aşamasında fide yaş ağırlıklarını incelediğinde uygulamalardan en az bir tanesi dokuz lotta kontrole göre istatistiksel olarak anlamlı fark vermiş ve tüm lotlarda en az bir uygulamada kontrole göre daha fazla fide ağırlık artışı elde edilmiştir. Ayrıca tüm lotların ortalama fide yaş ağırlıklarını incelediğimizde kontrol grubu ortalama değeri 125.2 mg/fide iken TY 135.8 mg/fide ve MA 183.5 mg/fide olmuştur (Çizelge 4.8, Şekil 5.1). Şekil 4.7’de görüldüğü gibi uygulama yapılan tohumların daha iri bitkiler oluşturduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçtan hareketle özellikle yapraklı sebzelerde tohum uygulamalarının verim artışını sağlayabileceğini öngörebiliriz. Nitekim Demir vd. (2008) daha erken çıkış sağlamanın bitki gelişimi ve bitki boyutunu iyileştirdiğini ve sağlıklı bitki eldesine katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Tohum uygulamalarının en önemli avantajlarından birisi stres ortamlarında çıkış ve fide gelişiminin hızlı şekilde temin edilmesidir (Memiş 2020). Nitekim bu tür uygulamaların stres koşullarında ve tarla koşullarında farklı türlerde yapılmış çalışmalarla kanıtlanmıştır (Uzun ve Aydın 2004, Demir vd. 2009, Mavi vd. 2010, Gökçöl ve Duman 2018). Benzer şekilde araştırmamızda uygulamalar optimum koşullar altında (laboratuvar koşulları) yapılan çimlendirme testlerine göre tarla koşullarında (toprak koşulları) kontrole göre daha yüksek oranda pozitif etki oluşturmuştur (Çizelge 5.2). Tarla ortamında ortalama fide çıkış avantajı %33’e kadar çıkmıştır. Tarla faktörleri mikroorganizmalar, toprak sertliği, su yeterliliği, ışık durumu, patojenler ve benzeri faktörlerin çimlenmeyi olumsuz etkileyebilen etkenlerdir (Mc Donald 1999, Kaya 2008, Pollock ve Alan 2011). Bu bakımdan etkinin maksimum düzeyde tarlada yapılan ekimlerde etkin olarak sağlanması, ıspanak üretiminin daha başarılı ve verimli yapılması bakımından uygulamaların geniş çaplı kullanılabileceğini de ortaya koymaktadır.

Tohum uygulamalarının en önemli yönlerinden birisi ticari anlamda firmalar tarafından kullanılabilirlik düzeyinin yüksek olmasıdır. Bazı uygulamalarda yoğun kimyasal kullanımı, teknik ekipman gerekliliği uygulamayı zorlaştırmakta ve maliyeti

arttırmaktadır. Araştırmamızda MA ve TY'nin seçilme nedenlerinden birisi budur. MA ya da TY'yi de çok miktarda tohumla ve daha az giderle yapmak olanaklıdır (Bu çalışmada az miktarda tohum kullanarak deneysel materyal sınırlı tutulmuştur). Ancak, tohum miktarının (4-5) kg'lık hacimler halinde uygulanması belirttiğimiz metotlarla olanaklıdır. Bu tür metotların "KWS" ve "SESVANDERHAVE" gibi dünyada şeker pancarı tohum üretiminde lider olan şirketlerin, şekerpancarı (*Beta vulgaris* var. *saccharifera* Döll.) tohumunda büyük miktarlarda uygulama yaptıkları bilinmektedir (Mithat Polat sözlü görüşme 2024). Bu açıdan var olan uygulama tekniklerinin, endüstriyel olarak ıspanak tohumlarında kullanılma olanağının bulunması yapılan çalışmanın, alanda da yararlı sonuçlar doğuracağını göstermektedir.

Tohum uygulamalarında dikkat edilecek noktalardan birisi de tohumun su ile teması söz konusuysa uygulama sonrası kurutma gerekmesidir (Taylor vd. 1998). Uygulamalardan sonra tohum ya başlangıç ağırlığına kadar kurutulur (Dry-back) ya da yüzey kurutması yapılır (Surface-drying) (Paparella vd. 2015). Eğer, tohum hemen ekilecek ise yüzey kurutması tercih edilebilir; ancak, uygulama sonrasında depolama yapılacaksa, tam anlamıyla kurutma yapmak daha iyi olacaktır. Çünkü depolama için tohum neminin %10 ve altında olması gereklidir.

Magnee vd. (2020) yaptıkları araştırmalarında çimlenmede ıspanak tohumu boyutunun önemli olduğunu, küçük tohumlardaki perikarpların büyük olanlara göre daha ince olduğu ve daha iyi çimlendiğini bildirmişlerdir.

Deluran vd. (2013), ıspanak tohumlarında tohumun olgunlaşma sürecinde tohum sapının üzerindeki tohumların olgunlaşmalarının farklı olduğunu, bunun da sadece çimlenmeyi değil, tarla çıkışını da etkileyebildiğini ifade etmiştir. Nitekim, çalışmamızda da tohum partilerinin farklı düzeyde çıkış oranları vermesinin arkasında hem yetiştirme hem muhafaza tekniklerinin farklı olması ve hem de tohum partilerindeki olgunlaşma farklılık etkisinin olabileceği görülmüştür (Deluran vd. 2013, Magnee vd. 2020).

Luna vd (2014) tohumlarda sert kabukluluğun giderilmesi için uygulama yapılacak tür için farklı yöntemler kullanılmasının, o tür için en uygun metodun ortaya konulması için

yararlı olacağını bildirmiştir. Bu bakımdan MA ya da çimlenmeye ve çıkışa olan etkinin farklılığında tohum kabuğunun kalınlığının değişkenliği yatmakta olup, bazı partilerde ince ya da kalın kabuklu tohum oranındaki değişkenliğin bu bakımdan belirleyici bir özellik olabileceği açıktır. Ayrıca, tohumun boyutlarındaki farklılıkların özellikle MA ya da tohum yüzeyindeki aşındırmanın düzeyinde etkili olabileceği gibi küçük tohumlarda çarpmanın tohumlardaki tahribatın etkisini artırabilir.

Tohum uygulamalarında tuzlar, (CaSO_4 , NaCl , KCl vb.) yüksek moleküler ağırlıklı bileşikler (PEG), poliaminler (spermidine gibi), hormonlar (GA_3 vb) yoğun şekilde kullanım alanına sahiptir (McDonald 1999, Güncan 2002). Ancak bu madde atıklarının doğada oluşturduğu kimyasal yükte dikkate alınmalıdır. Atık olarak doğaya salınan maddeler su ve toprak kirliliğine sebebiyet verebilirler (Rowse 1996). Ayrıca organik tohum/fide üretiminde kimyasal kullanımı olmadan yapılan uygulamalar yüksek değer taşımaktadır. Çalışmamızda herhangi bir kimyasal kullanılmadan yapılan uygulamalar, doğa ile barışık uygulamalar statüsünde değerlendirilebilir. Günümüzün önemli konularından olan çevre dostu (Eco-friendly), sürdürülebilir uygulamaların gelecekte daha önemli olacağı göz önüne alınırsa, çalışmamızda ortaya koyduğumuz sonuçların geniş kullanım alanı bulacağını ön görebiliriz. Ayrıca kimyasal uygulamaların bazı durumlarda özellikle yüksek dozlu uygulamalarda tohumun embriyosunda kalıntı etki yaptığı ve kısa vegetasyonlu sebze olan ıspanakta bunun kalıntı faktörü olarak da düşünülmesi gerektiğini belirtmeliyiz.

Tez bulgularının genel olarak değerlendirilmesi sonucunda,

- Ispanak tohumlarında kabuğun mekanik olarak aşındırılması çimlenmeyi olumlu etkilemektedir.
- Tohum yıkama uygulamaları da kabuktaki bazı maddelerin yıkanmasını sağlayarak çimlenmeyi özendirici etki etmektedir.
- En önemli sonuçlardan biri mekanik aşındırma, yıkama ve benzeri uygulamaların tarla çıkışından laboratuvaradaki çimlenmeye göre daha olumlu etki yaptığıdır. Bu sonuç tohum partilerin de üretime ilişkin sorunların çözülmesi bakımından yararlı sonuçlar vereceğini göstermektedir.

- Farklı uygulamaların etkisi ile tarla koşullarındaki fide çıkış oranının, laboratuvar çıkışlarına göre daha çok etkilenmesi, uygulamaların tohum gücüne etkisini göstermektedir.
- Çalışmamızda kullandığımız uygulamaların hem zamanı hem de sonuçları itibariyle büyük miktarda tohum partileri için de için kullanılabilir nitelikte olduğu gözlemlenmektedir.
- Bir diğer önemli sonuç da daha sonra yapılacak çalışmalarda daha kısa süreli yıkama ve aşındırma çalışmaları ile mekanik bir aşındırma düzeneğinin geliştirilmesi, ıspanak tohum çimlenmesi açısından yararlı olacaktır.
- Ayrıca tohum yıkama uygulamasında, tohumun dış kısmındaki maddelerin yıkanmasında sodyum hipoklorit gibi temizleyici maddelerin kullanımıyla daha etkin sonuçlar alınabilir.

KAYNAKLAR

- Abak, K., Düzyaman, E., Şeniz, V., Gülen, H., Pekşen, A. ve Kaymak, H.Ç. 2010. Sebze Üretimini Geliştirme Yöntem ve Hedefleri. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, Türkiye, 11 - 15 Ocak 2010, ss. 477-492
- Agrawal, P.K. and Dadlany, M. 1987. Concepts of Seed Vigour and Its Measurement. Techniques in Seed Science and Technology. South Asian Publishers, p. 90-99, New Delhi, India.
- Alam, A., Amin, N., Ara, N., Ali, M. and Ali, I. 2013 Effect of various sources and durations of priming on spinach seeds. Pakistan Journal of Botany, 45 (3), 773-777.
- AOSA (Association of Official Seed Analysts). 1983. Seed Vigor Testing Handbook, AOSA Handbook 32, 55-60
- Atherton, J.G. and Farooque, A.M. 1983a. High Temperature and Germination in Spinach. I. The role of the pericarp. Scientia Horticulturae, 19 (1), 25-32.
- Atherton, J.G. and Farooque, A.M. 1983b. High Temperature and Germination in Spinach. II. Effects Of Osmotic Priming. Scientia Horticulturae, 19, 221-227.
- Baskin, J. and Baskin, C. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14(1), 1-16.
- Brocklehurst, P.A. 1985. Factors affecting seed quality in vegetable crops. Scientific Horticulture, 36, 48-57.
- Butu, M., and Rodino, S. 2019. Fruit and vegetable-based beverages—Nutritional properties and health benefits. In *Natural beverages*. Academic Press, 303-338.
- Chen, K., Arora, R. and Arora, U. 2010. Osmopriming of spinach (*Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale) seeds and germination performance under temperature and water stress. Seed Science and Technology, 38, 36-48.
- Chen, K. and Arora, R. 2011. Dynamics of the antioxidant system during seed osmopriming, poat-priming germination, and seedling establishment in Spinach (*Spinacia oleracea*). Plant Science, 180, 212-220.
- Chen, K., Arora, R. and Fessrhaie, A. 2012. Dehydrin metabolism is altered during seed osmopriming and subsequent germination under chilling and desiccation in *Spinacia oleracea* L. cv. Bloomsdale: Possible role in stress tolerance. Plant Science, 183, 27-36.
- Chen, K. and Arora, R. 2013. Priming memory invokes seed stress tolerance. Environmental and Experimental Botany, 94, 33-45.

- Chitwood, J., Shi, A., Evans, M., Rom, C., Gbur, E.E., Motes, D., Chen, P. and Hensley, D. 2016. Effect of temperature on seed germination in spinach (*Spinacia oleracea*). Horticultural Science, 51 (12), 1475-1478.
- Deleuran, C., Olesen, H. and Boelt, B. 2013. Spinach seed quality: potential for combining seed size grading and chlorophyll fluorescence sorting. Seed Science Research, 23, 271-278.
- Demir, İ. and Ellis, R.H. 1992. Development of pepper seed quality. Annals of Applied Biology, 121, 385-389.
- Demir, İ. and Özçoban, M. 2001. The effects of combinations of temperature and seed moisture treatments on hardheadedness in okra. Tarım Bilimleri Dergisi, 7(1), 1-4.
- Demir, İ., Ermiş, S., Mavi, K. and Matthews, S. 2008. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annum*) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. Seed Science and Technology, 36(1):21-30.
- Demir, I., Light, M.E., Van Staden, J., Kenanoglu, B.B. and Celikkol, T. 2009. Improving seedling growth of unaged and aged aubergine seeds with smoke-derived butenolide Seed Science and Technology 37, 255-260.
- Dönmez, F. 2018. Ultrasonik ses dalgası uygulamalarının Ispanak tohumlarında çimlenme ve çıkış üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, sf. 46, Isparta.
- Engindeniz, S., (2009), Türkiye’de Sebze Üretimi ve Gelecek İçin Bazı Öneriler, MPM Verimlilik Dergisi, 2 :99-117.
- Erbay, E. 2010. Gediz Havzası Ispanak Üretim Alanlarında Görülen Virüs Hastalıklarının Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, 65, İzmir.
- Ermiş, S. 2002. Bamyaya tohumlarında sert kabukluluğun giderilmesine yönelik bazı uygulamaların depolama sırasındaki etkilerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 34, Ankara.
- FAO,. 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (Erişim: Ocak 2024).
- Finch-Savage, W. and Leubner-Metzger, G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytologist, 171(3), 501-523.
- Gerçekçioğlu, R. ve Çekiç, Ç. 1997. Mahlep (*Prunus mahaleb* L.) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Bazı Uygulamaların Etkileri, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 1, 145-150.

- Ghiyasi, M., Amirnia, R., Rahimi, A. ve Özyazıcı, G. 2019. Farklı dormansi giderme ve priming uygulamalarının *Citrullus colocynthis* tohumlarının çimlenme ve fide büyümesi üzerine etkileri, EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences, 2602-4136.
- Gökdaş, Z. 2022. Organik Temelli Duman Ekstraktlarının Sebze Tohumlarında Yaşlanmanın Tamiri ve Fide Kalitesi Üzerine Etkileri. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 102, Ankara.
- Gökçöl, A., ve Duman, İ. 2018. Kapari Tohumlarının Çimlenmesinin İyileştirilmesinde Farklı Tohum Uygulamalarının Etkisinin Belirlenmesi. Ege Univ. Ziraat Fak. Derg., 55 (4),433-440
- Güncan, A. 2002.Yabancı otlar ve mücadele prensipleri, Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 239 s., ISBN: 975-448-157-1
- Güngör, M., Uzunbacak, H., Yılmaz, N., D., K., Şevik, M., A., 2017. Samsun ili ıspanak üretim alanlarında enfeksiyon oluşturan virüslerin belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 32 164 – 168.
- Goto, T., Miyazaki, M. and Oku, M. 1996. An improved procedure protoplast culture and plant regeneration of spinach (*Spinacia oleracea* L.). Journal of The Japanese Society for Horticultural Science, 65 (2), 349-354. 1996.
- Harrington, J.F. and Minges, P.A. 1954. Vegetable seed germination. University Of California Agricultural Extension Service (Mimeo) 11 p.
- Hartmann, H.T., Kester D.E. and Davies F.T. 1990. Plant Propagation. Principles of Propagation by Seed. 5th ed. Prentice-Hall, 647 p.
- Heydecker, W. and Coolbear, P. 1977. Seed treatments for improved performance, survey and attempted prognosis, Seed Sci. and Tech., 5, 353-425.
- ISTA, 2020. International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Wallisellen, Switzerland
- İmran, M., Mahmood A., Neumann G., and Buelt B. 2021. Zinc Seed Priming Spinach Germination at Low Temperature. MDPI Agriculture, 11, 271, 1-12
- İslam, M.A., ve Kimura, E. 2012, Seed Scarification Methods and Their Use In Forage Legumes. Res. Journal of Seed Science, 5 (2), 38-50.
- Jiang, X.W., Ren, C.H., Hu, J.M., Zeng, Q.X., Zhao, Q.C., and Wang, J.H. 2011. Study of water priming effect on seed germination and vigor of Spinach (*Spinacia oleracea*). Journal of China Agricultural University, 16(2), 43-51
- Kaşka, M. 2020. Sıcaklık stresi altında Ispanak (*Spinacia oleracea* L.)’ta tohum çimlenmesi ve yağ asidi kompozisyonu arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 74, Erzurum.

- Katzman, L.S., Taylor, A.G., Langhang, W.R., 2001. Seed enhancements to improve spinach germination. *Horticultural Science*, 36 (5), 979-981.
- Kavak, S. 2006. Farklı polimer kaplama materyal ve uygulamalarının soğan tohumlarında depo ömrü ve yaşlanma üzerine etkileri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 202, İzmir.
- Kaya, G. 2008. Biber Tohumlarında Kontrollü Nemlendirme Uygulamasının Tohum Kalitesine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 162, Ankara.
- Kitiş, Y.E., ve Kaya, A.D. 2018. Bazı dormansi kırma metotlarının jütün (*Corchorus olitorius* L.) çimlenmesi üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31 (3), 213-217
- Kulsumbi, A. K., Sangeeta, I. M., Shakuntala, N. M., Vasudevan, S. N., and Kisan, B. 2020. Study on the effect of seed priming on Physiological and Biochemical changes in seed quality of Spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Research Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 12(2), 65-70.
- Kurtoğlu, A., Korkmaz, S., 2018. Determination and molecular characterization of cucumber mosaic virus (CMV) infection on spinach production fields of Çanakkale province, Turkey. *J. Turk. Phytopath.*, 47 (2): 43 – 51.
- Lee, J.M. 2004. Advances in Seed Treatments for Horticultural Crops, *Chronica Horticulturae*, 44(2), 11-20.
- Lee Y.I., Lee N., Yeung E.C. and Chung M.C. 2005. Embryo development of *Cypripedium formosanum* to seed germination *in vitro*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 130(5), 752-753.
- Leskovar, D.L. and Esensee, V. 1999. Pericarp, leachate, and carbohydrate involvement in thermo-inhibition of germinating spinach seeds. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 124 (3), 301-306.
- Luna, T., Wilkinson, K.M. and Dumroese, K.R. 2014. Seed Germination and Sowing Options. *Nursery Manuel For Native Plants*, (8), 132-153.
- Magnee, K.J.H., Scholten, O. E., Postma, J., van Bueren, E.T.L. and Groot, S.P.C. 2020. The sensitivity of spinach seed germination to moisture is driven by oxygen availability and influenced by seed size and pericarp. *Seed Science and Technology*, 48, 1, 117-131.
- Magnee, K.J.H., Scholten, O.E., Kodde, J., Postma, J. Gort, G. van Bueren, T. L. and Groot, S.P.C. 2023. Higher seed maturity levels, darker pericarp, and smaller seed size relate to improved damping-off tolerance in spinach. *Scientia Horticulturae*, 321, 112219, 1-11.
- Martínez-Fernández, W., Martínez-García, F. ve Pérez-García, F. 2014. Census, Reproductive Biology, and Germination Of *Astragalus Gines-Lopezii*

(*Fabaceae*), A Narrow And Endangered Endemic Species of SW Spain, Turkish Journal of Botany, 38, 686-695

- Masuda, M. and Konishi, K. 1993. Improvement of High-temperature Germination of Spinach Seed with Acid Scarification and Priming with Polyethylene Glycol 6000. Journal of The Japanese Society for Horticultural Science, 62 (2), 419-424.
- Masuda, M., Hata, N., Ombwara, F.K. and Agong, S.G. 2005. Effects of acid scarification, priming with PEG, NaCl, or water as osmoticum, and dehydration on spinach seed germination at 30°C. Journal of The Japanese Society for Horticultural Science, 74 (2), 134-138.
- Mavi, K., Demir, I. and Matthews, S. 2010. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. Seed Science and Technology, 38, 14-25.
- McDonald, M.B. 1999. Seed Deterioration: Physiology, Repair, and Assessment. Seed Science and Technology, 27, 177-237.
- Memiş, N. 2020. Ultra-sonik Ses Dalgaları Kullanılarak Yapılan Pirming Uygulamasının Sebze Tohumlarının Çimlenme ve Fide Çıkış Oranına Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 71, Ankara.
- Nascimento, W.M., and Aragão, F.A.S. 2002. Muskmelon seed priming: water absorption and germination under different temperatures, Revista Brasileira de Sementes. 24 (1), 153- 157, 2002.
- Orhan, Y., 2013. Ekim Öncesi uygulamaların Ispanak Tohumlarının Çimlenme ve Çıkış oranı Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 59, Isparta.
- Paparella, S., Araújo, S.S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D. and Balestrazzi, A. 2015. Seed priming: state-of-the-art and new perspectives. Plant Cell Reports, 34(8), 1281-1293.
- Polat, M. 2024. Sözlü Görüşme. Ankara.
- Pollock, B.M ve Alan R. 2011. Fizyolojik tohum kalitesinin bitki teşekkülü üzerine etkisi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 16, 1-4,
- Prior, R. L. 2003. Spinach as a source of antioxidant phytochemicals with potential health effects. Paper presented at the National Spinach Conference, Fayetteville, AR. USA November.
- Rubatzky, V.E. and Yamaguchi, M. 1997. World Vegetables. Principles, production, and nutritive values. 2nd edition. International Thomson Publishing. Chapman and Hall, New York, 3-16
- Soltani, F., Kashi, A. and Arghavani, M. 2006. Effect of magnetic field on *Asparagus*

- officinalis* L. seed germination and seedling growth. Seed Sci. and Tech., 34(5), 349-353.
- Sue, M., Musser, H., Teddy, E., Morelock, T.E., and Brad, M.J. 1999. Relation of heat-shock proteins to thermo tolerance during spinach seed germination Arkansas Agricultural Experiment Station. Division of Agriculture University of Arkansas, Research Series 466.
- Suganuma, N. and Ohno, H. 1984. Rol of pericarp in reducing spinach (*Spinacia oleracea* L.) seed germination at supra-optimal temperatures. Journal of The Japanese Society for Horticultural Science, 53 (1), 38-44.
- Suganuma, N., Ohno, H., Tezuka, T. and Yamamoto, Y. 1985. Effect of high temperature on the development of cyanide-sensitive respiration in the germination process of spinach seeds. Plant and Cell Physiology, 26(3), 551-557.
- Şenlikoğlu, G., 2015. Organik Materyal İlavesi ve Azotlu Gübre Uygulamalarının Ispanak Bitkisinin (*Spinacia oleracea* L.) Gelişimi ve Nitrat Akümülyasyonuna Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Ordu, 76 s.
- Taia, W. K. 2004. Tribe Trifolieae: evidence from seed characters. Pakistan Journal of Biological Sciences 7 (7), 1463-1472.
- Taylor, A.G. 1997. Seed storage, germination, and quality. In: The physiology of vegetable crops, Wien H.C. (Ed.). Centre for Agriculture and Bioscience International Publishing, New York, USA, pp. 1-37.
- Taylor, A.G., Allen, P.S., Bennet, M.A., Bradford, K.J., Burris, J.S. and Misra, M.K. 1998, Seed Enhancements, Seed Science Research, 8, 245-256.
- Ting, S., Xiaosong, L., Dongmei, T. and Danfeng, H. 2012. Germination characteristics and heat tolerance in seeds of *Spinacia oleracea* L. under various high-temperature stresses. Journal of Shanghai Jiaotong University - Agricultural Science, 30 (4), 31-38.
- Turfan, N., 2017. Sıvrun ıspanak (*Spinacia oleracea* L.) çeşidinin bazı abiyotik stres faktörlerine tepkisi. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5 (6): 660 – 667.
- TÜİK. 2023. <https://Biruni.Tuik.Gov.Tr/Bitkiselapp/Bitkisel.Zul> (Erişim: Ocak 2024).
- Uzun, F. ve Aydın, I. 2004, Improving germination rate of *Medicago* and *Trifolium* species. Asian J. Plant Sci., 3, 714-717.
- Venter, A.V. 2000. Seed vigor testing. Journal of New Seeds, 2(4), 51-58.
- Welbaum, G.E. 2015. Vegetable production and practices. Printed and bound by CPI Group (UK) Ltd., Croydon, UK, p. 204-222.

- Wilcox, G.E. and Pfeiffer, C.L.1990. Temperature effect on seed germination, seedling root development, and growth of several vegetables. Journal of Plant Nutrition, 13 (11), 1393-1403.
- Williams, K.D. and Hopper, N.W. 1998. Effects of Polymer Film Coatings of Cotton Seed on Dusting-off, İmbibition and Germination. Proceedings of the Beltwide Cotton Conference, 2, 1380-1382.
- Vural, H.; Eşiyok, D.; Duman, I. 2000. K lt r Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir, 440.
- Yıldırım, H.G. ve Bilgen, M. 2022. Düğmeli Yonca Hatlarında (*Medicago orbicularis* L. Bart.) bazı fiziksel ve kimyasal yöntemlerin tohum dormansisi üzerine etkileri. Akademik Ziraat Dergisi 11(2), 253-262