

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

BİBER TÜRLERİNDE TOHUM KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN
OLGUNLUKLA İLİŞKİLİ OLARAK BELİRLENMESİ

Nazlı İlke EKEN TÜRER

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2023

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

BİBER TÜRLERİNDE TOHUM KALİTESİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN OLGUNLUKLA İLİŞKİLİ OLARAK BELİRLENMESİ

Nazlı İlke EKEN TÜRER

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

Bu çalışma *C. annuum* L. , *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq. biber türlerinde tohum kalite gelişiminin izlenmesi amacını taşımaktadır. İlk yıl (2021) arka arkaya çiçeklenmeden 45 ile 80 (gün arasında (ÇSG)) , ikinci yıl (2022) ise arka arkaya çiçeklenmeden 40 ile 80 (gün arasında (ÇSG)) tohumlar hasat edilerek tohum çimlenmesi, yaşlandırma testi, fide çıkış testi, tohum güç indeksi, kuraklık stresinde çimlendirme, tuzluluk stresinde çimlendirme, düşük ve yüksek sıcaklık stresinde çimlendirme ile tohum kalitesi test edilmiştir. Araştırma sonuçları *C. annuum* L. ve *C. baccatum* L. türlerinde 55 ÇSG ve sonrası, *C. chinense* Jacq. türünde ise 60 ÇSG ve sonrası hasat etmenin tohum kalitesinin maksimum seviyede elde edilmesi için ideal dönemi kapsamaktadır. *C. annuum* L. türünde hem çimlenme hem de tohum gücü testi sonuçları *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.'den daha yüksek çıkmıştır. Meyve özellikleri; ilk hasat itibarıyla meyve boyutları yeterli büyüklüğe ulaşmıştır. *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.'de meyve başına tohum sayısı *C. annuum* L.'a göre daha düşük olmuştur. Biber türlerinde tohum kalitesinin, uygun hasat zamanının geciktirilmesi 70 ÇSG ve sonrası meyve içinde tohumun çimlenmesine neden olarak kalite kaybına sebep olmaktadır. Uygun hasat zamanının belirlenmesinin yüksek kalitede biber tohum üretimi için önemli olduğu saptanmıştır.

Temmuz 2023, 126 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biber türleri, Tohum gelişimi, Tohum kalitesi, Meyve olgunluğu

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

CHANGES IN SEED QUALITY DEVELOPMENT IN RELATION TO SEED MATURATION IN PEPPER SPECIES

Nazlı İlke EKEN TÜRER

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

Supervisor: Prof. Dr. İbrahim DEMİR

The aim of this study was to monitor seed quality development in *C. annuum* L., *C. baccatum* L. and *C. chinense* Jacq. pepper species. In the first year (2021), seeds were harvested between 45 and 80 days (DAA) before successive flowering and in the second year (2022), seeds were harvested between 40 and 80 days (DAA) before successive flowering and seed quality was tested by seed germination, aging test, seedling emergence test, seed strength index, germination under drought stress, germination under salinity stress, germination under low and high temperature stress. The results of the research show that harvesting at 55 DAA and later in *C. annuum* L. and *C. baccatum* L. species and at 60 DAA and later in *C. chinense* Jacq. species covers the ideal period for obtaining maximum seed quality. Both germination and seed vigor test results were higher in *C. annuum* L. than in *C. baccatum* L. and *C. chinense* Jacq. fruit characteristics; by the first harvest, fruit sizes reached sufficient size. The number of seeds per fruit was lower in *C. baccatum* L. and *C. chinense* Jacq. than in *C. annuum* L. In pepper species, delaying the appropriate harvest time causes seed germination in the fruit and causes loss of quality. Appropriate harvest time was found to be important cultural practices to get high quality pepper seed production.

July 2023, 126 pages

Key Words: Pepper species, Seed development, Seed quality, Fruit maturity

TEŞEKKÜR

Saygı değer danışmanım bir gün; ‘Kimi hoca öğrencisini denize atar, çırpına çırpına yüzmeyi öğrenmesini bekler, ben öğrencimi denize atarken yanına can simidi de veririm ki ihtiyaç duyduğunda destek alabilsin, denize düşmenin paniği ile boğulmasın.’ demişti ve bu sözleri benim ışığım oldu. Doktora eğitimimin boyunca ne zaman yardıma ihtiyacım olsa ne zaman sorular aklımı bulandırsa hep bir cevap buldum, desteğini gördüm. Sadece akademisyen yönünü değil, bir baba gibi üzerimizden insani yönünü de esirgemeyip, bizi bizden çok düşünüp, en ufak bir tereddütümde ‘hadi’ diyerek devam etmemi sağlayan Değerli Danışman Hocam Prof. Dr. İbrahim DEMİR (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi)’e teşekkürü bir borç bilirim.

Doktora ders aşamasında kendisinin dersinden büyük zevk aldığım, doktora araştırmamın yürütülmesindeki her aşamasında bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan ve çalışmalarımı titizlikle inceleyerek bana yol gösteren kıymetli tez izleme komitesi üyesi Prof. Dr. Köksal DEMİR (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi)’e teşekkür ederim.

Lisans eğitimimin son yılında tanıdığım, ‘yüksek lisans yaparsam ben bu hocanın öğrencisi olmak istiyorum’ dediğim ve dileğimin gerçekleşip, öğrencisi olmaktan gurur duyduğum, yüksek lisans tez savunmamda da şuan ki Doktora Tez Danışmanım ile tanışmama sebep ve yine o günkü doktora dileğime vesile olan, Tez İzleme Komitesi Üyesi Prof. Dr. Kazım MAVİ (Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi) hocama da ayrıca çok teşekkür ederim.

Doktora sürecinde beni her koşulda destekleyen, birlikte çalışıyor olmaktan mutluluk duyduğum Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Öğretim Elemanları Doç. Dr. Ayşe GENÇ LERMİ (Bartın MYO Müdürü) ve Dr. Öğr. Üyesi Cevdet GÜMÜŞ (Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölüm Başkanı)’e teşekkür ederim. Çalışmalarım esnasında tohum ekstraksiyonu ve test kurulum aşmalarında beni her ne kadar ‘Nazlı Hoca’nın Acıları’ olarak adlandırmış olsalar da 2022 ve 2023 akademik yıllarında mezun olan Organik Tarım Programı

öğrencilerime ve 2022-2023 yaz stajını birlikte geçirdiğimiz Peyzaj ve Süs Bitkileri Programı öğrencilerime gösterdikleri özen ve sabırdan dolayı teşekkür ederim. Bitki yetiştirme dönemlerinde en ufak bir problemde telefonun ucunda güvenilir birilerini bulabilmek ve araştırmacı kişilikleri ile bize her daim destek olan Erdinç ÇETİN ve Halil KULOĞLU'na (Er Tarım), analizlerimde kullanmak üzere ihtiyaç duyduğum saf suyu temin edebilmem için benden desteğini esirgemeyen Uzm. Dr. Orhan KIRŞANLI ve Laboratuvar Ekibine (Bartın Özel Yaşam Tıp Polikliniği) teşekkür ederim. Doktora girebilmek için geçmem gereken yabancı dil sınavına hazırlık döneminde bana zaman ayırıp, beni çalıştıran, sınavıma bile benimle gelen, yollarımızın iş nedeniyle ayrı olduğu ama kalplerimizin bir olduğu canım arkadaşım Afranur ŞİŞMAN'a teşekkür ederim. SPSS analizlerimi yapabilmem için benden bilgilerini esirgemeyen, dönem arkadaşlarım Neslihan KADIOĞLU ve Elif ÇATIKKAŞ'a teşekkür ederim. Akademisyenliğimin ilk gününden beri varlığı beni rahatlatan, her daim çekinmeden aradığım canım dostum Dr. Öğr. Üyesi Figen SEVİNÇ BAŞOL'a, her ne ihtiyacım olsa asla esirgemeyen iş arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Bayram AKGÜL, Öğr. Gör. Dr. Çağrı SÜRÜCÜ ve Öğr. Gör. Özkan AVCI (Bartın Üniversitesi)'ya, ailecek her koşulda yoldaşlığı bize huzur veren Ayla KOCA ve Öğr. Gör. Veli KOCA'ya yürüdüğüm bu yolu kolaylaştırdıkları için teşekkür ederim.

Hem anne, hem akademisyen olabilmek zor, tanıştığımız ilk günden beri sakinliği, güler yüzlülüğü, naifliği ile kendine çeken, yoğun çalışmalarım, geç kalışlarım da bile beni hep destekleyen, dualarımın kabulü, iyikim, gözüm kapalı emanet ettiğim kızımın Can Yoldaşı Bitanemiz Behice KURT ve kızı Leviasu ÇELİK'e minnettarım.

Daktora sürecinde ne zaman yardıma ihtiyacımız olduğunda çıkıp gelen, üzerimden dualarını esirgemeyen, benimle arazide bile çalışmaktan gocunmayan, en çok da özlemlerini sabıra döndüren sevgili kayınvalidem-pederim Fusun-Hasan Fehmi TÜRER'e müteşekkirim.

İnsanın en büyük şansı önce ailesinden gelirmiş. İnsanlara karşı olan tutum, davranış, çalışma azmi, iş ahlakı ve merhametleri ile idolüm olan, statülerinin artmasıyla egolarının da azaldığının yegane kanıtı canım annem Ayşe EKEN (Emekli Gümrük Müdür Yardımcısı) ve canım babam Hasan EKEN (Emekli Gümrük Bölge Müdürü),

kişiliği ile gurur duyduğum annelik ruhumu küçük yaşta yaşamama sebep biricik kardeşim Ege Uğur EKEN (Gastronom Şefi) başımdan hiç eksik olmayın dileğiyle...

Doktora yapma isteğimi dile getirdiğim andan itibaren, bana her daim destek veren, beni motive eden, her konuda yardımcı olan, şu lazım dediğimde ‘alırız’, bunu yapacağız dediğimde ‘yaparız’ diyen, bilhassa tohumluk bitkileri yetiştirirken özellikle gübreleme ve ilaçlamada olduğu gibi her konuda gösterdiği üstün emekten ötürü canım eşim Hamdi TÜRER (Gümrük Muhafaza Kısım Amiri)’e minnettarım. ‘Her başarılı erkeğin arkasında bir kadın vardır.’. Ancak her başarılı kadın arkasında çoğu zaman bir erkek bulamaz, hatta kadın da bulamaz. Biz kadınlar toplumun genelinin görüşüne göre iş hayatında başarılı olabilmek için ya yalnız olmalıyız ya anne olmamalıyız ya da ev işi varken işte çalışmamalıyız. Tüm bu düşüncelere rağmen egolarından sıyrılabilmiş biri ile evli olmak kızıma da nasip olsun dualarımla... Sevgili eşim; çocuk okutma dönemini kızımıza devrediyorum.

Bu tezi, bugünlere gelmemde büyük emeği olan, Anneme, Babama, Kıymetli Eşime ve kendisi hatırlamayacak da olsa ondan aldığım zamanlar için affetmesi dileğiyle biriciğim Kızım Özgün’e ithaf ediyorum. Ayrıca; ömründe hiç Ziraat Mühendisi görememiş benim olmamı çok isteyen ama göremeyen Rahmetli Dedem Halil EKEN’e, bilgilerinden yararlanamadığım için üzgün olduğum, kız torun olmanın ne şahane olduğunu hissettirmiş Rahmetli Dedem Mehmet Emin ÖZSOYLU’ya ve yakın zamanda gerçekleşen 06.02.2023 ve sonrasında yaşanan depremlerde hayatını kaybetmiş üniversiteyi kazanmamda emeği büyük olan Rahmetli Hocam İlker KARAGÖZ ve Ailesi’ne, bu bölümü tercih etmem de dahil yine üniversiteye hazırlık sürecimde benden vazgeçmeyen saygıdeğer İsmail ÖZ Hocam’ın Rahmetli oğlu Dr. Ahmet ÖZ’e ve Rahmetli okul arkadaşım, Ziraat Mühendisi Ayşe Gülhan ÇELER’e bu tezi ithaf ediyorum. Özlemle, mekânınız cennet olsun...

Nazlı İlke EKEN TÜRER

Ankara, Temmuz 2023

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	
ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	9
2.1 <i>Capsicum annuum</i> L. Türünde Yapılan Çalışmalar	9
2.2 <i>Capsicum baccatum</i> L. Türünde Yapılan Çalışmalar	31
2.3 <i>Capsicum chinense</i> Jacq. Türünde Yapılan Çalışmalar	37
3. MATERYAL ve METOD	45
3.1 Materyal	45
3.1.1 Denemede kullanılan bitkisel materyal	45
3.1.2 Tohum ekimi.....	45
3.1.3 Arazi hazırlığı.....	46
3.1.4 Seraların kurulumu	46
3.1.5 Dikim yerlerinin hazırlığı	47
3.1.6 Sulama sistemi kurulumu.....	48
3.1.7 Fidelerin dikimi	49
3.1.8 Kültürel işlemler.....	50
3.1.9 Tohum gelişim evresinde sera içi sıcaklık değişimi.....	51
3.1.10 Hastalık, zararlılarla mücadele ve gübreleme.....	52
3.1.11 Çiçek etiketleme	53
3.1.12 Meyve ve tohum hasadı	53
3.1.13 Çimlendirme test odası kurulumu	55
3.2 Yöntem	56
3.2.1 Meyve özelliklerinin belirlenmesi	56
3.2.2 Çimlendirme testi (TÇO, NÇO, %).....	56
3.2.3 Tohum güç indeksi (TGI)	58
3.2.4 Fide çıkış testi (FÇO)	58
3.2.5 Yaşlandırma testi (YT)	59
3.2.6 Kuraklık stresinde çimlendirme testi	60
3.2.7 Düşük (18 °C) ve yüksek (35 °C) sıcaklık stresinde çimlendirme testi	61
3.2.8 Tuz stresinde çimlendirme testi	62
3.2.9 İstatistiksel analiz	63
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	64
4.1 <i>Capsicum annuum</i> L. 1. Yıl Sonuçları	64
4.1.1 Meyve özellikleri.....	64
4.1.2 Çimlendirme testi	65
4.1.3 Fide çıkış testi	66
4.1.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi.....	67
4.1.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi	68

4.1.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi	69
4.1.7 Tuz stresinde çimlendirme testi	70
4.2 <i>Capsicum annuum</i> L. 2. Yıl Sonuçları	71
4.2.1 Meyve özellikleri.....	71
4.2.2 Çimlendirme testi.....	72
4.2.3 Fide çıkış testi	73
4.2.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi.....	74
4.2.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi.....	75
4.2.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi	76
4.2.7 Tuz stresinde çimlendirme testi	77
4.3 <i>Capsicum baccatum</i> L. 1. Yıl Sonuçları	78
4.3.1 Meyve özellikleri.....	78
4.3.2 Çimlendirme testi.....	79
4.3.3 Fide çıkış testi	80
4.3.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi.....	81
4.3.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi.....	82
4.3.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi	83
4.3.7 Tuz stresinde çimlendirme testi	84
4.4 <i>Capsicum baccatum</i> L. 2. Yıl Sonuçları	85
4.4.1 Meyve özellikleri.....	85
4.4.2 Çimlendirme testi.....	86
4.4.3 Fide çıkış testi	87
4.4.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi.....	88
4.4.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi.....	89
4.4.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi	90
4.4.7 Tuz stresinde çimlendirme testi	91
4.5 <i>Capsicum chinense</i> L. 1. Yıl Sonuçları	92
4.5.1 Meyve özellikleri.....	92
4.5.2 Çimlendirme testi.....	93
4.5.3 Fide çıkış testi	94
4.5.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi.....	95
4.5.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi.....	96
4.5.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi	97
4.5.7 Tuz stresinde çimlendirme testi	98
4.6 <i>Capsicum chinense</i> L. 2. Yıl Sonuçları	99
4.6.1 Meyve özellikleri.....	99
4.6.2 Çimlendirme testi.....	100
4.6.3 Fide çıkış testi	101
4.6.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi.....	102
4.6.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi.....	103
4.6.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi	103
4.6.7 Tuz stresinde çimlendirme testi	104

5. TARTIŞMA	105
5.1 Meyve Özellikleri	105
5.2 Tohum Kalite Özellikleri.....	109
6. SONUÇ.....	116
KAYNAKLAR	117
ÖZGEÇMİŞ.....	126



SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
±	Artı-Eksi
μS	Microsiemens
°C	Santigrat Derece
C ₂ H ₄	Etilen
Ca	Kalsiyum
CaCl ₂	Kalsiyum Klorür
Cl ⁻	Kalsiyum
cm	Santimetre
CO ₂	Karbondioksit
g	Gram
H ₂ O ₂	Hidrojen Peroksit
ha	Hektar
K	Potasyum
kg	Kilogram
KNO ₃	Potasyum Nitrat
lt	Litre
m	Metre
m ²	Metrekare
Mg	Magnezyum
MgSO ₄	Magnezyum Sülfat
ml	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar
MPa	Megapascal
Na ⁺	Sodyum
NaCl	Sodyum Klorür
N	Azot
O ₂	Oksijen
P	Fosfor
ppm	Milyonda bir parça
S	Sülfür
Σ	Toplam

Kısaltmalar

AB	Anti Bacterial
ABA	Absisik Asit
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
APX	Askorbat Peroksidaz
CAT	Katalaz
CH	Kontrollü Hidrasyon
ÇSG	Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün
DAA	İlk Çiçeklenmeden Sonra Gün
DAMM	Kütle Olgunluğundan Sonra Gün
EC	Elektriksel İletkenlik
EVA	Ethylene Vinyl Acetate
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği
KAR1	Karrikinolid
M.Ö.	Milattan Önce
Max.	Maksimum
Min.	Minimum
NÇO	Normal Çimlenme Oranı
NFÇO	Normal Fide Çıkış Oranı
OÇZ	Ortalama Çimlenme Zamanı
OFÇZ	Ortalama Fide Çıkış Zamanı
Ort.	Ortalama
P=0,05	İstatistiksel Anlamda Fark Düzeyi
PEG	Polietilen Glikol
SOD	Süperoksit Dismutaz
TÇO	Toplam Çimlenme Oranı
TFÇO	Toplam Fide Çıkış Oranı
TGİ	Tohum Gücü İndeksi
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
UV	Ultra Violet
YT	Yaşlandırma Testi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Bazı <i>Capsicum</i> türülerinin çiçek görüntüsünden örnekler	3
Şekil 1.2 Kültüre alınmış beş <i>Capsicum</i> türünün çiçek ve meyve görüntüsünden örnekler	4
Şekil 1.3 <i>Capsicum</i> türlerinin filogenetik ilişkileri	5
Şekil 3.1 <i>C. annuum</i> (a), <i>C. baccatum</i> (b) ve <i>C. chinense</i> (c) türlerine ait çiçek	45
Şekil 3.2 <i>C. annuum</i> (a), <i>C. baccatum</i> (b) ve <i>C. chinense</i> (c) türleri fide çıkış görüntüleri	45
Şekil 3.3 Arazinin konumu, ilk hali ve toprak hazırlığı görüntüleri	46
Şekil 3.4 Seraların kurulum aşamasından görüntüleri	47
Şekil 3.5 Dikim hazırlığı görüntüleri	47
Şekil 3.6 Su deposu ve sulama sistemi kurulum görüntüleri	49
Şekil 3.7 Dikim planı, dikim sonrası ve seraların görünümü	50
Şekil 3.8 Bitki gelişim aşamalarından genel görüntüler	51
Şekil 3.9 Hastalık ve zararlılar, fırtınanın sera ve bitkilerdeki hasarı, ilaçlama ve kullanılan ilaçların görüntüleri	52
Şekil 3.10 Çiçeklere takılmış etiket görüntüleri	53
Şekil 3.11 Olgunluk dönemlerine göre hasat edilmiş meyvelerden örnek görüntüler	54
Şekil 3.12 Olgunluk dönemlerine göre biber tohumlarındaki boyut ve renk değişimi	55
Şekil 3.13 Konteyner ve klima odası görüntüleri	55
Şekil 3.14 Meyve en, boy ağırlık ölçümleri ve tohum sayımından görüntüleri	56
Şekil 3.15 <i>C.annuum</i> çimlendirme testi kurulumu ve son sayım günü görüntüleri	57
Şekil 3.16 Fide çıkış testi kurulumu, sayımı ve fide çıkışından görüntüler	59
Şekil 3.17 Yaşlandırma testi kurulumu aşaması ve çimlenme görüntüleri	60
Şekil 3.18 Kuraklık stresi çimlenme görüntüleri	61
Şekil 3.19 Düşük ve yüksek sıcaklık stresi çimlendirme testi kurulumu ve çimlenme görüntüleri	62
Şekil 3.20 Tuz stresi çimlenme görüntüleri	63
Şekil 5.1 En yüksek kalitenin oluştuğu tohum kalite testlerinin türler bazında ÇSG'ye göre toplam sayısı	109

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1	FAO 2020-2021 yılları en fazla biber üreten ilk beş ülke, üretim miktarı (ton), üretim alanı (ha) ve metrekareye düşen verim (kg/m ²)	1
Çizelge 3.1	Bitki yetiştirilen alana ait toprak analiz sonucu (2023).....	48
Çizelge 3.2	Sera içinde kaydedilen minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri.....	51
Çizelge 4.1	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim.....	64
Çizelge 4.2	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇÖ, %), normal çimlenme (NÇÖ, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim	65
Çizelge 4.3	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇÖ, %), normal fide çıkış oranı (NFÇÖ, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim	66
Çizelge 4.4	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇÖ, %), normal çimlenme (NÇÖ, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	67
Çizelge 4.5	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇÖ, %), normal çimlenme (NÇÖ,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	68
Çizelge 4.6	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇÖ, %), normal çimlenme (NÇÖ,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	69
Çizelge 4.7	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇÖ, %), normal çimlenme (NÇÖ,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	70
Çizelge 4.8	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim.....	71
Çizelge 4.9	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇÖ, %), normal çimlenme (NÇÖ, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim	72

Çizelge 4.10	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim.....	73
Çizelge 4.11	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim.....	74
Çizelge 4.12	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim.....	75
Çizelge 4.13	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim.....	76
Çizelge 4.14	<i>C. annuum</i> L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim.....	77
Çizelge 4.15	<i>C. baccatum</i> L. türünde (MKÜ 92 çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim	78
Çizelge 4.16	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim	79
Çizelge 4.17	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim.....	80
Çizelge 4.18	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim.....	81
Çizelge 4.19	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim.....	82

Çizelge 4.20	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	83
Çizelge 4.21	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	84
Çizelge 4.22	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim	85
Çizelge 4.23	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim	86
Çizelge 4.24	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim	87
Çizelge 4.25	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	88
Çizelge 4.26	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	89
Çizelge 4.27	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	90
Çizelge 4.28	<i>C. baccatum</i> türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	91
Çizelge 4.29	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim	92

Çizelge 4.30	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim	93
Çizelge 4.31	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim	94
Çizelge 4.32	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	95
Çizelge 4.33	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	96
Çizelge 4.34	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	97
Çizelge 4.35	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozadaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	98
Çizelge 4.36	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim	99
Çizelge 4.37	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ200 çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim	100
Çizelge 4.38	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ200 çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim	101
Çizelge 4.39	<i>C. chinense</i> türünde (MKÜ200 çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim	102

- Çizelge 4.40 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim 103
- Çizelge 4.41 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim 104



1. GİRİŞ

Capsicum biberleri dünya çapında önemli bir üründür ve *Solanum* L. cinsindeki patates, domates, patlıcan ile birlikte, 98 cins ve 2716 kadar türden oluşan (Bosland vd. 2012) *Solanaceae* familyasının ekonomik açıdan en önemli türleri arasındadır (Samuels 2015, Barboza vd. 2020 a, b).

Capsicum türü biberlerin insanlık için önemi; binlerce yıl önce Amerika'da başlamıştır. Ürünlerin geçmişi Meksika, Peru ve Bolivya'da M.Ö. 7000 yılına dayanmaktadır. Kolomb'un Amerika'yı keşfetmesi ile Meksika ve Orta Amerika kökenli biberler, İspanyollar için karlı bir iş olmuş ve buradan da Avrupa'ya yayılmıştır (Pinto vd. 2016).

Dünya ve Türkiye'de sebze yetiştiriciliği açısından biber (*Capsicum* spp.) en çok üretilen, tüketilen ve ekonomik açıdan en yüksek olan türler arasında yer almaktadır. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) verilerine göre, Dünya biber üretimi 2020 yılında yaklaşık 36 milyon ton, 2021 yılında 36.3 milyon ton civarındadır. En fazla biber üreten ülkeler içerisinde ülkemiz 2020 yılında Çin, Meksika ve Endonezya'dan sonra 4. sırada, 2021 yılında ise Çin'den sonra 2. sırada yer almıştır (Çizelge 1.1) (Anonymus 2023a). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre; 2022 yılı biber üretimimiz ise 3 milyon ton olarak gerçekleşmiştir (Anonim 2023).

Çizelge 1.1 FAO 2020-2021 yılları en fazla biber üreten ilk beş ülke, üretim miktarı (ton), üretim alanı (ha) ve metrekareye düşen verim (kg/m²)

2020 Yılı Dünya Biber Üretimi				2021 Yılı Dünya Biber Üretimi			
Ülkeler	Ton	Hektar	kg/m ²	Ülkeler	Ton	Hektar	kg/m ²
Çin	16.650.855	734.961	2,27	Çin	16.721.691	752.121	2,22
Meksika	2.818.443	157.911	1,78	Türkiye	3.091.295	80.239	3,85
Endonezya	2.772.594	314.772	0,88	Endonezya	2.747.018	321.923	0,85
Türkiye	2.636.905	91.491	2,88	Meksika	2.584.144	147.808	1,75
İspanya	1.472.850	21.750	6,77	İspanya	1.511.560	22.240	6,8

*Kaynak: FAO (Anonymus, 2023a)

Dünyanın en büyük beş üreticisi olan Çin, Türkiye, Endonezya, Meksika ve İspanya, dünya biber üretiminin %73.46'sını üretirken, Çin toplam biber üretiminin neredeyse yarısını gerçekleştirmektedir (Anonymus 2023). Dünyada biber yetiştiren toplam alanların yaklaşık %89'u Asya kıtasında yer almakta olup, Asya ülkelerinden Tayland ve Güney Kore; 5 - 8 g (gün/insan) arasındaki günlük insan başına düşen tüketim miktarı ile dünyanın en büyük biber tüketicileridir (Pinto vd. 2016).

Taze tüketim ve uluslararası gastronomi sunumlarının geniş çeşitliliğinde kullanımının yanı sıra biberler; gıda endüstrisi (toz, makarnalar, soslar), askeriye (kendini koruma spreyi, roket), farmasotik/ilaç sanayii (kremler, spreyler, yamalar, merhemler) ve kimyasal (elektriksel teller için koruyucu kaplama, gemi boyalarına katılanlar ve bunun gibi.) hammadde olarak birçok endüstride kullanılmaktadırlar (Antonio vd. 2018).

Capsicum annuum ve *Capsicum* cinsinin diğer üyeleri dünyanın en önemli baharatlarından birinin üretiminde kullanılmaktadırlar. Capsaicin alkoloidi acı, kırmızı biber bitkisinden elde edilmektedir. Ayrıca bu biberler vitamin (A, B, C, P ve E), molibden, potasyum, tiamin, folat, niacin, magnezyum, demir ve bakır gibi birçok elementleri içeren değişik minerallerin de kaynağıdır (Bosland ve Votava 2012, Nazarul vd. 2020). Proteinler, lipidler, karbonhidratlar, karetenoid ve ksantofil kaynağıdır. Acı biber, ilaç endüstrisinde oleoresin ve kapsaisinoid üretimi için kullanılır. Kapsaisinoidler, meyvelerin acılığından sorumlu olan ve aynı zamanda ilginç tıbbi özellikler kazandıran alkaloidlerdir. Acı biberin antioksidan, antimutajenik ve hipokolesterolemik özelliklere sahip olduğu da bildirilmektedir (Orobiyi vd. 2017).

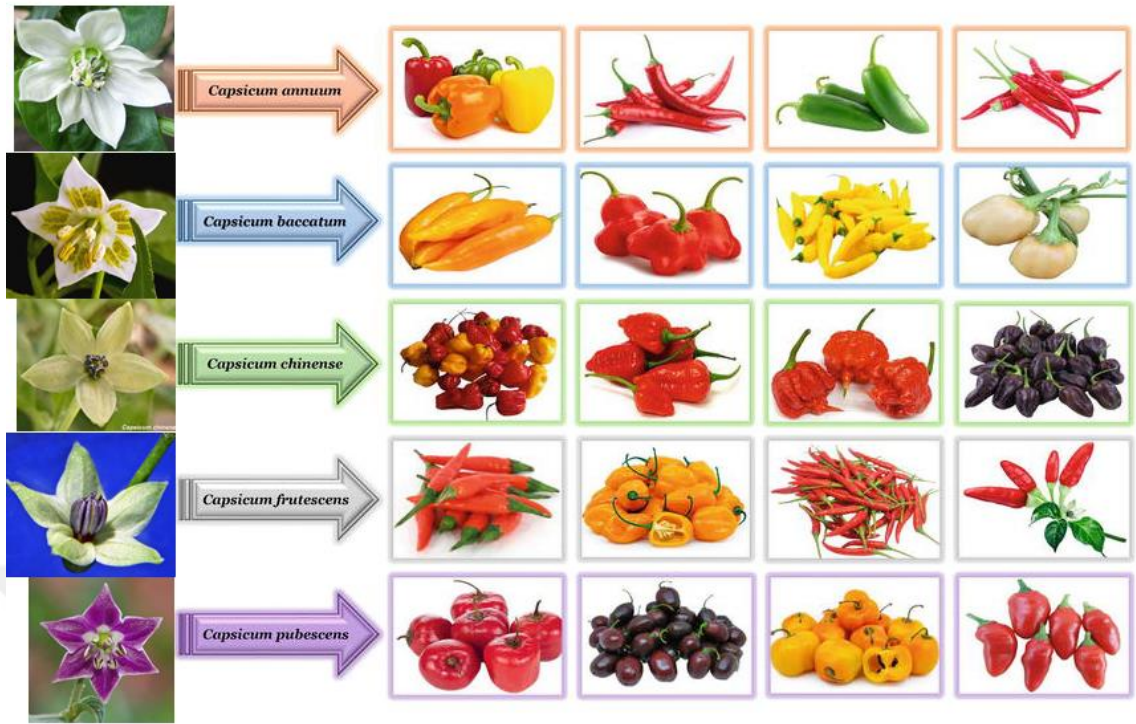
Önemli araştırmalar, kanser, anemi, diyabet ve kardiyovasküler hastalıklara karşı koruma olarak gıdalardaki antioksidanlar üzerine odaklanmıştır. Serbest oksijen radikallerini temizleyerek lipidlerin oksidasyonuna karşı koyan bu antioksidanların mükemmel bir kaynağı olarak biberlere büyük ilgi gösterilmiştir. Provitamin-A aktivitesi, askorbik asit içeriği, karotenoidler, flavonoidler, toplam çözünebilir indirgeyici eşdeğerler, fenolik asitler ve antioksidan aktivite, tüm çeşit ve türlerde genellikle olgunlukla birlikte artmaktadır. (Bosland ve Votava 2012).



Şekil 1.1 Bazı *Capsicum* türlerinin çiçek görüntüsünden örnekler (Kaynak: Anonymus, 2023b)

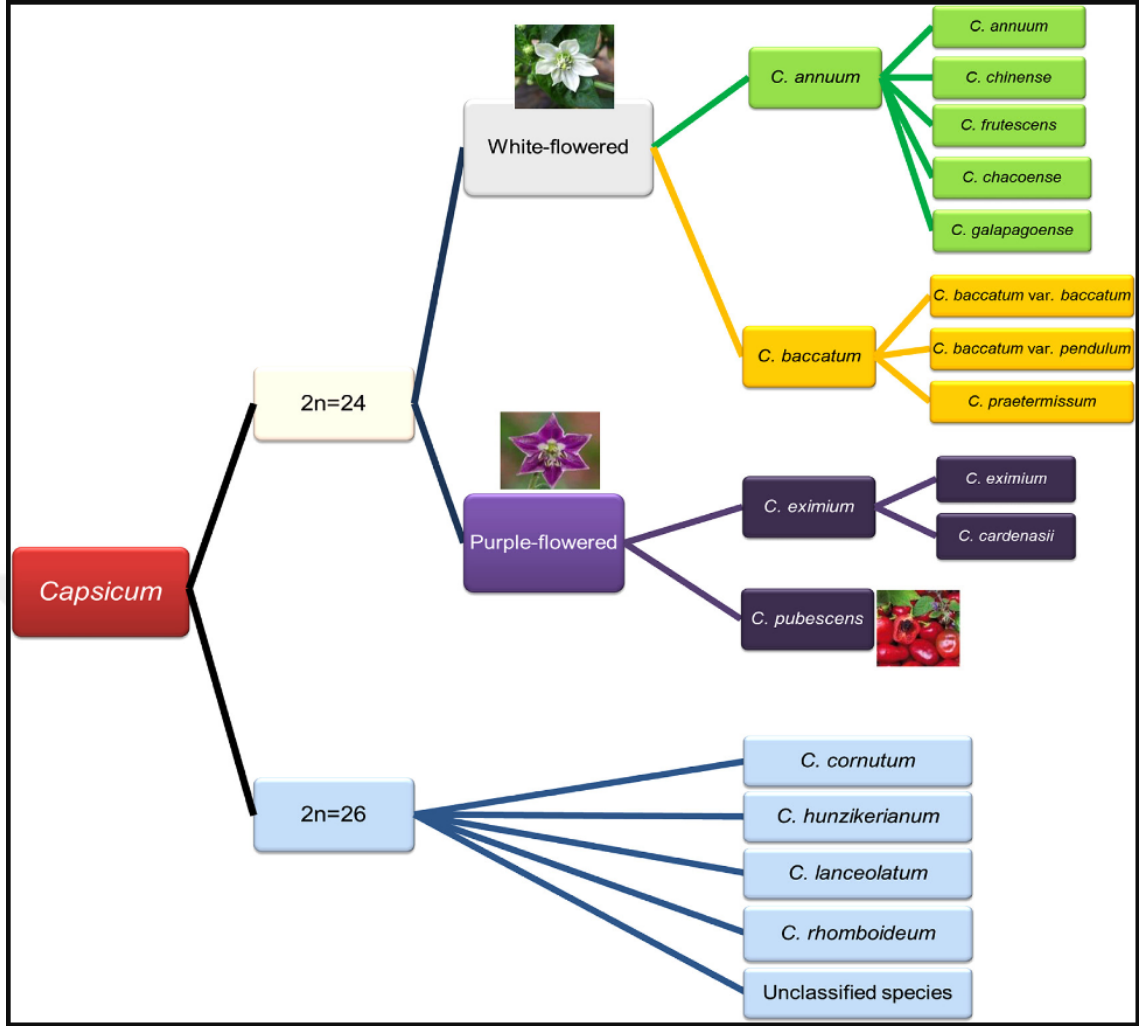
Baharat gibi kullanılan bitkilerin haricindekileri göze çarpar yapan, tat, aroma ve acılık gibi duyuşal özellikleri ve meyvenin şekil, renk ve boyutundaki yaklaşık 3000 çeşidi ile birlikte tüm biberler, *Capsicum* cinsine aittir (Kulkarni vd. 2017). Yapılan araştırmalara göre (Barboza vd. 2020b) 42 tür olarak (Munoz-Ramirez vd. 2020) belirtilen biberlere, *Capsicum regale* adı ile bir yenisinin daha eklenerek, *Capsicum* cinsi içerisinde bulunan tür sayısının 43'e yükseldiği bildirilmiştir (Carrizo Garcia vd. 2016, Barboza vd. 2020a, Mavi 2020, Toprak vd. 2022) (Şekil 1.1).

Bu türlerin sadece beşi kültüre alınmış ve yetiştiriciliği yapılmaktadır. Bunlar; *C. annuum* L., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L., *C. pubescens* Ruiz & Pav., ve *C. chinense* Jacq. 'dir. (Basu ve De 2003, Eshbaugh 2012, Bosland ve Votava 2012, Kulkarni vd. 2017, Munoz-Ramirez vd. 2020) (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Kültüre alınmış beş *Capsicum* türünün çiçek ve meyve görüntüsünden örnekler (Kaynak: Dhamodharan vd. 2022, yazar tarafından düzenlemeler yapılmıştır)

Capsicum annuum ($2n=24$) Kolombiya'nın kuzeyinden ABD'nin güneyine, *C. baccatum* ($2n=24$) Argentina, Bolivia, Brezilya, Paraguay ve Peru, *C. chinense* ($2n=24$) Güney Amerika, Amazonlar ve Karayip Adalarına kadar yayılım göstermektedir (Eshbaugh 2012). Ayrıca Şekil 1.3'te bazı *Capsicum* türlerinin filogenetik ilişkileri gözlenmektedir.



Şekil 1.3 *Capsicum* türlerinin filogenetik ilişkileri (Kaynak: Wahyuni vd. 2013.)

Jalapeno, Pablano, Anaheim, Ancho, Bell, Big Jim, Cayenne ve Serrano çeşitlerini içeren *C. annuum* türü ilk olarak Linnaeus tarafından Species Plantarum'da tanımlanmıştır. *Capsicum annuum* 2m boyunda, beyazdan, mavimsi beyaza kadar değişen renklerde, çiçekleri olan küçük bir çalıdır. Çanak yaprakda dişlilik yoktur ya da kısadır, nadiren 0,5 mm'yi geçer. Kaliks tabanı ile pedisel arasında belirgin bir daralma yoktur (Eshbaugh 2012).

Aji, Aji Amarillo, Cuerno de Oro, Cumbia ve diğerleri olarak bilinen *Capsicum baccatum*, bir başka farklı türdür ve Peru'da en yaygın yetiştiriciliği yapılan biberdir. Bu ova Güney Amerika türü, eşleştirilmiş altın veya yeşil benekli krem rengi çiçeklere sahiptir. Tipik olarak, meyveler krem rengi tohumlu ve uzundur. Yabani ata gen

havuzunda *Capsicum baccatum* türü 'Arivivi' olarak bilinmektedir. Bu takson Bolivya ve kuzey Arjantin'de yaygındır ve Peru ve Paraguay'da farklı popülasyonları vardır (Eshbaugh 2012). *Capsicum baccatum* türünün hastalıklara dayanıklılığının önemi araştırmacılar tarafından vurgulanmaktadır (Mavi 2020).

Capsicum chinense Jacq. türü içerisinde; Yucatan yarımadasında popüler olan Habanero çeşidi ile Scotch Bonnet çeşidi bulunmaktadır. Çoğunlukla Amazon Havzası'ndan Bolivya'ya kadar olan bölgede konumlanmıştır. Muhtemelen Bolivya And Dağları'nda kültüre alınmıştır. Çiçekler her boğumda iki veya daha fazladır, taç yeşilimsi beyaz, filament mor; en iyi ayırım kriteri meyvelerin farklı aromasıdır. Günümüzde ıslah edilen en acı biberler olan Bhut Jolokia ve Trinidad Moruga Scorpion gibi çeşitler de bu türe ait çeşitlerdir (Bosland vd. 2012, Mavi 2020).

Habanero, Scotch Bonnet, Rocotillo, Chili Blanco çeşitleri, *Capsicum chinense* türünün en bilinen tip ve çeşitleridir. Amazon havzasının kültüre alınmış biberidir. Bu tür, 1.5 m'ye kadar boylanabilen, tüysüz ya da yumrulu, bir boğumda iki ya da daha fazla çiçeği olan küçük bir çalı olarak karakterize edilir. Çiçekler sarkıktır (nadiren dik) ve özellikle meyve halindeyken kaliks tabanı ile pedisel arasında belirgin bir daralma vardır. Çiçekler çanak yaprak dişliliğinden yoksundur. Korolla donuktur (nadiren yeşilimsi beyaz), yayılır ve kıvrılır. Anterler maviden menekşeye, nadiren sarıdır. Stil ve stigma nadiren 1 mm'den fazla uzar. Birçok farklı renkte olan meyve, kremden sarıya kadar olan tohumlar içerir (Eshbaugh 2012).

Biber türlerindeki geniş çeşitlilik, biyotik, abiyotik stres koşullarına, hastalık ve zararlılara dayanımlarındaki farklılıklar nedeniyle ıslahçıların her zaman ilgi alanları içerisinde olmuştur (Mavi 2020).

Türkiye'de *C. annuum* dışındaki türler çok iyi bilinmemekle birlikte, yetiştiriciliği ve üretimi yapılmamakta, ıslah ve hobi amaçlı çeşitli materyaller getirilmektedir (Güveloğlu vd. 2021).

C. annuum dışında kültürü yapılan biber türlerinde tohum gelişimi ile ilgili olarak çok az çalışmaya rastlanmaktadır. Halbuki *C. annuum* dışındaki türlerde hem süs bitkisi

olma hem de insan beslenmesi için kullanılabilme potansiyeli bulunmaktadır. Ayrıca aşıllı fide üretiminde bu türlerin anaçlık potansiyelleri de vardır (Karaağaç vd. 2020).

Tuzluluk ve su kıtlığı, iklim değişikliği senaryosunda ürünlerin yüzleşmek zorunda kalacağı en büyük çevresel kısıtlamalardan ikisidir. Sürdürülebilir bir ürün yönetim prizması altında bu streslerin üstesinden gelmek için hızlı ve etkili bir yol, abiyotik strese toleranslı anaçlarla üretilmiş, istenilen çeşitlerle kombinlenebilen aşılınmış bitkilerin kullanımı önem arz etmektedir (Reddy vd. 2016, Penella vd. 2017).

Tohum kalitesini depolama öncesi belirleyen en önemli faktörlerden birisi tohum olgunluk dönemidir. Çok erken ya da geç hasatlar çimlenmenin yeterliliğine ve tohum gücünü kaybına, stres altında çimlenme performansının düşmesine neden olmaktadır

(Tadesse vd. 2002, Alan ve Eser 2007, Abud vd. 2013, Kenanoglu vd. 2013, Pinheiro 2020a, Cavasin vd. 2023). *C. annuum* L.'da bu konuda yapılmış çalışmalar bulunmakla beraber *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.'de tohum gelişimi çalışmaları yetersizdir. *C. annuum* L.'da çiçeklenmeden 65- 70 gün sonra en yüksek kalitede tohum üretimi sağlanmakla beraber, *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.'de bunun geçerliliği test edilmemiştir. Doğal olarak çiçek yapısı, orijindeki değişkenlikler ve genetik komponentler türlerin tohum olgunluğunu etkileyecektir.

Bu açılardan ilgili türlerin tohum gelişim evrelerinin saptanması ideal tohum üretim zamanı ve kalitesinin belirlenmesi bakımından önem taşımaktadır (Eken ve Mavi 2016, Mavi 2016, Mavi 2018, Mavi ve Uzunoğlu 2020). Sonuçta belirtilen türlerin ıslah çalışmalarında, anaçlık ve fide üretiminde kullanımında en temel etken sağlıklı ve yüksek kalitede tohum üretmektir.

Ülkemiz Karadeniz Bölgesi kısa vegetasyonu, yeterli güneşlenme ve sıcaklık toplamının olmaması nedeniyle tohum üretimi bakımından özellikle uzun gelişim evresine sahip *Solanacea* familyası türleri için sorunludur. Ancak bu konuda özellikle sera içinde ya da erken gelişme döneminde alçak tünel altında gelişmeyi teşvik edip vegetasyon süresinin uzatılması olanaklı olabilir. Tohum üretiminde alternatif üretim alanlarının yaratılması gelecekte yararlı olabilecek sonuçlar doğurabilir. Bu bakımdan

tez çalışması Karadeniz Bölgesinde tohumculuğun da mümkün olabileceğini araştırmak bağlamında bir hipotezi taşımaktadır.

Belirtilen nedenlerle; bu tez üzerinde daha az çalışma bulunan türlerden *Capsicum baccatum* L. ve *Capsicum chinense* Jacq. türlerine ve *Capsicum annuum* L. türüne ait birer varyetede, tohum kalite değişimini belirlemek, bu veriler ışığında türler için en uygun tohumluk hasat zamanını saptamak, tohum çimlenmesi ve gücünün değişimini incelemek ve türleri tohumluk kalitesi açısından karşılaştırmak amacıyla planlanmıştır.

Bu tezin yürütülmesinde:

- Biber türlerinde tohum olgunlaşmasının türler arasındaki değişimini izlemek,
- Karadeniz Bölgesinde biber türlerinde tohum üretim olanaklarını test etmek,
- bölgede yapılacak farklı biber türlerinin üretim çalışmalarına ışık tutmak ve
- biber türlerinin örtüaltında tutularak olgunlaşma sürecini uzatıp daha kaliteli tohum elde etme olanaklarını araştırmak amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 *Capsicum annuum* L. Türünde Yapılan Çalışmalar

Demir ve Ellis (1992)'in yaptıkları çalışmada; ısıtmalı bir serada yetiştirilen açık tozlanan California Wonder çeşidi biberde tohum kalitesindeki değişimler, tohum gelişimi ve olgunlaşması sırasında değişimleri izlemişlerdir. Tohum kalitesini; yaş ve kuru tohumların 20/30 °C'de 16/8 saat 21 gün süreyle çimlendirme testi, -20 °C'de depolama ve sonrası çimlendirme, Elektriksel iletkenlik, Fide çıkış testi, Priming uygulaması ve sonrası çimlendirme testi gibi bir dizi farklı testle, ancak özellikle laboratuvar testlerinde tohum depolama ömrünün ve sera testlerinde fide gelişiminin belirlenmesiyle değerlendirmişlerdir. İlk yıl aynı anda açan en az 210 çiçek tozlaşmaya yardımcı olmak için sarsılarak 15 veya 20 Haziran'da sırasıyla birinci ve ikinci katmanlarda etiketlenmişlerdir. Tohumluk meyveler yedi günde bir her iki katmandan otuz adet olarak, ilk çiçeklenmeden 28 ila 70 gün sonra (DAA) haftalık aralıklarla, ikinci yıl 4 Ağustos ila 30 Eylül (yani 30 ila 90 DAA) arasındaki her 10 günde bir en az 25 meyve hasat etmişlerdir. Kütlesel olgunluğu (tohum dolum aşamasının sonu olarak tanımlamışlar) 1989'da ilk çiçeklenmeden (DAA) 49-53 gün sonra (meyve katmanları arasında değişir) ve 1990'da 53 DAA'da tohum nem içeriği %51-53 iken gerçekleşmiştir. Hem çimlenebilirlik hem de kurutmaya dayanıklılığın başlangıcı ya kütsel olgunluktan hemen önce ya da kütsel olgunlukta gerçekleşmiştir. Maksimum potansiyel uzun ömürlülük (tohum lotu sabiti K değeri ile değerlendirilmiştir) her iki yılda da 63-65 DAA, yani kütsel olgunluğundan (DAMM) 10-12 gün sonrasına kadar elde edilememiştir. Serada yapılan fide çıkış testlerinde fide kuru ağırlıkları, 1989'da 17-21 DAMM ve 1990'da 17 DAMM hasat edilen tohumlar için en yüksek seviyeye daha geç ulaşmıştır. Fide ağırlığı üzerindeki etkiler, farklı tohum hasatları arasında ekimden çıkışa kadar geçen sürelerdeki farklılıklardan ($P < 0.05$) kaynaklanmıştır ve sonraki nispi büyüme oranlarında önemli bir farklılık olmamıştır ($P > 0.25$). Tohum priming uygulaması, gelişimin tüm aşamalarında hasat edilen tohumlar için ortalama çimlenme sürelerini azaltmış, ancak çimlenme kapasitesi ve potansiyel uzun ömür üzerinde çok az etkiye sahip olmuş ve tohum gelişimi ve olgunlaşması sırasında

potansiyel uzun ömürdeki değişikliklerin modelini etkilememiştir. Sonuçların, tohum kalitesinin tohum dolum aşamasının sonunda en üst düzeye çıktığı ve hemen ardından canlılık ve gücün azalmaya başladığı hipoteziyle çelişmekte olduğunu bildirmişlerdir.

Domates ve biberde maksimum kalitenin fizyolojik olgunlukta (tohum kuru ağırlığı) elde edildiği ve daha sonra azaldığı hipotezini test etmek için Demir (1994), bir araştırma tasarlamıştır. Biberler bitkinin 2. boğumundan, çiçeklenmeden 28 ile 70 gün (DAA) arasında haftalık olarak hasat edilmiştir. Domatesler ise 25 ile 75 gün (DAA) arasında 10 gün aralıklarla hasat edilmiştir. Hasat edilen tohum partileri üzerinde tohum kalite testleri gerçekleştirilmiştir. Testler incelendiğinde; tohum nem içeriği domateste 25 DAA'dan 65 DAA'ya kadar sürekli olarak azalmıştır. Bu düşüş biberde 28 ile 49 DAA arasında gerçekleşmiştir. Daha sonra, tohum nem içeriği her iki türde de aşağı yukarı %50 civarında sabit kalmıştır. Domates meyve rengi yüzde yüz kırmızı iken, biber meyveleri o dönemde hala %50 yeşil renkte olduğu belirlenmiştir. Fizyolojik olgunluk (maksimum tohum kuru ağırlığının oluşma zamanı) domateste 39 DAA'da gerçekleşirken, biberde 10 gün sonra 49 DAA'da gerçekleşmiştir. Domateste 45 DAA'ya, biberde 42 DAA'ya kadar hasat edilen tohumlar hiç çimlenme göstermemiştir. Bu hasatlarda tohumlar normal çimlenme kabiliyeti kazanmış ancak çimlenme yüzdesi %10'u geçmemiştir. Hızlı kuruma toleransı biberde fizyolojik olgunluk ile aynı zamana denk gelirken domateste 6 gün sonra gerçekleşmiştir. Normal çimlenme yeteneği eğilimi her iki türde de tohumlar olgunlaştıkça kademeli olarak artmıştır. Her iki türde de maksimum normal çimlenme anthesis'ten yaklaşık 63-65 gün sonra gerçekleşmiştir. Daha sonra hafifçe azalmış ya da sabit kalmıştır. Kurutulmuş tohumlar her iki türde de daha hızlı çimlenmiştir, ancak normal çimlenme yeteneği üzerinde kurutmanın çok az etkisi tespit edilmiştir. En yüksek fide çıkışı domateste %90, biberde ise %93 olarak kaydedilmiştir. Tohum hasat tarihinin fide büyüme testinde ortalama fide kuru ağırlığı üzerindeki etkisi her iki tür için de önemli ($P < 0.005$) olmuştur. Ekimden 25 gün sonra maksimum fide kuru ağırlığı, domates ve biberde sırasıyla 65 gün ve 70 gün sonra hasat edilen tohumlar için kaydedilmiştir. Biber tohum partilerinin tohum sızıntısının elektriksel iletkenliği 25 DAA'da 700 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ 'den 70 DAA'da 93 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ 'e kademeli olarak düşmüştür. Minimum tohum sızıntısı miktarı 70 DAA'da gerçekleşmiştir. Sonuç olarak; domates ve biber tohumlarının maksimum tohum kuru ağırlığına (fizyolojik

olgunluk) ulaşıldıktan birkaç gün sonrasına kadar maksimum kaliteye ulaşmadığını göstermiştir. Domateste, maksimum normal çimlenme, minimum çimlenme süresi ve maksimum fide kuru ağırlığına fizyolojik olgunluktan 26 gün sonra ulaşılmıştır. Maksimum fide çıkışı ve minimum çıkışa kadar geçen süre fizyolojik olgunluktan 36 gün sonra gerçekleşmiştir. Benzer eğilim biber sonuçlarında da görülmüştür. Minimum tohum sızıntısı miktarı, minimum çimlenme ve çıkış süreleri, maksimum sera çıkışı ve fide kuru ağırlığı fizyolojik olgunluktan 26 gün sonra elde edilmiştir. Maksimum normal çimlenme yüzdesi fizyolojik olgunluktan 16 gün sonra gerçekleşmiştir. Ayrıca maksimum seviyeye ulaşan tohum kalitesinde her iki türde de düşüş gözlenmemiştir. Uygulamada üreticilere biber ve domates için tohumluk meyvelerin yüzde yüz kırmızı olduğunda veya biber ve domateste sırasıyla fizyolojik olgunluktan 15 gün veya 1 ay sonra hasat edilmesi önerilmiştir. Öte yandan; Tohumların hiçbir şekilde fizyolojik olarak olgun olmadığı için; tohum doldurma döneminin sonunu tanımlamak amacıyla 'Kütleli olgunluk' teriminin daha uygun olacağı belirtilmiştir.

Tohum ekstraksiyonunda meyve olgunluğunun (yarı olgun, tam olgun ve aşırı olgun) 25 ve 13 °C de tohum çimlenmesine etkisi, konservelik 2 İspanyol biber çeşidi üzerinde çalışılmıştır. Yarı olgun meyvelerin tohumları, tam olgun meyvelerden alınanlardan 13 °C başta olmak üzere daha kötü çimlenme oranlarına sahip olmuştur. Yarı olgun meyvelerin oda koşullarında olgunlaştırılması ve aşırı olgunlaştırılması tohumların çimlenme eğilimini iyileştirmiştir. Ancak bu durum, aşırı olgunlaşmasına izin verilen tam olgun meyvelerden elde edilen tohumlarınkinden daha zayıf olmuştur. Tam olgunlaşmış meyvelerin aşırı olgunlaştırılması çimlenme eğilimini az oranda iyileştirdiği tespit edilmiştir (Cavero vd. 1995).

Chartzoulakis ve Klapaki (2000)'nin çalışmasında, iki sera dolmalık biber hibritinin ('Sonar' ve 'Lamuyo') tuz toleransı, hidroponik kültürde çimlenme, fide büyümesi ve vejetatif büyüme sırasında incelenmiştir. Tuzluluk uygulamaları 0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM/l NaCl içeren yarı kuvvetli Hoagland çözeltisi ile sulama yapılarak uygulanmıştır. 50 mM'ye kadar olan tuzluluklar çimlenmeyi geciktirmiş ancak nihai çimlenme yüzdesini azaltmamıştır. Her iki hibritte de 100 ve 150 mM NaCl'de önemli ölçüde azalmıştır. Fide büyümesi 10 mM NaCl'den daha yüksek tuzluluklarda önemli ölçüde azalmıştır. Bitki boyu, toplam yaprak alanı ve kuru ağırlık gibi bitki büyüme

parametreleri her iki melezde de 25 mM NaCl'den daha yüksek tuzluluklarda önemli ölçüde ($P=0.05$) azalmıştır. Kökler yapraklara kıyasla en yüksek Na^+ konsantrasyonuna sahip olmuştur. Na^+ birikimi tuzlulukla birlikte artarken, yapraklardaki Cl^- Na^+ 'dan çok daha yüksek bulunmuştur. Bitki dokularındaki potasyum konsantrasyonu tuzluluk artışından Na ve Cl'ye göre daha az etkilenmiştir. Her iki hibritte de toplam meyve verimi 10 mM NaCl'den daha yüksek tuzluluklarda önemli ölçüde azalmış, azalma 150 mM NaCl'de %95 olmuştur. Hem bitki başına meyve sayısı hem de meyve ağırlığı tuzlulukla azalmıştır. Sonuç olarak, incelenen büyüme aşamalarında 'Lamuyo' hibritinin tuzluluğa 'Sonar' hibritinden daha duyarlı olduğu belirlenmiştir.

Kontrollü hidrasyon uygulaması ile biber tohumlarında yaşlandırma gerçekleştiren Demir (2002), yaşlandırılmış ve yaşlandırılmamış tohumların gelişimi sırasında çimlenme ve fide çıkışı üzerine etkisini incelemiştir. Çalışmada; 2000 ve 2001 yıllarında sırasıyla tohumluk meyveler çiçeklenmeden sonra 50, 60, 70 ve 80 gün (DAA) ve 50, 55, 60, 65, 70, 75 ve 80 DAA hasat edilmiştir. Kurutmadan sonra, her numunenin bir kısmı %20 nem içeriğinde, 45 °C'de 24 saat süreyle yaşlandırılmıştır. Hem yaşlandırılmış (A), hem de yaşlandırılmamış (UA) tohumlar 25 °C'de 48 saat süreyle havalandırılmış suda bekletilmiştir (kontrollü hidrasyon, CH). Uygulamalardan; 3 gün sonra çimlenme, 14 gün sonra normal çimlenme yüzdesi, fide çıkışı ve taze ve kuru ağırlık sayılarak tohum kalitesi değerlendirilmiştir. Yaşlandırılmamış tohumlarda maksimum tohum kalitesi; 2000 yılında 70 DAA, 2001'de ise 65 ila 75 DAA arasında gerçekleşmiştir CH uygulaması, hem yaşlandırılmış (A), hem de yaşlandırılmamış (UA) tohum partilerinde tohum kalitesini artırmıştır. Maksimum fayda 2000 yılında 60 ve 70 DAA, 2001 yılında ise 65, 70 ve 75 DAA hasat edilen tohum partilerinde gözlenmiştir. Daha az olgunlaşmış (50-55 DAA) ve aşırı olgunlaşmış (80 DAA) tohum örneklerinde daha az iyileşme görülmüştür. CH uygulamasının, olgunlaşmamış ve aşırı olgunlaşmış tohum oranlarını birlikte içeren tek seferlik mekanik uygulamalarla hasat edilen tohum partilerinde tohum kalitesini iyileştirmek için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

Tatlı biber meyvesinin farklı büyüme ve gelişme aşamalarında hasat edilmesinin fizikokimyasal özellikler üzerindeki etkisini araştıran Tadesse vd. (2002); meyve taze ağırlığı, çapı ve uzunluğu, anthesis haftası, toplam çözünebilir kuru madde, meyve renk değişimi, sertlik, iç CO_2 ve C_2H_4 konsantrasyonları ile meyve solunumu ve etkilenen

üretiminin olgunluk göstergeleri olarak uygunluğu değerlendirmiştir. Meyveler haftalık olarak tamamen kırmızı olgunlukta hasat edilmiştir. Meyvelerin hasat olgunluğuna ulaşması çiçeklenmeden sonra 8 hafta, tam olgunluğa ulaşması ise 2-3 hafta sürmüştür. Hue açısı (yeşilden kırmızıya renk değişimi) zamanla azalırken, kroma (renk yoğunluğu) değerleri toplam çözünür kuru madde gibi meyve olgunluğuyla birlikte artmıştır. PCO_2 ve PC_2H_4 'teki artış renk açısındaki azalmaya eşlik etmiştir. Meyve olgunlaşması ile PC_2H_4 'teki önemli artış arasındaki ilişki, etilenin bu tatlı biber çeşidinin olgunlaşmasından sorumlu olabileceğini göstermektedir. Renk değişimi ve toplam çözünebilir kuru madde, meyve sertliği ile tamamlanan tatlı biber meyvesinin olgunluğunun göstergeleri olmuştur.

'Sera Demre' biber çeşidine ait 2001 ve 2002 yıllarında gerçekleştirilen bir çalışmada; tam çiçeklenmeden sonra 50, 60, 70 ve 80 DAA'da hasat edilen meyvelerin tohumlarda çeşitli (15, 25 ve 35 °C) sıcaklıklarda çimlenme oranı ve süresi ile absisik asit (ABA) içeriğindeki değişimler incelenmiştir. Çalışmada; ana bitki üzerinde etli meyveli türlerde olduğu gibi tohum neminin her iki yılda da %35'in üzerinde kaldığını ve bu durumun tipik bir eğilim olduğu tespit edilmiştir. Tohum kütlesi 5 mg civarında ölçülerek her iki yılda da aynı olmuştur. Bununla birlikte, 70 DAA'da hasat edilen tohumlar sadece maksimum çimlenme yüzdesine sahip olmakla kalmamış, aynı zamanda her iki yılda da her üç sıcaklık için en düşük ortalama çimlenme süresini göstermiştir. Hasadın gecikmesi (80 DAA), stresin bir sonucu olarak çimlenme yüzdelerini düşürmüş ve ana bitkide viviparyi teşvik etmiştir. Tohumların ABA içeriği, 2001 yılında 70 DAA'da 226 ng g⁻¹ taze ağırlık ve 2002 yılında 60 DAA'da 203 ng g⁻¹ FW değerleri ile olgunluğa kadar kademeli olarak artmıştır. Her iki yılın son hasadında 85 ila 90 ng g⁻¹ arasında bir seviyeye gerilemiştir. Stresli sıcaklıklarda çimlenme ve tohum gelişimi açısından biber tohumlarının ABA içerikleri tartışılmış ve tohum ABA içeriklerinin de 60 ve 70 DAA'larda yüksek olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla ABA'nın kuru madde birikimine bağlı olmadığı veya bundan etkilenmediği anlaşılmıştır (Sarıyıldız vd. 2005).

Aktas vd. (2006) tarafından 102 biber genotipi kullanılarak, 100 mM sodyum klorür (NaCl) besin çözeltisinde genotipik varyasyonun toleransını incelemek için bir sera deneyi gerçekleştirilmiştir. NaCl uygulamasının neden olduğu yaprak semptomlarının

şiddetine bağlı olarak, tuz toleransında önemli bir genotipik varyasyon olduğunu tespit etmişlerdir. Bu deneyden, 150 mM NaCl içeren ve içermeyen besin çözeltisinde gelişimini, kuru madde birikimi, sodyum (Na), potasyum (K) ve kalsiyum (Ca)'un kök ve sürgündeki konsantrasyonlarını incelemek için altı hassas ve altı toleranslı genotip seçilmiştir. Hassas olarak seçilen genotipler NaCl uygulaması altında oldukça zarar görmüş ve şiddetli kloroz ve nekroz geliştirirken, toleranslı olarak seçilen genotipler hafif etkilenmiştir. Ortalama olarak, NaCl'ün neden olduğu sürgün kuru madde üretimindeki düşüşler hassas genotiplerde toleranslı genotiplere göre daha fazla olmuştur. Tuz uygulaması, hassas genotiplerde toleranslı genotiplere göre sürgün Na konsantrasyonunu daha fazla miktarda artırmıştır. Toleranslı genotiplerden *Cac* (*Capsicum annuum* var. *cerasiforme*) ve 1245 F1 genotipi sürgünde yaklaşık %2.45 Na içerirken, hassas genotipler Kandil ve Pazarcık ortalama %5.4 Na içermiştir. Tüm hassas ve toleranslı genotipler az ya da çok benzer K ve Ca sürgün konsantrasyonları sergilemiştir. Yaprak semptomlarının şiddeti ile sürgün Na konsantrasyonu arasında çok önemli ve pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Ancak yaprak semptomlarının şiddeti ile K veya Ca konsantrasyonları durumunda herhangi bir korelasyon bulunamamıştır. Sonuçlar biberde NaCl stresine toleransta önemli genotipik varyasyonun varlığına işaret etmektedir. Na'nın köklerden büyüme ortamına verilmesi, biberde yüksek Na toleransının ifadesinde kritik bir rol oynadığını ifade etmektedir.

Fide çıkışı ve depo ömrünün saptanması için gerçekleştirilen çalışmada; 6 biber çeşidi, 13 farklı tohum partisinde kontrollü bozulma testi uygulanmıştır. Ayrıca tohumlar; 5 °C' de % 8 nemde, 4 ve 8 ay süreyle depolanmıştır. Yapılan kontrollü bozulma testinde, % 18, % 20, % 22 nem oranlarında 45 °C' de 24, 48, 72 ve 96 saatlik süreçlerde yaşlandırma işlemi yapılmıştır. Depolama sonrasında tohum partilerinin çimlenme oranının azaldığı tespit edilmiştir. Tohum partilerinin fide çıkış oranı ile kontrollü bozulma testi sonuçları arasında ilişki olduğu ve % 22 nem oranında 24 ile 72 saatlik kontrollü bozulma süresinin fide çıkış oranını tahmin etmede kullanılabileceği belirtilmiştir. Sonuç olarak, biberde % 22 nem, 45 °C' de ve 24 saat boyunca yaşlandırma işleminin kontrollü bozulma testi için ideal olduğu belirtilmiştir (Başak vd. 2006).

Alan ve Eser (2007) Ilıca-256 acı biber çeşidinde 2004 ve 2005 yıllarında meyvelerin ana bitkideki yerine bağlı olarak tohum verimi ve kalitesindeki değişimi belirlemişlerdir. Meyveler bitkinin farklı kademelerinden (birinci, ikinci ve üçüncü) hasat edilmiştir. Her kademedede, benzer tohum olgunlaşma aşamasını elde etmek için meyveler çiçeklenmeden 65 gün sonra hasat edilmiştir. Meyve ağırlığı, tohum verimi, tohum nem içeriği, 15 ve 25°C'de çimlenme, kontrollü bozulma sonrası çimlenme ve ortalama çimlenme süresi belirlenmiştir. Meyve ağırlığı ve tohum verimi, meyve verme dönemi boyunca birinci kademededen üçüncü kademeye kadar kademeli olarak azalmıştır. Tohum nem içeriği kademeler arasında değişmemiştir. Nem yaklaşık %48-50 değerlerinde kalmıştır. Birinci kademedeki meyvelerden elde edilen tohumlar, diğer kademelerden elde edilenlere göre daha yüksek çimlenme ve canlılığa, daha düşük ortalama çimlenme süresine sahip olmuştur. Üçüncü kademededen elde edilen tohumların tohum kalitesinin, özellikle de canlılıkta %69.3 ile önemli derecede düştünü belirlemişlerdir.

Galiçya'da (kuzeybatı İspanya) Arnoia Nehri çevresindeki alanlarda yetiştirilen 'Arnoia' biberlerinde olgunlaşma ve depolama koşulları ile ilişkili bazı fiziksel ve kimyasal değişiklikler Martinez vd. (2007) tarafından rapor edilmiştir. Doğrudan bitkilerden toplanan biberlerde ve iki farklı olgunluk durumunda (yeşil ve kırmızı meyveler) ve ticari olarak satılan biberlerde (yeşil meyveler) brüt bileşim, ana fiziko-kimyasal parametreler ve mineral bileşimindeki değişiklikler değerlendirilmiştir. Toplam çözünebilir kuru madde içeriği ve titre edilebilir asitlik olgunlaşma sırasında önemli ölçüde artmıştır. Yağ, kül ve protein içerikleri genellikle kırmızı biberde yeşil biberden önemli ölçüde daha yüksek olmuştur. Kırmızı biberlerdeki toplam askorbik asit, yeşil biberlerinkinden %27 daha yüksek bulunmuştur. Piyasada satılan yeşil biberlerin C vitamini içeriği, taze toplanmış biberlere göre %39'a kadar daha düşük bulunmuştur. Potasyum, yeşil ve kırmızı biberlerde en fazla mineral olmuştur. Süpermarketten satın alınan yeşil biberler, taze toplanmış biberlerden daha yüksek miktarda kalsiyum ve sodyum içermiştir. Çinko, manganez ve bakır seviyeleri tüm farklı örneklerde benzer bulunmuştur.

Tohum gelişimi sırasında yüksek sıcaklığın tohum kalitesi üzerindeki etkisini aydınlatmak için Pagamas ve Nawata (2007) tam çiçeklenme sonrası kontrol ve yüksek

sıcaklık koşullarında (sırasıyla $29 \pm 2/24 \pm 2$ ve $36 \pm 2/27 \pm 2$ °C, ortalama gündüz ve gece sıcaklıkları) yetiştirilen biber [*C. annuum* (L.) cv. Huay Si Thon ve Shishito] bitkilerinde tohum canlılığı ve kalitesi üzerinde bir analiz yapmışlardır. Yüksek sıcaklık her iki çeşitte de meyve büyümesini önemli ölçüde azaltmıştır. Yüksek sıcaklık rejimi altında üretilen tohumların %20'sinden fazlası koyu kahverengi renge sahip olmuş ve çimlenmemiştir. Yüksek sıcaklık tohum taze ve kuru ağırlık artışını engellemiş ve tohum boyutu hafifçe azaltmıştır. Yüksek sıcaklık koşulları altında oluşan Huay Si Thon ve Shishito tohumlarının standart çimlenmesi, kontrol tohumlarınınkinden sırasıyla %28 ve %25 daha düşük saptanmıştır. Benzer şekilde, hızlandırılmış yaşlanma çimlenme oranındaki azalma ve çimlenme indeksinin daha yüksek değeri ile kanıtlandığı gibi tohum canlılığı azalmıştır. Protein içeriği tohum gelişiminin erken aşamalarında en üst düzeye çıkmış ve daha sonra tohum olgunlaşma aşamasında sürekli olarak azalırken, protein içeriğinde ısı ile belirgin bir azalma gözlenmemiştir. Yüksek sıcaklık, tohumların karbonhidrat içeriğini Huay Si Ton'da %40, Shishito'da ise %50 oranında azaltmıştır. Yüksek sıcaklık lipid içeriğini yarıdan daha aza düşürmüştür. Bu sonuçlar, tohum gelişimi sırasında yüksek sıcaklığın, muhtemelen depolama ürünlerinin, özellikle karbonhidratların ve lipidlerin birikimindeki sınırlama nedeniyle acı biber tohumu çimlenmesini ve canlılığını azalttığını göstermiştir.

Biber tohum partilerinin fide boyu ve uniformluğunu tahmin etmek için Demir vd. (2008a)'nin yaptıkları çalışmada; Demre biber çeşidine ait 11 adet tohum partisinde ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) değerleri belirlenmiştir. Farklı tohum partilerine farklı sıcaklıklarda (18 ve 25 °C) çimlendirme testi uygulanmıştır. Standart çimlendirme testi sonuçlarına göre; ortalama çimlenme zamanı (OÇZ) ile fide boyunun ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Ortalama çimlenme zamanının uzaması, daha küçük fidelerin elde edilmesine ve uniformluğun azalmasına sebep olmuştur. Her iki sıcaklıkta da (18 ve 25 °C) ortalama çimlenme zamanı ile ortalama fide çıkış zamanının bağlantılı olduğu tespit edilmiştir. Ortalama fide çıkış zamanı ile fide ağırlığı arasında ters yönlü ilişkili olduğu gözlemlenmiştir.

Biber tohumlarının tohum çimlenmesi ve tohum gücü ile toplam yağ asitleri ve şeker içeriği (sukroz, glikoz, fruktoz) üzerine, farklı gelişme devrelerinin (55, 65, 75 ve 85 DAA-çiçeklenmeden sonraki gün sayısı) ve kurutma sıcaklıklarının (25, 35 ve 45 °C)

etkisi belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tohumların çiçeklenmeden sonra 75. gün ve sonrası hasat edilmeleri şartıyla 45 °C'ye kadar çıkan sıcaklıklarda kurutulmaları halinde tohum kalitesinde (canlılık ve güç) olumsuz bir etkiye rastlanmamıştır. Biber tohumlarında toplam yağ asitlerinin % 75-80'ini linoleik asit (18:2) oluşturmuştur. Bunu yaklaşık % 10-12 ile oleik (18:1) ve palmitik (16:0) asitler ve de % 3 ile stearik (18:0) asit izlemektedir. Çalışmada, farklı sıcaklıklarda kurutulmuş tohumların yağ asitleri içeriği benzer bulunmuştur. Fruktoz ve glikoz gelişme dönemi ilerledikçe azalmaya başlamakta ve son hasatta toplam şekerin % 4'ünden de düşük seviyeye inmektedir. Her iki yılda da, 45 °C'de kurutulan tohumların şeker kapsamı, 25 ve 35 °C'de kurutulan tohumlardan daha düşük seviyede olmuştur. Sonuç olarak, biberde tohumlar çiçeklenmeden sonra 75. günde hasat edilmek kaydıyla, 25 ve 45 °C arasındaki kurutma sıcaklıkları tohum kalitesi, yağ asidi ve sukroz bileşimini etkilemediği saptanmıştır (Demir vd. 2008b).

Sera Demre çeşidi biber tohumlarının çimlenme yüzdesi, fide taze ağırlığı ve duyarlılık indeksi, 2001 ve 2002 yıllarında anthesisten 50, 60 ve 70 gün sonra (DAA) hasat edilen tohum partilerinde, -0.3, -0.6 ve -0.9 MPa'lık aynı su potansiyellerinde tuz (NaCl) ve ozmotik (PEG) stresler altında belirlenmiştir. Çimlenme ve fide büyümesinin tuz toksisitesi veya ozmotik etki tarafından engellenip engellenmediğini incelemek amaçlanmıştır. Tuz ve ozmotik stres konsantrasyonları ne kadar yüksek olursa çimlenme yüzdesi ve fide taze ağırlığı o kadar düşük olmuştur. Her iki yılda da aynı su potansiyeli ve hasatta tohum çimlenmesi NaCl'de PEG'den daha yüksek ve duyarlılık indeksi daha düşük bulunmuştur. NaCl'ün tüm konsantrasyonlarında çimlenme meydana gelmiş ancak PEG'in -0.9 MPa'sında, her iki yılda da hiçbir hasat döneminde çimlenme olmamıştır. Her iki yılda da 70 DAA hasat edilen tohumlar tüm NaCl ve PEG konsantrasyonlarında en yüksek çimlenme ve fide ağırlığını göstermiştir. Sonuçlar, NaCl ve PEG'in aynı su potansiyelinde çimlenmenin engellenmesinin tuz toksisitesinden ziyade ozmotik etkiden kaynaklandığını göstermiştir. Ayrıca, 70 DAA hasat edilen tohumların tuz ve ozmotik su stresi koşullarına diğer iki partiden daha toleranslı olduğu görülmüştür (Demir ve Mavi 2008).

Kavak vd. (2008) tarafından 13 tane biber tohumu partisinde tohum gücü değişiklikleri yönünden ideal kontrollü bozulma test parametrelerini belirlemek amacıyla; tohum

partilerine % 24 nem içeriğinde 45 °C' de ve farklı sürelerde bekletilerek yaşlandırma işlemi uygulamışlardır. Sonuç olarak, biber için uygun bulunan kontrollü bozulma testinin; % 24 nem içeriğinde, 45 °C' de 24 saat uygulanması ile tohum partilerinin tohum gücü farklılıklarının belirlenebildiğini tespit etmişlerdir.

Acı biberde (*Capsicum annuum* L. var. Shishito) gelişim aşamalarının yüksek sıcaklığa duyarlılığı araştırılmıştır. Bitkiler anthesis'ten hemen sonra 5 veya 10 gün boyunca veya anthesis'ten 10 ila 30 gün sonra (DAA), 30 DAA'dan tohumların hasadına kadar veya anthesis'ten hemen sonra tohumların hasadına kadar ısı stresine (38/30 °C gündüz/gece) maruz bırakılmıştır. Kontrol bitkileri 30/22 °C 'de (gündüz/gece) yetiştirilmiştir. Anthesis sonrası farklı gelişim dönemlerinde yüksek sıcaklığa (ısı stresi) maruz kalma, acı biberde meyve büyümesini, tohum verimini ve tohum kalitesini olumsuz etkilemiştir. Anthesis sonrası tüm dönem boyunca ve 30 DAA'dan hasada kadar ısı stresi, biber meyvelerinin büyüme süresini sırasıyla 15 ve 10 gün azaltmıştır. 10 ila 30 DAA arasındaki sıcaklık stresi meyve genişliğini ve meyve ağırlığını azaltmıştır. Anthesisden 10 DAA'ya kadar olan tohum gelişiminin erken aşaması, meyve uzunluğunu, meyve ağırlığını ve tohum tutumunu etkileyen yüksek sıcaklığa duyarlı bulunmuştur. Bitkilere 10 DAA boyunca yüksek sıcaklık uygulanması meyve başına anormal tohum oranını artırmıştır. 10 DAA'dan 30 DAA'ya kadar olan yüksek sıcaklıklar karbonhidrat birikimini engellemiş ve tohum çimlenebilirliğini ve canlılığını olumsuz yönde etkilemiştir. Bu sonuçlar, biberlerin yüksek sıcaklıklara maruz kaldığı gelişim aşamasının meyve ve tohum büyümesinde ve tohum kalitesinde önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (Pagamas ve Nawata 2008).

Kulkarni ve Phalke (2009) kök genişliği sistemi uzun zamandır kuraklık koşullarıyla başa çıkmak için çok önemli olarak kabul edildiğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda, acı biberin olgunluktaki kök sistemindeki değişkenliği değerlendirmek, kuraklık koşulları altında kök büyüklüğü sisteminin verim üzerindeki etkisini tahmin etmek ve su stresinin acı biber çeşitlerinin köklerindeki ksilem damar gelişimi ve toplam ksilem kesit alanı üzerindeki etkisini incelemişlerdir. On iki farklı acı biber çeşidi, normal ve su kısıtı koşulu olarak %50 su uygulaması olmak üzere iki farklı su uygulaması ile ahşap kutularda yetiştirilmiştir. Ortalama birincil kök uzunluğu (PRL) hem normal hem de stresli koşullarda nihai meyve verimi ile anlamlı pozitif korelasyon göstermiştir.

Meyvelerin toplam kuru kütlesi kuraklık uygulamalarında (DI), tam sulu uygulamaya (FI) kıyasla %34.7 oranında azalmıştır. Hasatta, su stresi altındaki bitkiler %21 daha düşük kök kuru ağırlık kütesine sahipken, Tam sulamadan farklı olarak daha yüksek kök:sürgün oranına sahip olmuştur. PRL, lateral kök yoğunluğu, kök kesiti başına toplam ksilem alanı meyve verimi ile anlamlı pozitif ilişki göstermiştir. Ayrıca, yan kök yoğunluğu daha yüksek ksilem yoğunluğuna sahip çeşitlerde, özellikle de toleranslı çeşitlerde daha yüksek olmuştur. Yan kök yoğunluğu ($r = 0.847$, $P < 0.001$) ve kökteki toplam ksilem kesit alanı ($r = 0.926$, $P < 0.001$) toplam biyokütle üretimi ile sıkı bir şekilde ilişkili bulunmuştur. Acı biberde kuraklığa dayanmaya katkıda bulunan kök özelliklerinin önemi vurgulanmıştır.

Meyve olgunluğunun ve hasat sonrası depolamanın tatlı biber tohumlarının fizyolojik kalitesi ve LEA proteinleri aktivitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Meyveler anthesisden (DAA) 40, 50, 60 ve 70 gün sonra hasat edilmiş ve tohum ekstraksiyonundan önce 0, 3, 6, 9, 12 ve 15 gün boyunca depolanmıştır. Tohumlar çimlenme, ilk sayım, fide uzunluğu, hızlandırılmış yaşlanma, hızlı çıkış indeksi, elektrik iletkenliği ve LEA proteinleri için elektroforetik analiz ile değerlendirilmiştir. Erken hasadın (40 DAA), hasat sonrası 15 günlük depolama ile ilişkilendirildiğinde bile biber tohumlarının fizyolojik kalitesine faydalı olmadığı doğrulanmıştır. Tohumların fizyolojik kalitesini sağlamak için 50 DAA'da hasat edilen meyveler için hasat sonrası 12 gün daha depolama önerilmiştir. Biber tohumları 60 DAA'da hasat edildiğinde yüksek kalite göstermiş ve meyvelerin hasat sonrası depolanmasına gerek kalmamıştır. LEA proteinlerinin sentezi, biber tohumlarının fizyolojik kalitesiyle doğrudan ilişkili olarak 60 DAA'da gerçekleşmiştir (Vidigal vd. 2009).

Ozmotik koşullandırma tekniğini Fialho vd. (2010), çeşitli türlerin tohumlarının fizyolojik potansiyelini geliştirmek için umut verici olarak kabul etmişlerdir. Bu bağlamda yaptıkları bir çalışmada ozmotik koşullandırmanın kontrollü bozulmaya maruz bırakılan biber tohumlarının performansı üzerindeki etkisinin değerlendirmişlerdir. Bu amaçla; su içeriği %24'e ayarlanmış 'Uzun Sarı biber' tohumları 0, 24, 48 ve 72 saat boyunca 45 °C'deki su banyosunda kontrollü bozulmaya tabi tutulmuştur. Daha sonra, 0, 6 ve 8 gün boyunca PEG 6000 içinde -1.1 MPa basınç

altında ozmotik koşullandırmaya tabi tutulmuştur. Çimlenme, ilk çimlenme sayısı, düşük sıcaklıkta çimlenme, 15°C ve 25°C'de çimlenme hızı, fidelerin kuru ağırlığı ve birincil kök uzunluğu değerlendirilmiştir. Ozmotik koşullandırmanın 48 ve 72 saatte bozulan biber tohumlarının çimlenmesine faydalı olduğu, yüksek fizyolojik kaliteye sahip tohumların çimlenmesini etkilemediği belirlenmiştir. Ayrıca, hem zarar görmemiş hem de 48 ve 72 saat içinde bozulmuş tohumların dayanıklılığını artırmaya yardımcı olmuş ve fizyolojik kalitelerini artırmak için umut verici bir teknik olduğu saptanmıştır.

Transkripsiyonel düzeyde klimakterik olan ve klimakterik olmayan meyve olgunlaşması arasındaki benzerlikler ve farklılıklar hakkında bugüne kadar sadece sınırlı bilgi yayınlanmıştır. Bu sorunu ele almak için Lee vd. (2010), heterolog mikroarray hibridizasyonu kullanarak domates ve biber meyveleri arasında doğrudan karşılaştırmalı bir transkriptom analizi gerçekleştirmiştir. Biber ve domates meyvelerinin morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerindeki önemli farklılıklar göz önüne alındığında, kapsamlı ortak regülatörlerin varlığı şaşırtıcıdır. Bu bulgu, klimakterik ve klimakterik olmayan meyvelerde olgunlaşma mekanizmalarının korunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, her iki meyvede farklı ifade profilleri de gözlenmiştir. Bu çalışma, likopeni aşağı akış karotenoidlerine dönüştüren bir enzimi kodlayan bir genin biberde indüklendiğini ancak domateste indüklenmediğini ortaya koymuştur. Ribozomal proteinleri kodlayan genlerin çoğu sadece erken meyve aşamasındaki biber meyvelerinde indüklenir ve daha sonraki gelişim aşamalarında hızla azalan ifade göstermektedir. Etilen biyosentezinde yer alan genler biber meyvesinde indüklenmemiştir. Bununla birlikte, etilen aracılı sinyal bileşenleri olan EIL benzeri genler biber meyvesinde indüklenmiştir. Olgunlaşan domates ve biber meyvelerinde farklı tipte transkripsiyon faktörleri ifade edilmiş olup, bunların bu farklı olgunlaşma süreçlerini farklılaştıran anahtar faktörler olabileceğini düşündürmektedir.

Giderek artan sayıda ülkenin geleneksel su kaynaklarının tam kullanımına yaklaştığı ve tarım için mevcut olan iyi kalitede su kaynaklarının miktarının azaldığı giderek daha fazla fark edilmektedir. Bu çalışmada Kurunç vd. (2011) sulama rejimi ve sulama suyu tuzluluğunun verim, meyve sayısı ve kalitesi, vejetatif ve kök büyümesi, evapotranspirasyon ve su kullanım etkinliği dahil olmak üzere dolmalık biber üzerindeki etkileri iki farklı deneme araştırmışlardır. Altı farklı sulama suyu tuzluluk

seviyesi ve dört farklı sulama rejimi uygulama olarak kullanılmıştır. Sulama suyu tuzluluğu denemesinden elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, toprak tuzluluğu arttıkça dolmalık biberin su tüketimi, su kullanım etkinliği, verim ve diğer vejetatif büyüme parametrelerinin azaldığı sonucuna varmışlardır. Toprak tuzluluğu ile su tüketimi arasında polinom bir ilişki gözlenmiştir. Dolmalık biberin 1.2 dS m⁻¹ eşik değeri ve %10.9 eğim değeri ile tuzluluğa karşı orta derecede hassas olduğu bulunmuştur. Sulama rejimi denemesinde, sınırlı sulama dolmalık biberin su tüketiminde, veriminde ve vejetatif büyümesinde düşüslere neden olmuştur. Verim tepki faktörleri sulama rejimi (1.50) ve sulama suyu tuzluluğu (1.40) ilişkili olmuştur. Dolmalık biberin toplam çözünebilir kuru maddesi hem sulama suyu tuzluluğu hem de su uygulama oranına bağlı olarak artmış ancak kuru madde oranı artmamıştır. Tuzluluk nedeniyle su tüketiminde önemli düşüsler tespit edilmiştir. Bu nedenle, aşırı tuzlu su uygulamasını önlemek ve çevreyi korumak için sulama suyu tuzluluğunun etkisi sulama yönetiminde dikkate alınması gerektiğine değinilmiştir.

Tatlı biber 'Amarela Comprida' çeşidi tohum kalitesindeki değışimler, tohumların maksimum kalite aşamasını ve optimum hasat tarihini belirlemek amacıyla tohum gelişimi sırasında izlenmiştir. Anthesisden 20 ila 75 gün sonra (DAA) beş günlük dönemlerle hasat edilen meyveler olgunluk aşamasına göre gruplandırılmıştır (yeşil, sarı, kırmızı ve yoğun kırmızı dış renk). Tohum ekstraksiyonundan önce meyve ağırlığı, çapı ve uzunluğu belirlenmiştir. Tohum su içeriği, tohum kuru ağırlığı, 1000 tohum ağırlığı, çimlenme oranı, ilk sayım, hızlı çıkış indeksi, fide boyu, hızlandırılmış yaşlandırma ve elektriksel iletkenlik testleri yapılmıştır. Tohumların kütsel olgunluğu 75 DAA'da, tohum su içeriği %47.3 ve meyveler kırmızı olduğunda elde edilmiştir. Yüksek çimlenme ve canlılığa sahip tatlı biber tohumları, 75 DAA'da meyvelerin dışı tamamen kırmızı olduğunda hasat edilmesi gerektiği vurgulanmıştır (Vidigal vd. 2011).

Dört farklı biber çeşidinin farklı olgunluktaki meyvelerinden üretilen tohumlarında Kenanoğlu vd. (2013), tohum çimlenmesini, fide çıkışını ve canlılığını iyileştirmek için klorofil floresan ayırım tekniğinin etkinliğini araştırmışlardır. Hasatlar; turuncu (olgunlaşmamış), parlak kırmızı (yarı olgun), koyu kırmızı (olgun) ve koyu kırmızı ve yumuşak (aşırı olgun) meyvelerden elde edilen tohumlarda, standart laboratuvar çimlenme, fide çıkışı ve kontrollü bozulma testleri yapılmıştır. Klorofil floresan

ayıklaması laboratuvar çimlenmesini, fide çıkışını ve tohum canlılığını önemli ölçüde artırmıştır. En yüksek iyileşme yarı olgun ve olgun aşamalardan hasat edilen tohumlardan elde edilmiştir. Çeşitler arasında klorofil floresan ayrımı yapılan ve yapılmayan tohumlar arasındaki ortalama çimlenme iyileşmesi olgunlaşmamış tohumlarda %14, yarı olgun tohumlarda %11, olgun tohumlarda %6 ve aşırı olgun tohumlarda %9 olmuştur. Fide çıkışındaki iyileşmeler tohum partilerinin tüm olgunluk aşamalarında sırasıyla %21, %17, %9 ve %10 ve tohum canlılığı (CD çimlenmesi) %4, %11, %10 ve %14 olmuştur. Çalışmalar sonucunda klorofil floresan, tahribatsız bir ayırım teknolojisi olarak biber partilerinde tohum kalitesini yükseltme potansiyeline sahip olduğunu açıklamışlardır.

Tuzluluğun biber bitkilerinin tohum verimi ve kalitesi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amacıyla bitkiler serada beş tuz seviyesi (elektriksel iletkenlik, EC: 1.0, 1.5, 2.0, 4.0 ila 6.0 dSm⁻¹) altında yetiştirilmiştir. Tohum verimi tohum ağırlığı/meyve, tohum ağırlığı/bitki ve bireysel tohum ağırlığı ile değerlendirilmiştir. Tohum kalitesi; çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, fide büyümesi ve çimlenme yüzdeleri ile ölçülmüştür. Soğuk (10 °C, 7 gün, 25 °C 10 gün) test, hızlandırılmış yaşlandırma (45 °C, 48 saat) ve yüksek sıcaklıkta çimlenme (35 °C, 14 gün) testlerinin çimlenme oranları ile belirlenmiştir. Sonuçlar, meyve başına tohum veriminin kontroldeki 1990 mg'dan büyük ölçüde azaldığını göstermektedir. 4 dSm⁻¹'de 460 mg'a yükselmiş, ancak bireysel tohum ağırlığı 1.5 dSm⁻¹ konsantrasyonuna kadar değişmemiştir. Tohum kalitesi tüm kriterlerle ilgili olarak tuz konsantrasyonu 2.0 dSm⁻¹'ye kadar yüksek kalırken, tohum çimlenmesi ve canlılığı 4.0 dSm⁻¹ tuz konsantrasyonunda önemli ölçüde azalmıştır. Biber bitkileri 6 dSm⁻¹ tuz konsantrasyonunda tohum vermemiştir. Bununla birlikte, biber tohum veriminin çok düşük tuzlulukta (1 dSm⁻¹) bile önemli ölçüde azaldığı sonucuna varılmıştır, kalitesi 2.0 dSm⁻¹ tuz konsantrasyonundan sonra düşmeye başlamıştır (Unlukara vd., 2013).

Manzur vd. (2014) kırmızı biber dünyadaki en önemli sebzelerden biridir ve verim, dayanıklılık veya meyve özelliklerini geliştirmek için sürekli ıslah çalışmaları gerektiğini belirtmişlerdir. Bu anlamda, ıslah programları genellikle uzun yıllar sürer çünkü her biri birkaç yıl süren birçok nesle ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle, olgunlaşmamış embriyoların izolasyonu ve in vitro çimlendirilmesi, ıslah

döngülerini kısaltmak ve ıslah programlarını hızlandırmak için yararlı olabileceğini savunmuşlardır. Hem Sonbahar-Kış (AW) hem de İlkbahar-Yaz (SS) yetiştirme koşulları altında *Capsicum annuum*'da bu stratejinin etkinliğini değerlendirmişlerdir. Araştırmada farklı çeşit tiplerini temsil eden beş aksesyon bu denemeye dahil edilmiş ve yüksek in vitro çimlenme yetenekleri nedeniyle olgunlaşmamış gelişmiş embriyolar (torpido-erken kotiledon) kullanılmıştır. Geleneksel üreme döngüleri Sonbahar-Kış yetiştirme koşullarında 148 ila 184 gün arasında, İlkbahar-Yaz koşullarında ise 117 ila 154 gün arasında değişmektedir ve bu da biberlerde yılda ikiden fazla neslin mümkün olmadığını göstermiştir. Buna karşılık, in vitro strateji döngü uzunluğunu Sonbahar-Kış sezonunda 33-70 gün ve İlkbahar-Yaz sezonunda 13-56 gün azaltmış ve Kaliforniya aksesyonları en yüksek kısaltmaları göstermiştir. Bu bulgular, bu stratejinin *Capsicum* yetiştiricilerinin Kaliforniya biberinde yılda üç nesil ve kırmızı biberde dört nesle kadar elde etmelerine olanak sağlayacağını göstermektedir. Ayrıca, kontrollerle karşılaştırıldığında, in vitro çimlendirilmiş bitki yavruları aynı yüksek polen verimliliğini göstermiş ve sonraki gelişimlerinde (bitki boyu ve biyokütle) herhangi bir zararlı etki gözlenmemiştir. Bu nedenle, bu bitkilerin ıslah programlarına güvenle entegre edilebileceği saptanmıştır.

Fosfor (P) ve potasyum (K) biberin büyümesinde önemli bir rol oynadığını belirten Akram vd. (2017), yeterli miktarda P ve K, bu ürünün büyümesi, verimi, kalitesi ve tohum üretimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu savunmaktadır. Bu hipotezle; İspanya'dan getirilen egzotik biber çeşidinin 'Paradon' farklı büyüme, verim, kalite ve tohum üretim parametreleri için uygun P ve K dozunu değerlendirmek ve Rawalakot'un çevresel koşulları altında seleksiyon yoluyla iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Deneme, T0 (Kontrol); T1 (P0 K120 kg ha⁻¹); T2 (P100 K0 kg ha⁻¹); T3 (P100 K120 kg ha⁻¹); T4 (P150 K0 kg ha⁻¹); T5 (P150 K120 kg ha⁻¹); T6 (P200 K0 kg ha⁻¹) ve T7 (P200 K120 kg ha⁻¹) olmak üzere sekiz uygulama ve üç tekerürlü tesadüf blokları deneme desenine uygun olarak tasarlanmıştır. Maksimum bitki boyu (53 cm), bitki başına dal sayısı (41.20 adet), bitki başına yaprak sayısı (340.8 adet), bitki başına çiçek sayısı (90.83 adet), bitki başına meyve sayısı (30.17 adet), meyve uzunluğu (9 cm), meyve çevresi (13.03 cm), bitki başına meyve ağırlığı (465.5 g), 1000 tohum ağırlığı (6.93 g), asitlik (169.67 mg g⁻¹) ve Fosfor yüzdesi (0.3153) 100 kg ha⁻¹ P ve 120 kg ha⁻¹ K

uygulandığında T3'te gözlenmiştir. Biber bitkisinin büyüme, verim ve kalite parametrelerinin çoğuna ilişkin en iyi sonuçlar T3 uygulamasından elde edilmiştir. Bu nedenle Rawalakot'un tarımsal iklim koşulları altında bu ürünün en iyi büyümesi ve verimi için çiftçilere 100 kg ha⁻¹ P ve 120 kg ha⁻¹ K'nin birlikte uygulanması tavsiye edilmiştir.

Demir vd. (2018), duman türevi bir bileşik olan karrikinolid (KAR1) ve hidropriming uygulamalarının biber tohum çimlenmesi üzerindeki etkisini test etmeyi amaçlamışlardır. Priming uygulamalarının 2015 ve 2016 yıllarında hasat edilen dört biber çeşidinin (Kandil Dolma, Sürmeli, Yağlık ve Çorbacı) olgunlaşmamış ve olgun tohum partilerinin fide çıkış yüzdeleri ve oranları, fide yaş ve kuru ağırlığı, katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD) ve askorbat peroksidaz (APX) aktivitesi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. 10⁻⁷ M KAR1 ile priming, her iki hasat dönemindeki tohumlar için tohum çimlenmesini ve fide çıkışını artırmış ve olgunlaşmamış tohumlar üzerinde olgun tohumlardan daha etkili olmuştur. Özellikle, KAR1 ile priming olgunlaşmamış tohumlarda çimlenmeyi %20'den fazla artırırken, olgun tohumlarda bu oran %10 civarında belirlenmiştir. Fide çıkışındaki farklar 2015 yılında sırasıyla %18 ve %22, 2016 yılında ise %21 ve %22 olmuştur. KAR1 ile priming Corbacı çeşidi için her iki tohum partisinde de katalaz aktivitesini artırmış, ancak APX ve SOD aktivitesini azaltmıştır. Sonuçlar, KAR1 ile priming uygulamasının biber tohumu yetiştiriciliğinde iyileştirici bir işlem olarak kullanılabileceğini ve çeşit veya hasat yılından bağımsız olarak olgunlaşmamış tohumlarda olgun tohumlara göre daha fazla fayda sağladığını göstermiştir.

Kültüre alınmış biber türlerinin, daha yüksek verim, gelişmiş meyve kalitesi, abiyotik ve biyotik strese karşı direnç ve daha dayanıklı anaçlar sağlayabilmeleri açısından ıslahçılar için önemli olduğunu belirten Mavi (2018) organik priming uygulamasının beş *Capsicum* türünün çimlenmesi ve fide çıkışı üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Tüm biber türlerinin tohumları çimlenme testi için petri kaplarına ve çıkış testi için torfa ekilmiştir. Tohum uygulamaları, çıkış testi için ekimden önce 24 saat boyunca 25°C'de gerçekleştirilmiştir. *Capsicum* türleri farklı çimlenme ve çıkış yüzdelerine sahipken, diğer özellikler değişmemiştir. Priming uygulanmış tohumlar, tüm türler için daha yüksek yaş ve kuru ağırlığa sahip fideler elde edilmesini sağlamıştır. Priming

uygulanmamış, özellikle daha düşük çıkış gösteren *Capsicum chinense* türüne ait Habanero çeşidinde fide performansını artırmak için uygulamaların kullanılabileceği sonucuna varmıştır.

Maxton vd. (2018) gerçekleştirdiği çalışmada; izolatlarla aşılanan *Capsicum annuum*'da kuraklık ve tuz stresinin farklı morfolojik ve fizyolojik büyüme parametreleri üzerindeki etkisi tahmin edilmiştir. *Bulkholderia cepacia*'nın tuz ve kuraklık stresi altında maksimum, *Citrobacter feurendii*'nin ise en az bitki büyümesini teşvik edici etkinliğe sahip olduğu bildirilmiştir. Saflaştırılmış *B. cepacia*, *C. feurendii* ve *Serratia marcescens*'in ACC Deaminaz aktivitesi sırasıyla 12.8 ± 0.44 , 12.3 ± 0.56 ve 11.7 ± 0.53 $\mu\text{M } \alpha\text{KB mg}^{-1} \text{ dk}^{-1}$ olmuştur. Kuraklık stresi altında, *B. cepacia* 4.893 ± 0.06 mg/mg ekzopolisakkarit proteini üreterek maksimum tolerans göstermiş, onu sırasıyla 4.23 ± 0.03 ve 3.46 ± 0.05 mg/mg protein üreten *C. feurendii* ve *S. marcescens* takip etmiştir. Klorofil "a" konsantrasyonu *B. cepacia* aşılınmış bitkide (stressiz) 5.7 gm L^{-1} olarak kaydedilmiş ve test edilen en yüksek kuraklık döneminde bile 2.9 gm L^{-1} 'e kadar korunmuştur. Test edilen en yüksek NaCl konsantrasyonu altında *B. cepacia* aşılınmış bitkideki klorofil "a" konsantrasyonu 3.2 gm L^{-1} olmuştur. Dolayısıyla, bakteri aşılması kök sisteminin çoğalmasıyla tuzluluğun etkilerini hafifletmekte, bitki biyokütlesini artırarak abiyotik stresi hafifletmek için potansiyel biyoinokülüm olduğunu kanıtlamaktadır.

Martínez-Muñoz vd. (2019)'nin, meyve olgunluğunun ve hasat sonrası depolamanın gelişim sırasında biber tohumlarının fizyolojik nitelikleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için yaptıkları bu çalışmada, Ancho ve Guajillo adlı iki çeşit biber kullanılmıştır. Meyveler anthesisden 40, 60, 80, 100, 120 ve 140 gün sonra (DAA) hasat edilmiş ve hasattan 0, 7 ve 14 gün süreyle depolanmıştır. Guajillo tohumlarının gelişim boyunca nem içeriği %86'dan %17'ye düşerken, Ancho 80 DAA'da nem oranını %47'de tutmuştur. Erken hasadın (40 DAA), 14 DAA ile ilişkilendirildiğinde bile biber tohumlarının fizyolojik kalitesi için faydalı olmadığı doğrulanmıştır. Çimlenebilirlik elektrik iletkenliği ile ilişkilendirilmiştir ($R = -0.76$): Ancho tohumları $472.5 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ ve guajillo tohumları $679.3 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ değerlerinden başlayarak çimlenmiştir. 80 DAA'da hasat edilen meyvelerde, her iki biber çeşidinde de tohumların fizyolojik kalitesini sağlamak için 14 DAA gerekmiştir. Bu hasatta ortalama çimlenme %93'ün

üzerinde olmuştur ve tohum canlılığı daha yüksek bulunmuştur (hızlandırılmış yaşlanma sonrası çimlenme ve ortalama çimlenme hızı sırasıyla %90'dan fazla ve 5.6 gün olmuştur). 120 DAA'da hasat edilen tohumlar yüksek kalitede olmuştur ve meyvelerin hasat sonrası depolanması gerekmemiştir. Her iki biber türünde de LEA proteininin ekspresyonu tespit edilmiştir. İlk sentez 80 DAA (65 kDa) ve ikincisi 120 DAA (50 kDa) 'da meydana gelmiştir ve doğrudan biber tohumlarının maksimum fizyolojik kalitesiyle ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

Süs bitkisi olarak saksı biberi yetiştiriciliği dünyada önemli ölçüde artmıştır. Brezilya'da saksı biberi yetiştiriciliği gelişmekte olan bir üretim koludur. Nascimento vd. (2019) mevcut çeşitliliği artırmak ve yeni çeşitler elde etmek için, türler arası melezleme, bir türde bulunan arzu edilen bir özelliğin başka bir türe eklenmesinde çok yararlıdır ve bu da tarımsal açıdan ilgi çekici yeni bir çeşitle sonuçlanacağını belirtmişlerdir. Bu sebeple, ebeveynleri ve türler arası melezleri 27 kantitatif özelliğe göre karakterize etmek ve genetik çeşitliliklerini çok değişkenli prosedürlerle değerlendirmek için bu araştırma gerçekleştirilmiştir. Yedi biber genotipinin ebeveynleri melezlenmiş ve yedi melez üretilmiştir. Deneme tamamen tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Veriler varyans analizine tabi tutulmuş ve ortalamalar daha sonra Scott-Knott yöntemiyle gruplandırılmıştır. Mahalanobis mesafesine dayalı Tocher yöntemi kullanılmış ve nispi önem Singh yöntemi ile değerlendirilmiştir. Uygulamaların etkileri, anter uzunluğu ve titre edilebilir asitlik hariç, çalışılan tüm özellikler için %1 ve %5 olasılıkla F testi ile önemli bulunmuştur. Scott-Knott'un testine göre, genotipler iki ila sekiz sınıfa ayrılmıştır. Tocher yöntemiyle, genotipler dört gruba ayrılmıştır. İlk üç değişken toplam varyansın %92.02'sini açıklamıştır. Singh yöntemine göre, bitki başına meyve verimi, toplam varyansın %21'ini açıklayarak farklılaşmaya en fazla katkıda bulunan özellik olmuştur. Çalışılan ebeveynler ve melezler değerlendirilen özellikler açısından farklılık göstermiştir; ancak, HS1×L7, L2×L6 ve HS1×L2 kombinasyonları bu gereklilikleri karşılarken, önemli özelliklere sahip iyi türler arası melezler elde etmekte zorluk yaşanmıştır.

Yüksek kaliteli tohumların üretimi uygun hasat zamanına bağlı olduğunu belirten Tetteh vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada, farklı meyve şekillerine ve boyutlarına sahip iki biber çeşidinde (Legon 18 ve BAG 14/ 001) olgunluk aşamasına bağlı olarak fizyolojik

tohum kalitesindeki değişim değerlendirilmiştir. Meyveler dört olgunluk aşamasında (yani başlangıçta olgun, yarı olgun, tam olgun ve çürük) hasat edilmiş ve her hasattan sonra tohumlar çıkarılmıştır. Tohum kalitesi 100 tohum ağırlığı, tohum canlılığı ve çimlenme yüzdesi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, her iki çeşitte de ilk olgunluk aşamasında çıkarılan tohumların en düşük 100 tohum ağırlığına sahip olduğunu göstermiştir. Öte yandan, tam olgun ve çürük aşamalarında çıkarılan tohumlar, her iki çeşitte de ilk ve yarı olgun aşamada hasat edilenlerden daha yüksek canlılık ve çimlenme yüzdesi vermiştir. Ayrıca, Legon 18'den çıkarılan tohumlar tüm olgunluk aşamalarında BAG 14/001'den daha yüksek canlılığa sahip olduğu belirtilmiştir.

Gammoudi vd. (2020), yaptıkları araştırmada, abiyotik strese maruz bırakılan in vitro kültürde biber tohumlarına (*Capsicum annuum* L. Tunisian var. 'Baklouti Medenine') farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit (H_2O_2 ; 1-100 mM) priming uygulamasının etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Tohum imlenmesi Murashige ve Skoog (MS) ortamında gerçekleştirilmiş, sırasıyla tuz veya kuraklık koşullarının indüksiyonu için sodyum klorür ($NaCl$ 85.55 mM) ve polietilen glikol (PEG 6000, %3) ile stres oluşturmuşlardır. Sonuçlar, hazırlama konsantrasyonuna ve ortam kültürüne bağlı olarak, H_2O_2 primingi, tüm kültürler için nihai çimlenme yüzdesi ve fide canlılığı üzerinde olumlu bir etkisi görülmemiştir. Bu alışma, H_2O_2 primingi biber tohumu çimlenmesini arttırdığını ve tohum toleransının artırılması yoluyla tuz ve kuraklığın olumsuz etkilerini hafiflettiğini gstermişdir.

Ticari anaçların krlılığı düşük olması nedeniyle biber yetiştiriciliğinde tuza toleranslı anaçlar kullanılmamaktadır. Bu bağlamda Lpez-Serrano vd. (2020) gerçek tuzluluğa sahip arazide 3 yıldır test ettikleri ve aşısız bitkilere göre %32-80 oranla daha yüksek verimli tuza tolerant NIBER anacını elde etmişlerdir. Bu çalışmada, verimli anaçlar elde etmek için NIBER anacını kullanarak sürgün-kök gelişimini incelemek ve biber bitkilerinde tuza toleranslı organizmaların kurulmasını amaçlamışlardır. Bu doğrultuda, 10 günlük süre boyunca 0 mM ve 70 mM $NaCl$ 'ye maruz bırakılan Adige (A) eşidi aşısız, kendine aşılı (A/A), Niber zerine aşılı (A/N) ve ters aşılı (N/A) bitkilerde, gaz değişimi, Na^+/K^+ , antioksidan kapasite, nitrat redüktaz aktivitesi, ABA, prolin, H_2O_2 , fenoller, malondialdehit (MDA) konsantrasyonu ve biyokütle ölçülmüştür. Tuzluluk; fotosentezi, stoma iletkenliğini ve nitrat redüktaz aktivitesini önemli ölçüde ve hızlı bir

şekilde azalttığı, ancak A/N bitkilerinde A, A/A ve N/A'ya kıyasla daha düşük oranda azalttığı gözlemlenmiştir. A/N bitkileri, Na^+/K^+ oranında, ABA içeriğinde ve lipid peroksidasyon aktivitesinde azalma göstermiştir. A/N'deki oksidatif hasar hafiflemesi muhtemelen tuzluluk stresiyle başa çıkmak için antioksidan kapasitesini aktive eden H_2O_2 seviyesindeki artıştan kaynaklandığı belirtilmiştir. Fenollerde ve daha az ölçüde prolin konsantrasyonunda büyük bir artış sağlayarak, zarar verici olmaktan ziyade bir uyarı molekülü olarak hareket etmiştir. Bu özellikler, tuzluluk koşulları altında A/N bitkilerinde biyokütle üzerinde küçük bir etkiye yol açtığı tespit edilmiştir. Sadece NIBER anacına sahip bitkilerin, tuzluluğa karşı tepkileri düzenlemek suretiyle çelikleri üzerinde kontrol sağladığı bildirilmiştir.

Sanjuan-Martínez vd. (2020), Oaxaca'daki biber çeşitliliğinin önemine değinmek amacıyla, üç yerel biber çeşidinin (Huacle, De Agua ve Pasilla) ve kontrol olarak ticari yeşilbiberin tohum ve fidelerinin fiziksel ve fizyolojik kalitesini karşılaştırmışlardır. Tohumlarda on beş, fidelerde ise on iki değişken değerlendirilmiştir. Sonuçlar, Pasilla biberinin tohum boyutu ve ağırlığında en yüksek değerlere sahip olduğunu göstermiştir; bu değer kontrolden 1.44 g daha ağır ve yerli türlerden 2.09 ila 3.73 g daha yüksek olmuştur. Huacle ve yeşil biber %90 çimlenme oranına sahipken, De Agua ve Pasilla sırasıyla %51 ve %38 çimlenme oranına sahip olmuştur. Huacle biberi en yüksek çimlenme oranı indeksine (29.89) ve fide canlılık indeksine (992.25) sahip olmuştur. Normal fide oranı (%72 ve %88) bakımından en yüksek değerler kontrol ve Huacle biber fidelerinde elde edilmiştir. Ayrıca Huacle biberi en uzun pulümula (3.36 cm) ve radikula (7.67 cm) değerlerine sahip olmuştur. Hem Huacle, hem de Pasilla biber fideleri, De Agua ve yeşil biberden daha büyük boy, gövde kalınlığı, yaprak sayısı, yaprak alanı ve incelik indeksi değerlerine sahip olmuştur. Huacle biberinin, ticari Yeşil biber tohumlarına benzer şekilde fiziksel ve fizyolojik kalitesini iyi olduğu tespit edilmiştir.

Colombari vd. (2021)'nin yapmış olduğu araştırmada; tatlı biberin fizyolojik kalitesini ve biyokimyasal tepkisini olgunlaşma aşamasına ve meyvelerin hasat sonrası dinlenmesine bağlı olarak değerlendirmeyi amaçlanmıştır. Deney 4x2 tekerrür olarak yürütülmüş olup, birinci faktör dört olgunlaşma aşamasını (anthesisten 35, 50, 65 ve 80 gün sonra), ikincisi ise yedi günlük geçici depolamalı ve depolamasız meyvelerin hasat

sonrası yönetimini içermiştir. Tohumlar su içeriği, bin tohum ağırlığı, çimlenme, canlılık, süperoksit dismutaz, katalaz ve peroksidaz aktiviteleri, lipid peroksidasyonu ve hidrojen peroksit içeriği açısından değerlendirilmiştir. Meyve hasat zamanı, tohumların maksimum çimlenme ve canlılık gösterdiği anthesisden 80 gün sonra (meyveler %100 sarı) olarak belirlenmiştir. Meyvelerin hasat sonrası dinlendirilmesi tohum fizyolojik kalitesinin ve bin tohum ağırlığının artmasına, hidrojen peroksit içeriğinin ise azalmasında etkili olmuştur. Daha yüksek fizyolojik kaliteye sahip tohumlar daha düşük süperoksit dismutaz ve katalaz enzim aktivitesi göstermiştir, bu nedenle tatlı biber tohumlarında fizyolojik kalitenin bir belirteci olarak kullanılabilir bulunmuştur.

Bitki besin maddeleri ve gübreleme programları biberin tohum verimi ve kalitesi üzerinde önemli etkilere sahip olduğunu belirten Demirkaya ve Güneş (2021)'in yapmış olduğu çalışmada; etkili mikroorganizma (EM) uygulamalarının ve azot gübrelemesinin biberin tohum verimi ve kalite parametreleri üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Denemelerde bitki materyali olarak Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen Kandil Dolma ve Yalova Çorbacı biber çeşitleri kullanılmıştır. N gübresi içeren ve içermeyen üç farklı EM uygulaması (0, 2 ve 3L da⁻¹ EM) kullanılmıştır. Her iki çeşitte de en yüksek tohum verimi (Kandil Dolma'da 68.57kg da⁻¹ ve Yalova Çorbacı'da 94.90kg da⁻¹) 3L EM+ 2.60 kg da⁻¹ N uygulamalarından elde edilmiştir. EM uygulamaları Yalova Çorbacı'nın çimlenme oranını artırmış, ancak ortalama çimlenme sürelerindeki farklılıklar önemli bulunmamıştır. Tohum performansının bir göstergesi olan çimlenme indeksi, her iki çeşitte de EM uygulamaları ile artmıştır.

Meyvelerin olgunlaşması ve hasat sonrası dinlendirilmesinin tatlı biber tohumlarının makro besin ve protein içeriği üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yürütülen araştırmada, meyve olgunlaşma aşamaları (anthesisden 35, 50, 65 ve 80 gün sonra), ile meyvelerin hasat sonrası 7 gün bekletilmesi ve bekletilmemesi baz alınmıştır (Colombari vd. 2022). Tohumlarda değerlendirilen özellikler bin tohum ağırlığı, makro besin elementleri ve albümin, globulin, prolamin ve glutelin proteinlerinin içeriğidir. Meyve olgunlaşma aşamasının bir fonksiyonu olarak tohumlarda K, Ca ve Mg içeriğinde azalma ve albümin, globulin ve prolamin protein içeriğinde artış olmuştur. Meyvelerin hasat sonrası bekletilmesi tohumlarda daha yüksek Ca içeriği ve albümin proteini sağlamıştır. Meyve olgunlaşması ve meyvelerin dinlenme aşamasından

bağımsız olarak tohumlardaki makro besin maddeleri ve protein içeriğinin azalan sırası sırasıyla $N > K > P > Mg > S > Ca$ ve albümin $>$ globulin $\approx$ glutelin $>$ prolamin olarak kaydedilmiştir.

Çelik ve Kenanoğlu (2022), kurutmanın, depolama süreçleri ile tohum kalitesinin bozulmasına katkıda bulunan hasat sonrası metabolik ve fizyolojik süreçleri geciktirebileceğini belirtmiştir. Çalışmada silika jel, aktif kömür, bentonit, kalsiyum sülfat, kalsiyum klorür ve zeoliti tohum kurutmada kullanmışlardır. Uşak koşullarında çiçeklenmeden sonraki ilk yıl 3 farklı (40, 50, 60) olgunlaşma döneminde, ikinci yıl ise 4 farklı (40, 50, 60, 70) olgunlaşma döneminde hasat edilen biber tohumlarının farklı kurutma yöntemleri (FD (ilk kurutma)-SD (ikinci kurutma)) ve hasat sonrası olgunlaştırma işlemleri ile canlılıklarındaki değişimin belirlenmesini amaçlamışlardır. Uygulamalar sonunda çimlenme ve fide çıkış oranı testi ile fide yaş ve kuru ağırlığı ve enzim aktivitesi gibi parametreler incelemişlerdir. Biber tohumu çimlenme değerleri test edilirken, olgunlaşmamış tohum partilerine uygulanan kurutma ve kurutma+olgunlaştırma uygulamaları sonuçları olumlu yönde etkilenmiştir. Biber sonuçlarında CAT aktivitesi, 60. gün tohumlarında C (kontrol) ve PHR (hasat sonrası olgunlaştırma); SOD aktivitesi ilk yıl ikinci kurutma, ikinci yıl kontrol; APX ise kontrol ve PHR uygulamalarında yüksek bulunmuştur. Genel olarak biber türlerinde hasat dönemlerine göre kurutma ve kurutma+olgunlaştırma işlemleri avantajlı bulunmuştur.

Doltu ve Tanasa (2022), 2019 yılında HORTING Enstitüsü serasında elde edilen bazı Romanya ve Hollanda dolmalık biber çeşitleri üzerinde bazı *Capsicum* anaçlarının etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Biyolojik materyal olarak kullanılan *Capsicum* cinsi iki kalem (Hollanda 'Menta' F1 dolmalık biberi ve Romanya 'Regal' dolmalık biberi) ve üç anaç (Romanya 'L11A' ve 'L12S' dolmalık biberleri ve Hollanda birinci nesil 'Foundation' hibriti) çeşitlerden oluşmaktadır. Hollanda 'Menta' dolmalık biberi ve Romanya 'Regal' dolmalık biberi tarlalarda, seralarda yaygın olarak yetiştirilmektedir. Aşılı 6 bitki çeşidi ve aşısız 2 bitki çeşidinde 36000 hektarda bitki ile çalışılmıştır. Aşılama, dolmalık biber meyvelerinin verimini ve kalitesini etkilemiştir. Aşılama, meyve verimini ve aşılansız ürünlerdeki biyokimyasal bileşiklerin içeriğini olumlu veya olumsuz yönde etkilemiştir. Bu araştırmanın sonuçları, seralarda ve tarlalarda

yetiştirilen Romanya dolmalık biber bitkileri için dolmalık biberin tür içi ve türler arası aşılmasının sırasıyla farklı anaçlara genişletilmesinin gerektiği rapor edilmiştir.

Nugroho vd. (2022) yaptıkları bir çalışmada; acı biber tohumlarının en iyi kalitesini veren hasat yaşının etkisini, bitki çeşitlerinin acı biber tohumlarının kalitesi üzerindeki etkisini ve hasat yaşı ile bitki çeşitlerinin acı biber tohumlarının kalitesi üzerindeki etkileşimini incelemişlerdir. Çalışmada, V1=Sigantung, V2=Wijaya, V3=Bara çeşitleri ile tam çiçeklenmeden 37 Anthesis Sonrası Gün (DAA), 41 DAA, 45 DAA ve 49 gün sonra tohumluk meyve hasat süreleri araştırılmıştır. Sonuçlar, çiçeklenmeden gün uygulamalarının 37 ve 41 bitki boyunu, meyve uzunluğunu ve meyve ağırlığını artırdığını, 49 DAA hasatının ise çiçeklenme süresini, tohum verimini, tohum canlılığını ve tohum canlılığını artırdığını göstermiştir. Sigantung çeşidi, bitki boyunu, meyve çapını, meyve ağırlığını, tohum nem içeriğini, tohum yaş ağırlığını ve tohum canlılığını hasat sürelerinin artması ile düzenli bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Çeşitler ve tohumluk meyve hasat süreleri arasında bitki boyu ve çiçek görünümü parametreleri açısından bir etkileşim bulunduğu tespit edilmiştir.

2.2 *Capsicum baccatum* L. Türünde Yapılan Çalışmalar

Mavi ve Mavi (2012)'nin; *Capsicum haccatum* var. *pendulum* biber türüne ait bir hatta tohum gelişim hakkında fikir sahibi olabilmek ve tür için uygun çimlenme sıcaklıklarını belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Tohum üretimi için kontrollü koşullarda, saksıda yetiştirilen bitkilerden meyveler çiçeklenmeden 60-65 gün sonra hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerden tohumlar elle ayrılmış, gölgede 48 saat kurutulmuştur. Kurutma öncesinde yaş çimlenme oranı ve tohum nemi saptanmıştır. Hasat edilen tohumlarda 9, 13, 18, 13/22, 25, 30, 35 ve 40°C sıcaklıklarda çimlendirme testleri gerçekleştirilmiştir. 40°C'de tohumlarda çimlenme meydana gelmemiştir. 9°C de ise çimlenme oranı %70 olarak saptanmıştır. 9°C de 43 gün olarak belirlenen ortalama çimlenme süresi, sıcaklıktaki artışa paralel olarak kısalmıştır. Özellikle 13°C gibi biber yetiştiriciliği için düşük sayılabilecek bir sıcaklıkta bile %91 çimlenme meydana gelmiştir. 25 ve 30 °C sıcaklıklar ise istatistiksel olarak aynı grupta yer almış ve en iyi çimlenme sıcaklıkları olarak öne çıkmıştır.

Tohum üretiminin önemli bir yönü, yüksek kaliteli tohumlar elde etmek ve tarlada bozulmayı en aza indirmek amacıyla fizyolojik olgunluğun ve hasat için uygun zamanın belirlenmesidir. Bu nedenle bu araştırma, tohumların hasat edilmesi için doğru zamanı belirlemek amacıyla biber (*Capsicum baccatum* L.) var. Lady's Finger tohumlarının fizyolojik kalitesi üzerinde olgunlaşma aşamasının ve meyvenin hasat sonrası dinlenme miktarının etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Meyveler, koyu yeşil (15 DAA), sarı-yeşil (25 DAA), kırmızı-yeşil (35 DAA) ve koyu kırmızı (45 DAA) olmak üzere renklerine göre dört olgunlaşma aşamasında hasat edilmiştir. Tohumlar çıkarılmadan önce meyveler 0, 5 ve 10 gün boyunca depolanmıştır. Meyvelerdeki posanın ağırlığı, uzunluğu, çapı ve kalınlığı belirlenmiştir. Tohum kalitesi çimlenme, ilk çimlenme sayısı, fide çıkışı, nem içeriği, yüz tohum ağırlığı, bin tohum ağırlığı ve elektriksel iletkenlik ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar göz önüne alındığında, Lady's Finger biber çeşidinde meyvelerin koyu kırmızı renk (45 DAA) döneminde hasat edildiği ve meyvelerin hasat sonrası on gün beklediğinde tohumların fizyolojik potansiyelinin en yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (Pereira vd. 2014).

Justino vd. (2015) fizyolojik tohum olgunluğunun yanı sıra en uygun hasat zamanının belirlenmesinin, yüksek kaliteli tohumlar elde etmek için önemli olduğunu belirtmiştir. Bu bilgiler "dedo de moça" biber (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) aksesyonlarının tohum üretimi için hala mevcut olmaması nedeniyle bir araştırma yürütmüşlerdir. Farklı fizyolojik olgunluk aşamalarında (Anthesisten 20, 30, 40, 50, 60, 70 ve 80 gün sonra) hasat edilen meyvelerde *C. baccatum* var. *pendulum* cv. BRS Mari'nin fizyolojik tohum kalitesini değerlendirmişlerdir. Hasat edilen tohumlarda meyve rengi, uzunluğu, klorofil ve kapsaisin içeriği, tohum nem içeriği, 100 tohum ağırlığı, çimlenme oranı, sera koşullarında fide çıkışı ve hızlandırılmış yaşlandırma testi çimlenme oranı belirlenmiştir. 'BRS Mari'nin fizyolojik tohum olgunluğu, meyveler kırmızı renk, düşük klorofil içeriği ve en yüksek kapsaisin birikimi gösterdiğinde, anthesisten 70 gün sonra meydana gelmiştir. Bu aşamada, tohum nem içeriği %39 olarak belirlenmiş ve tohum kuru madde miktarı, çimlenme ve canlılık en yüksek seviyede olmuştur.

C. baccatum L. türüne ait Süs biberi koleksiyonunda Mavi ve Mavi (2015) 11 genotipi karşılaştırmışlardır. Kullanılan genotipler, MKÜ 19, MKÜ 73, MKÜ 79, MKÜ 83, MKÜ 84, MKÜ 86, MKÜ 96, MKÜ 100, MKÜ 101, MKÜ 103 ve MKÜ 106 olarak

kodlanmıştır. Karşılaştırma süs biberi genotiplerinin; bitki boyu, meyve sayısı (adet/bitki), meyve olgunlaşması için geçen süre(gün), meyve eni(mm), meyve boyu(mm), meyvede tohum sayısı(adet/meyve), 1000 tane tohum ağırlığı (g), çıkış oranı (%) ve ortalama çıkış süresi (saat) özellikleri üzerinden yapılmıştır. İncelenen tüm özellikler açısından genotipler arasında farklılıklar belirlenmiştir. Genotiplerin bitki boyu 14.3-77.3 cm, meyve sayısı 11-63 adet/bitki, meyve olgunlaşması için geçen süreleri 75-96 gün, meyve genişliği 7.3-42.0 mm, meyve uzunluğu 27.7-81.0 mm, meyvedeki tohum sayısı 7-57 adet/meyve, 1000 tane tohum ağırlığı 1.8-6.1 g, çıkış oranı %78-100 ve ortalama çıkış süresi 193-367 saat arasında değişmiştir. En yüksek bitki boyu MKÜ 86 nolu genotipten elde edilirken, en kısa bitkiler MKÜ 101 nolu genotipten elde edilmiştir. Süs biberi olarak özellikle kısa boylu bitkiler saksıda üretim için tercih edilebilir. Genotiplerin tamamı süs biberi olarak seçilmeleri nedeni ile genel olarak küçük meyvelere sahiptirler. En kısa meyveler MKÜ 101 nolu genotipten elde edilmiştir. En uzun meyveler ise yaklaşık 81 mm ile MKÜ 86 nolu genotipe aittir. MKÜ 19 nolu genotip meyvedeki tohum sayısı ve 1000 tane tohum ağırlığı açısından diğerlerinden daha yüksek değerlere sahip olmuştur. Çıkış oranları açısından ise MKÜ 105 nolu genotipte en düşük fide çıkış oranı belirlenmiştir.

Tohum hasat zamanı ile tohum kalitesi arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla, Eken ve Mavi (2016), Çan Biberi (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*)’nde bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, 2011 ve 2012 yılında meyve renklenmesine göre yeşil olum (1), renk dönüşümü (2), turuncu olum (3), kırmızı olum (4) ve aşırı olum (5) dönemlerine göre 30’ar meyve hasat edilmiştir. Hasat edilen meyvelerde meyve özellikleri ve renk ölçümü yapılmıştır. Bu meyvelerden elde edilen tohum partilerinde çimlendirme testi, fide çıkış testi, fide yaş-kuru ağırlığı, tohum nemi, 1000 tohum ağırlığı, elektriksel iletkenlik ve kontrollü bozulma testleri uygulanmıştır. Sonuç olarak tohum kalitesi açısından en uygun hasat zamanının meyvelerin kırmızı olum (4) döneminde olduğunu saptamışlardır.

Mavi (2016) farklı dönemlerde (D1, D2, D3, D4 ve D5) hasat edilmiş Çan Biberi (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) tohumlarının kalitesine priming uygulamalarının (KNO_3 , *Patula* and *Erecta*) etkisini araştırmıştır. Çimlenme oranı, ortalama çimlenme süresi, çimlenme indeksi, çıkış oranı, ortalama çıkış süresi, fide yaş ağırlığı ve çıkış

indeksi belirlenmiştir. Gelişim safhaları meyve dış rengine göre sınıflandırmıştır. Sonuçlar fizyolojik olgun (D3'den sonra) tohumların tohum kalitesi ve performansının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Primingin en önemli avantajı D2 ve D3 gelişim dönemlerindeki tohumlarda tespit edilmiştir. Özellikle *Patula* uygulaması kontrole göre D2 gelişim dönemindeki tohumlarda çimlenme oranını %10 arttırmış, ortalama çimlenme süresini 4 gün kısaltmış, çıkış oranını %15 arttırmış, yaş fide ağırlığını 52 mg artırmış ve çıkış indekisinde de artışa sağlamıştır. En yüksek çimlenme ve çıkış oranını elde etmek için en uygun tohum hasat zamanının D4 (Olgun) ve D5 (Aşırı Olgun) dönemleri olduğunu vurgulamıştır. Erken ya da geç hasatlardan elde edilen düşük kalitedeki tohumların organik priming uygulamaları ile kalitelerinin artırılabilceği vurgulanmıştır.

Biber tohumu üretimindeki ana sorunlardan biri, bitkinin sürekli çiçeklenme dönemi nedeniyle meyvelerin düzensiz olgunlaşması ve tüm meyvelerin aynı anda hasat edilmesini zorlaştırmasıdır. Bu nedenle, meyve olgunlaşma aşaması ve tohum fizyolojik potansiyeli üzerine yapılan çalışmalar, tohumun bozulmasını önleyerek uygun hasat zamanını belirlemek için son derece önemlidir. Gonçalves vd. (2018); "dedo de moça" biber çeşidinin (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) beş genotipinin tohumlarının fizyolojik potansiyelini üç olgunlaşma aşamasında (yeşil, turuncu ve kırmızı), hasat tarihinden sonra 10 günlük bekleme süresi ve bekleme süresi olmadan değerlendirmişlerdir. Tohumların fizyolojik potansiyeli ve canlılığı çimlenme testleri (ilk sayım, hızlandırılmış yaşlandırma ve elektriksel iletkenlik) ile belirlenmiştir. Genel olarak, kırmızı meyveler maksimum çimlenme sağladıkları için tohum olgunluğunu yansıtmıştır. Öte yandan, kırmızıdan önceki olgunlaşma aşamalarında (yeşil ve turuncu) hasat edilen meyvelerin 10 günlük meyve içerisinde bekletilmesinin çimlenme ve canlılık özellikleri üzerindeki faydalarını göstermiş. Bu sonuç başlangıçta daha düşük fizyolojik potansiyele sahip olan yeşil meyvelerde daha belirgin olmuştur. Değerlendirilen genotipler, 10 günlük bekleme süresi olmaksızın yeşil aşamada hasat edilen meyvelerin daha düşük fizyolojik potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Acı biber (*Capsicum* spp.) yetiştiriciliği taze sebze, çeşni ve konserve pazarlarında önemli bir rol oynamaktadır. Tohum üretimi için uygun hasat döneminin belirlenmesi, yüksek kaliteli tohumlar elde etmek ve üretim başarısını sağlamak için çok önemlidir.

Bu nedenle, bu çalışmada 'dedo-de-moça BRS Mari' acı biberinin maksimum tohum fizyolojik potansiyelini sağlayan uygun hasat döneminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Anthesisteki çiçekler günlük olarak etiketlenmiş ve meyveler anthesisden 25, 40, 55, 70, 85 ve 100 gün sonra (DAA) hasat edilmiş ve sırasıyla yeşil, sarımsı yeşil, turuncu, kırmızı, koyu kırmızı ve aşırı olgun kırmızı olarak sınıflandırılmıştır. Tohum fizyolojik potansiyeli, su içeriği, kuru madde, çimlenme oranı, ilk çimlenme sayısı, çimlenme oranı indeksi ve hızlandırılmış yaşlandırma testleri kullanılarak belirlenmiştir. Tohum kuru maddesi 55 DAA'ya (tohum başına 3.95 mg) kadar düzenli olarak artmış, daha sonra 70 DAA'ya (tohum başına 4.05 mg) kadar hafifçe artmış ve 85 ila 100 DAA arasında dengede kalmıştır. Hasat edilen tohumlar 55 DAA'da yaklaşık %40 çimlenme ile çimlenmeye başlamış, 70 DAA'da %87 çimlenme ile en yüksek oranına ulaşmıştır. Bu değer 100 DAA'ya kadar korunmuştur. Çimlenme oranı indeksinin en yüksek değerleri 70, 85 ve 100 DAA'da bulunmuştur. Hızlandırılmış yaşlandırma testine göre tohum canlılığında 85 DAA'da en yüksek seviyeye ulaşmış ve daha sonra azalmıştır. 'dedo-de-moça BRS Mari' çeşidinde tohumluk meyvelerin 70 ila 85 DAA arasında kırmızı ila koyu kırmızı renklerinde hasat edildiğinde yüksek fizyolojik potansiyele sahip tohumların elde edileceği bildirilmiştir (Gomes vd. 2017).

Penella vd. (2017) UPV Üniversitesindeki Comav gen bankasından (Valensiya, Doğu İspanya) biri *Capsicum chinense* Jacq.(Code C12), biri *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum* (Code B14) ve biri de *Capsicum annuum* L. (Code A25) olan artan su ve tuz stresine toleranslı 3 *Capsicum* genotipini anaç olarak seçmişlerdir. İşlevsel ve verimli olan 'Adige' (Kod A) (Lamuyo tip, Sakata Tohumları, Japonya) ticari biber çeşidini bu üç anaç ve 'Antinema' (Kod ANT, Sakata) ticari anacında kontrol aracı olacak şekilde aşılarken su ve tuz stresi altında karşılaştırılmışlardır. Su ve tuz stresi altında A25 anacından diğer tüm aşılama kombinasyonlarından daha yüksek pazarlanabilir verim elde edilmiştir. Bu anaçların, prolin birikimi gibi fizyolojik işlemlerde değişik adaptasyonlar geliştirerek stres koşulları altında yüksek fotosentez seviyelerini devam ettirmeyi başarabildiğini ifade etmişlerdir. Kontrol koşullarında ANT anacının, A25'e benzer verim gösterdiğini ayrıca tuz stresi altında Na ve Cl, A/A25 bitkilerinde ve aşılammamış bitkilerde daha fazla birikmiş, fakat A/ANT, A/B14 ve A/C12 kombinasyonlarının yetiştirme dönemi boyunca tuz absorpsiyonlarında oldukça

sınırlayıcı/kısıtlayıcı olduklarını saptamışlardır. Sonuç olarak tolerant biber anaçların kullanımının, abiyotik stres koşulları için iyi bir adaptasyon stratejisi olduğu ve abiyotik stres koşullarının fotosentez üzerindeki negatif etkisini hafiflettiği kanısına varmışlardır.

Sá Mendes vd. (2019) çalışmalarında *Capsicum baccatum* meyvelerinin morfolojik, kimyasal ve metabolomik yaklaşımlarla karakterize edilmesi amaçlamıştır. Meyveler elde edilmiş, un haline getirilmiş ve analize kadar 25 °C ve %80 HR'de 1 ayı aşmayan bir süre boyunca depolanmıştır. Biber unu (PF), enerji dağılımlı spektrometre (EDS) ile birleştirilmiş bir elektron mikroskobu ile taranmış ve sorpsiyon izotermeleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, bütanol veya etanol ile bir ekstraksiyon prosedürü gerçekleştirilmiş ve fenolik bileşikler UPLC-ESI-Q-TOF-MS/MS ile tanımlanmıştır. SEM görüntüleri, farklı şekil ve boyutlarda partiküller içeren granüler bir matris göstermiştir. Gözlenen en bol element karbon, oksijen ve potasyum olmuştur. GAB modeli en uygun model olmuş ve azaltılmış histerezis alanı iyi bir stabiliteye işaret etmiştir. 42 fenolik bileşik tanımlanmış ve kuersetin 3-O-rhamnosid, luteolin 7-O-glikozid ve naringenin en bol bulunan bileşikler olmuştur. Biber unu, fonksiyonel ve teknolojik özelliklere sahip potansiyel bir gıda bileşeni olarak değerlendirilmiştir.

Mavi ve Uzunoğlu (2020)'nın *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (cv. MKÜ-19) türüne ait tohumlarıyla yaptıkları çalışmada allelopatik kimyasalların tohum uygulamalarındaki etkilerini tespit etmek için, ferula (çakşır) bitkisinden elde edilen sakız, mine çalısı ve kadife çiçeği bitkilerinin çiçeklerinden elde edilen demleme çaylarının MKÜ-19 biber genotipi tohumlarında priming materyali olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak allelopatik bitki ekstraktları ile yapılan tohum uygulamalarının fide kalitesini arttırdığını göstermiştir. Allelopatik materyallerle yapılan tohum uygulamaları ucuz, organik, çevre dostu, etkili ve basit uygulanabilir olduğu belirtilmiştir. Ayrıca bu materyallerin tohum ekiminde antifungal ve anti bakteriyel etkilerinin araştırılması önerilmiştir.

C. baccatum var. *baccatum* (Cumari biberi) meyvesinin hasat sonrası depolanmasını değerlendirmek ve bunu antioksidan enzim aktivitesi ve tohum fizyolojik potansiyeli ile ilişkilendirmek amacıyla Pinheiro vd. (2020a) bir araştırma gerçekleştirmiştir. Kırmızı renkli meyveler (anthesisten 65 gün sonra) toplanmış ve 0, 5, 10, 15 ve 20 gün boyunca

20 °C'de depolanmıştır. Tohumlar çıkarılmış ve nem içeriği, fizyolojik kalite, antioksidan enzim aktivitesi ve protein içeriği açısından değerlendirilmiştir. Ortalamalar regresyon denklemlerine uydurulmuş ve ardından çok değişkenli analizden (PCA) geçirilmiştir. Tohum nemi ve 100 tohum ağırlığı hasat sonrası depolama boyunca azalmıştır. 5 ve 10 günlük depolama süreleri çimlenmede artışa yol açmıştır. Elektriksel iletkenlik 0 ve 20 günlük depolama dönemlerinde daha yüksek bulunmuştur. Kuru madde ve protein 5. ve 10. günlerde artmıştır. Enzimlerin aktivitesi 0 ve 20 gün arasında azalma göstermiştir. *C. baccatum* meyvesinin hasat sonrası 5 ve 10 gün depolanması tohum fizyolojik potansiyelini geliştirir ve fizyolojik olgunlukla ilişkili bulmuşlardır. Depolanmamış meyvelerden (0 gün) elde edilen Cumari tohumlarının eksik olgunlaşması, daha fazla enzim aktivitesi, daha fazla oksidatif stres ve düşük çimlenme ve canlılık ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Meyvelerin hasat sonrası depolanmaması ve 10 günden daha uzun süre depolanması, Cumari biber tohumlarının düşük fizyolojik potansiyeline katkıda bulunmuştur.

2.3 *Capsicum chinense* Jacq. Türünde Yapılan Çalışmalar

Habanero biberi (*Capsicum chinense* Jacq.) Meksika'da çok önemli bir ürün olduğunu bildiren Medina-Lara vd. (2008) ulusal ve uluslararası pazarlarda talebi giderek arttığını belirtmiştir. Yucatan Yarımadası'nda üretilen habanero biberi, raf ömrü ve acılığı nedeniyle dünyanın geri kalanında yetiştirilenlerden daha üstün kalitede kabul edilmesine rağmen, verimliliğini ve meyve kalitesini etkileyebilecek yetiştirme koşulları hakkında çok az araştırma yapılmıştır. Bu sebeple gerçekleştirilen çalışmada; N veya K gübrelemesinin habanero biber çeşidinin gelişimi ve meyve acılığı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Gübreleme stresi altındaki bitkiler (kontrol) yüksek kapsaisin içeriğine sahip olmuştur. Azot gübrelemesi, yüksek kapsaisin seviyelerini korurken bitki büyümesini ve meyveyi önemli ölçüde artırmıştır. Optimum olumlu etki, N kaynağı olarak 15 mM üre dozunda gerçekleşmiştir. Potasyum gübrelemesinin büyüme veya verimlilik üzerinde olumlu bir etkisi olmamıştır. N uygulamaları biber bitkilerindeki endojen K seviyelerini değiştirmiş ve bunun tersi de geçerli olmuştur. K : N oranı (özellikle yaprak ve köklerde), K uygulamalarında 1'den büyük, kontrolde 0,5'e yakın ve N uygulamalarında 0,5'ten küçük değerlerle uygulamalar arasında değişmiştir. Bu

parametre habanero biber verimliliğinin önemli bir göstergesi olabileceği ve farklı gübreleme rejimleri altında çalışılması gerektiği tespit edilmiştir.

Capsicum annuum L. Early Jalapeno, Golden Treasure, NuMex Sweet, NuMex Joe E. Parker ve Santa Fe Grande'nin beş çeşidi, *C. chinense* Jacq. Habanero ve Pimienta De Chiera'nın iki çeşidi ve *C. annuum*'un bir aksesyonu olan NMCA 10652'nin tuz toleransı bir tarla çalışmasında Niu vd. (2010) tarafından değerlendirilmiştir. Fideler Mayıs ayı sonlarında yarı kurak bir ortamda tınlı kum toprakları içeren seddelere dikilmiştir. Bitkiler deneme boyunca düzenli bir şekilde sulanmıştır. Musluk suyuna farklı miktarlarda NaCl, MgSO₄ ve CaCl₂ eklenerek 0.82 dSm⁻¹ (kontrol, musluk suyu), 2.5 dSm⁻¹ ve 4.1 dSm⁻¹ elektriksel iletkenlik (EC) olmak üzere üç tuzluluk seviyesi oluşturularak hazırlanan üç tuz çözeltisi uygulaması 15 Haziran'da başlatılmış ve Ağustos sonunda sona ermiştir. Sekiz çeşit arasında NMCA 10652, 4.1 dSm⁻¹ uygulamasında %100 ile en yüksek hayatta kalma yüzdesine sahip olurken, onu 'Early Jalapeno', 'NuMex Sweet', 'Pimienta De Chiera', 'Santa Fe Grande', 'Golden Treasure' ve 'NuMex Joe E. Parker' takip etmiştir. 'Habanero' %28 ile en düşük hayatta kalma oranına sahip olmuştur. Kontrol ile karşılaştırıldığında, 4.1 dSm⁻¹ tuzlu su çözeltisi ile sulanan bitkilerin nihai sürgün kuru ağırlığı 'Habanero'da %92 oranında azalırken, bunu %80 ile 'Golden Treasure' izlemiştir. Kontrole kıyasla 4.1 dSm⁻¹'de meyve taze ağırlığı için, 'Habanero' %86 ile en yüksek azalmaya sahipken, onu %74 ile 'Golden Treasure' takip etmiş, NMCA 10652 ve 'Santa Fe Grande' ise sırasıyla %26 ve %19 ile en az azalmaya sahip olmuştur. Tuzluluğa en toleranslı olan NMCA 10652 en düşük yaprak Na⁺ birikimine sahipken, tuzluluğa en duyarlı olan 'Habanero' yapraklarda en yüksek Na⁺'a sahip olmuştur. Yaprak Cl⁻ için, 'Early Jalapeno' en yüksek, 'Habanero' ise en düşük Cl⁻ birikimine sahip olmuştur. Genel olarak, tuzluluğa nispeten toleranslı olan ancak yapraklarda yüksek Na⁺ ve Cl⁻ birikimine sahip olan 'Early Jalapeno' hariç, hassas çeşitler yapraklarda daha fazla Na⁺ ve/veya Cl⁻ biriktirmiştir.

Abud vd. (2013) “Malagueta” (*C. frutescens*) ve “Biquinho” (*C. chinense*) biberlerinde tohum oluşumu sırasındaki fizyolojik değişiklikleri değerlendirmek ve hasat için en iyi aşamayı belirlemeyi amaçlamışlardır. Çiçeklenme dönemindeki çiçekler günlük olarak etiketlenmiş ve meyveler çiçeklenmeden 25, 40, 55, 70, 85 ve 100 gün sonra hasat edilmiştir. Her olgunlaşma döneminde tohumlar su içeriği, kuru

ağırlık, çimlenme, ilk çimlenme sayısı, çimlenme hızı indeksi ve hızlandırılmış yaşlanma açısından değerlendirilmiştir. Tohum gelişiminin başlangıcı, "Malagueta" biberi için 80 DAA ve "Biquinho" biberi için 70 DAA'ya kadar meydana gelen kuru madde birikimi ile karakterize edilmiştir. Biber gibi ortodoks tohumlarda, maksimum kuru maddeye ulaştıktan sonra, su içeriğinde bir düşüş gözlenmiştir. 100 DAA'da su içeriği "Malagueta" biberi için %14 ve "Biquinho" biberi için %15'tir. 25 ve 40 DAA'da hasat edilen tohumlar çimlenmemiştir. Çimlenme yüzdesi 40 ile 70 DAA arasında artmış ve daha sonra azalmıştır. "Malagueta" ve "Biquinho" biberlerinin fizyolojik olgunluğu, hasat için ideal zaman olan yaklaşık 70 DAA'da gerçekleştiğini ortaya koymuşlardır.

Penella vd. (2015), biberlerde aşlamayı, bitkilerin tuzluluk altındaki tepkilerini iyileştiren ilginç bir strateji olarak önerilmişlerdir. Biberde, *C. chinense* Jacq. 'ECU-973(12) ve *C. baccatum* L. var. *pendulum* 'BOL-58(14) türlerine aşılandığında tuzluluk altında ticari 'Adige' çeşidinin meyve veriminin arttığını, *C. annuum* L. türüne ait 'Serrano' çeşidi aşılandığında ise herhangi bir etki gözlenmediğini bildirmişlerdir. Bu anaçların sağladığı toleransla ilgili fizyolojik ve biyokimyasal mekanizmaları da analiz etmişlerdir. Farklı bitki kombinasyonlarında 30 gün boyunca su ilişkileri, mineral içeriği, prolin birikimi, fotosentetik parametreler, nitrat redüktaz aktivitesi ve antioksidan kapasite belirlenerek tuzluluğa karşı tepkiler incelenmiştir. 'Adige' çeşidi 12 genotipi üzerine aşılandığında daha yüksek tuz toleransı elde edilmiş, bu da sadece sürgünde daha düşük Na ve Cl birikimine değil, aynı zamanda iyon seçiciliğinin korunmasına, özellikle de Na/K ayırımına izin vermiştir. Bu özellikler, aşılınmış sürgün yapraklarında fotosentez, nitrat redüktaz aktivitesi ve lipid peroksidasyonu üzerinde küçük bir olumsuz etkiye yol açmıştır. Bu çalışma, sürgün iyon homeostazını koruyan toleranslı biber anaçlarının kullanılmasının tuzluluk toleransı sağlamak için umut verici bir strateji olduğunu ve sonuç olarak mahsul verimini artırabileceğini göstermektedir.

Tohum gelişimi sırasında zaman geçtikçe nem içeriği azalmakta ve çimlenme artmaktadır. Moo-Muñoz vd. (2016) bunu kurumaya karşı tolerans kazanma olarak açıklamaktadır. Habanero biber tohumlarında (*Capsicum chinense* Jacq.) bu davranışın düzenli olarak gerçekleşip gerçekleşmediği bilinmemektedir, bu nedenle tohum gelişimi sırasındaki fizyolojik kalite ve bunun iki tür tohum kurutma ile ilişkisi incelenmiştir.

Meyveler anthesisden 20, 28, 36, 44 ve 52 gün sonra (DAA) hasat edilmiş, tohumlar çıkarılmış ve bunlara biri oda sıcaklığında (28 ± 3 °C), diğeri 35 °C'de kurutma fırınında olmak üzere iki kurutma işlemi uygulanmıştır. Üçüncü bir tohum grubu (kontrol) ise hasattan hemen sonra ekilmiştir. Bu türün tohumu 36 DAA'dan itibaren kurutmaya karşı tolerans göstermiş, bu da bu gelişme zamanında fizyolojik olgunluğa ulaştığını ve kurutulduğunda çimlenme kabiliyetinin kazanıldığını göstermektedir. Kurutma, çimlenme ve çıkışta fizyolojik kaliteyi iyileştirse de, kurutmasız kontrole göre radikül uzunluğu ve sürgün uzunluğunu iyileştirmiştir, bu da kurutmanın çimlenmeyi etkilemediğini ancak bu türün tohumunun canlılığını etkileyebileceğini kanıtlamıştır.

Hernández-Pinto vd. (2020), heterojen çimlenme habanero biberi (*Capsicum chinense*) yetiştiriciliğindeki ana sorunlardan biri olup, bunun nedenini meyveden çıkarıldığı sırada fizyolojik olarak olgunlaşmamış olan düşük kaliteli tohumlar olabileceğini bildirmiştir. Buna yönelik, meyvelerin hasat sonrası depolanmasının, meyvelerin farklı olgunlaşma aşamalarında elde edilen tohumların çimlenmesi üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu nedenle, olgunlaşmamış (yeşil renk = UR), yarı olgun (yarı yeşil ve yarı turuncu = HR) ve olgun (turuncu renk = R) meyveler hasat edilmiş ve tohumlar çıkarılmadan önce 7 ve 14 gün boyunca depolanmış, kontrol meyveleri depolanmamıştır. Şu parametreler değerlendirilmiştir: çimlenme (%G) ve çimlenme oranı (GR), çıkış (%E) ve çıkış oranı (ER), elektrik iletkenliği (EC), kök uzunluğu (RL) ve kök uzunluğunun nispi büyüme oranı (RGRRL). Meyvelerin hasat sonrası 14 gün boyunca depolanması tohum çimlenmesini (R14 = %98, HR14 = %94 ve UR14 = %91), fide çıkışını (R14 = %98, HR14 = %88 ve UR14 = %94) ve çimlenme oranını (R14 = 19.22, HR14 = 20.08 ve UR14 = 17.59 çimlenen/gün) artırmıştır. En yüksek çıkış oranı hem R14'te hem de UR14'te (sırasıyla 13,93 ve 12,67 fide/gün) gerçekleşmiştir. Ekimden 7 gün sonra, R14'ün kökleri (3.8 cm) en uzun olmuştur. Meyvelerin 14 gün boyunca depolanması tohumların ıslatıldığı çözeltinin EC (UR14 = 0.6, HR14 = 0.6 ve R14 = 0.6 $\mu\text{S mL}^{-1}$) değerini düşürmüştür. Dolayısıyla, hem olgunlaşmamış hem de yarı olgun meyvelerin 14 gün boyunca depolandıktan sonra hasat edilmesi habanero biber tohumlarının fizyolojik özelliklerini iyileştirdiği ortaya konulmuştur.

Tohumların fizyolojik kalitesine erişen mevcut analizlerin iyileştirilmesi ve tahribatsız tekniklerin dahil edilmesi, tohumculuk sektörü için önemli bir ilerlemeyi temsil

etmektedir. Ön plana çıkmasına rağmen, radyografik görüntülerin genel olarak sübjektif olarak analiz edilmesi röntgen kullanımını engellemektedir. Bu nedenle, bu çalışmada x-ray görüntüleri aracılığıyla erişilen tohum iç morfolojisi ile habanero biber tohumlarının fizyolojik kalitesi arasındaki ilişkinin araştırılmıştır. Tohumlar üç olgunluk aşamasındaki meyvelerden hasat edilmiş ve daha sonra farklı süreler boyunca hasat sonrası depolama yapılmıştır. Başlangıçta, radyograflar oluşturulmuştur ve ImageJ yazılımı kullanılarak otomatik görüntü analizine tabi tutulmuştur. Alan, çevre, dairesellik, bağıl yoğunluk, entegre yoğunluk ve tohum dolum yüzdesi parametreleri değerlendirilmiştir. X-ray testinden sonra tohumlar çimlenme ve canlılık açısından test edilmiştir. Hasat sonrası depolamanın tohum dokularının nispi yoğunluğunu, tohum dolumunu ve çimlenmeyi tüm olgunluk aşamaları için arttırdığı gözlenmiştir. Görüntü analizi ile değerlendirilen doku yoğunluğu parametreleri ile tohum çimlenmesi, çimlenme hızı ve tohum canlılığı arasında pozitif ve anlamlı korelasyonlar bulunurken, tohum dormansisi ile negatif korelasyonlar gözlenmiştir. Genel olarak, habanero biber tohumlarının otomatik radyograf analizi, tohumların bağıl yoğunluk, entegre yoğunluk ve tohum dolumu gibi fiziksel değişkenlerini elde etmek için umut verici bir yöntem olduğu belirlenmiştir. Sarı ve turuncu meyvelerden elde edilen habanero biber (*Capsicum chinenses* Jacq.) tohumları daha yüksek fizyolojik kalite sergilemiştir. Bu meyvelerin tohum ekstraksiyonundan önce hasat edildikten sonra depolanması, tohum fizyolojik kalitesini iyileştirmek için iyi bir alternatif olduğu tespit edilmiştir (Medeiros vd. 2020).

Capsicum chinense Jacq. "Ají mochoero", uluslararası alanda tanınan birçok Peru yemeğini destekleyen hoş baharatlı veya acılık derecesi nedeniyle gastronomik bir miras olarak kataloglanmıştır. Peru'daki gastronomi patlaması, Ají mochoero da dahil olmak üzere birçok ulusal girdinin ihraç edilmesine yol açmıştır. Bu nedenle, bu ürünün meyve ve tohumlarının verimlik durumu hakkında bilgi sağlayan birçok temel agronomik çalışma gereklidir. Bu doğrultuda, López Medina vd. (2020); "Ají mochoero" *C. chinense*'nin meyve ve tohumlarının morfometrisini belirlemek için bu çalışmayı yürütmüşlerdir. Bunun için, La Libertad departmanı, Trujillo ili, Moche bölgesinden meyveler toplanmıştır. Laboratuvarda, meyve ve posa ağırlığının yanı sıra uzunluk, genişlik ve tohum sayısı değerlendirilmiştir. Değerlendirilen her bir bileşen için 50 tekrar ile

tanımlayıcı istatistiksel analiz yapılmıştır. Ortalama meyve ağırlığı 2.4 g ve ortalama pos ağırlığı 2.1 g olmuştur. Tohumun ortalama uzunluğu 4.3 mm ve ortalama genişliği 1.4 mm olmuştur. Meyve başına ortalama 16.4 tohum kaydedilmiştir. Değerlendirilen parametreler arasında yüksek bir varyasyon katsayısı ve yüksek bir korelasyon ($p < 0.01$) bulunmuştur. "Ají mochoero" *C. chinense*'nin meyve ve tohum morfometrisinin bu çeşidi *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens* ve *C. pubescens* gibi diğer türlerden ayırdığı sonucuna varılmıştır. Bu bilgi sanayileşmeyi, teşvik etmek ve menşee adını desteklemek için gerekli bulunmuştur.

Pinheiro vd. 2020b gerçekleştirdikleri bu çalışmada *Capsicum chinense*, *C. annuum* ve *C. frutescens* türlerine ait otuz yedi biber genotipi, ıslah programlarında kullanılmak üzere potansiyel direnç kaynakları bulmak amacıyla üç kök-ur nematodu türüne (*Meloidogyne javanica*, *M. incognita* ırk 1 ve *M. enterolobii*) karşı direnç açısından karakterize edilmiştir. Değerlendirilen tüm biber genotipleri *M. javanica*'ya karşı dirençli veya bağışık bulunmuştur. *M. incognita* ırk 1 için, ilk deneyde değerlendirilen *C. frutescens*'in tüm aksesyonları dirençli iken, *C. chinense*'nin altı aksesyonu duyarlı olmuştur. *M. incognita* için, ikinci deneyde değerlendirilen tüm *C. chinense* ve *C. annuum* genotipleri dirençli bulunmuştur. *C. annuum* genotiplerinin değerlendirildiği üçüncü deneyde, çoğunun *M. incognita* ırk 1'e duyarlı olduğunu doğrulanmış; ancak CNPH 30118 ve CNPH 6144 genotipleri dirençli çıkmıştır. En agresif tür olan ve az sayıda direnç kaynağı tanımlanan *M. enterolobii*; *C. chinense* ve *C. frutescens*'de daha yüksek derecede direnç eğilimi göstermiştir. Değerlendirilen genotiplerin çoğu duyarlı olmasına rağmen, duyarlılık derecesi açısından önemli farklılıklar gözlenmiştir. Ayrıca BRS Nandaia (*C. chinense*) çeşidinin, *M. enterolobii*'ye dirençli bir genotip olduğu ve ıslah programlarında kullanılabileceği belirtilmiştir.

Capsicum chinense türünden bir tatlı biber türü Venezuela mutfağını tanımlamakta olduğunu belirten Garrido ve Hernán (2021), bu üründe üretim sorunlarına ilişkin ayrıntılı çalışmaların yeterli olmadığını bildirmişlerdir. Meyve olgunlaşmasının ve meyveden tohum çıkarmanın Venezuela'ya özgü bir *Capsicum chinense* türünün tohum çimlenmesi üzerindeki etkisini belirlemek için 10 tekrarlı faktöriyel bir deney yürütülmüştür. Üç meyve olgunlaşma seviyesi (yeşil meyveler, erken olgunlaşmış meyveler ve tamamen olgunlaşmış meyveler) ve meyvelerden iki tohum çıkarma

zamanı (hasatla aynı gün ve hasattan yedi gün sonra) arasındaki altı kombinasyonun tohum çimlenme yüzdesi ve çimlenmeye kadar geçen gün sayısı üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Her bir tekrür 100 tohumdan oluşmuş ve tohum çimlenmesi on gün boyunca kaydedilmiştir. Sonuçlar, her iki bağımlı değişken için meyve olgunlaşması ve tohumun çıkarılması arasında bir etkileşim olmadığını göstermiştir. Ancak meyve olgunlaşma seviyeleri (tamamen sarı ve renk değiştiren meyveler için aynı, fakat yeşil meyvelerden daha yüksek) ve tohumun meyvelerden ayrılma zamanı arasında çimlenme yüzdesi için önemli farklılıklar ($P<0,01$) kaydedilmiştir (hasattan yedi gün sonra, hasatın aynı gününde ayrılan tohuma kıyasla % 80 daha fazla çimlenme oranı ile sonuçlanmıştır). Çimlenmeye kadar geçen gün sayısı için de önemli farklılıklar ($P<0,01$) kaydedilmiştir. Erken ve tamamen olgunlaşmış meyvelerden çıkarılan tohumlar önemli farklılıklar göstermemiş ($P>0,05$) ve ortalama 7.30 günde çimlenmiştir. Ancak ortalama 8.40 günde çimlenen yeşil meyvelerden hasat edilen tohumlardan daha hızlı ($P<0,01$) çimlenmişlerdir. Hasattan 7 gün sonra meyvelerden çıkarılan tohumlar ortalama 6.50 günde çimlenmiş, hasatla aynı gün meyveden çıkarılan tohumlardan daha hızlı ($P<0,01$) çimlenmiştir (ortalama 8.75 gün). Bu tatlı biber türünün tohumları hasattan yedi gün sonra olgunlaşan meyvelerden ayrıldıklarında daha bol miktarda ve daha hızlı çimlenmekte olduğu rapor edilmiştir.

"Bode" biber bitkileri sürekli bir gelişme ve meyve verme sürecine sahip olduklarından, tohum fizyolojik olgunlaşması ve hasat için belirli bir mevsim belirlemek mümkün değildir. Bu kapsamda Cavasin vd. (2023), "Bode" biberinin (*Capsicum chinense* 'Adjuma') meyve gelişimi sırasındaki fizyolojik kalitesini ve tohum çimlenmesindeki enzim ekspresyonunu değerlendirmeyi amaçlamıştır. Elle çıkarılan tohumlar, ilk sayımda çimlenme (FC), son sayımda çimlenme (G) ve çimlenme hızı indeksi (GSI) değerlendirilerek fizyolojik testlere tabi tutulmuş, ayrıca enzimatik analizler gerçekleştirilmiştir. Fizyolojik testler için en düşük değerler ilk gelişim aşamalarında gözlenmiştir. FC, G ve GSI için en yüksek değerler anthesisden 70 gün sonraki (DAA) meyvelerden elde edilen tohumlarda gözlenmiştir. Süperoksit dismutaz enzimi 49 DAA'da hasat edilen tohumlarda en yüksek değerlere sahipken, malat dehidrojenaz 70 DAA'da daha fazla ekspresyona sahip olmuştur. Katalaz, alkol dehidrojenaz ve esteraz enzimlerinin ise 63 DAA'da daha yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Olgunlaşma

aşaması, bode biber tohumunun fizyolojik kalitesini etkilemiştir. 70 DAA'da hasat edilen tohumlar, değerlendirilen parametreler üzerinde daha iyi sonuçlara sahip olan tohumlar olmuş, bu nedenle fizyolojik olarak olgun ve hasat için en uygun zaman olarak kabul edilmiştir.



3. MATERİYAL ve METOD

3.1 Materyal

3.1.1 Denemede kullanılan bitkisel materyal

Denemede; *Capsicum annuum* L. türünde Üç Burun Çeşidi (Çoker Tohumculuk), Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Biber Koleksiyonu'ndan *Capsicum baccatum* L.'da MKÜ-92 ve *Capsicum chinense* Jacq. türünde ise MKÜ-200 hatları olmak üzere üç farklı tür kullanılmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 *C. annuum* (a), *C. baccatum* (b) ve *C. chinense* (c) türlerine ait çiçek

Tohumlar 2020 yılında temin edilerek, deneme başlayana kadar paketlenmiş olarak, 4 °C'de buzdolabında bekletilmiştir.

3.1.2 Tohum ekimi

Tohumlar 1. yıl 28 Şubat 2021 tarihinde, 2. yıl 25.02.2022 tarihinde içerisinde torf ve perlit (2/1 oranında hazırlanmış) bulunan viyollere ekilmiştir (Şekil 3.2). Fideler gelişip esas yerlerine dikilinceye kadar düzenli sulama ve gerekli bakım işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.2 *C. annuum* (a), *C. baccatum* (b) ve *C. chinense* (c) türleri fide çıkış görüntüleri

3.1.3 Arazi hazırlığı

Seraların kuruluşu arazi Bartın ili Merkez / Kutlubeydemirci köyünde bulunmaktadır. Arazi geçmişinde herhangi bir tarımsal uygulama olmadığı, mera olarak kullanıldığı, yörenin özgü doğal bitkilerle örtülü olduğu gözlemlenmiş ve ilk olarak bu bitkilerin temizliği gerçekleştirilmiştir. Akabinde sera alanlarına derin sürüm yapılmış, dere toprağı getirilmiş ve ardından yanmış çiftlik gübresi serilip tekrardan pullukla sürülerek, organik maddece zenginleştirilip toprak hazırlığı gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Arazinin konumu, ilk hali ve toprak hazırlığı görüntüleri

3.1.4 Seraların kurulumu

Her bir tür için hesaplanan 400 fide dikilebilmesi için 5,5 m en x 24 m boy ebatlarında, mahle yüksekliği 2,5 metre, her iki yanda yerden 1.10 cm yükseklikten başlayacak şekilde 90 cm'lik yukarıya doğru açılabilir havalandırma açıklıkları olan, 3 adet yüksek plastik tünel planlanmıştır. Örtü malzemesi olarak 60 Aylık UV+AB+EVA katkılı sera

örtüsü kullanılmıştır. Seraların 26.04.2021 tarihinde, kurulumu tamamlanmıştır. Seralar Kuzey-Güney yönünde kurulmuştur (Şekil 3.4).



Şekil 3.4 Seraların kurulum aşamasından görüntüleri

3.1.5 Dikim yerlerinin hazırlığı

Fide dikim alanları ilk yıl bir kere çapalanarak dinlendirilmiş ve daha sonra her bir seraya yaklaşık 1 ton yanmış çiftlik gübresi karıştırılmıştır. Gübrelemenin hemen ardından seddeler hazırlanmıştır. 2. yıl ise mart ayında ilk çapalamadan sonra her seraya 1'er ton yanmış çiftlik gübresi karıştırılmıştır. Dikimden bir hafta önce ikinci çapalama yapılmış ve akabinde seddeler oluşturulmuştur (Şekil 3.5).



Şekil 3.5 Dikim hazırlığı görüntüleri

Çizelge 3.1 Bitki yetiştirilen alana ait toprak analiz sonucu (2023)

ANALİZ PARAMETRELERİ	BİRİM	ANALİZ SONUCU	DEĞERLENDİRME
Azot (N)	%	0,11	Yeterli
Fosfor (P₂O₅)	Kg/da	42.96	Fazla
Potasyum (K₂O)	Kg/da	88.39	Fazla
Organik Madde	%	2.10	Orta
Bünye	%	92.18	Kil
pH		7.46	Nötr
EC	dS/m	1.43	
Tuz	%	0.0844	Tuzsuz
Kireç	%	0.65	Az Kireçli
Demir (Fe)	ppm	15.32	Çok Fazla
Bakır (Cu)	ppm	2.21	Fazla
Çinko (Zn)	ppm	3.91	Fazla
Mangan (Mn)	ppm	26.56	Çok Fazla

Tohumluk bitkilerin yetiştirildiği toprağın killi killi yapıda olduğu görülmektedir. Ayrıca toprağın tuz ve kireç oranının düşük, bitki besin elementlerince zengin olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 3.1).

3.1.6 Sulama sistemi kurulumu

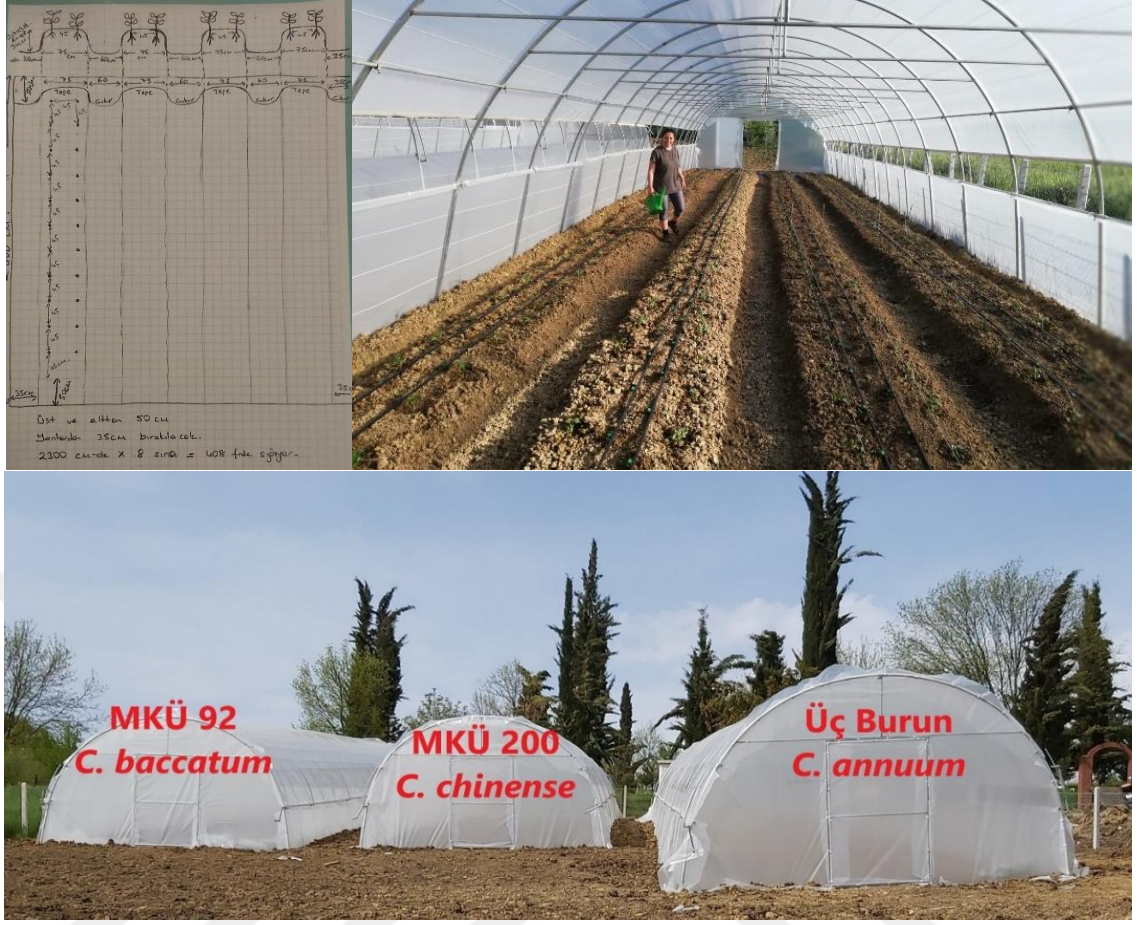
Arazi hazırlığı aşamasında 9 tonluk su deposu kurulmuş, bitkilerin sulamasında kullanılacak damla sulama sistemi bu depoya bağlanmıştır. Her bir serada bir ana boru, her seddeye 2 lateral boru hesaplanmış ve bitki mesafeleri göz önünde bulundurularak damlama boruları 45 cm aralıklarla delinerek akış hızı ayarlanabilir damlatıcı başlıklar takılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Su deposu ve sulama sistemi kurulum görüntüleri

3.1.7 Fidelerin dikimi

Fideler önceden hazırlanmış seddelere sıra üzeri ve sıra arası 45x45x90 cm ikili sıra çapraz dikim yöntemiyle birinci yıl 10.05.2021 tarihinde, 2. yıl 13.05.2022 tarihinde dikilmiştir. Dikimden hemen sonra bitkilere can suyu verilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 Dikim planı, dikim sonrası ve seraların görünümü

3.1.8 Kültürel işlemler

Dikimden sonra hava sıcaklıkları dikkate alınarak düzenli sulama yapılmış, gerek görüldüğü takdirde sulama sıklığı artırılmış ve ya azaltılmıştır. Ayrıca bitki gelişimini desteklemek için yabancı ot kontrolü ve boğaz doldurma amacıyla düzenli olarak çapalama işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Bitki gelişim aşamalarından genel görüntüler

3.1.9 Tohum gelişim evresinde sera içi sıcaklık değişimi

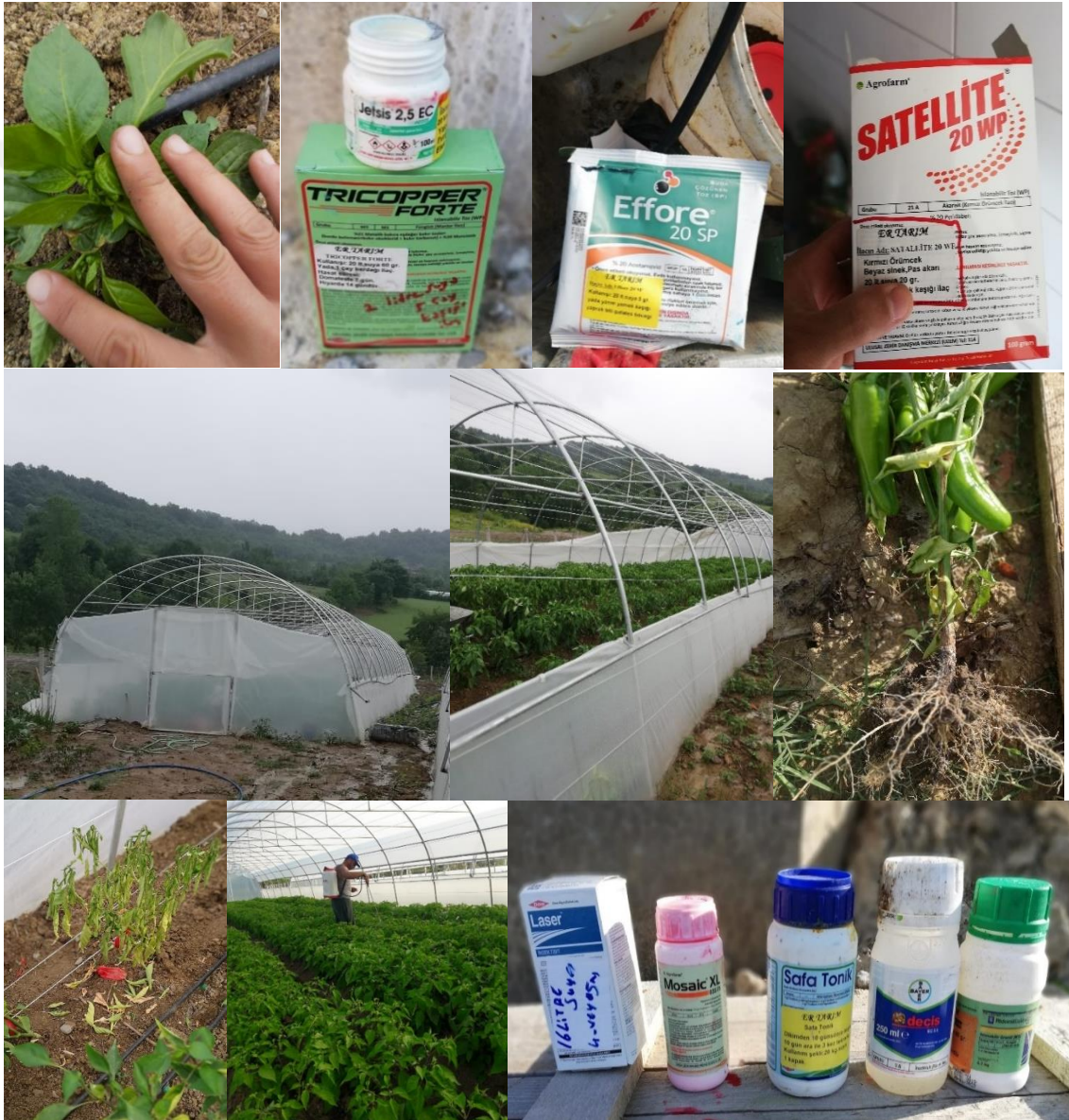
İlk çiçeklenme tarihinden itibaren düzenli olarak her gün sera içi en yüksek (max.) ve en düşük (min.) sıcaklıkları ölçülmüştür. Daha sonra ortalamaları hesaplanmıştır. Ortalama sıcaklık değerleri bakımından ilk yıl sıcaklık değerleri ikinci yıla göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Sera içinde kaydedilen minimum, maksimum ve ortalama sıcaklık değerleri

Aylar	2021			2022		
	Min. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)	Min. Sıcaklık (°C)	Max. Sıcaklık (°C)	Ort. Sıcaklık (°C)
Mayıs	8	36	22	8	36	22
Haziran	15	38	26.5	18	34	26
Temmuz	20	44	32	16	38	27
Ağustos	19	41	30	23	42	32.5
Eylül	18	36	27	13	39	26

3.1.10 Hastalık, zararlılarla mücadele ve gübreleme

Bitkiler düzenli olarak takip edilerek gerekli görülen tüm ilaçlama ve gübreleme işlemleri uygun zaman, şekil ve dozlarda uygulanmıştır. İki yılda da meydana gelen kırmızı örümcek, yaprak biti, saman akarı, trips, yeşil kurt zararlıları ve mantari hastalıklara karşı düzenli sıklıklarda ilaçlama yapılarak bitki sağlığı ve meyve kalitesi korunmaya çalışılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 Hastalık ve zararlılar, fırtınanın sera ve bitkilerdeki hasarı, ilaçlama ve kullanılan ilaçların görüntüleri

Şekil 3.9’da görüldüğü gibi bitki yetiştirme döneminin ilk yılı 04.07.2021 tarihinde bölgede yaşanan fırtına nedeniyle *C. annuum* türünün bulunduğu sera örtüsü uçmuş ve beraberinde yağın yoğun yağmur ile aşırı nemlenen bitkilerde kök boğazı çürüklüğü meydana gelmiştir. İkinci yıl ise yaklaşık beş gün aralıksız süren ve 28.06.2022 tarihinde şehirde sel felaketine sebep olan yağışlardan dolayı seraların ve arazinin çevresinde açılan drenaj çukurlarına rağmen toprağın uzun süre ıslak kalması nedeniyle 3 serada da kök boğazı çürüklüğü olmuştur. Mücadelesi her iki yılda da düzenli yapılarak diğer bitkilere yayılması önlenmiştir.

3.1.11 Çiçek etiketleme

Bitki gelişim durumuna göre her bir tür düzenli olarak çiçek açım tarihlerine göre etiketleme yapılmış ve tozlanma noksanlıklarını önlemek amacıyla etiketlenen çiçeklerin polenleri yumuşak bir fırça ile dişiçik tepesine aktararak tozlanmaya destek sağlamıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Çiçeklere takılmış etiket görüntüleri

3.1.12 Meyve ve tohum hasadı

Her bir türün meyveleri, tarihi yazılı etiketlere göre 1. yılda (2021) ilk çiçeklenmeden sonra geçen 45, 50, 55, 60, 65, 70 ve 80 gün şeklinde hesap edilerek hasatlar gerçekleştirilmiştir. Hasatlar sonunda 3 tür, 7 dönem olmak üzere 21 tohum partisi elde edilmiştir.

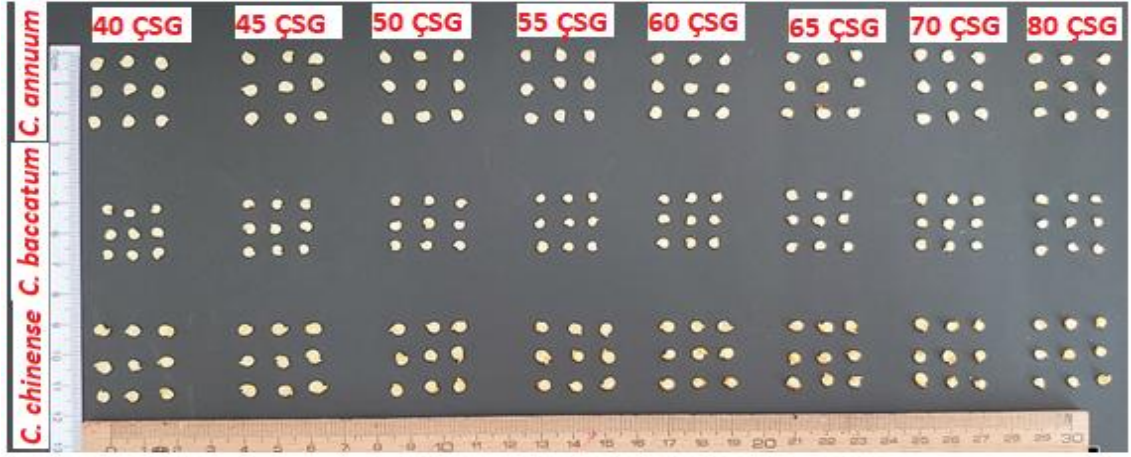
İlk yıl gerçekleştirilen çimlenme ve çıkış testlerinde çiçeklemeden sonra 45 günlük lotların verileri yüksek çıkması nedeniyle 2. yılda (2022) hasatlar ilk çiçeklenmeden sonra 40 günden itibaren başlatılmış ve 45, 50, 55, 60, 65, 70 ve 80 güne kadar hesap edilerek hasatlar gerçekleştirilmiştir. Hasatlar sonunda ikinci yılda 3 tür, 8 dönem olmak üzere 24 tohum partisi elde edilmiştir (Şekil 3.11).

Her hasat döneminde hasattan hemen sonra hasat edilen meyveler içerisindeki tohumlar elle ayırma yöntemiyle alınmıştır. Ekstraksiyon edilen tohumlar karanlık koşullarda 25 °C’de 3 gün süre ile kurutma kâğıdı üzerinde kurutulmuştur. Tüm hasatlar tamamlanınca elde edilen tohumlar ağzı sıkıca kapanmış plastik kutular içerisinde buzdolabı koşullarında (+4 °C) muhafazaya alınmıştır.



Şekil 3.11 Olgunluk dönemlerine göre hasat edilmiş meyvelerden örnek görüntüler (Üst sıra; *C. annuum* türü, orta sıra; *C. baccatum* L. türü, alt sıra; *C. chinense* türüne ait, soldan sağa 40 ile 80 ÇSG hasat dönemleri görüntüleri)

İlk yıl 21 adet, ikinci yıl 24 adet tohum partisinde tohum kalite analizleri; çimlendirme testi, ortalama çimlenme zamanı, yaşlandırma testi, kuraklık, düşük sıcaklık, yüksek sıcaklık ve tuz stresi altında çimlendirme testleri yapılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12 Olgunluk dönemlerine göre biber tohumlarındaki boyut ve renk değişimi

3.1.13 Çimlendirme test odası kurulumu

Çimlendirme testlerinin yürütüleceği toplamda 6 m²'lik klima odası seraların bulunduğu araziye yerleştirilen konteyner içerisine inşa edilmiştir. Isı yalıtımı (± 2 °C) sağlamak amacıyla klima odasının her tarafı kaya yünü ve köpük strafor ile kaplanmış ve oda girişine ısı yalıtımlı sıkıştırılabilir pvc kapı yerleştirilmiştir. Testlerde gerekli sıcaklığı sağlamak amacıyla odaya 9000 BTU inverter klima (16°C min. ve 30 °C max.), yerleştirilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Konteyner ve klima odası görüntüleri

3.2 Yöntem

3.2.1 Meyve özelliklerinin belirlenmesi

Meyve özelliklerini belirlemek amacıyla 3 türde her dönemden hasat edilen 30 adet meyvede; 0.0001 hassasiyette Presica 205 A SCS marka terazi ile meyve ağırlığı (g), Insize marka dijital kumpas ile meyve eni (mm), meyve boyu (mm) ölçümleri yapılmış ve meyve başına düşen tohum sayısı kayda alınmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 Meyve en, boy ağırlık ölçümleri ve tohum sayımından görüntüleri

3.2.2 Çimlendirme testi (TÇO, NÇO, %)

Çimlendirme testleri; karanlık ortamda, $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de klima ile ortam sıcaklığı ayarlanmış odada, her hasat döneminden elde edilen 4x25 tohum kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tohumlar, saf su (EC: $1.20\ \mu\text{S}$) ile nemlendirilmiş ve fungusit uygulanmış 20x20 cm'lik 3'er adet kurutma kâğıtları arasına ekilerek test kurulumuştır. Her bir tohum partisinin 4 tekerrürünü de alabilecek kapasitede 20x25 cm ebatında çift kilit sistemiyle ağzı sıkıca kapanabilen buzdolabı poşetlerine hazırlanmış test kâğıtları dik olarak

yerleştirilmiş ve bu poşetler çimlendirme odasına 45° açı yapacak şekilde konumlandırılmıştır. Çimlendirme hızını belirleyebilmek amacıyla 21 gün boyunca 2 mm kökçük çıkışı günlük olarak sayılarak toplam çimlenme oranı (TÇO) alınmıştır. Çimlendirme süresinin sonu olan 21. günde oluşan fideler normal (iyi gelişmiş kök ve sürgün) ve anormal (kıvrılma, camsı yapı vs.) olarak ayırt edilerek, normal çimlenme gösterenlerin sayısı % olarak (NÇO %) belirlenmiştir (Şekil 3.15).

Çimlenme oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%N = \frac{(n1 + n2 + n3 + n4) \times 4}{4}$$

Formülde; N: Normal çimlenme oranı, n1,2,3,4: Her bir tekerrürde normal çimlenen tohum miktarı

Ortalama çimlenme zamanı (OÇZ); Çimlendirme denemesi sırasında yapılan günlük sayımlardan elde edilen değerlerle aşağıdaki formülden yararlanılarak gün olarak hesaplanmıştır (Demir vd. 2008a).

$$OÇZ = \frac{\sum (n \times D)}{\sum n}$$

Formülde; OÇZ: Ortalama çimlenme zamanı D: Çimlenmenin başlamasından itibaren geçen gün sayısı n: D. günde çimlenen (kotiledon 2 mm olan) tohum sayısı



Şekil 3.15 *C.annuum* çimlendirme testi kurulumu ve son sayım günü görüntüleri

3.2.3 Tohum güç indeksi (TGI)

C. annuum L. türünde çimlenmenin 7. gününde, *C.baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq. türlerinde ise sürgün gelişimi görülebildiği çimlenmenin 10. veya 14. gününde çimlenen tohumlarda aşağıdaki formül yoluyla hesaplanmıştır.

Tohum güç indeksi : sürgün uzunluğu (cm) + kök uzunluğu (cm) x çimlenme oranı (%)
(Dhindwal vd. 1991)

3.2.4 Fide çıkış testi (FÇO)

Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu Uygulama Serasında, 33x46x9 cm ebatındaki altları delinerek drenaj oluşturulmuş Polytime (E-331) marka küvetlerde, Klasman TS1 marka torf kullanılarak test ortamı hazırlanmıştır. Küvetlerin her birine alt ortam olarak 4 cm torf konulmuş üzerine her bir küvete bir lot gelecek şekilde 4x25 adet tohum eşit aralıklarla dizilmiş ve üzeri 2 cm torf ile kapatılarak ekimler gerçekleştirilmiştir. Ardından can suyu verilerek fide çıkış testleri kurulmuş ve 30 gün boyunca günlük sayımlar yapılmıştır. Bu süreçte torf gerekli oranda sulanmış ve bakım işlemleri yapılmıştır. Fide çıkış oranı (FÇO) değerleri normal fide oranları üzerinden yapılmıştır. 30. gün sonunda oluşan fideler normal (gerçek yaprakları çıkmış, kazık ve saçak kök oluşturmuş, sürgünü iyi gelişmiş) ve anormal (sürgün iyi gelişmemiş, gerçek yaprak çıkmamış, kıvrılmış, kırılmış yapı vs.) olarak ayırt edilerek, normal çıkış gösterenlerin miktarı % olarak belirlenmiştir. 30. gün sonunda torf içine bakılarak çimlenmiş (kökçük çıkartmış) ama torf yüzeyine çıkamamış tohumlar da belirlenmiştir. Fide Çıkış Oranı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Şekil 3.16).

$$\%N = \frac{(n1 + n2 + n3 + n4) \times 4}{4}$$

Formülde; N: Normal çıkış oranı, n1,2,3,4: Her bir tekerrürde normal çıkan tohum miktarı

Ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ); Çimlendirme denemesi sırasında yapılan günlük sayımlardan elde edilen değerlerle aşağıdaki formülden yararlanılarak gün olarak hesaplanmıştır (Demir vd. 2008a).

$$OFÇZ = \frac{\sum n \times D}{\sum n}$$

Formülde; OFÇZ: Ortalama fide çıkış zamanı D: Fide çıkışının başlamasından itibaren geçen gün sayısı n: D. günde çıkan (kotiledon toprak yüzeyine çıkan) tohum sayısı



Şekil 3.16 Fide çıkış testi kurulumu, sayımı ve fide çıkışından görüntüler

3.2.5 Yaşlandırma testi (YT)

Tohum partileri 100% oransal nemde 45 °C'de 72 saat tutularak yaşlandırılmıştır. Yaşlandırma sonrası çimlenme testi; saf su ile nemlendirilmiş ve fungusit uygulanmış 20x20 cm'lik 3'er adet kurutma kağıtları arasına 4x25 (tekerrür x adet) tohum ekilerek yapılmıştır. Her bir tohum partisinin 4 tekerrürünü de alabilecek kapasitede 20x25 cm

ebatında çift kilit sistemiyle ağzı sıkıca kapanabilen buzdolabı poşetlerine hazırlanmış test kağıtları dik olarak yerleştirilmiş ve karanlık ortamda, $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de klima ile ortam ısısı ayarlanmış odaya 45° açı yapacak şekilde poşetler konumlandırılmıştır. Çimlenme sürecinde 2 mm'lik radikula sayımları 21 gün boyunca her gün yapılmıştır. Son sayımda normal gelişen fideler de % olarak belirtilmiştir. Yaşlandırma testi sonrası ortalama çimlenme zamanı daha önce verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17 Yaşlandırma testi kurulumu aşaması ve çimlenme görüntüleri

3.2.6 Kuraklık stresinde çimlendirme testi

Türlerin farklı gelişim dönemlerindeki hasatlarında kuraklığa tolerans PEG-6000 solusyonunda çimlendirme yapılarak saptanmıştır. -0.6 Megapaskal dozunda %18 oranında PEG-6000 solusyonu hazırlanarak, her birine 8 ml sıvı emdirilmiş kurutma kağıdı (20x20cm) çimlendirmede kullanılarak plastik poşetlerde 21 gün boyunca karanlıkta yapılmıştır. Sonuçlar aynı MPa dozuna ayarlanmış tuzluluk solüsyonuyla karşılaştırılmıştır. Daha önce biberde tohum gelişiminin tuzluluk ve kuraklığa strese tepkisinde bu dozun etkili karşılaştırma sağladığı saptanmıştır (Demir ve Mavi 2008). Testler solüsyon emdirilmiş kurutma kâğıtlarında gerçekleştirilmiş ve konsantrasyonun değişmemesi için her üç günde bir kâğıtlar yenilenmiştir. Çimlendirme koşulları

yukarıda açıklandığı gibidir. Çimlendirme testi sonunda toplam ve normal çimlenme sayımları her gün yapılmış ve % olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Kuraklık stresi çimlenme görüntüleri

3.2.7 Düşük (18 °C) ve yüksek (35 °C) sıcaklık stresinde çimlendirme testi

Her üç türde farklı dönemlerde hasat edilen tohumlar, düşük (18 °C) sıcaklık ve yüksek (35 °C) sıcaklıkta çimlendirilerek hasat zamanının stres sıcaklıklarında çimlenme oranı bakımından etkisi ortaya konulmuştur. Çimlendirme koşulları yukarıda açıklandığı gibidir. Çimlendirme testi 21 gün sürdürülmüş ve normal/toplam çimlenme oranları belirlenmiştir. Çimlendirme testi boyunca 2 mm kökçük çıkış oranı toplam çimlenme

kriteri olarak kullanılmıştır. Ayrıca normal çimlenme oranları da % olarak belirlenmiştir (Şekil 3.19).



Şekil 3.19 Düşük ve yüksek sıcaklık stresi çimlendirme testi kurulumu ve çimlenme görüntüleri

3.2.8 Tuz stresinde çimlendirme testi

Her üç biber türünde de farklı dönemlerde hasat edilen tohumların tuzlu ortama toleransı 50 mM, 75 mM ve 100 mM NaCl çözeltisinde çimlendirilerek saptanmıştır. Türlerin anaç olma potansiyeli, tuza toleransı belirlenerek saptanmaya çalışılmıştır. 100 mM NaCl için 0,585 gram NaCl 100 ml'de çözündürülerek saf su yerine bu solüsyon emdirilmiş kurutma kağıtları üzerinde çimlendirme yapılmıştır. Belirtilen solüsyon -0.6 MPa su basıncı sağlamaktadır. Çimlendirme 4 tekerrürlü 25 tohum üzerinden 21 gün karanlık ortamda sürdürülerek, tuz konsantrasyonunun değişmemesi için solüsyon emdirilmiş kurutma kağıtları üç günde bir yenilenmiştir. Çimlendirme koşulları yukarıda açıklandığı gibidir. Sayımlar her gün yapılarak kayda alınmış, çimlendirme testi sonunda toplam ve normal çimlenme oranları belirlenmiştir (Şekil 3.20).



Şekil 3.20 Tuz stresi çimlenme görüntüleri

3.2.9 İstatistiksel analiz

Araştırmada kullanılan bütün denemeler tesadüf parselleri deneme deseni yapısına uygun şekilde kurulmuş ve yürütülmüştür. Testler sonucunda hesaplanan yüzde oranlar istatistiksel olarak SPSS (IBM SPSS Statistic 23) programıyla analiz edilmiş yüzdeler analiz öncesi açılı transformasyonuna tabi tutulmuştur.

Tüm çimlendirme ve çıkış testlerine istatistiksel analiz uygulanmış, tohum lotları da kendi aralarında kıyaslanmıştır. Tohum lotları arasında istatistiksel anlamda fark olanlar Duncan testi ile $P=0.05$ düzeyinde ayrılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1 *Capsicum annuum* L. 1. Yıl Sonuçları

4.1.1 Meyve özellikleri

C. annuum L. türünde (Üçburun çeşidi) hasat dönemine göre meyve boyutlarındaki farklılıkların değişimi Çizelge 4.1’de sunulmuştur. Sonuçlar meyve en ve boyunda istatistiksel anlamda ($P>0.05$) farklılıklar olmadığını ancak meyve ağırlığı bakımından olgunlaşmanın 55. gününde en ağır meyvelere sahip olduğu belirlenmiştir. Meyve eni 42.2 ile 45.4, meyve boyunun ise 125.4 ile 135.1 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Meyve ağırlığında değerler 59.4 ile 80.1 g arasında değişmiştir. Her bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısı 103 ile 195 adet arasında gerçekleşmiştir. Meyve ağırlığı ilk hasatta (45 ÇSG) en düşük olmuş ancak bu hafif meyvelilik ne meyve eni ve boyuna ne de ortalama tohum sayısına yansımamıştır. (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	En (mm)	Boy (mm)	Meyve ağırlığı (g)	Ort. tohum sayısı (adet)
45	45.4a	127.4a	62.1b	167ab
50	42.2a	128.3a	69.5ab	173ab
55	44.3a	134.3a	80.1a	195a
60	45.1a	135.1a	74.6 ab	158ab
65	42.9a	125.4a	59.4b	103b
70	42.9a	134.8a	70.8ab	177ab
80	43.5a	127.8a	68 ab	173ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.1.2 Çimlendirme testi

C. annum L. türünde tohum gelişimi sürecinde en yüksek toplam çimlenme değerinin 60-80. çiçeklenmeden sonra günlerde, normal çimlenme değerinin de 60 ÇSG ve sonrasındaki hasatlarda gerçekleştiği ortaya konulmuştur. İlk hasatta %71 ile toplam çimlenme ve %60 ile normal çimlenme en düşük değeri verirken ($P<0.05$), her iki özellik bakımından 60 ÇSG ve sonrasında değerler %93 ile 100 arasında seyretmiştir. OÇZ değerleri ve çimlenme hızı 65 ÇSG hasadında en iyi sonucu vermiştir. Tohum ağırlıkları 50-60. ÇSG hasatlarında yüksek, 65 ÇSG hasadından sonra kısmen düşerek stabil kalmıştır (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 *C. annum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	1000 tane ağırlığı (g)
45	71c	60c	5.3b	4.99e
50	89b	78b	6.0c	6.14b
55	95ab	75b	5.0ab	6.15ab
60	100a	100a	4.6ab	6.32a
65	97ab	93a	4.5a	5.75c
70	98ab	94a	4.9ab	5.12e
80	100a	100a	4.8ab	5.53d

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.1.3 Fide çıkış testi

Fide çıkış sonuçları maksimum fide çıkış oranını toplam fide çıkış bakımından 80 ÇSG hasadında %97 olarak ortaya koymaktadır. En yüksek normal fide çıkış oranı 55 ve 80 ÇSG hasatlarından % 96 ile elde edilmiştir. En düşük fide çıkış değerlerinin hem toplam hem de normal fide bakımından %61 ile 45 ÇSG hasadında gözlemlendiği saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde 45 ÇSG diğer tüm hasatlardan farklı ($P<0.05$) olmakla beraber hem toplam hem de normal fide yüzdesi bu hasatta aynı oranı göstermiştir. Ortalama çıkış zamanı değerlendirildiğinde tohum hasatları arasında fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. En hızlı çıkış 18.1 gün ile 80 ÇSG hasadından sağlanmış ancak en yavaş çıkış gösteren tohum partisi ise 20.2 gün ile 45 ÇSG olmuştur. Toprak içinde çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranına bakıldığında en yüksek değer % 6 ile 45 ÇSG hasadından sağlanmıştır. Diğer hasatlarda değerler % 0-3 arasında değişmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden	Çimlenip Çıkamayan			
Sonra Gün (ÇSG)	TFÇO (%)	NFÇO (%)	OFÇZ (gün)	Tohum Oranı (%)
45	61c	61c	20.2d	6
50	77b	77b	19.4bcd	2
55	96a	96a	18.2ab	1
60	90ab	90ab	20.0cd	2
65	87ab	85ab	19.0abc	2
70	86ab	77b	19.2abcd	3
80	97a	96a	18.1a	0

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.1.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi

TGİ değeri bakımından Çizelge 4.4 incelendiğinde, 60 ÇSG hasadının 190.3 ile en yüksek değeri gösterdiği, en düşük TGİ değeri 136.6 ile 50 ÇSG hasadında saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde 50 ÇSG ile 60 ÇSG birbirinden farklı ($P<0.05$) olduğunu göstermiştir.

Yaşlandırma testinde 55 ÇSG hasadının toplam çimlenme ve normal çimlenme yüzdesinin 100-93 değerleri ile tohum partileri arasında öne çıktığı gözlenmektedir. Yaşlandırma sonrası toplam ve normal çimlenme oranı incelendiğinde 45 ÇSG hasadının en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. OÇZ değerlerinde en hızlı 6.6 gün ile 55 ÇSG hasadının olduğu ve diğer tohum partilerinin OÇZ değerlerinin ise 7.9-8.7 gün arasında değiştiği ve istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($P>0,05$) göstermediği saptanmıştır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi		Yaşlandırma Testi		
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TGİ	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	148.4cd	24c	18d	8.3b
50	136.6d	88ab	82c	8.3b
55	154.1bcd	100a	93a	6.6a
60	190.3a	98a	91ab	8.6b
65	176.5ab	91ab	87ab	8.5b
70	145.7cd	91ab	82c	7.9b
80	160.7bc	82b	71c	8.7b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.1.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi

Kuraklık stresi altındaki çimlenme değerleri TÇO bakımından %86 ile 100, NÇO bakımından % 62 ile 87, OÇZ bakımında ise 8.3 ile 9.0 gün arasında değişmiştir. TÇO değerleri bakımından en yüksek değerler 55 ve 70 ÇSG hasatlarından elde edilmiş ancak sadece 45 ÇSG diğer hasatlardan istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) bir farkla ayrılmıştır. NÇO değerleri bakımından en yüksek değer 60 ÇSG hasadında olmuştur ve 80 ÇSG hasadında normal çimlenme oranının düşme eğiliminde olduğu gözlenmiştir. OÇZ değerlerinin ise istatistiksel olarak birbirlerinden farklılık ($P>0.05$) göstermediği belirlenmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	86b	62d	9a
50	98a	76bc	8.9a
55	100a	86a	8.5a
60	94a	87a	8.4a
65	97a	85ab	8.8a
70	100a	84abc	8.5a
80	98a	75c	8.9a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.1.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi

Tohum hasatlarının düşük sıcaklık tepkileri incelendiğinde 55 ÇSG hasadının hem düşük sıcaklık hem de yüksek sıcaklıkta TÇO ve NÇO bakımından en yüksek değerleri verdiği saptanmıştır. Düşük sıcaklıkta TÇO % 99, NÇO ise %95 olmuş, yüksek sıcaklıkta aynı lot %75 ve %11 toplam ve normal çimlenme oranlarına sahip olmuştur. En düşük değerleri 45 ÇSG hasadı göstermiştir ve istatistiksel olarak anlamlı ($P<0.05$) bulunmuştur. Diğer 6 hasat düşük sıcaklık stresinde yakın değerler verirken (%93-99), yüksek sıcaklıkta özellikle TÇO bakımından aradaki farkların daha yüksek (%38-78) olduğu tespit edilmiştir. OÇZ değerleri açısından düşük sıcaklıkta en hızlı 6.6 gün ile 55 ÇSG hasadı, yüksek sıcaklıkta ise 5.7 gün ile 60 ÇSG hasadı en kısa sürede çıkış gösteren tohum partileri olmuştur (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Düşük Sıcaklık (18 °C)				Yüksek Sıcaklık (35 °C)		
Hasat Dönemi						
Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	70b	52c	9.5c	7d	1b	7.5ab
50	98a	86b	7.9b	39c	6ab	8.9bc
55	99a	95a	6.6a	75a	11a	7.2b
60	96a	86b	7.4ab	78a	12a	5.7a
65	95a	86b	7.6b	62ab	8ab	8.0abc
70	95a	85b	7ab	47bc	6ab	9.4c
80	93a	82b	7.3ab	38c	3ab	8.6abc

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.1.7 Tuz stresinde çimlendirme testi

Tuzluluk stresi altında tohum hasatları arasında 45 ÇSG en düşük çimlenme değerlerine sahip olmuştur. Bu fark özellikle 75 ve 100 mM tuzluluk stresi altında daha net olarak gözlenmiştir. Bu hasatta 75 mM’da normal çimlenme % 56’ya, 100 mM’da ise %47’ye düşmüştür. Diğer altı hasatta ise dozlar arasında fark olmakla beraber aynı dozdaki lotlar arasında fark büyük olmamıştır. Farklı dozlar arasında da TÇO değerleri çok yakın ve benzer olmuş fark daha çok NÇO değerlerinde gözlenmiştir. Örneğin 70 ÇSG hasadında 50, 75 ve 100 mM NaCl’de NÇO değerleri %89, 81 ve 73 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresinde toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

	50 mM			75 mM			100 mM		
Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	83b	59c	4.8a	75c	56c	7.6ab	69c	47d	8.3a
50	87b	70bc	5.1ab	83c	62bc	7a	80b	54cd	8.4a
55	92ab	73bc	6bc	84c	63bc	8b	92a	65abc	8.5a
60	95ab	78ab	6bc	86bc	64bc	7.1a	98a	72ab	8.4a
65	95ab	80ab	6.6c	96ab	71ab	6.9a	95a	75a	8.3a
70	100a	89a	5.9bc	100a	81a	6.9a	95a	73ab	7.9a
80	100a	84ab	6.5c	98a	78a	7.3a	90ab	62bc	8a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.2 *Capsicum annuum* L. 2. Yıl Sonuçları

4.2.1 Meyve özellikleri

C. annuum türünde hasatlara göre meyve boyutlarındaki farklılıkların değişimi Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Sonuçlar meyve eni ve ağırlığında istatistiksel anlamda ($P>0.05$) farklılıklar olmadığını ancak meyve boyunda olgunlaşmanın 80. gününde en ağır meyvelere sahip olduğunu göstermiştir. Meyve eninin 46.3 ile 52.2, meyve boyunun 155.2 ile 181.4 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Meyve ağırlığında ise değerler 93.5 ile 111.3 gram arasında değişmiştir. Her bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısı 147 ile 242 adet arasında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	En (mm)	Boy (mm)	Meyve ağırlığı (g)	Ort. tohum sayısı (adet)
40	50.2a	155.2c	104.5a	242a
45	51.2a	161bc	111.2a	232a
50	49.3a	163.9bc	107.2a	194ab
55	50.7a	166.9abc	108.3a	209ab
60	46.3a	169abc	93.5a	188ab
65	50.4a	177ab	111.3a	193ab
70	52.2a	177.5ab	109.9a	202ab
80	47.7a	181.4a	100.9a	147b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.2.2 Çimlendirme testi

C. annuum türünde tohum gelişimi sürecinde en düşük toplam çimlenme değeri %93 ile 40 ÇSG hasadında belirlenmiştir. TÇO açısından tüm hasatlarda benzerlik olduğu ($P>0.05$) ve TÇO değerlerinin %96 ile 100 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Normal çimlenme değerleri açısından hasatlar arasında istatistiksel olarak farklılıklar ($P<0.05$) gözlenmiştir. En yüksek normal çimlenme değerinin %94 ile 55 ÇSG hasadında gerçekleştiği ortaya konulmuştur. En düşük NÇO değeri ise toplam çimlenme değerinde olduğu gibi 40 ÇSG de %69 olarak tespit edilmiştir. Ortalama çimlenme zamanı değerinde en hızlı çimlenme 3.9 gün ile yine en yüksek normal çimlenme değerine sahip olan 55 ÇSG hasadında olduğu ve diğer hasatlarda çimlenme hızının 4.1-4.9 gün arasında değiştiği ve bazı hasatlar arasındaki farkın ($P<0.05$) anlamlı olduğu belirlenmiştir. Tohum ağırlıkları bakımından en yüksek değer 6.01 g ile 50 ÇSG hasadında, en düşük değer ise 5.82 g ile 60 ÇSG hasadında ölçülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				1000 tane
Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	ağırlığı (g)
40	93b	69d	4.6bc	5.88ab
45	96ab	73d	4.6bc	5.98ab
50	100a	88ab	4.3ab	6.01a
55	100a	94a	3.9a	5.89ab
60	100a	93a	4.3ab	5.82b
65	98a	90a	4.1ab	5.94ab
70	100a	83bc	4.5bc	5.96ab
80	99a	79c	4.9c	5.97ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.2.3 Fide çıkış testi

Fide çıkış sonuçları maksimum fide çıkış oranının hem toplam hem de normal fide çıkışında 55 ÇSG hasadından elde edildiğini göstermektedir. Bu hasatlar da % 98-100 olmuştur. En düşük toplam fide çıkış ve normal fide çıkış değerinin ise %76-74 olarak 40 ÇSG hasadında belirlenmiştir. Ortalama fide çıkış zamanı değerlendirildiğinde tohum hasatları arasında en hızlı çıkış 15.5 gün ile 60 ÇSG hasadından sağlanmış ancak en yavaş çıkış gösteren tohum partileri ise 19.8-19.9 gün ile 45-80 ÇSG hasatlarında olmuştur. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde TFÇO, NFÇO ve OFÇZ değerlerinde 40 ÇSG hasadı diğer tüm hasatlardan farklılık ($P<0.05$) göstermiştir. Toprak içinde çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranına bakıldığında en yüksek değerler 40-45 ÇSG ve %4 ile 80 ÇSG hasadında gözlenmiştir. Özellikle 50-60 ÇSG hasadında toprakta çimlenip de çıkamayan tohum olmamıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TFÇO (%)	NFÇO (%)	OFÇZ (gün)	Çimlenip Çıkamayan Tohum Oranı (%)
40	76b	74d	19.8d	3
45	94a	86bc	17.7c	2
50	97a	89abc	17bc	0
55	100a	98a	15.8ab	0
60	98a	93ab	15.5a	0
65	93a	91abc	16.9abc	2
70	94a	91abc	16.4abc	1
80	93a	82cd	19.9d	4

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.2.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi

Tohum gücü indeksi değeri bakımından Çizelge 4.11 incelendiğinde, 55 ÇSG hasadının 634.9 ile en yüksek değeri gösterdiği, en düşük TGI değeri 357.4 ile 70 ÇSG hasadında saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde lotlar arasında TGI değerlerinin birbirinden farklı ($P<0.05$) olduğu gözlenmiştir. Yaşlandırma testinde 55 ile 60 ÇSG hasatlarının hem toplam çimlenme hem de normal çimlenme yüzdesinin sırasıyla %100 ve 94 değerleri ile tohum partileri arasında öne çıktığı saptanmıştır. Yaşlandırma sonrası toplam ve normal çimlenme oranı incelendiğinde 40 ÇSG hasadının en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. OÇZ değerlerinde en hızlı çimlenmenin 5.1 gün ile 50 ÇSG hasadında olduğu ve diğer tohum partilerinin OÇZ değerlerinin ise 5.2-6.6 gün arasında değerler gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TGI	Yaşlandırma Testi		
		TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	412.9d	78c	65c	6.6b
45	458.9c	88b	78b	5.9ab
50	527.4b	99a	93a	5.1a
55	634.9a	100a	94a	5.2a
60	545.2b	100a	94a	5.4a
65	461.8c	100a	93a	5.5a
70	357.4e	98a	92a	5.2a
80	396.6d	100a	91a	5.9ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.2.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi

Kuraklık stresi altındaki çimlenme değerleri TÇO bakımından %91 ile 100, NÇO bakımından % 72 ile 84, OÇZ bakımında ise 7.3 ile 14.5 gün arasında değişmiştir. Hem TÇO hem de NÇO değerleri bakımından en yüksek değer 80 ÇSG hasadından elde edilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde TÇO değerlerinde 65 ÇSG ve 80 ÇSG hasatlarında ($P<0.05$) farklılıklar olduğu, NÇO değerlerinde hasat dönemleri arasında farklılık ($P>0.05$) olmadığı ve OÇZ değerlerinin ise hasat dönemlerine göre birbirlerinden farklılık ($P<0.05$) gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	92bc	76a	10.7cd
45	97abc	76a	7.7a
50	99ab	76a	7.3a
55	99ab	78a	11.1d
60	94abc	72a	13.9e
65	91c	73a	14.5e
70	95abc	72a	10.2bc
80	100a	84a	9.7b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.2.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi

Tohum hasatlarının düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık tepkileri incelendiğinde 40 ÇSG hasadının hem düşük sıcaklık hem de yüksek sıcaklıkta TÇO ve NÇO bakımından en düşük değerleri verdiği saptanmıştır. Düşük sıcaklık stresinde en yüksek TÇO ve NÇO değerleri ise %100-87 ile 60 ÇSG hasadında gözlenmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde düşük sıcaklık stresinde TÇO değerleri açısından ilk hasat ($P>0.05$) haricinde diğer hasatlarda farklılık olmadığı, NÇO ve OÇZ değerleri açısından ise hasat dönemleri arasında farklılıklar ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Yüksek sıcaklık stresinde TÇO (%11-34) ve OÇZ (6.6-11.8 gün) değerleri açısından hasat dönemleri arasında istatistiksel olarak farklılıkların ($P<0.05$) büyük olmadığı, NÇO değerleri açısından ise %2 ile 40 ÇSG ve %13 ile 60 ÇSG arasında istatistiksel olarak farklılık ($P<0.05$) olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	Düşük Sıcaklık (18 °C)			Yüksek Sıcaklık (35 °C)		
	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	89b	60d	12.8ab	11b	2d	8.2ab
45	98a	72c	12.5a	20ab	5bcd	6.6a
50	98a	74bc	12.4a	21ab	9ab	11.8b
55	98a	81ab	12.6ab	31a	9abcd	7.7a
60	100a	87a	12.4a	31a	13a	9.7ab
65	100a	83ab	13.1b	34a	10abc	9.4ab
70	100a	82ab	13ab	23ab	3cd	8.5ab
80	99a	82ab	13.8c	13b	3cd	8.7ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.2.7 Tuz stresinde çimlendirme testi

Çizelge 4.14 incelendiğinde 50mM tuzluluk stresi altında %79-52 ile en düşük TÇO ve NÇO değeri gösteren tohumluk hasat zamanı 40 ÇSG olmuştur. Aynı tuz konsantrasyonunda TÇO ve NÇO değerleri istatistiksel olarak değerlendirildiğinde ilk hasat hariç diğer hasat dönemleri arasında farklılık ($P<0.05$) olmadığı ancak OÇZ değerleri (4.7-7.6 gün) bakımından istatistiksel olarak farklılıklar olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir. 75 mM tuz stresi altında çimlenmenin hasat dönemleri arasında TÇO değerlerinde (%94-100) istatistiki olarak farklılıkların ($P<0.05$) olduğu, bunun yanı sıra NÇO (%71-82) ve OÇZ (6.5-7.1 gün) değerlerinde ise istatistiksel anlamda farklılıkların ($P>0.05$) olmadığı tespit edilmiştir. 100 mM tuzluluk stresi altında 50 mM konsantrasyon değerlerine benzer şekilde TÇO değerlerinde 40 ÇSG hasadı (% 87) haricinde diğer hasat dönemlerinde istatistiksel olarak farklılık saptanmamıştır. NÇO ve OÇZ değerlerinde hasat dönemleri arasında istatistiksel olarak farklılıkların olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14 *C. annuum* L. türünde (Üçburun çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	50 mM			75 mM			100 mM		
	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	79b	52b	7.6f	95ab	71a	6.9a	87b	68bc	8.1d
45	96a	79a	6.7e	94b	78a	6.5a	99a	79a	7.7d
50	98a	80a	6.4e	98ab	80a	7.1a	98a	80a	6.1a
55	98a	84a	5.6cd	97ab	82a	6.9a	99a	84a	6.2a
60	98a	85a	5ab	99ab	82a	6.5a	99a	83a	6.5abc
65	98a	85a	4.7a	96ab	80a	6.8a	94a	78a	6.9c
70	100a	85a	5.3bc	98ab	75a	6.7a	96a	76ab	6.8bc
80	97a	81a	5.9d	100a	74a	6.8a	96a	66c	7.6d

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.3 *Capsicum baccatum* L. 1. Yıl Sonuçları

4.3.1 Meyve özellikleri

Capsicum baccatum L. türünde (MKÜ 92 hattı) hasatlara göre meyve boyutlarındaki farklılıkların değişimi Çizelge 4.15'te sunulmuştur. Meyve eni 13.4 ile 18.2, meyve boyu 43.7 ile 62.7 mm, meyve ağırlığı 1.62 ile 4.79 gram ve her bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısının 31 ile 48 adet arasında değiştiği saptanmıştır. Hasat dönemlerine göre meyve eninde en yüksek değeri 50 ÇSG gösterirken bu hasat haricindeki lotlarda istatistiksel anlamda farklılıklar olmadığı gözlenmiştir. Meyve boyu ve ağırlığı değerlerinin hasat dönemlerine göre özellikle en düşük ve en yüksek değerleri arasında istatistiksel olarak farklılıklar ($P<0.05$) olduğu ancak meyve tohum sayısında oluşan farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olmasına ($P>0.05$) rağmen değerlerin birbirine yakın olduğu tespit edilmiştir. Meyve ağırlığı son hasatta (80 ÇSG) en düşük olmuş ve bu hafif meyvelilik tohum eni ve ortalama tohum sayısına etki etmezken tohum boyuna yansımıştır. Benzer şekilde en ağır meyveler 60 ÇSG hasadında meydana gelmiş ve bu ağırlılık durumu da meyve eni ve ortalama tohum sayısını etkilemezken, meyve boyuna yansımıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15 *C. baccatum* L. türünde (MKÜ 92 çeşidi) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	En (mm)	Boy (mm)	Meyve ağırlığı (g)	Ort. tohum sayısı (adet)
45	14.1b	55.7bc	3.68b	31b
50	18.2a	60.6ab	4.44ab	31b
55	15.4b	58ab	4.25ab	33ab
60	15.4b	62.7a	4.79a	34ab
65	14.1b	57.4ab	4.64a	37ab
70	13.4b	51.5c	2.70c	41ab
80	13.5b	43.7d	1.62d	48a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir

4.3.2 Çimlendirme testi

C. baccatum türünde tohum gelişimi sürecinde en yüksek toplam çimlenme değerinin 55. ÇSG hasadında, normal çimlenme değerinin de 60 ÇSG hasadında gerçekleştiği ortaya konulmuştur. İlk hasat %67 toplam çimlenme, %56 normal çimlenme, 7.8 gün çimlenme hızı ve 3.44 g tohum ağırlığı ile en düşük değerleri verirken, TÇO değerlerinde (%93-99) diğer hasat dönemlerinde önemli farklılık gözlenmemiştir. OÇZ değerleri ve çimlenme hızı 50 ÇSG hasadından itibaren kısalmaya başlamıştır. Tohum ağırlığı en yüksek 55 ÇSG hasadında belirlenirken, sonrasında kısmen düşme eğilimi göstermiştir (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	1000 tane ağırlığı (g)
45	67b	56c	7.8d	3.44d
50	93a	77b	6bc	3.49cd
55	99a	87ab	5.7ab	4.19a
60	95a	90a	6.3c	4.08a
65	94a	88ab	6.4c	3.59c
70	97a	87ab	5.9abc	3.58c
80	94a	80ab	5.4a	3.76b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.3.3 Fide çıkış testi

Fide çıkış sonuçları maksimum fide çıkış oranının hem toplam hem de normal fide çıkışında 80 ÇSG hasadından elde edildiğini göstermektedir. Bu hasatlar % 79-75 olmuştur. En düşük fide çıkış değerlerinin hem toplam hem de normal fide sayımlarında %30-27 ile 45 ÇSG hasat zamanında belirlenmiştir. 45 ÇSG hasadı diğer hasatlara göre en düşük değerlere sahip olmuştur. Ortalama çıkış zamanı değerlendirildiğinde tohum hasatları arasında farklılık ($P<0.05$) belirlenmiştir. En hızlı çıkış 10.4 gün ile 70 ÇSG hasadından sağlanmış ancak en yavaş çıkış gösteren tohum partisi ise 13.7 ile 50 ÇSG hasatında tespit edilmiştir. Toprak içinde çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranına bakıldığında en yüksek değer % 10 ile 65 ÇSG hasatında gözlenmiştir. Diğer hasatlarda ise değerler % 2-9 arasında değişmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TFÇO (%)	NFÇO (%)	OFÇZ (gün)	Çimlenip Çıkamayan Tohum Oranı (%)
45	30b	27c	13.2dc	6
50	33b	31bc	13.7d	9
55	75a	73a	11.9bc	8
60	74a	72a	13.2cd	6
65	68a	67a	13.6d	10
70	44b	43b	10.4a	7
80	79a	75a	11.1ab	2

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.3.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi

TGİ değeri bakımından Çizelge 4.18 incelendiğinde, 55 ÇSG hasadının 252.1 ile en yüksek değeri gösterdiği ve en düşük TGİ değeri 114.6 ile 45 ÇSG hasadında saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde 45 ÇSG ile 55 ÇSG hasatlarının birbirinden farklı ($P<0.05$) olduğunu göstermiştir.

Yaşlandırma testinde 60 ÇSG hasadının toplam çimlenme ve normal çimlenme oranının %56-55 değerleri ile tohum partileri arasında öne çıktığı gözlenmektedir. Yaşlandırma sonrası toplam ve normal çimlenme oranı incelendiğinde 45 ÇSG hasadının %38-28 ile en düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. OÇZ değerlerinde en hızlı 12.4 gün ile yine 60 ÇSG hasadının olduğu ve diğer tohum partilerinin OÇZ değerlerinin ise 12.7-15.5 gün arasında değiştiği saptanmıştır (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TGİ	Yaşlandırma Testi		
		TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	114.6d	38b	28c	12.7a
50	174.6cd	48ab	47ab	13a
55	252.1a	49a	47ab	12.8a
60	217.4ab	56a	55a	12.4a
65	228.6a	50ab	49ab	13.8ab
70	226.7a	43ab	41abc	15.5b
80	165.6c	41ab	39bc	13.9ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.3.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi

Kuraklık stresi altındaki çimlenme değerleri toplam çimlenme, normal çimlenme ve çimlenme hızı (%95, 83 ve 7.9 gün) bakımından en yüksek değer 55 ÇSG hasadında gözlenmiştir. TÇO ve NÇO değerleri en düşük 45 ÇSG hasadında meydana gelmiştir. OÇZ bakımından ise en yavaş çimlenme 60 ÇSG hasadında olmuştur. TÇO ve NÇO değerlerinde 45-50-55 ÇSG'lerin birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı farklılıkları ($P<0.05$) olduğu ancak OÇZ değerlerinin istatistiksel olarak ($P<0.05$) farklı olmakla birlikte daha yakın değerlere sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	35c	29c	9.4b
50	83b	65b	8.9ab
55	95a	83a	7.9a
60	90ab	73ab	9.9b
65	87ab	64b	9.8b
70	87ab	62b	9ab
80	87ab	60b	9.2b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.3.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi

Tohum hasatlarının düşük sıcaklık tepkileri incelendiğinde en yüksek değerler toplam çimlenme oranı %96 ile 60 ÇSG hasadında, normal çimlenme oranı %85 ile 55 ÇSG hasadında ve çıkış hızı 8.2 gün ile yine 55 ÇSG hasadında gözlenmiştir. Yüksek sıcaklık tepkileri değerlendirildiğinde en yüksek değerler; TÇO %89 ile 70 ÇSG hasadında, NÇO %20 ile 50 ÇSG hasadında ve OÇZ 6.3 gün olarak 80 ÇSG hasadında meydana gelmiştir. TÇO, NÇO ve OÇZ değerleri bakımından ilk hasat (45 ÇSG) istatistiksel olarak diğer hasatlardan farklılık ($P<0.05$) göstererek en düşük değere sahip olmuştur. Benzer şekilde yüksek sıcaklık tepkileri bakımından yine en düşük değere sahip olan 45 ÇSG hasadı hem TÇO değeri açısından (%39) istatistiksel olarak ($P<0.05$) ayrılmıştır. NÇO değerleri açısından tüm hasatlarda istatistiksel olarak ($P>0.05$) fark olmamıştır. OÇZ değerlerinde de ilk hasatlar (45 ve 50 ÇSG) çok yavaş çimlenmiş olgunlaşmayla beraber çimlenme hızlanmıştır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi	Düşük Sıcaklık (18 °C)			Yüksek Sıcaklık (35 °C)		
	TÇO	NÇO	OÇZ	TÇO	NÇO	OÇZ
Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	(%)	(%)	(gün)	(%)	(%)	(gün)
45	58b	40d	13c	39c	12a	9.3b
50	85a	71c	9a	70b	20a	9.3b
55	95a	85a	8.2a	84a	12a	7.7ab
60	96a	84ab	9.1a	87a	12a	6.9a
65	87a	80abc	9.4a	82ab	12a	8.1ab
70	88a	77abc	11.6b	89a	13a	6.4a
80	92a	72bc	12.1ab	87a	12a	6.3a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.3.7 Tuz stresinde çimlendirme testi

Tuzluluk stresi altında toplam ve normal çimlenme oranları tohum hasatları arasında 45 ÇSG hasadında en düşük değeri göstermektedir. Bu fark özellikle 50 ve 75 mM tuzluluk stresi altında daha net olarak gözlenmiştir. Bu hasatta 50 mM’da % 59-47 ‘ye 75 mM’da ise %43-32’ye düşmüştür. Benzer şekilde aynı dozların 80 ÇSG değerleri de istatistiksel olarak diğer hasatlardan ($P<0.05$) farklı olmuştur. Diğer beş hasatta ise dozlar arasında fark olmakla beraber aynı dozdaki lotlar arasında fark büyük olmamıştır. Farklı dozlar arasında da TÇO değerleri birbirlerine yakın olmuş fark daha çok NÇO değerlerinde gözlenmiştir. Örneğin 65 ÇSG hasadında 50, 75 ve 100 mM NaCl’de NÇO değerleri %83, 77 ve 64 olmuştur. Tuzluluk stresi çimlenmesinde 100 mM doz altında tohum partilerindeki en düşük TÇO ve NÇO sırasıyla %26 ve %24 olarak 80 ÇSG hasatında belirlenmiştir (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.21 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi	50 mM			75 mM			100 mM		
	TÇO	NÇO	OÇZ	TÇO	NÇO	OÇZ	TÇO	NÇO	OÇZ
Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	(%)	(%)	(gün)	(%)	(%)	(gün)	(%)	(%)	(gün)
45	59b	47b	7.2ab	43c	32c	8.4b	40c	28c	7.5a
50	88a	74a	6.8a	75b	63b	8ab	71b	49b	7.4a
55	92a	77a	6.7a	80ab	64b	8.3b	72b	51b	8.2abc
60	93a	81a	7.4ab	85ab	67ab	8.1ab	75ab	63ab	8.5bc
65	97a	83a	6.6a	83ab	77ab	8.7b	80ab	64ab	9c
70	96a	76a	6.6a	90a	80a	7.6a	87a	69a	7.4a
80	62b	53b	8b	53c	42c	8.1ab	26d	24c	8ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.4 *Capsicum baccatum* L. 2. Yıl Sonuçları

4.4.1 Meyve özellikleri

Capsicum baccatum türünde (MKÜ 92 hattı) hasatlara göre meyve boyutlarındaki farklılıkların değişimi Çizelge 4.22’de sunulmuştur. Sonuçlar meyve en ve boy verilerinde istatistiksel anlamda ($P<0.05$) farklılıklar olduğunu ve meyve ağırlığının olgunlaşmanın 55. gününde en ağır meyvelere sahip olduğu gözlenmiştir. Meyve enlerinin 11.7 ile 17.4 mm, meyve boylarının 48.1 ile 64.7 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Meyve ağırlığında ise değerler 1.20 ile 7.03 gram arasında değişmiştir. Her bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısı 21 ile 44 adet arasında gerçekleşmiştir. Meyve ağırlığı son hasatta (80 ÇSG) en düşük olmuş ancak bu hafif meyvelilik tohum eni ve boyuna fazla yansımazken, tohum sayısına yansımıştır. (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	En (mm)	Boy (mm)	Meyve ağırlığı (g)	Ort. tohum sayısı (adet)
40	14.3bc	58.3ab	3.78bcd	38a
45	15bc	55.9bc	3.76bcd	32ab
50	14.9bc	55.6bc	4.07bc	34ab
55	16.4ab	62ab	7.03a	36a
60	17.4a	64.7a	5.17ab	44a
65	15.9ab	57.3ab	3.46bcd	36a
70	11.7d	48.1d	1.89cd	33ab
80	12.7cd	49.4cd	1.20d	21b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir

4.4.2 Çimlendirme testi

C. baccatum türünde tohum gelişimi sürecinde en yüksek toplam ve normal çimlenme değerlerinin 55. ÇSG ve sonrasında gerçekleştiği gözlenmiştir. Ayrıca normal çimlenme değerlerinde 70-80 ÇSG hasatlarında biraz düşüş meydana gelmiş ancak bu istatistiksel olarak fark ($P>0.05$) yaratmamıştır. İlk hasat (40 ÇSG) %46 ile toplam çimlenme ve %36 ile normal çimlenme en düşük değeri verirken ($P<0.05$), her iki özellik bakımından 55 ÇSG ve sonrasında değerler %88 ile 100 arasında seyretmiştir. OÇZ değerleri bakımından çimlenme hızı 55-60-65 ÇSG hasatlarında daha iyi sonuçlar verirken, 40 ÇSG hasadı en yavaş çimlenme göstermiştir. Tohum ağırlıkları 55 ve 60.ÇSG hasatlarında yüksek, 40 ÇSG hasadı en düşük değere sahip olmuştur (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	1000 tane ağırlığı (g)
40	46c	36d	10.5d	3.11d
45	72b	53c	7.9b	3.66bc
50	77b	68b	8.3bc	3.46c
55	95a	88a	6.1a	4.08a
60	98a	90a	6.5a	3.74b
65	99a	90a	6.8a	3.70b
70	98a	87a	8.1bc	3.58bc
80	100a	88a	8.8c	4.15a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.4.3 Fide çıkış testi

Çizelge 4.24 'de sunulan fide çıkış sonuçları maksimum fide çıkış oranının hem toplam hem de normal fide çıkışında 60 ÇSG hasadından elde edildiğini göstermektedir. Bu hasatta çimlenme oranları % 74-72 olmuştur. En düşük fide çıkış değerlerinin hem toplam hem de normal fide sayımlarında sırasıyla %6-5 ile 40 ÇSG hasadında gözlemlendiği saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde hem toplam hem de normal fide yüzdesi açısından 40-45 ve 60 ÇSG hasatları arasında fark ($P<0.05$) olmakla beraber, ortalama çıkış zamanı tüm hasatlarda farklılık ($P>0.05$) meydana getirmemiştir. Ortalama çıkış zamanı değerlendirildiğinde en hızlı çıkış 21.8 gün ile 40 ÇSG hasadında sağlanmış, en yavaş çıkış gösteren tohum partisi ise 25.9 ile 50 ÇSG hasadı olmuştur. Toprak içinde çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranına bakıldığında en yüksek değer % 17 ile 80 ÇSG hasadında belirlenmiştir. Diğer hasatlarda değerler 4-16 arasında değişmiştir (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden			Çimlenip Çıkamayan	
Sonra Gün(ÇSG)	TFÇO (%)	NFÇO (%)	OFÇZ (gün)	Tohum Oranı (%)
40	6d	5d	21.8a	5
45	29c	25c	25.8a	16
50	31c	29c	25.9a	13
55	64ab	55ab	25.6a	14
60	74a	72a	24a	4
65	60ab	54ab	24a	10
70	44bc	40bc	24.8a	9
80	62ab	56ab	25.7a	17

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.4.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi

TGİ değeri bakımından Çizelge 4.25 incelendiğinde 65 ÇSG hasadının 544.3 ile en yüksek değeri gösterdiği, en düşük TGİ değerinin ise 163.1 ile 80 ÇSG hasadında olduğu saptanmıştır. Ayrıca 40 ÇSG hasadından çimlenme olmuş ancak fide oluşumu gerçekleşmediği için tohum gücü indeksi belirlenememiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde lotlar arasında TGİ değerleri bakımından anlamlı farklılıklar ($P<0.05$) olduğu gözlenmiştir.

Yaşlandırma testinde 80 ÇSG hasadının toplam çimlenme ve normal çimlenme oranının 89-81 değerleri ile tohum partileri arasında öne çıktığı gözlenmektedir. Yaşlandırma sonrası toplam ve normal çimlenme oranı incelendiğinde %28-25 ile 40 ÇSG hasadının en düşük değere sahip olduğu belirlenmiştir. OÇZ değerlerinde en hızlı çimlenme 13 gün ile 40 ÇSG hasadında olduğu ve diğer tohum partilerinin OÇZ değerlerinin ise 13.2-15.5 gün arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.25).

Çizelge 4.25 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TGİ	Yaşlandırma Testi		
		TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	0d	28d	25d	13a
45	229.7c	58c	49c	13.2a
50	267.7c	69bc	54bc	13.4a
55	414b	86a	59bc	14.6ab
60	448.3ab	76ab	58bc	14.5ab
65	544.3a	76ab	65b	14ab
70	441ab	74ab	65b	15.5b
80	163.1c	89a	81a	14.5ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.4.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi

Kuraklık stresi altında 40 ve 80. ÇSG hasatlarında çimlenme olmamıştır. Hem toplam hem de normal çimlenme oranları incelendiğinde %4-2 değerleri ile en düşük 45-70 ÇSG hasatlarında, en yüksek değer ise %20-15 çimlenme oranları ile 60 ÇSG hasadında tespit edilmiştir. OÇZ bakımında ise 7.5 gün ile 45 ÇSG hasadı en hızlı çimlenme zamanına, 20.5 gün ile 70 ÇSG hasadı en yavaş çimlenme zamanına sahip olmutur. İstatistiksel olarak çimlenme olan tüm lotlarda anlamlı farklılıklar ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	0	0	0
45	4c	4b	7.5a
50	10b	10ab	12.2ab
55	17ab	13ab	15.7b
60	20a	15a	14.2b
65	14b	9ab	14.5b
70	2c	2b	20.5c
80	0	0	0

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.4.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi

Tohum hasatlarının sıcaklık tepkileri incelendiğinde düşük sıcaklıkta en yüksek değere sahip 60 ÇSG hasadı TÇO % 56, NÇO ise %46 olmuş, yüksek sıcaklıkta aynı lot %50 ve %9 çimlenme oranlarına sahip olmuştur. Düşük sıcaklık stresinde TÇO bakımından 40-45-50 ve 80. ÇSG hasatlarından en düşük çimlenme oranı değerleri elde edilmiş ve istatistiksel olarak diğer hasatlardan farklılık göstermiştir ($P<0.05$). Yüksek sıcaklıkta ise en düşük değere sahip olan 40 ÇSG hasadının diğer hasatlardan istatistiki olarak farklı ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. NÇO değerleri düşük sıcaklıkta TÇO değerlerine benzer özellik göstermiş ve istatistiksel olarak farklılıklar ($P<0.05$) olduğu, ancak yüksek sıcaklık NÇO değerleri arasında istatistiksel olarak farklılık ($P>0.05$) olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca OÇZ değerleri bakımından düşük sıcaklıkta çimlenme hızının yüksek sıcaklığa nazaran daha yavaş olduğu ve istatistiksel olarak farklılık ($P>0.05$) göstermediği, yüksek sıcaklık değerlerinde ise en hızlı çimlenmenin 45 ÇSG hasadında görüldüğü ve bu hasadın diğer hasatlardan istatistiksel olarak farklı ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	Düşük Sıcaklık (18 °C)			Yüksek Sıcaklık (35 °C)		
	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	4c	4c	17a	7d	4a	8.9b
45	4c	4c	17.3a	14cd	7a	5.5a
50	6c	5c	17.2a	31bcd	7a	9.9b
55	34b	29b	17.8a	60a	9a	9.3b
60	56a	46a	16.3a	53ab	10a	9.6b
65	55a	43ab	16.1a	50abc	9a	9.9b
70	49ab	34ab	15.5a	41abc	7a	8.5b
80	7c	6c	17.4a	34bcd	5a	9.1b

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.4.7 Tuz stresinde çimlendirme testi

Tuzluluk stresi altında tohum hasatları arasında 50 mM ve 75 mM tuz konsantrasyonlarında toplam ve normal çimlenme değerleri birbirlerine yakın değerler gösterirken, 100 mM stres altında değerlerin düştüğü gözlenmektedir. Örneğin; 50 mM dozda 60 ÇSG hasadında TÇO %72, NÇO % 66, 75 mM dozda TÇO %63, NÇO %56, 100mM dozda ise TÇO %38 ve NÇO %35 olarak belirlenmiştir. Hasat dönemleri arasında da her doz için istatistiksel olarak önemli farklılıklar ($P<0.05$) gözlenmiştir (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28 *C. baccatum* türünde (MKÜ 92 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

50 mM				75 mM			100 mM		
Hasat Dönemi									
Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	12d	10d	13.9c	12de	8cd	8.8b	10cd	7cd	12.1d
45	24cd	21cd	11bc	35c	26bc	8.7b	9cd	8cd	10.3cd
50	54b	47b	7.9ab	48bc	33b	8.4b	20bc	15bc	9.9c
55	71a	64a	8.1ab	73a	65a	7.6b	27ab	23b	9.9c
60	72a	66a	7.3a	63ab	56a	8b	38a	35a	9b
65	66b	55b	8ab	64ab	54a	7.5b	18bc	16bc	7.5a
70	35c	27c	7.9ab	30cd	21bcd	7.1ab	12bcd	5cd	10.3cd
80	11d	11d	9.3ab	8e	4d	6.9a	1d	1d	8a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.5 *Capsicum chinense* L. 1. Yıl Sonuçları

4.5.1 Meyve özellikleri

Capsicum chinense türünde (MKÜ 200 hattı) hasat dönemlerine göre meyve boyutlarındaki farklılıkların değişimi Çizelge 4.29’da sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde meyve boyu ve meyve başına tohum sayısında istatistiksel anlamda ($P>0.05$) farklılıklar olmadığı belirlenmiştir. Meyve ağırlığındaki farklılıkların ($P<0.05$) ise istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ve meyve eninde de önemli farklılıklar olduğu ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Meyve özelliklerinin tümünde en yüksek değerler 55 ÇSG hasadında ölçülmüştür. Meyve eni 29.5 ile 36.8 mm, meyve boyu 48.3 ile 56.3 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Meyve ağırlığı ise 10.73 ile 12.87 gram arasında değişmiştir. Her bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısı 34 ile 53 adet arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	En (mm)	Boy (mm)	Meyve ağırlığı (g)	Ort. tohum sayısı (adet)
45	34.2ab	52.6a	11.66ab	38a
50	34.4ab	48.3a	10.73b	51a
55	36.8a	55.9a	14.08a	53a
60	34.8ab	52.1a	12.43ab	40a
65	33.3bc	52.9a	12.27ab	36a
70	29.5d	49.5a	12.87ab	34a
80	30.9cd	56.3a	11.97ab	37a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir

4.5.2 Çimlendirme testi

C. chinense türünde tohum gelişimi sürecinde en yüksek toplam çimlenme değerinin 80. ÇSG hasadında, normal çimlenme değerinin 60 ÇSG hasadında gerçekleştiği ortaya konulmuştur. İlk hasatta %72 ile toplam çimlenme ve % 59 ile normal çimlenme en düşük değeri vermiştir. OÇZ değerleri ve çimlenme hızı 8.2 gün ile 55 ÇSG hasadında en hızlı, 9.1 gün ile 45 ÇSG hasadında en yavaş olmuştur. Tohum ağırlıkları 80 ÇSG hasadında en yüksek 45 ÇSG hasadında ise en düşük değeri alırken, istatistiksel olarak hasatlar arası farklılıklar ($P<0.05$) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	1000 tane ağırlığı (g)
45	72d	59b	9.1b	4.42e
50	85abc	73a	9ab	5.13b
55	75cd	74a	8.2a	4.83c
60	88ab	83a	8.7ab	4.42e
65	78bcd	79a	9ab	5.17ab
70	83abcd	77a	9ab	4.63d
80	92a	75a	8.8ab	5.26a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.5.3 Fide çıkış testi

Çizelge 4.31 'da sunulan fide çıkış sonuçlarına göre maksimum fide çıkış oranının hem toplam hem de normal fide çıkışında %92 ile 80 ÇSG hasadından elde edilmiştir. Son hasatta kısmi bir artma gözlenmiştir. En düşük fide çıkış değerlerinin hem toplam hem de normal fide sayımlarında %61-57 ile 45 ÇSG hasadında elde edilmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde TFÇO bakımından 55 ile 65 ÇSG hasatları arasında anlamlı farklılıkların ($P>0,05$) olmadığı tespit edilmiştir. Ortalama çıkış zamanı değerlendirildiğinde en hızlı çıkış 11 gün ile 60 ÇSG hasadından sağlanmış, en yavaş çıkış ise 14.9 gün ile 70 ÇSG hasadında olmuştur. Toprak içinde çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranına bakıldığında en yüksek değer % 8 ile 80 ÇSG hasadından sağlanmıştır. Diğer hasatlarda değerler % 0-5 arasında değişmiştir (Çizelge 4.31).

Çizelge 4.31 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TFÇO (%)	NFÇO (%)	OFÇZ (gün)	Çimlenip Çıkamayan Tohum Oranı (%)
45	61b	57c	14.7c	5
50	63b	62bc	13.2bc	4
55	79ab	76b	12.1ab	0
60	79ab	75b	11a	1
65	77ab	71bc	11.2a	2
70	72b	71bc	14.9c	2
80	92a	92a	12.5ab	8

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.5.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi

TGİ değeri bakımından Çizelge 4.32 incelendiğinde 60 ÇSG hasadının 210.4 ile en yüksek değeri gösterdiği, en düşük TGİ değerinin 128.1 ile 80 ÇSG hasadında meydana geldiği saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde 60 ÇSG hasadı ile 80 ÇSG hasadı arasında anlamlı farklılıklar ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Diğer hasatlar birbirine benzer sonuçlar vermiştir.

Yaşlandırma testinde en yüksek toplam çimlenme (% 88) 60 ÇSG hasadında, normal çimlenme ise (% 82) 65 ÇSG hasadında gerçekleşmiştir. Tohum partileri arasında en düşük hem toplam hem de normal çimlenme 45 ÇSG hasadında gözlenmiştir. İstatistiksel olarak incelendiğinde en düşük ve en yüksek değerler arasında anlamlı farklılıklar ($P<0.05$) meydana gelmiştir. OÇZ değerlerinde en hızlı çimlenmenin 13.7 gün ile 60 ÇSG hasadında gerçekleştiği ve diğer tohum partilerinin OÇZ değerlerinin ise 14.6-19.2 gün arasında değerler göstererek istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.32).

Çizelge 4.32 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi		Yaşlandırma Testi		
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TGİ	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	145.3ab	47d	34d	14.6ab
50	187.3ab	49cd	39d	16.5c
55	193ab	62bc	57c	16.4c
60	210.4a	88a	77ab	13.7a
65	186.8ab	85a	82a	16.4c
70	178.3ab	75ab	66abc	15.6bc
80	128.1b	73ab	65bc	19.2d

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.5.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi

Kuraklık stresi altındaki çimlenme değerleri TÇO bakımından %34 ile 67, NÇO bakımından % 26 ile 50, OÇZ bakımında ise 12.9 ile 15.5 gün arasında değişmiştir. TÇO, NÇO ve OÇZ değerleri bakımından en yüksek değerler 65 ÇSG hasadından elde edilmiştir. TÇO değerleri bakımından 65 ÇSG haricinde diğer hasatlar arasında istatistiksel olarak farklılık ($P>0.05$) bulunmamış, NÇO ve OÇZ değerlerinde ise özellikle en yüksek ve en düşük değerler arasında istatistiksel anlamda farklılık ($P<0.05$) belirlenmiştir (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların kuraklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO,%) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	34b	26c	14.1b
50	36b	26c	14.9bc
55	38b	32bc	13.8ab
60	49b	37bc	14.9bc
65	67a	50a	12.9a
70	48b	39ab	15.5c
80	47b	35bc	14.9bc

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.5.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi

Tohum hasatlarının düşük sıcaklık tepkileri incelendiğinde istatistiksel ($P<0.05$) anlamda en yüksek TÇO değerleri 60 ile 80 ÇSG arasındaki hasatlardan elde edilmiş ve bu değerler %89-91 arasında değişmiştir. En yüksek NÇO değerleri ise %80-79 ile 60-65 ÇSG hasatlarında gözlenmiştir. En düşük TÇO değeri 55 ÇSG hasadında, NÇO değeri ise 50 ÇSG hasadında olmuştur. Yüksek sıcaklık stresinde 45 ile 80 ÇSG hasatlarında çimlenme olmamıştır. Yüksek sıcaklıkta en yüksek TÇO değeri %10 ile 50 ÇSG hasadında ve NÇO bakımından en yüksek değerler ise %6 ile 55-60 ÇSG hasatlarında ölçülmüştür. En düşük TÇO ve NÇO değerleri %1 ile 70 ÇSG hasadında meydana gelmiştir. İstatistiksel olarak büyük farklılıklar ($P<0.05$) daha çok OÇZ değerlerine yansımıştır. Düşük sıcaklıkta OÇZ 13.4-17 gün arasında, yüksek sıcaklıkta OÇZ ise 7.6-15 gün arasında değer göstermiştir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	Düşük Sıcaklık (18 °C)			Yüksek Sıcaklık (35 °C)		
	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	85ab	62ab	16.6c	0	0	0
50	86ab	54b	13.4a	10a	5ab	8.9b
55	76b	76ab	17c	8ab	6a	7.6a
60	91a	80a	14.5b	7abc	6a	7.8a
65	92a	79a	13.8ab	4abc	4ab	12.2c
70	89a	71ab	14.5b	1bc	1ab	15d
80	94a	56ab	13.9ab	0	0	0

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.5.7 Tuz stresinde çimlendirme testi

Tuzluluk stresi altında tohum hasatları arasında en yüksek değeri 60 ÇSG gösterirken, 45 ÇSG ise en düşük değeri göstermektedir. Bu fark özellikle 75 ve 100 mM tuzluluk stresi altında NÇO değerinde daha net olarak gözlenmiştir. Bu hasatta (60 ÇSG) NÇO 75 mM'da % 25'e, 100 mM'da ise %21'e düşmüştür. Ayrıca aynı dozda hasatlar arasındaki farklılıklar ($P<0.05$) anlamlı bulunmuştur. Farklı dozlar arasında da OÇZ değerlerinin çok yakın ve benzer olduğu gözlenmiştir. Örneğin 60 ÇSG hasadında 50, 75 ve 100 mM NaCl'de OÇZ değerleri 7, 8.8 ve 9.8 gün olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.35).

Çizelge 4.35 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	50 mM			75 mM			100 mM		
	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
45	8d	7d	11bc	3c	3c	16d	2d	2c	11ab
50	12d	11d	12.7c	7c	5c	11.8c	7c	3bc	12.3b
55	15cd	13cd	9.5b	13bc	9bc	9.1b	8cd	6bc	10a
60	45a	33a	7a	29a	25a	8.8b	30a	21a	9.8a
65	30b	23b	8.9b	20ab	16ab	10.3c	15bc	12b	11.1ab
70	26bc	22b	9.2b	20ab	12bc	9.1b	20b	12b	11.3ab
80	26bc	21bc	10bc	14bc	9bc	7.8a	9cd	4bc	10.9ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.6 *Capsicum chinense* L. 2. Yıl Sonuçları

4.6.1 Meyve özellikleri

C. chinense türünde (MKÜ200 çeşidi) hasatlara göre meyve boyutlarındaki farklılıkların değişimi Çizelge 3.36'da sunulmuştur. Sonuçlar meyve boyunda istatistiksel anlamda ($P>0.05$) farklılıklar olmadığını, ancak meyve eni ve ağırlığında özellikle en düşük ve en yüksek değerler arasında anlamlı farklılık ($P<0.05$) olduğunu ayrıca tohum sayısında meydana gelen farkın hasatlar arasında büyük olmadığı tespit edilmiştir. Meyve eninin 28 ile 36.3 mm, meyve boyunun ise 56.2 ile 67.1 mm arasında değiştiği saptanmıştır. Meyve ağırlığında ise değerler 10.12 ile 19.62 gram arasında değişmiştir. Her bir meyvede bulunan ortalama tohum sayısı 43 ile 58 adet arasında gerçekleşmiştir. Meyve ağırlığı son hasatta (80 ÇSG) en düşük olmuş ve bu meyve hafifliği durumu meyve eni ve ortalama tohum sayısına etki ederken, tohum boyuna yansımamıştır (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre meyvelerin en (mm), boy (mm), ağırlık ve meyve başına ortalama tohum sayısındaki değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	En (mm)	Boy (mm)	Meyve ağırlığı (g)	Ort. tohum sayısı (adet)
40	35.3a	57.6a	15.55ab	43b
45	36a	62a	16.54a	45ab
50	35ab	59a	15.13ab	45ab
55	34.9ab	62.9a	16.38a	49ab
60	35.9a	59.4a	16.40a	53ab
65	36.3a	67.1a	19.62a	58a
70	30.4bc	57.3a	11.53bc	50ab
80	28c	56.2a	10.12c	49ab

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir

4.6.2 Çimlendirme testi

C. chinense türünde (MKÜ 200 hattı) tohum gelişimi sürecinde en yüksek toplam çimlenme ve normal çimlenme değerinin 60. ÇSG hasadında gerçekleştiği ortaya konulmuştur. İlk hasatta %88 ile toplam çimlenme ve %60 ile normal çimlenme en düşük değeri verirken, her iki özellik bakımından 60 ÇSG değerler %98 ile 92 arasında seyretmiştir. OÇZ değerleri açısından en hızlı çimlenme 70 ÇSG, en yavaş çimlenme ise 40 ÇSG hasadında belirlenmiştir. Tohum ağırlıklarının 55-65.ÇSG hasatlarında yüksek, 80 ÇSG hasadında en düşük olduğu ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($P<0.05$) olduğu sağlanmıştır (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37 *C. chinense* türünde (MKÜ200 çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %), ortalama çimlenme zamanı (OÇZ, gün) ve 1000 tane ağırlığındaki (g) değişim

Hasat Dönemi				
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	1000 tane ağırlığı (g)
40	88b	60d	13.5e	5.40ab
45	92ab	74c	13.4e	5.16c
50	95ab	78bc	13de	5.31abc
55	95ab	89a	12.3cd	5.45a
60	98a	92a	11.1c	5.22bc
65	97a	91a	11.6bc	5.51a
70	90ab	86ab	8.8a	5.14c
80	95ab	87ab	9.8a	4.45d

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.6.3 Fide çıkış testi

Fide çıkış sonuçları, maksimum fide çıkış oranının hem toplam hem de normal fide çıkışında 80 ÇSG hasadından elde edildiğini ve bu oranların da aynı değere sahip olduğunu (% 81) göstermektedir. Ayrıca bu hasadın da istatistiksel açıdan diğer hasatlardan farklı ($P<0.05$) olduğu, diğer hasatlar arası farklılığın anlamsız ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Ortalama fide çıkış zamanı değerlendirildiğinde ise benzer olarak en hızlı çıkış 80 ÇSG hasadında gerçekleşmiştir. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde OFÇZ değerleri arasından farklılıklar ($P<0.05$) olduğu belirlenmiştir. Toprak içinde çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranına bakıldığında en yüksek değer % 20 ile 70 ÇSG hasadından belirlenmiştir. Diğer hasatlarda değerler 2-13 arasında değişmiştir (Çizelge 3.38).

Çizelge 4.38 *C. chinense* türünde (MKÜ200 çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların toplam fide çıkış oranı (TFÇO, %), normal fide çıkış oranı (NFÇO, %), ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ gün) ve çimlenip yüzeye çıkamayan tohum oranındaki (%) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	TFÇO (%)	NFÇO (%)	OFÇZ (gün)	Çimlenip Çıkamayan Tohum Oranı (%)
40	42b	38b	23.5e	11
45	55b	54b	22.3de	9
50	47b	45b	22.4de	13
55	49b	49b	20.1bc	11
60	39b	39b	20.4bc	8
65	52b	51b	19.8b	10
70	47b	47b	21.7cd	20
80	81a	81a	18.2a	2

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.6.4 Tohum güç indeksi ve yaşlandırma testi

Fide çıkışları gerçekleşmediği için 40 ile 45 ÇSG hasatlarında tohum gücü indeksi hesaplanamamıştır. 60 ÇSG hasadının TGI değeri bakımından 541.9 ile en yüksek değeri gösterdiği, en düşük TGI değerinin 280.8 ile 50 ÇSG hasadında saptanmıştır. İstatistiksel olarak değerlendirildiğinde farklı ($P<0.05$) olan lotlar olduğu gibi (50 ve 55 ÇSG), aralarında istatistiksel fark olmayan (70 ve 80 ÇSG) tohum partilerinin de olduğu söylenebilir (Çizelge 4.39).

Yaşlandırma testinde 60 ÇSG hasadının toplam çimlenme ve normal çimlenme oranının % 64-56 değerleri ile tohum partileri arasında öne çıktığı gözlenmektedir. Yaşlandırma sonrası toplam ve normal çimlenme oranı incelendiğinde 40 ÇSG hasadının en düşük ve % 4 olarak aynı değere sahip olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak bu değerler arasında önemli farklılıkların ($P<0.05$) olduğu, ancak OÇZ değerlerinde fark ($P>0.05$) olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.39).

Çizelge 4.39 *C. chinense* türünde (MKÜ200 çeşidi) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların tohum gücü indeksindeki ve yaşlandırma sonrası toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi		Yaşlandırma Testi		
Çiçeklenmeden				
Sonra Gün (ÇSG)	TGI	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	0f	4c	4c	15.5a
45	0f	28b	22b	14.4a
50	280.8e	28b	26b	14.8a
55	384.5d	35b	33b	14.6a
60	541.9a	64a	56a	14.4a
65	413.4cd	39b	33b	13.3a
70	475.7b	38b	30b	12a
80	449.4bc	33b	26b	14.6a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

4.6.5 Kuraklık stresinde çimlendirme testi

Kuraklık stresi altındaki 2022 yılından hasat edilen *C. chinense* tohum partilerinde herhangi bir çimlenme görülmemiştir.

4.6.6 Düşük sıcaklık (18 °C) ve yüksek sıcaklık (35 °C) stresinde çimlendirme testi

Yüksek sıcaklık stresi altındaki 2022 yılından hasat edilen *C. chinense* tohum partilerinde herhangi bir çimlenme görülmemiştir. Bu sebeple sadece düşük sıcaklık sonuçları sunulmuştur.

Çizelge 4.40 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 1. yılında hasat dönemlerine göre tohumların düşük sıcaklık stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	Düşük Sıcaklık (18 °C)		
	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	0	0	0
45	0	0	0
50	3ab	2ab	18.3a
55	2ab	2ab	19.5a
60	4ab	4ab	17a
65	7a	5ab	16.8a
70	2ab	2ab	16.5a
80	6a	6a	18.2a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

Tohum hasatlarının düşük sıcaklık tepkileri incelendiğinde 40 ve 45 ÇSG hasatlarında çimlenme olmamıştır. Düşük sıcaklıkta TÇO değerleri en yüksek % 6-7 olarak 80 ve 65 ÇSG de, NÇO değeri en yüksek % 6 ile 80 ÇSG hasadında saptanmıştır. OÇZ değerleri 16.5-19.5 gün olarak ölçülmüştür. İstatistiksel olarak TÇO ve NÇO değerlerindeki farklılıkların yüksek olmadığı, OÇZ değerlerinde ise farklılık ($P>0.05$) olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.40).

4.6.7 Tuz stresinde çimlendirme testi

Tuzluluk stresi altında tohum hasatları arasında 40 ÇSG hasadı en düşük değeri göstermiş ve 100 mM NaCl dozunda hiçbir çimlenme olmamıştır. En yüksek çimlenme oranları ise tüm dozlarda 70 ÇSG hasadında meydana gelmiştir. Aynı lotta, farklı dozlar arasında çimlenme oranları da değişmektedir ve özellikle 50 mM doz oranları diğer dozlara göre daha yüksektir. Örneğin; 70 ÇSG hasadında 50, 75 ve 100 mM NaCl’de TÇO değerleri %25, 14 ve 7, NÇO değerleri ise %23, 7 ve 4 olmuştur (Çizelge 4.41).

Çizelge 4.41 *C. chinense* türünde (MKÜ 200 hattı) denemenin 2. yılında hasat dönemlerine göre tohumların üç farklı dozdaki (NaCl, 50, 75, 100 mM) tuz stresi altında toplam çimlenme (TÇO, %), normal çimlenme (NÇO, %) ve ortalama çimlenme zamanındaki (OÇZ, gün) değişim

Hasat Dönemi Çiçeklenmeden Sonra Gün (ÇSG)	50 mM			75 mM			100 mM		
	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)	TÇO (%)	NÇO (%)	OÇZ (gün)
40	1d	1c	9a	1b	0	14b	0	0	0
45	2d	2c	9.5ab	2b	1b	13.5b	1a	1a	17b
50	5cd	5bc	14.2c	7ab	3ab	12.2ab	1a	1a	12ab
55	11ba	8bc	11.4b	3b	3ab	12.3ab	1a	1a	14ab
60	13ba	9bc	8.8a	6b	4ab	8.7a	3a	3a	14.8ab
65	15b	12b	9.6ab	6b	4ab	9.5ab	4a	4a	10.3ab
70	25a	23a	8.8a	14a	7a	10.1ab	4a	4a	11.3ab
80	5cd	5bc	11.3b	5b	3ab	10ab	3a	3a	9.3a

Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark % 5 düzeyinde önemlidir.

5. TARTIŞMA

Bu araştırmada biberde 3 farklı türün (*C. annuum* L., *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.), farklı hasat dönemlerinde tohum kalitesindeki değişimi izlenmiştir. Farklı kalite testlerinin kullanıldığı çalışmada türlere göre kalitenin değişiminde farklılıklar olmuştur. En kaliteli tohumların; *C. annuum* L.'da sonra, *C. baccatum* L.'dan, daha sonra da *C. chinense* Jacq.'den alındığı belirlenmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki; en uygun hasat dönemlerinin *C. annuum* L. ve *C. baccatum* L. türlerinde çiçeklenmeden 55 gün ve sonrasında, *C. chinense* Jacq. ise çiçeklenmeden 60 gün ve sonrasında olmuştur.

5.1 Meyve Özellikleri

C. annuum türünde meyve eni, meyve hasat dönemlerine göre istatistiksel olarak ($P>0.05$) her iki yılda da farklılık göstermemiştir. *C. annuum* türünün meyve boyu özelliklerinde birinci yılda hasat zamanlarında istatistiksel olarak ($P>0.05$) olarak aynı grupta yer alırken, ikinci yılda 80 ÇSG hasadında en yüksek meyve boyu gözlenmiştir. *C. annuum* türüne ait meyvelerin ilk yılda 55 ÇSG hasadında en yüksek ağırlığa sahip olduğu, ancak ikinci yılda meyve ağırlıkları arasında istatistiksel olarak ($P>0.05$) herhangi bir farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Benzer şekilde meyve başına düşen en fazla ortalama tohum sayısı ilk yılda 55 ÇSG hasadında, ikinci yılda 40 ile 45 ÇSG hasatlarında elde edilmiştir.

C. baccatum türünün en yüksek meyve eni ilk yılda 50 ÇSG hasadında, ikinci yılda ise 60 ÇSG hasadında gözlenmiş benzer şekilde en yüksek meyve boyu ise her iki yılda da 60 ÇSG hasadında bulunmuştur. *C. baccatum* meyveleri en fazla ağırlığa ilk yılda 60 ve 65 ÇSG'lerde, ikinci yılda ise 55 ÇSG hasadında ulaşmıştır. Meyve içerisindeki ortalama tohum sayısına bakıldığında ilk yıl en fazla tohum sayısı 80 ÇSG hasadından, ikinci yıl ise 40, 55, 60 ve 65 ÇSG hasatlarından elde edilmiştir. Eken ve Mavi (2016), *C. baccatum* L. var. *pendulum* (Çan Biberi) türünde yaptıkları çalışmada meyve olgunluk göstergesi olarak kırmızı olum (4) döneminde hasat edilen meyvelerin en yüksek değerleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

C. chinense türünde meyve eninin ilk yıl 55 ÇSG hasadında, ikinci yılda 40, 45, 60 ve 65 ÇSG hasatlarında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Meyve boyunda her 2 yılda da istatistiksel olarak farklılık ($P>0.05$) bulunmamıştır. *C. chinense* türünde birinci yıl 55 ÇSG hasadında, ikinci yılda 45, 55, 60 ve 65 ÇSG hasatlarında en yüksek meyve ağırlıkları belirlenmiştir. Meyvelerdeki ortalama tohum sayısı ilk yıl hasat dönemlerinde istatistiksel olarak ($P>0.05$) benzerken, ikinci yılda 60 ÇSG hasadında en fazla ortalama tohum sayısına ulaştığı gözlenmiştir.

Bu çalışmada meyvelerin 40 - 45 hasatlarında oluşturabilecekleri boyutu tamamladığı ancak tohum olgunluğunu ve kalitesindeki artışın devam ettirdiği gözlemlenmiştir. Bu sonuç meyvenin olgunlaşmasının tüketilebilir hale gelmesinin tohum kalitesinin en ideal oluşum dönemi ile örtüşmediğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle tohumun oluşumu için çok daha uzun bir sürece gerek vardır. Bu diğer araştırma sonuçları ile örtüşmektedir (Demir ve Ellis 1992, Demir 1994, Sarıyıldız vd. 2005, Vidigal 2011). Generatif bir organ olan tohumun meyve olgunluğundan sonra belirli bir sürece gereksinim duyması, tohum üretiminin bitki yetiştiriciliğine göre çevresel faktörlere daha fazla maruz kaldığını göstermektedir. Ayrıca tohum yetiştirme tekniklerinin çok daha uzun süreye gereksinim duyması nedeniyle fazla bilgi birikimi ve maliyet taşıdığı da ifade edilebilir.

Tohum gelişimi, döllemeye başlayan ve olgunlaşma sürecinde farklı biyokimyasal olayların birikimini kapsayan bir fizyolojik olaydır. Bu gelişim sürecinin en önemli unsuru tohumdaki kuru madde birikimidir. Bu birikim özellikle protein, nişasta ve yağ miktarının artışında öne çıkar. Kuru madde birikiminin öne çıktığı ve sonuçlandığı periyoda "Fizyolojik Olgunluk" safhası adı verilir (Demir ve Ellis 1992). Bazı araştırmacılar bu dönemin tohumun en yüksek kaliteyi de gösterdiği dönem olduğunu ileri sürmüşler ve bazı türlerde de bunun doğruluğunu desteklemişlerdir (Harrington 1972, Tekrony vd. 1980, Bishnoi 1974, Deijode 1988, Rasyad vd. 1990). Ancak bu sonuçlara muhalif olarak bazı araştırma sonuçları en yüksek kalitenin, tohumun maksimum tohum ağırlığına ulaşmasından sonra (10-15 gün) oluştuğunu göstermişlerdir (Quagliotti 1977, Mantovani vd. 1980, Ellis vd. 1987, Pieta Filho ve Ellis 1991, Demir ve Ellis 1992, Demir 1994, Oliveira vd. 1999, Vidigal vd. 2011, Pereira vd. 2014; Gonçalves vd. 2018, Martínez-Muñoz vd. 2019). Belirtilen sonuçlar özellikle sulu meyveli türlerden olan

domates, biber, kabak gibi türlerde öne çıkmıştır. Dolayısıyla da bu sonuçlara ulaşan araştırmacılar ‘Fizyolojik Olgunluk’ ifadesi yerine ‘Kütle Olgunluğu’ terimini tercih etmişlerdir (Demir 1994, Ellis 2019). Bizim çalışmamızda sonuçlar tohum ağırlığının 50 ÇSG hasadı ile maksimum kuru maddeye ulaştığını ve daha sonraki hasatlarda bunun değişmediğini göstermektedir. Ancak tohum kalite testlerinde ise en yüksek değerlerin kalite testine göre farklı da olsa 55 gün ve sonrasında oluşması tohum kalitesinin yüksek olduğu zaman diliminin tohum kuru madde birikiminden sonra ortaya çıktığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar biberde (Demir ve Ellis 1992, Demir 1994, Oliveira vd. 1999, Vidigal vd. 2011, Pereira vd. 2014; Gonçalves vd. 2018, Martínez-Muñoz vd. 2019, Medeiros vd. 2020) ve farklı sebze türlerinde bulunan sonuçlarla özdeş niteliktedir (Quagliotti 1977, Mantovani vd. 1980, Ellis vd. 1987, Welbaum ve Bradford 1988, Pieta Filho ve Ellis 1991, Demir vd. 2002, Demir vd. 2004, Dias vd. 2006).

Tohum kalitesinin en yüksek olduğu dönem çiçeklenmeden sonraki gün itibariyle ölçülürken, bu süreç çevresel faktörlerle de bağlantılı olarak değişebilir. Çünkü çevresel faktörler asimilatların birikimini hızlandıran yoğun madde birikimini stimüle eden etkin rol oynarlar.

C. annuum L. türünde (California Wonder çeşidi) Demir ve Ellis (1992)’in yapmış oldukları çalışmada normal çimlenme oranı ve çimlenme hızının en yüksek olduğu dönemin kütle olgunluğu ile çakıştığı dönem olarak; ilk yıl çiçeklenmeden sonra 49-53. günde, ikinci yılda ise çiçeklenmeden sonra 53. günde meydana geldiği belirtilmiştir. Buna karşın, tohum gücü testlerinin kütle olgunluğundan en az 10-15 gün sonra meydana geldiğini saptamışlardır. Demir (1994) ise fizyolojik olgunluğun (maksimum tohum kuru ağırlığının oluşma zamanı) biberde 49 DAA hasadında gerçekleştiğini, ancak maksimum tohum gücünün fizyolojik olgunluktan 15 gün sonra meydana geldiğini belirtmiştir.

Belirtilen bu sonuçlar aynı tür içerisinde farklı çevresel faktörlerin yanında çeşit faktörünün de etkin olduğunu göstermektedir. Çeşitlerin tohum gelişme süreçleri farklılık göstermektedir. Bu bakımdan bizim çalışmamızın orijinal yönü, *Capsicum* cinsi içerisindeki *C. annuum* L., *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq. karşılaştırmasını

kapsamasıdır. *Capsicum annum* L. çeşitleri dünyada en yoğun tüketilen çeşitler olmakla beraber *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq. türlerinde de tüketilen çeşitler bulunmaktadır.

C. annum L., *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.'nin stres koşullarında çimlendirme test sonuçları incelendiğinde *C. annum* L. türünün diğer 2 türden daha toleranslı olduğu özellikle de *C. chinense* Jacq.'nin en toleranssız olduğu saptanmıştır. Kuraklık, tuz stresi ve sıcaklık stresine olan tolerans özellikle *C. chinense* Jacq.'nin çimlenme özellikleri açısından anaçlık kalitesinin zayıf olduğunu göstermektedir. Nitekim Niu vd. (2010) ve Penella vd. (2015) de *C. chinense* Jacq.'nin strese toleransının zayıf olduğunu belirtmektedirler.

Her üç türde de ideal tohum olgunlaşma zamanının benzer olduğu belirtilebilir. Ancak meyve başına elde edilen tohum sayısı karşılaştırıldığında, *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq. meyve başına oldukça düşük sayıda tohum vermektedir. Bu türlerde meyve başına tohum sayısı 50 adet/meyvenin altında kalmıştır (Mavi ve Mavi 2015, Sampaio vd. 2023). Bu yoğun bitki üretimi yapılması gerektiğinde istenmeyen bir durumdur. Bunun temel nedenlerinin başında bu türlerin genetik yapısı, dölleme yetersizliği ve tohum oluşumundaki sorunlardan kaynaklandığı ifade edilmektedir (Mavi ve Mavi 2015).

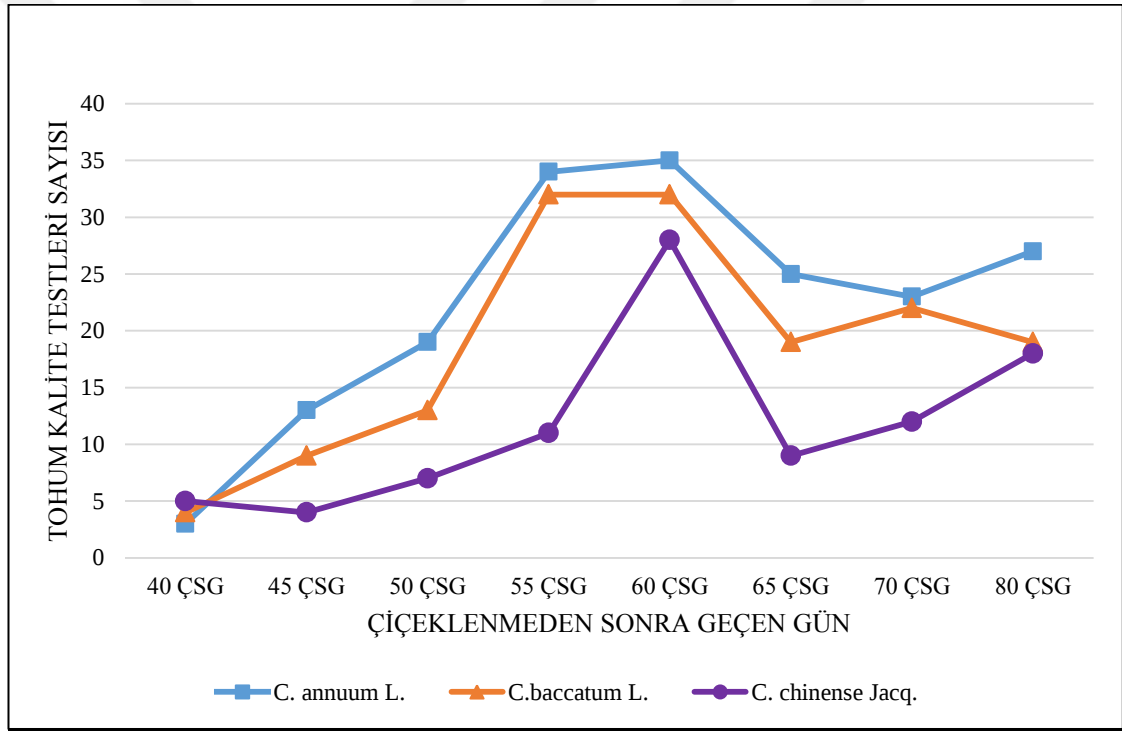
Tohum çimlenmesinde sıcaklık önemli bir çevresel sınırlayıcıdır. Sıcak iklim sebzesi olan biberde her üç türde de 35 °C çimlenmeyi yüksek düzeyde sınırlandırmıştır. 18 °C'de ise çimlenme sonuçları göreceli olarak daha iyi bulunmuştur. Bizim araştırma sonuçlarımıza benzer olarak 18 °C'nin 35 °C'ye göre daha iyi çimlenme sağladığını ortaya koyan başka araştırma sonuçları da vardır (Cavero vd. 1995, Pagamas ve Nawata 2007, Demir vd. 2008a, Demir vd. 2008b, Pagamas ve Nawata 2008). Bu sonuç yazlık fide üretiminde yüksek sıcaklıkların engelleyici özelliğinin, düşük sıcaklık altında üretime göre (erken ilkbahar) öne çıktığını göstermektedir. Her üç türde de aynı etkinin gözlenmesi benzer özelliklerin türler arasında benzerlik taşıdığını ortaya koymaktadır.

Biber bitkisinin meyvelerinin olgunlaşması kademeli olarak oluşur (Alan ve Eser 2007, Sbirciog 2015). Kademeli olgunlaşma tohumların aynı tohum partisinde farklı

zamanlarda çiçeklenmesinin bir sonucudur. Tohum hasadının meyvelerin olgunlaşmasına göre ayarlanması hem daha iyi kalitede tohum hasadına hem de hasat edilen tohum partisindeki tohumların yeknesak çimlenmelerinin sağlanmasına olanak verir (Demir, 2002). Belirtilen sebepler biberde tohum hasat zamanının sağlıklı olarak belirlenmesi için temel nedenlerinden biridir.

5.2 Tohum Kalite Özellikleri

Gerçekleştirilen tohum gücü testleri sonuçlarına göre, türler bazında en yüksek kalitenin elde edildiği sayıların ÇSG'ye göre dağılımı Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 En yüksek kalitenin olduğu tohum kalite testlerinin türler bazında ÇSG'ye göre toplam sayısı

C. annuum L. türünde (California Wonder çeşidi) Demir ve Ellis (1992) yapmış oldukları çalışmada normal çimlenme oranı ve çimlenme hızının en yüksek olduğu dönemin kütle olgunluğu ile çakıştığı dönem olarak; ilk yıl çiçeklenmeden sonra 49-53. günde, ikinci yılda ise çiçeklenmeden sonra 53. günde olduğunu belirtmişlerdir. Ancak tohum gücü testlerinin kütle oluşundan en az 10-15 gün sonra meydana geldiğini

saptamışlardır. Bu bakımdan çimlenmenin yüksek olması ile tohum gücünün; fide çıkış oranı, yaşlandırma testi gibi çalışmalardan elde edilen bilgiler sonucunda aynı zaman diliminde oluşmadığı tespit edilmiştir. Tohum gelişimi sulu meyveli sebzelerde meyvenin renk değişimiyle bağlantılı bulunmuştur. Genelde meyve renklendiği dönemde tohum olgunlaşması ile örtüşmektedir. Nitekim Sanchez (1993)'de olgunlaşmamış tohumların çimlenme gereksinimleri ve yüzdeleri, aynı türün olgun tohumlarınınkinden farklı olabileceğini belirtmiş ve kırmızı meyvelerden elde edilen *C. annuum* L. tohumları çeşide bağlı olarak %84-93 oranında çimlendiğini, yeşil meyvelerden elde edilenlerin çimlenemediğini ifade etmiştir. Demir (1994)'in domates ve biberde gerçekleştirdiği çalışmada her iki türün de maksimum normal çimlenme çiçeklenmeden sonra 63-65 günler arasında gerçekleştiğini bildirmiştir. Konservelik iki İspanyol çeşidi biberde (*C. annuum* L.) tam olgun meyvelerin çimlenmelerinin yarı olgun, aşırı olgun ve sonradan olgunlaştırılan meyvelere göre daha yüksek olduğu kaydedilmiştir (Cavero vd. 1995). Biberde kontrollü hidrasyon etkisini araştıran Demir (2002), yaşlanmamış tohumların en yüksek çimlenme oranına ilk yıl çiçeklenmeden sonra 70 gün, ikinci yıl ise 65-75 günlük meyvelerden elde edilen tohumlarda ulaşıldığını göstermiştir. 'Sera Demre' çeşidi *C. annuum* L. türü biberde Sarıyıldız vd. (2005)'nin yapmış olduğu çalışmada maksimum çimlenme oranı ve hızı çiçeklenmeden sonra 70.günde meydana gelmiştir. Demir vd. (2008) biber tohumlarında (*Capsicum annuum* L.) tohum çimlenmesi ve tohum gücü ile ilgili elde edilen verilere göre, tohumların çiçeklenmeden sonra 75. gün ve sonrası hasat edilmeleri şartıyla 45 °C'ye kadar çıkan sıcaklıklarda kurutulmalarının tohum kalitesinde (canlılık ve güç) olumsuz bir etki yapmadığını bildirmişlerdir. Benzer olarak Vidigal (2011) yüksek çimlenme ve canlılığın biber meyvelerinde çiçeklenmeden 75.gün sonra gerçekleştiğini bildirmiştir.

C. baccatum türünde de *C. annuum*'a benzer olarak, her iki yılda da 55 ÇSG hasadından itibaren en yüksek çimlenme oranı ve hızına sahip olmuştur. Eken ve Mavi (2016)'nin *C. baccatum* L. türüne ait bir hatta yapmış oldukları çalışmada normal çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızının meyvelerin kırmızı olum dönemi ile aşırı olum dönemlerinde en yüksek seviyelerde olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca maksimum tohum kalite dönemi olarak belirtilen kırmızı olum döneminin çiçeklenmeden sonra yaklaşık

65 güne tekabül ettiği tahmininde bulunmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise bu dönem 10 gün daha erken olmak üzere 55 günlük hasatta tespit edilmiştir.

Demir ve Ellis (1992) *C. annuum* L. türünde yapmış oldukları çalışmada kütle olgunluğunun, ilk yıl çiçeklenmeden sonra 49-53. günde, ikinci yılda ise çiçeklenmeden sonra 53. günde meydana geldiğini bildirmişlerdir. *C. baccatum* L. türüne ait bir hatta yapılmış çalışmada 1000 tohum ağırlığının, meyvelerin kırmızı olum döneminde en yüksek olduğu tespit edilmiştir (Eken ve Mavi 2016). Bizim çalışmamızda da meyveler kırmızı dönemde iken alınan tohumların kalitesi daha yüksek bulunmuştur bu bakımdan meyve renklenmesi ile tohum kalitesi arasında bir bağlantı bulunmaktadır.

Tohum kalitesinin daha net ifade edilebilmesi için kullanılan güç testlerinden fide çıkış testi incelendiğinde, *C.annuum* türünde toplam fide çıkış oranına (TFÇO) ilk yıl 55 ile 80 ÇSG hasatlarında, ikinci yıl 45 ÇSG hasadından itibaren en yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Normal fide çıkış oranı (NFÇO)'na bakıldığında ilk yıl 55 ve 80 ÇSG hasadında, ikinci yıl 55 ÇSG hasadında en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ortalama fide çıkış zamanı (OFÇZ) değerlerine göre, ilk yıl 80 ÇSG hasadında, ikinci yıl 60 ÇSG hasadında en hızlı çıkış gözlenmiştir. *C. annuum* L. türünde yapılan bir çalışmada fide çıkış oranı ve hızının ilk çiçeklenmeden sonra 42. günden itibaren başlayıp 69. günde maksimum düzeye ulaştığı bildirilmiştir (Demir ve Ellis, 1992).

C. baccatum türü fide çıkış testinde, fide çıkış verilerinde aynı sonuçlar elde edilmiş ve en yüksek çıkış oranları ilk yılda 55 ÇSG hasadında , ikinci yılda 60 ÇSG hasadından itibaren meydana gelmiştir. *C. baccatum* L. türüne ait bir hatta Eken ve Mavi (2016)'nin yapmış oldukları çalışmada normal çıkış yüzdesi ve çıkış hızının meyvelerin kırmızı olum dönemi ile aşırı olum dönemlerinde en yüksek kalite seviyelerinde olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca *C. baccatum* türünde gerçekleştirilmiş çalışmalarda maksimum tohum kalitesinin ilk çiçeklenmeden Pereira vd. (2014) 45 gün, Justino vd. (2015) ve Gomez vd. (2017) 70 gün, Peinheiro vd. (2020) 65 gün ve sonrasında hasat edilen tohumlardan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde meyve renklerine göre tohum kalitesinin en yüksek bulunduğu dönemin, meyvelerin Kırmızı renk (Pereira vd. 2014, Justino vd. 2015, Mavi 2016, Gomez vd. 2017, Gonçalves vd. 2017 ve

Peinheiro vd. 2020) veya Koyu (Tam) Kırmızı renkte (Mavi 2016 ve Gomez vd. 2017) olduğu vurgulanmıştır.

C. chinense Jacq. türü fide çıkış testi verileri doğrultusunda, her iki yılda da aynı sonuçlar gözlenmiş ve en yüksek çıkış oranları 80 ÇSG hasadında meydana gelmiştir. *C. chinense* türünde yapılmış çalışmalar incelendiğinde en yüksek tohum kalitesinin ilk çiçeklenmeden Moo-Muñoz vd. (2016) 36 gün ve sonrasında, Abud vd. (2013) 70-80 gün, Cavasin vd. (2023) 70 günde hasat edilen tohumlardan elde ettiklerini bildirmişlerdir. Benzer olarak meyve renklerine göre tohum kalitesinin en yüksek bulunduğu dönemin, meyvelerin Sarı renk (Mederios vd. 2020) veya Turuncu (Olgun) renkte (Hernandez-Pinto vd. 2020, Mederios vd. 2020 ve Garrido vd. 2021) olduğu vurgulanmıştır.

Yaşlandırma Testi *C. annuum* L. türünde toplam çimlenme oranı ilk yıl 55 ve 60 ÇSG hasadında, ikinci yıl 50 ÇSG hasadından itibaren en yüksek değerler bulunmuştur. Normal çimlenme oranı ve ortalama çimlenme zamanı ilk yıl maksimum 55 ÇSG hasadında elde edilmiştir. İkinci yılın en yüksek normal çimlenme oranı dönemi ile ikinci yılın en yüksek toplam çimlenme oranı dönemleri aynı olmuştur. ortalama çimlenme zamanı ise ikinci yılda 50, 60, 65 ve 70 ÇSG hasatlarında meydana gelmiştir. Pagamas ve Nawata (2008) *C. annuum* türü Shishito çeşidine ait biber tohumlarında 41 °C, %100 nemde 72 saatlik hızlı yaşlandırma testi sonucunda çimlenme oranlarının düştüğünü bildirmişlerdir. Vidigal vd. (2009) ve Vidigal vd. (2011) Sweet pepper çeşidinde (*C. annuum* L.) 42 °C’de 96 saatlik süreçte yaşlandırma işlemine tabi tutulan tohumların çimlenme oranının azaldığını belirtmişlerdir.

C. baccatum L. türüne ait yaşlandırma testi sonuçlarına bakıldığında, ilk yıl toplam çimlenme oranı 55 ve 60 ÇSG hasatlarında, normal çimlenme oranı 55 ÇSG hasadında ve ortalama çimlenme zamanı, 45,50,55 ve 60 ÇSG hasatlarında en yüksek değerlere sahip olmuştur. İkinci yılda ise toplam çimlenme oranı, 55 ve 80 ÇSG hasadında, normal çimlenme oranı 80 ÇSG hasadında ve ortalama çimlenme zamanı 40, 45 ve 50 ÇSG hasatlarında en yüksek verileri göstermiştir. *C. baccatum* L. var. *pendulum* (Çan Biberi) türünde Eken ve Mavi (2016)’nin yaptıkları çalışmada, kontrollü bozulma

testinde kırmızı olum döneminden elde edilen tohumlardan yüksek değerleri kaydetmişlerdir.

C. chinense Jacq. türü yaşlandırma testi ilk yılda en yüksek değerler toplam çimlenme oranı 60 ve 65 ÇSG hasadında, normal çimlenme oranı 65 ÇSG hasadında ve ortalama çimlenme zamanı 60 ÇSG hasadında ölçülmüştür. İkinci yılda ise toplam çimlenme oranı ve normal çimlenme oranı en yüksek 60 ÇSG hasadında meydana gelirken, ortalama çimlenme zamanı değerleri arasında istatistiksel olarak ($P>0.05$) ÇSG dönemleri benzerdir. Bizim sonuçlarımıza da yaşlandırma testinin tohum kalitesini (gücünün) tespitini sağlıklı şekilde yaptığını ortaya koymuştur. TGI ve yaşlandırma testi sonuçları bunu göstermektedir. *C. chinense* türünde yapılmış çalışmalarda hızlı yaşlandırma testine göre en yüksek çimlenme oranlarının Abud vd. (2013) 70-80 gün, Cavaşin vd. (2023) 70 günde hasat edilen tohumlarda meydana geldiğini ve sonuçların maksimum tohum kalitesiyle ilişkili olduğunu vurgulamışlardır.

C. annuum L. türünün kuraklık stresi testi değerlendirildiğinde birinci yıl toplam çimlenme oranı 50 ÇSG hasadından itibaren, normal çimlenme zamanı 55 ve 60 ÇSG hasatlarında, en yüksek veriler tespit edilmiştir. İkinci yıl toplam çimlenme oranı 80 ÇSG hasadında, ortalama çimlenme zamanı 45 ve 50 ÇSG hasadında en yüksek değerleri gösterirken normal çimlenme zamanı değeri ÇSG dönemleri arasında istatistiksel ($P>0.05$) farklılık gözlenmemiştir. *C. baccatum* L. türünde ilk yıl toplam çimlenme oranı, normal çimlenme zamanı ve ortalama çimlenme zamanı değerleri en yüksek 55 ÇSG hasadında kaydedilmiştir. İkinci yıl toplam çimlenme oranı ve normal çimlenme zamanı değerleri 60 ÇSG hasadında, ortalama çimlenme zamanı ise 45 ÇSG hasadında en yüksek değerlere sahip olmuştur. *C. chinense* Jacq. türü ilk yıl toplam çimlenme oranı, normal çimlenme zamanı ve ortalama çimlenme zamanı açısından 65 ÇSG hasadında en yüksek değerleri sergilerken, çalışmanın ikinci yılında kuraklık stresinde çimlenme göstermemiştir.

Tohum gelişimi sırasında yüksek sıcaklığın Huay Si Thon ve Shishito çeşidi biber tohumlarının çimlenme ve canlılığını düşürdüğü gözlenmiştir (Pagamas ve Nawata 2007). Sarıyıldız vd. (2005)'nin 'Sera Demre' çeşidi *C. annuum* L. türünde yapmış oldukları çalışmada da 15 ve 35 °C'de çimlenme testi gerçekleştirmişlerdir. Elde edilen

verilere göre, stresli sıcaklıklarda geçen süreler incelendiğinde partiler arasında istatistiksel ($P < 0.05$) olarak anlamlı bulunduğunu ve 70 DAA ile maksimum farka ulaşmış olduğunu belirtmişlerdir. Mavi ve Mavi (2012)'nin *C. baccatum* var. *pendulum* türüne ait bir hatta uygun çimlenme sıcaklığını belirlemek amacıyla gerçekleştirdikleri bir çalışmada da düşük sıcaklıklarda çimlenme oranlarının yüksek ancak çimlenme sürelerinin uzun olduğunu, ayrıca yüksek sıcaklık stresinde derecelerin artmasıyla çimlenme oranlarının düştüğünü ve 40 °C'de çimlenmenin olmadığını tespit etmişlerdir. Bu çalışmada da düşük ve yüksek sıcaklığın çimlenme üzerine etkili olduğu gözlenmiştir. *C. annuum* L. türünün düşük sıcaklıkta çimlenme değerlerine bakıldığında diğer iki türe göre daha toleranslı olmuştur. Buna rağmen yüksek sıcaklıkta çimlenme oranları tüm türler için düşük seyretmiştir. Hatta *C. chinense* türüne ait 2. yıl çalışmasında yüksek sıcaklık çimlendirme testinde hiç çimlenme meydana gelmemiştir. *C. chinense* türünün 2. yıl hasatlarında çimlenme, güç ve çıkış verileri tohum partilerinin oldukça kaliteli olduklarına işaret etmesine rağmen, düşük ve yüksek sıcaklıklardaki olumsuz etki çok kritik bulunmuştur.

Chartzoulakis ve Klapaki (2000)'nin çalışmasında, iki sera dolmalık biber hibritinin (*C. annuum* L., 'Sonar' ve 'Lamuyo') tuz toleransı, 0, 10, 25, 50, 100 ve 150 mM/l NaCl içeren yarı kuvvetli Hoagland çözeltisi ile sulama yapılarak incelenmiş ve 'Lamuyo' hibritinin tuzluluğa 'Sonar' hibritinden daha duyarlı olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçlar bizim çalışmamızda olduğu gibi 100mM'da çimlenmeyi olumsuz etkilediği 50-75 mM ise orta düzeyde etkili olduğunu göstermiştir. Unlukara ve arkadaşları (2013) çok düşük tuzlulukta bile biber tohumlarının veriminin azaldığını bildirmiştir. Bu çalışma kapsamında da artan tuz dozlarının farklı dönemlerindeki biber tohumlarının çimlenmesini olumsuz etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca üç biber türünün tuz stresine tepkilerinin de birbirlerinden farklı olduğu belirtilmiştir. Türlerin kullanılan çeşit ve hatlar açısından tuz stresine dayanım açısından değerlendirdiğimizde *C. annuum*'un en toleranslı, *C. chinense*'nin ise en toleranssız olduğu söylenebilir. *C. baccatum* diğer iki tür arasında yer almıştır.

Tohumun ana bitki üzerinde olgunlaşması sırasında birdizi fizyolojik olaylar oluşur. Proteinler, lipidler ve karbonhidratlar birikerek tohum kuru ağırlığında artışa neden olur. Ovül absisyonu, kütle olgunluğu (maksimum tohum kuru kütlesi) olarak

adlandırılan birikim aşamasının sonunu işaret eder. Tohumlardaki ana biyokimyasal değişikliklerden biri, gelişim sırasında çimlenme ve vivipari (meyve içinde tohum çimlenmesi) ile ilişkilendirilebilen absisik asit içeriğindeki değişimle ortaya çıkar. Genel olarak, absisik asitteki artışlar erken dönemde kuru madde birikiminin depolanmasını teşvik eder ve geç olgunlaşma aşamasında absisik asit seviyelerindeki düşüşler vivipari ile ilişkilendirilmiştir (Sarıyıldız vd. 2005). Benzer şekilde bu çalışmada da *C. annuum* L. ve *C. baccatum* L. türü meyvelerinde özellikle 70 ve üzeri ÇSG hasatlarında meyve içerisinde tohumların çimlendiği görülmüştür. Ancak *C. chinense* Jacq. türünün herhangi bir döneminde hasat edilen meyvelerde vivipariye rastlanmamıştır. Viviparinin biberde sulu meyve içinde oluşmasında, dormansinin düşük olmasından ve geç olgunlaşma sürecinde hasadın gecikmesinden kaynaklanmaktadır. *Capsicum chinense*'de vivipari olmaması, bu türde tohum dormansisinin güçlü olabileceğini ve hala ABA içeriğinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Capsicum türlerini önemli kılan başka bir özelliği de meyvelerin Capsaicin içeriği miktarıdır. Aroması yanı sıra günümüzde birçok mutfağın vazgeçilmezi acıdır. Türler arasından ve aynı tür içinde çeşitlerinin acılık seviyeleri oldukça değişkendir. Genel olarak içerisinde acı çeşitleri de barındıran *C. annuum* türü meyvelerinden tohum ekstraksiyonu gerçekleştirilirken nadiren acılık hissedilirken, *C. baccatum* türü meyvelerinin tohum hasadında ve ekstraksiyonunda yakıcı bir acılık hissedilmektedir. Öte yandan *C. chinense* türünden tohum hasadı gerçekleştirirken çift lateks ve bir bulaşık eldiveni giymemize rağmen acılığın yaklaşık yarım saat sonra ellerimize geçtiği duyuşsal olarak farkedilmiştir. Uzun süre *C. chinense* tohumlarını ekstrakte ettiğimizde nefes borumuz, burnumuz, yüzümüz ve gözlerimiz de havaya karışan capsaicinden etkilenmiştir. Dolayısıyla çalışmamızda kullandığımız biber türlerinin acılık seviyelerini şu şekilde sıralamak mümkündür, $C.annuum < C. baccatum \ll C. chinense$. Benzer şekilde Antonio vd. (2018) *C. chinense* çeşitleri, genellikle diğer türlere göre daha yüksek kapsaisin konsantrasyonları sunan yüksek acılık seviyelerine sahip olması nedeniyle, insan kullanımı için yüksek toksisite ile ilişkilendirmiştir.

6. SONUÇ

Bu araştırmanın sonuçları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Yüksek kalitede tohum hasadı *C. annuum* L., ve *C. baccatum* L. 55-60 gün ve sonrasında, *C. chinense* Jacq.'de çiçeklenmeden 60 gün ve sonrasında hasat edilen meyvelerden sağlanabilir.
2. *C. annuum* L. tohumları erken çimlenme döneminde, hem *C. baccatum* L. hem de *C. chinense* Jacq.'den kuraklık ve tuzluluk açısından strese daha dayanıklı bulunmuştur.
3. Her üç türde de düşük sıcaklık (18 °C) çimlenmesi, yüksek sıcaklık (35 °C) çimlenmesinden daha yüksek bulunmuştur. Bir başka deyişle türler ve tohum partileri, yüksek sıcaklıktan daha fazla olumsuz etkilenmişlerdir. En fazla olumsuz etkilenen tür ise *C. chinense* olmuştur.
4. *C. annuum* L. türünde meyve başına tohum sayısı hem *C. baccatum* L. hem de *C. chinense* Jacq.'den daha yüksek bulunmuştur. *C. annuum* L.'da tohum ağırlığı da *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.'ye göre daha yüksek bulunmuştur.
5. Özellikle *C. annuum* türünde çiçeklenmeden 70 gün ve sonrası hasat edilmiş meyveler içerisindeki tohumlar çimlenmeye başladığı belirlenmiştir. Bu durum özellikle geç hasatlarda tohum kayıplarına neden olacaktır.
6. Tohum gücü *C. annuum* L., ve *C. baccatum* L. türlerinde ilk çiçeklenmeden 55 gün, *C. chinense* Jacq. türünde ise 60 günden sonra olgunlaşmaktadır.
7. *C. baccatum* L. ve *C. chinense* Jacq.'nin erken çimlenme dönemlerinde tuz, kuraklık ve sıcaklık stresine olan toleranssızlıkları bu tezde kullanılan türlere ait hatların anaçlık potansiyellerinin düşük olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Abud, H.F., Araujo, E.F., Araujo, R.F., Araujo, A.V. and Pinto, C.M.F. 2013. Physiological quality of “Malagueta” and “Biquinho” pepper seeds during ontogeny. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 48(12);1546-1554.
- Akram, M., Hussain, S., Hamid, A., Majeed, S., Chaudary, S.A., et al. 2017. Interactive effect of phosphorus and potassium on growth, yield, quality and seed production of chili (*Capsicum annuum* L.). *J. Hortic.*, 4;1.
- Aktas, H., Abak, K., Cakmak, I. 2006. Genotypic variation in the response of pepper to salinity. *Scientia Horticulturae*, 110, 260-266.
- Alan, O., and Eser, B. 2007. Pepper seed yield and quality in relation to fruit position on the mother plant. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 10(23); 4251- 4255.
- Anonim 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim Verileri. www.tuik.gov.tr.
- Anonymus 2023a. Food and Agriculture Organization. www.fao.org/faostat/en.
- Anonymus 2023b. www.reddit.com/r/HotPeppers/comments/w9ceg6/capsicum_flowers/
- Antonio, A. S., Wiedemanna, L. S. M. and Veiga Junior, V. F., 2018. The genus *Capsicum*: a phytochemical review of bioactive secondary metabolites. *RSC Adv.*, 8, 25767-25784.
- Barboza, G.E., Bianchetti L.B., Stehmann, J.R. 2020a. *Capsicum carassense* (*Solanaceae*), a new species from the Brazilian Atlantic Forest. *PhytoKeys*, 140; 125-138.
- Barboza, G.E, Carrizo, G.C., Scaldaferrro, M., Bohs, L. 2020b. An amazing new *Capsicum* (*Solanaceae*) species from the Andean-Amazonian Piedmont. *PhytoKeys*, 167;13-29.
- Basu, S.K. and De, A.K. 2003. *Capsicum*; historical and botanical perspectives. In; De AK (ed) *Capsicum*; the genus *Capsicum*, 1-15, Taylor & Francis, London.
- Başak, O., Demir, I., Mavi, K., and Matthews, S. 2006. Controlled deterioration test for predicting seedling emergence and longevity of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed lot. *Seed Science and Technology*, 34(3); 701-712.
- Bishnoi, W.R., 1974. Physiological maturity of seeds in Triticale hexaploid L. *Crop Sci.* 14, 819-821.
- Bosland, P.W., Coon D., and Reeves, G. 2012. Trinidad Moruga Scorpion pepper is the world’s hottest measured chile pepper at more than two million Scoville heat units. *Horttechnology*, 22, 534-538.

- Bosland, P.W., and Votava, E.J. 2012. Peppers; vegetable and spice *capsicums*. 2nd Edition. Crop production science in Horticulture Series; 22, Cabi Isbn 978-1-84593-825-3.
- Carrizo Garcia, C., Barfuss, M.H.J., Sehr, E.M., Barboza, G.E., Samuel, R., Moscone, E.A., and Ehrendorfer, F. 2016. Phylogenetic relationships, diversification and expansion of chili peppers (*Capsicum*, *Solanaceae*). *Annals of Botany*, 118, 35-51.
- Cavasin, P.Y., Pereira, W.V.S. and Dos Santos, H.O. 2023. Physiological quality of *Capsicum chinense* 'Adjuma' seeds during development. *Bioscience Journal*. 2023, 39, e39075.
- Cavero, J., Ortega, R.G, Zaragoza C. 1995. Influence of fruit ripeness at the time of seed extractio on pepper (*C. annuum*) seed germination. *Science Horticulturae*, 60, 345-352.
- Chartzoulakis K. and Klapaki, G. 2000. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae* 86 (2000) P;247-260.
- Colombari, L.F., da Silva, G.F., Chamma, L., Chaves, P.P.N., Martins, B.N.M., Jorge, L.G., de Lima Silva, P.N., Putti, F.F. and Cardoso, A.I.I. 2021. Maturation and resting of sweet pepper fruits on physiological quality and biochemical response of seeds. *Brazilian Arch. Biol. Technol.*, 64, e21200733.
- Colombari, L.F., Chamma, L., da Silva, G.F., Zanetti, W.A.L., Putti, F.F., Cardoso, A.I.I. 2022. Maturation and post-harvest resting of fruits affect the macronutrients and protein content in sweet pepper seeds. *Plants*, 11, 2084.
- Çelik, Y., Kenanoğlu, B. 2022. The effect of different drying processes on the quality of pepper seeds harvested in Uşak conditions. *Int. J. Agric. For Life Sci.*, 6(2); 44-50.
- Deijode, S.D., 1988. Studies on vigour and viability of seeds as influenced by maturity in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Haryana Journal of Horticultural Science*, 17, 94-96.
- Demir, I. ve Ellis, R.H. 1992. Development of pepper seed quality. *Annals of Applied Biology*, 121, 385-399.
- Demir, I. 1994. Changes in seed quality during seed development in tomato and pepper. II Symposium on Protected Cultivation of *Solanacea* in Mild Winter Climates, Adana-Turkey, August 1994, *Acta Horticulture (ISHS)*, 366, 221-228.
- Demir, I. 2002. The effect of controlled hydration treatment on germination and seedling emergence of unaged and aged pepper seeds during development. *Israel Journal of Plant Sciences*, 50;(4), 251–257.

- Demir, I. and Mavi, K. 2008. Effect of salt and osmotic stresses on the germination of pepper seeds of different maturation stages. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(5); 897-902.
- Demir, İ., Ermis, S., Mavi, K., Matthews, S. 2008a. Mean germination time of pepper (*Capsicum annuum* L.) seed lots predicts size and uniformity of seedlings in germination tests. *Seed Science and Technology*, 36(1); 21-30.
- Demir, İ., Tekin, A., Ökmen, A.Z., Okçu, G., Kenanoğlu, B.B. 2008b. Seed quality, and fatty acid and sugar contents of pepper seeds (*Capsicum annuum* L.) in relation to seed development and drying temperatures. *Turk J Agric For* 32, 529-536.
- Demir, I., Ozden, E., Yıldırım, K.C., Sahin, O. and Van Stadend, J. 2018. Priming with smoke-derived karrikinolide enhances germination and transplant quality of immature and mature pepper seed lots. *South African Journal of Botany*, 115, 264-268.
- Demirkaya, M. and Güneş, A. 2022. Effects of different effective microorganism and nitrogen fertilization doses on seed yield and quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Gesunde Pflanzen*, 74;125-132.
- Dhamodharan, K., Vengaimaran, M. and Sankaran, M. 2022. Pharmacological Properties and Health Benefits of *Capsicum* Species; A Comprehensive Review. *Capsicum - Current Trends and Perspectives*, 3,1-20.
- Dhindwal, A.S., Lather, B.P.S. and Singh, J. 1991. Efficacy of seed treatment on germination seedling emergence and vigour of cotton genotypes. *Seed Research*, 19, 59-61.
- Dias, D.C.F.S., Ribeiro, F.P., Dias, L.A.S., Silva, D.J.H. and Vidigal, D.S., 2006. Tomato seed quality in relation to fruit maturation and post-harvest storage. *Seed Science and Technolog.*, 34(3); 691-699.
- Doltu, M. and Tănasă, V. 2022. The influence of some *Capsicum* rootstocks on bell pepper crops. *Romanian Journal of Horticulture*, 3, 113-118.
- Eken, N.I. ve Mavi, K. 2016. Determination of relationships between fruit maturity stages, and seed development and quality in Aji pepper (*C. baccatum* var. *pendulum*). *Tarım Bilimleri Dergisi*, 22, 69-76.
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Roberts, E.H. 1987. The development of desiccation-tolerance and maximum seed quality during seed maturation in six grain legumes. *Ann. Bot.* 59, 23-29.
- Eshbaugh, W.H. 2012. Taxonomy of the genus *Capsicum* (Chapter 2). Book; Peppers; Botany, Production and Uses (ed. V.M. Russo).
- Fialho, G.S., Silva, C.A., Dias, D.C.F.S., Alvarenga, E.M., Barros, W.S. 2010. Osmotic conditioning in seeds of 'long yellow' pepper (*Capsicum annuum* L.) subjected to controlled deterioration. *Ciênc. Agrotec.*, Lavras, 34(3); 646-652.

- Gammoudi N., Karmous, I., Zerria, Z. Loumerem M., Ferchichi A. and Nagaz, K. 2020. Efficiency of pepper seed invigoration through hydrogen peroxide priming to improve in vitro salt and drought stress tolerance. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61, 703–714.
- Garrido, L., and Hernán. L. 2021. Germination in a venezuelan type of *Capsicum chinense* jacq.; influence of fruit ripening and seed extraction from the fruit. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1); 45-53.
- Gomes, G.P., Junior, C.V.D., Santiago da Costa D., Alesandro de Queiroz, R., Baba, V.Y., Takahashi, L.S.A., Gonçalves, L.S.A. 2017. Harvest season and seed physiological potential of ‘dedo-de-moça BRS Mari’ hot peppers. *Ciências Agrárias, Londrina*, 38(6); 3897-3906.
- Gonçalves, L.S.A., Gomes, G.P., Junior, C.V.D., Queiroz, R.A., Takahashi, L.S.A., Costa, D.S., Nunes, M.P.B.A. 2018. Seed physiological potential of “dedo-de-moça” pepper in relation to maturation stages and rest periods of the fruits. *Horticultura Brasileira* 36, 486-491.
- Güveloğlu, Y., Uzunoğlu, F. and Mavi., K. 2021. The morphological characterization of some ornamental pepper lines in the genetics collection of Mustafa Kemal University. *Overview on Horticulture*. Chapter10. P;247-271.
- Harrington, J.F. 1972. Seed storage longevity. In T. Kozlowski (ed.). *Seed Biology, Insects, and Seed Collection, Storage, Testing and Certification*, Academic Press, New York, 3, 145-245.
- Hernández-Pinto, C., Garruña, R., Andueza-Noh, R., Hernández-Núñez, E., Zavala-León, M. J., Pérez-Gutiérrez, A. 2020. Post-harvest storage of fruits; An alternative to improve physiological quality in habanero pepper seeds. *Revista Bio Ciencias* 7, e796.
- Justino, E.V., Boiteux, L.S, Fonseca, M.E.N., Silva Filho J.G., Nascimento, W.M. 2015. Physiological maturity determination of ‘dedo de moça’ hot pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) seeds. *Horticultura Brasileira*, 33, 324-331.
- Karaağaç, O., Taş, K., Özgen, R., Kanal, A. ve Balkaya, A., 2020. *Capsicum* türlerinin kök yapılarının incelenmesi ve kök özellikleri yönünden karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2); 266-279.
- Kavak, S., İlbi, H., and Eser, B. 2008. Controlled deterioration test determines vigour and predicts field emergence in pepper seed lots. *Seed Science and Technology*, 36(2); 456-461.
- Kenanoglu, B.B., Demir, I., Jalink, H., 2013. Chlorophyll fluorescence sorting method to improve quality of *Capsicum* pepper seed lots produced from different maturity fruits. *Hortscience*, 48(8); 965–968.

- Kulkarni, M. and Phalke, S. 2009. Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annum* L.) under water stress. *Scientia Horticulturae*, 120, 159-166.
- Kulkarni, Y.A., Suryavanshi, S.V., Auti, S.T., Gaikwad, A.B. 2017. *Capsicum*; A natural pain modulator. *Nutritional Modulators of Pain in the Aging Population*, Chapter 9, Pages 107-119.
- Kurunç, A., Unlukara, A. and Cemek, B. 2011. Salinity and drought affect yield response of bell pepper similarly. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B- Soil and Plant Science*, 61, 514-522.
- Lee, S., Chung, E.J., Joung, Y.H., Choi D. 2010. Non-climacteric fruit ripening in pepper; increased transcription of EIL-like genes normally regulated by ethylene. *Funct. Integr. Genomics*, 10, 135–146.
- López Medina, S.E., López Zavaleta, A., Gil Rivero, A.E., Mostacero León, J., De La Cruz Castillo, A.J., and Villena Zapata, L. 2020. Fruit and seed morphometry of “ají mochoero” *Capsicum chinense* Jacq. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3); e1598.
- López-Serrano, L., Canet-Sanchis, G., Selakb, G.V., Penellaa, C., Bautistac, A.S., López-Galarzac, S. and Calatayud, Á. 2020. Physiological characterization of a pepper hybrid rootstock designed to cope with salinity stress. *Plant Physiology and Biochemistry*, 148, 207-219.
- Mantovani, E.C., Silva, R.F., Casali, V.W.D. and Conde, A.R., 1980. Desiluiemento maturacao fisiologica de sementes de pimentao (*Capsicum annum* L.). *Revista Ceres*, 27, 356-368.
- Manzur, J.P., Oliva-Alarcón, M. and Rodríguez-Burruezo, A. 2014. In vitro germination of immature embryos for accelerating generation advancement in peppers (*Capsicum annum* L.). *Scientia Horticulturae* 170, 203-210.
- Martínez-Muñoz, M., Ayala-Garay, Ó.J., Aguilar-Rincón, V.H., Conde-Martínez, V. and Corona-Torres, T. 2019. Seed quality and LEA-protein expression in relation to fruit maturation and post-harvest storage of two chilies types. *The Horticulture Journal*, 8(2); 245–252.
- Martinez, S., Curros A., Bermudez, J., Carballo, J., and Franco, I. 2007. The composition of Arnoia peppers (*Capsicum annum* L.) at different stages of maturity. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 58(2); 150-161.
- Mavi K. ve Mavi, F. 2012. *Capsicum baccatum* var. *pendulum* türüne ait biber hattının tohumlarında çimlenme için uygun sıcaklığın belirlenmesi. *MKU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(2); 79-86.
- Mavi, K. ve Mavi, F. 2015. Bazı süs biberi genotiplerinin bitki özellikleri ve tohum çıkış performansları. *DUFED* 4(1); 31-35.

- Mavi, K. 2016. The effect of organic priming with marigold herbal tea on seeds quality in aji pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* Willd.). Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1); 31-39.
- Mavi, K. 2018. Evaluation of organic priming to improve the emergence performance of domesticated *Capsicum* species. Seed Science and Technology, 46,(1); 131-137.
- Mavi, K. and Uzunoglu, F. 2020. *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (cv. MKÜ-19) Tohumlarında allelopatik materyaller ile uygulamaların çıkış ve fide kalitesine etkisi. Bahçe 49 (Özel Sayı 1: II. Uluslararası Tarım Kongresi (UTAK 2019)), 65-69.
- Mavi, K. 2020. Biberlerde türler arası melezleme. International Journal of Life Sciences and Biotechnology 3(3); 386-406.
- Maxton, A., Singh, P. and Masih, S.A. 2018. ACC deaminaseproducing bacteria mediated drought and salt tolerance in *Capsicum annuum*. Journal of Plant Nutrition, 41(5); 574-583.
- Medeiros, A.D., Zavala- León, M.J., Silva, L.J., Oliveira, A.M.S., Dias, D.C.F.S. 2020. Relationship between internal morphology and physiological quality of pepper seeds during fruit maturation and storage. Agronomy Journal, 112(1); 25-35.
- Medina-Lara, F., Echevarria-Machado, I., Pacheco-Arjona, R., Ruiz-Lau, N., Guzman-Antonio, A. and Martinez-Estevez, M. 2008. Influence of nitrogen and potassium fertilization on fruiting and capsaicin content in habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). Hortscience, 43(5); 1549-1554.
- Moo-Muñoz, A.J., Ayala-Garay, O.J., Latournerie-Moreno, L., Tzec-May, Y.A. and Pinzón-López, L.L. 2016. Effect of maturity and drying of *Capsicum chinense* jacq. seeds on the germination and physiological quality of the seedling. Agroproductividad, 9(1); 63-67.
- Munoz-Ramirez, L.S., Pena-Yam L.P., Alvarez-Gil M.A., Iglesias-Andreu L.G., Aviles-Vinas S.A., Canto-Flick A., Guzman-Antonio A. and Santana-Buzzy N. 2020. Selection of habanero pepper F1 hybrids (*Capsicum chinense* Jacq.) at the Yucatan Peninsula, Mexico with a high potential for different markets. Agriculture, 10,478.
- Nascimento, N.F.F, Rêgo, E.R., Nascimento, M.F., Bruckner, C.H., Finger, F.L., Rêgo, M.M. 2019. Evaluation of production and quality traits in interspecific hybrids of ornamental pepper. Horticultura Brasileira, 37, 315-323.
- Nazarul, H., Sana C., and Raful A.L. 2020. Studies on qualitative and quantitative characters of mutagenised chili populations induced through MMS and EMS. Vegetos, 33, 793-799.

- Niu, G., Rodriguez, D.S., Call, E., Bosland, P.W., Ulery, A. and Acosta, E. 2010. Responses of eight chile peppers to saline water irrigation. *Scientia Horticulturae*, 126, 215-222.
- Nugroho, I.J., Anwar, S., Kusmiyati, F. 2022. The effect of harvest age on seed quality in three different varieties of cayenne pepper. *Jurnal Agroqua*, 20(2); 388-402.
- Oliveira, A.P., Gonçalves, C.P., Bruno, R.L.A. and Alves, E.U. 1999. Physiological maturation of pepper seeds in relation to fruit age after anthesis. *Revista Brasileira de Sementes*, 21, 88-94.
- Orobiyi, A., Loko, Y.L., Sanoussi, F., Adjatin, A., Gbaguidi, A., Dansi, A. 2017. Horticultural practices and varietal diversity of chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in Central and Northern Benin. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 64, 419-436.
- Pagamas, P. and Nawata, E. 2007. Effect of high temperature during the seed development on quality and chemical composition of chili pepper seeds. *Jpn. J. Trop. Agr.*, 51(1); 22-29, 2007.
- Pagamas, P. and Nawata, E. 2008. Sensitive stages of fruit and seed development of chili pepper (*Capsicum annuum* L. var. Shishito) exposed to high-temperature stress. *Scientia Horticulturae*, 117, 21-25.
- Pieta Filho, C. and Ellis, R.H., 1991. The development of seed quality in spring barley in four environments. I. Germination and longevity. *Seed Sci. Res.* I, 163-177.
- Pinheiro, D.T., Macedo de Oliveira¹ R., Silveira A.S., León M.J.Z., Brum L.B.T.L., Dias D.C.F.S. 2020a. Antioxidant enzyme activity and physiological potential of *Capsicum baccatum* var. *baccatum* seeds as a function of post-harvest storage of fruit. *Journal of Seed Science*, 42, e202042028
- Pinheiro, J.B., Silva, G.O., Macêdo, A.G., Biscaia, D., Ragassi, C.F., Ribeiro, C.S.C., Carvalho, S.I.C., Reifschneider, F.J.B. 2020b. New resistance sources to root-knot nematode in *Capsicum* pepper. *Horticultura Brasileira*, 38, 33-40.
- Pinto, C.M.F., Santos, I.C., Araujo, F.F. and Silva, T.P. 2016. Production and breeding of chillie papers (*Capsicum* spp.). Chapter 1; Pepper Importance and Growth (*Capsicum* spp.), 1-25.
- Penella, C., Nebauerb, S.G., Quinonesa, A., San Bautistab, A., López-Galarzab S., Calatayuda A., 2015. Some rootstocks improve pepper tolerance to mild salinity throughhionic regulation. *Plant Science*, 230, 12–22.
- Penella, C., Nebauer, S.G., Lopez-Galarza, S., Quinones, A., San Bautista, A., and Calatayud A., 2017. Grafting pepper onto tolerant rootstocks; An environmental-friendly technique overcome water and salt stress. *Scientia Horticulturae*, 226, 33-41.

- Pereira F.E.C.B., Torres S.B., Silva M.I.L., Grangeiro L.C., Benedito, C.P. 2014. Physiological quality of pepper seeds in relation to age and period of post-harvest resting. *Rev Ciência Agronômica*, 45(4); 737-744.
- Quagliotti, L. 1977. Effects of ripening stages of berries and of storage within the fruits on viability of seeds in two varieties. In *Capsicum* 77, 293-301. Ed. E. Pochard. Tirange Offeset Ier.
- Rasyad D.A., Van Sanford D.A. and TeKrony D.M. 1990. Changes in seed viability and vigour during wheat seed maturation. *Seed Science and Technology*, 18, 259-267.
- Reddy, K. M., Shivashankara, K.S., Geetha, G.A. and Pavithra, K.C. 2016. *Capsicum* (Hot pepper and bell pepper). Springer India 2016 N.K.S. Rao et al. (eds.), *Abiotic Stress Physiology of Horticultural Crops*, Chapter 9, pp; 151–166.
- Sá Mendes, N., Santosa, M.C.P., Santosa, M.C.B., Cameronc, L.C., Ferreira, M.S.L., Gonçalves, É.C.B.A. 2019. Characterization of pepper (*Capsicum baccatum*) - A potential functional ingredient. *LWT - Food Science and Technology*, 112, 108209.
- Sampaio, A.P.L., Aguilera, J.G., Mendes, A.M.S., Argente-Martines, L., Zuffo, A.M., Teodoro, P.E. 2023. The role of the genetic diversity of *Capsicum* spp. in the conservation of the species; Qualitative and quantitative characterization. *Ciência e Agrotecnologia*, 47,e009122.
- Samuels, J. 2015. Biodiversity of food species of the Solanaceae family; A Preliminary taxonomic inventory of Subfamily Solanoideae, 4; 277-322.
- Sanchez, V.M., Sundstrom, F.J. and Lang, N.S. 1993. Plant size influences bell pepper seed quality and yield, *Hortsience*, 28(8); 809-811.
- Sanjuan-Martínez, J., Ortiz-Hernández, Y.D., Aquino-Bolaños, T. and Cruz-Izquierdo, S. 2020. Seed and seedling quality of three chilis (*Capsicum annuum* L.) native to Oaxaca, Mexico. *Ciência Rural*, Santa Maria, 50(9); e20190921.
- Sarıyıldız, Z., Demir, I. and Halloran, N. 2005. Germination at stress temperatures and ABA content of pepper. *Europ.J.Hort.Sci.*, 70(2); 67–70.
- Sbirciog, G. 2015. Correlation between the fruit position on the plant and seeds quality indices of green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Bulletin UASVM Horticulture*, 72(2); 472-473.
- Tadesse, T., Hewett, E.W., Nichols, M.A. and Fisher, K.J., 2002. Changes in physicochemical attributes of sweet pepper cv. Domino during fruit growth and development. *Scientia Horticulturae*, 93, 91-103.
- Tekrony, D.M., Egli, D.B. and Phillips, A.D., 1980. Effect of field weathering on the viability and vigour of soybean seed. *Agronomy Journal*, 72(5);749-753.

- Tetteh, R., Aboagye, L.M., Darko, R. and Osafo, E.A. 2019. Physiological seed quality in relation to maturity stage in two pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. Indian Journal of Agricultural Research, A-419, 1-5.
- Toprak, S., Özmen K., Çoşkun, F., Mavi, K. 2022. Bazı melez süs biberlerinin çıkış ve erken fide dönemi özelliklerinin ebeveyn genotiplerle karşılaştırılması. Bahçe, 51 (Özel Sayı1);67-72
- Unlukara, A., Demir, I., Kesmez, D., Çelikkol, T. and Demir, K. 2013. Seed yield and quality of pepper plants grown under salt stress. African Journal of Biotechnology, 12(49); 6833-6836.
- Vidigal, D.S., Dias, D.C.F.S., Von Pinho, E.R.V. and Dias, L.A.S. 2009. Sweet pepper seed quality and lea-protein activity in relation to fruit maturation and post-harvest storage. Seed Sci. & Technol., 37, 192-201.
- Vidigal D.S., Dias D.C.F.S., Dias L.A.S., Finger F.L. 2011. Changes in seed quality during fruit maturation of sweet pepper. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), 68(5); 535-539.
- Wahyuni, Y., Ballester, A.R., Sudarmonowati, E., Bino, R.J. and Bovy, A.G. 2013. Secondary metabolites of *Capsicum* species and their importance in human diet. Journal of Natural Products, 76, 783-793.
- Welbaum, G.E; Bradford, K.J. 1988. Water relations of seeds development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.). I. Water relations of seeds and fruit development. Plant Physiology, 86; 406-411.