

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

HİBRİT DOLMALIK BİBER (*C. annuum* var. *grossum*)  
KOMBİNASYONLARININ DÜŞÜK SICAKLIĞA TOLERANSLIK  
DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ VE SONBAHAR YETİŞTİRİCİLİĞİNE  
UYGUN ÇEŞİT ADAYLARININ SAPTANMASI

Yüksek Lisans Tezi

Rüveyda ÖZGEN

Danışman  
Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

SAMSUN  
2020

## TEZ ONAYI

Rüveyda ÖZGEN tarafından hazırlanan ‘‘Hibrit Dolmalık Biber (*C. annuum* var. *grossum*) Kombinasyonlarının Düşük Sıcaklığa Toleranslık Düzeylerinin İncelenmesi ve Sonbahar Yetiştiriciliğine Uygun Çeşit Adaylarının Saptanması’’ adlı tez çalışması 21/07/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** Prof. Dr. Ahmet BALKAYA  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

### Jüri Üyeleri

**Başkan** Prof. Dr. Ahmet BALKAYA  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

**Üye** Doç. Dr. Şebnem KUŞVURAN  
Çankırı Karatekin Üniversitesi  
Kızılırmak Meslek Yüksekokulu  
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

**Üye** Dr. Öğr. Üyesi Dilek KANDEMİR  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Samsun Meslek Yüksekokulu  
Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü

**Yukarıdaki sonucu onaylarım. / /2020**

**Prof. Dr. Ali BOLAT**  
**Enstitü Müdürü**

## ETİK BEYAN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

.../.../2020

Rüveyda ÖZGEN

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

HİBRİT DOLMALIK BİBER (*C. annuum* var. *grossum*)  
KOMBİNASYONLARININ DÜŞÜK SICAKLIĞA TOLERANSLIK  
DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ VE SONBAHAR YETİŞTİRİCİLİĞİNE  
UYGUN ÇEŞİT ADAYLARININ SAPTANMASI

Rüveyda ÖZGEN

Ondokuz Mayıs Üniversitesi  
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü  
Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

Sebzelerde düşük sıcaklık zararı; büyüme, gelişme, verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli bir abiyotik stres faktörüdür. Örtüaltı sebze yetiştiriciliğinde düşük sıcaklıklar nedeniyle tür ve çeşitlere göre değişmekle birlikte verim ve kalite performansları yönünden önemli düzeyde azalışlar meydana gelmektedir. Bu çalışmada, melezleme ıslahı ile geliştirilen 28 hibrit dolmalık biber kombinasyonunun düşük sıcaklık testlemeleri ile dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi, köklenme düzeylerinin tespit edilmesi ve ısıtmasız serada sonbahar dönemi yetiştiriciliğinde meyve kalite ve verim özellikleri yönünden performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, düşük sıcaklık testlemeleri ile dolmalık biber genotiplerinin dayanıklılık düzeyleri belirlenmiştir. Buna göre, skala puanı 2.0'den düşük olan 16 genotipin düşük sıcaklığa tolerant olduğu tespit edilmiştir. Düşük sıcaklık testlemesi sonucunda tolerant olan dolmalık biber genotiplerinde, prolin ve MDA içeriklerinde artışlar olduğu saptanmıştır. Hibrit dolmalık biber kombinasyonlarının; hem serada ve hem de açıkta birçok kök parametresi yönünden, kontrol çeşide (Benino F<sub>1</sub>) göre daha iyi bir köklenme yapısına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada; ortalama toplam kök uzunluğu; 764.48 cm (HD-6) ile 1120.40 cm (HD-16), kök yüzey alanı 619.47 cm<sup>2</sup> (HD-9) ile 963.14 cm<sup>2</sup> (HD-26) ve kök hacmi ise 53.16 cm<sup>3</sup> (HD-18) ile 147.54 cm<sup>3</sup> (HD-27) arasında değişim göstermiştir. Çalışmanın son aşamasında; Samsun ekolojik koşullarında serada hibrit dolmalık biber genotiplerinin verim değerlerinin, 2560.5 kg/da (HD-16) ile 5102.5 kg/da (HD-8) arasında olduğu saptanmıştır. Araştırmada incelenen tüm parametreler birlikte değerlendirildiğinde; HD-4, HD-8 ve HD-24 genotiplerinin düşük sıcaklığa dayanıklı veya tolerant olduğu, sonbahar yetiştiriciliği için en uygun hibrit dolmalık biber çeşit adayları olduğu belirlenmiştir.

Temmuz 2020, 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: Biber, düşük sıcaklık stresi, sonbahar dönemi, sera, Samsun.

## ABSTRACT

Master's Thesis

### INVESTIGATION OF LOW TEMPERATURE TOLERANCE LEVELS OF HYBRID BELL PEPPER (*C. annuum* var. *grossum*) AND DETERMINATION OF VARIETY CANDIDATES FOR AUTUMN GROWING

Rüveyda ÖZGEN

Ondokuz Mayıs University  
Institute of Graduate Studies  
Department of Horticultural  
Supervisor: Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

Low temperature damage in vegetables; is an important abiotic stress factor that causes growth, development, yield and quality losses. In greenhouse vegetable cultivation, depending on the species and varieties due to low temperatures, significant decreases occur in terms of yield and quality performances. In this study, it was aimed to determine the resistance levels of 28 hybrid bell pepper combinations developed by hybridization breeding to low temperature, to identify the rooting levels and to compare their performance in terms of fruit quality and yield characteristics in the autumn unheated greenhouse. In the first stage of the study, resistance levels of bell pepper genotypes were determined by low temperature tests. Accordingly, 16 genotypes with a scale score of less than 2.0 were found to be tolerant to low temperature stress. As a result of low temperature testing, increases in proline and MDA contents were found in tolerant bell pepper genotypes. It was determined that hybrid combinations of hybrid bell pepper in both greenhouse and open field have a better rooting structure in terms of many root parameters compared to the control variety (Benino F<sub>1</sub>). In the study, the average total root length was between 764.48 cm (HD-6) and 1120.40 cm (HD-16), the root surface area was between 619.47 cm<sup>2</sup> (HD-9) and 963.14 cm<sup>2</sup> (HD-26) and the root volume was varied between 53.16 cm<sup>3</sup> (HD-18) and 147.54 cm<sup>3</sup> (HD-27). In the last stage of the study, it was determined that the yield values of hybrid bell pepper genotypes varied between 2560.5 kg/da (HD-16) and 5102.5 kg/da (HD-8) in the greenhouse in Samsun ecological conditions. When all the parameters examined in the research are evaluated together; It has been determined that HD-4, HD-8 and HD-24 genotypes are the most suitable hybrid bell pepper variety candidates for low temperature tolerant and resistant, autumn cultivation in unheated greenhouse.

July 2020, 86 pages

Key words: Pepper, low temperature stress, autumn period, greenhouse, Samsun

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Akademik eğitim sürecimin bir üst noktası olan yüksek lisans tez konumun belirlenmesi, hazırlanması ve yazım aşamalarında bilgi, deneyim, öneri ve görüşleriyle bana destek veren, maddi manevi her zaman yanımda olan kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Ahmet BALKAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitimim boyunca hep yanımda olan, ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Dilek KANDEMİR ve Dr. Hatice Şeyma SARIBAŞ'a çok teşekkür ederim. Tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini esirgemeyen hocam Dr. Onur KARAAĞAÇ'a çok teşekkür ederim.

Bu çalışmanın Üniversite-Sanayi iş birliğine örnek olmasına katkıda bulunan Genetika Tohum Tarım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. Müdürü Dr. Ahmet SEÇİM ve çalışanlarına, çalışmamın biyokimyasal analiz işlemlerinin yapılmasında bana yardımcı olan OMÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümüne teşekkür ederim.

Lisansüstü eğitimim boyunca arazi ve laboratuvar çalışmalarında beni bir an olsun yalnız bırakmayan ve benden dostluğunu esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Kübra TAŞ'a çok teşekkür ederim. Lisansüstü eğitimim sürecinde bana evinin kapılarını açan, manevi desteklerini esirgemeyen Bayram TAŞ ve ailesine çok teşekkür ederim. Çalışmam boyunca bana her türlü desteği gösteren Ziraat Yüksek Mühendisi Züleyha ŞEN'e ve Okan ŞEN'e, ayrıca emeği geçen diğer ekip arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Eğitim-öğretim yaşamım boyunca birçok fedakârlık göstererek beni destekleyen, bana güç veren ve her zorlukta yanımda olan anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim. Her zorlukta yanımda olan, manevi desteklerini esirgemeyen ablalarıma ve dostlarıma çok teşekkür ederim.

Temmuz 2020, Samsun

Rüveyda ÖZGEN

# İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	6
2.1. Biber Genotiplerinin Düşük Sıcaklık Stresine Dayanıklılık Düzeylerinin Belirlenmesi ve Düşük Sıcaklığa Dayanıklı Yeni Çeşitlerin Geliştirilmesine Yönelik Çalışmalar....	6
2.2. <i>Solanaceae</i> Familyasında Yer Alan Sebze Türlerinde Fenotipik Kök Yapıların ve Köklenme Özelliklerinin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar.....	14
2.3. Örtüaltı Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Uygulamaların Biber Çeşitlerinin Verim ve Kaliteleri Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	26
3.1. Materyal.....	26
3.2. Yöntem.....	29
3.2.1. Hibrit dolmalık biber kombinasyonlarının düşük sıcaklık testlemeleri ile dayanım düzeylerinin belirlenmesi.....	29
3.2.2. Hibrit dolmalık biber kombinasyonlarının düşük sıcaklık stresine dayanıklılığının biyokimyasal düzeyde incelenmesi.....	33
3.2.2.1. Hibrit dolmalık biber genotiplerine ait fidelerden biyokimyasal analizler için örneklerin alması.....	34
3.2.2.2. Malondialdehide (MDA) belirlenmesi.....	35
3.2.2.3. Prolin miktarının belirlenmesi.....	36
3.2.3. Hibrit dolmalık biber kombinasyonlarının kök anatomileri ve köklenme düzeylerinin belirlenmesi.....	37
3.2.4. Isıtmasız serada hibrit dolmalık biber genotiplerinin sonbahar dönemi yetiştiriciliği performanslarının belirlenmesi.....	39
3.2.4.1. Fenolojik özellikler.....	43
3.2.4.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde meyve özelliklerinin incelenmesi.....	43
3.2.4.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde verim performanslarının belirlenmesi.....	45
3.2.5. Verilerin analizi.....	46
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	47

4.1. Hibrit Dolmalık Biber Kombinasyonlarının Düşük Sıcaklık Testlemeleri ile Dayanıklılık Düzeylerinin Belirlenmesi.....	47
4.2. Hibrit Dolmalık Biber Kombinasyonlarının Düşük Sıcaklık Stresine Dayanıklılık Düzeylerinin Biyokimyasal Düzeyde İncelenmesi.....	49
4.2.1. Dolmalık biber genotiplerinin MDA içeriklerine ait sonuçlar.....	49
4.2.2. Dolmalık biber genotiplerinde düşük sıcaklık stresi ve kontrol uygulamalarında prolin miktarlarının değişimi.....	50
4.3. Hibrit Dolmalık Biber Kombinasyonlarının Kök Anatomileri ve Köklenme Düzeylerine Ait Sonuçlar.....	52
4.3.1. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin toplam kök uzunluğu değerleri.....	52
4.3.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde ortalama kök çapı değerlerinin değişimi.....	54
4.3.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde kök yüzey alanı değerleri.....	56
4.3.4. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde kök hacmi değerlerinin değişimi.....	58
4.3.5. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin köklerinde bulunan uç sayılarının değişimleri.....	59
4.3.6. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin köklerinde belirlenen dallanma sayılarının değişimi.....	61
4.3.7. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin köklerinde belirlenen kesişme sayıları yönünden değişimleri.....	63
4.3.8. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin kök kuru ağırlık değerleri.....	64
4.4. Hibrit Dolmalık Biber Genotiplerinin Serada Sonbahar Dönemi Yetiştiriciliğindeki Performanslarının Belirlenmesi.....	66
4.4.1. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde fenolojik özelliklere ait sonuçlar.....	66
4.4.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin meyve özelliklerine ait sonuçlar.....	68
4.4.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin serada sonbahar yetiştiriciliğinde verimlilik performanslarının karşılaştırılması.....	73
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	76
KAYNAKLAR.....	80
ÖZGEÇMİŞ.....	

## SİMGELER VE KISALTMALAR

### SİMGELER VE KISALTMALAR

cm	Santimetre
cm <sup>2</sup>	Santimetrekare
cm <sup>3</sup>	Santimetreküp
g	Gram
mm	Milimetre
kg	Kilogram
ha	Hektar
kg/da	Kilogram/dekar
ton/da	Ton/dekar
ton/ha	Ton/hektar
°C	Sıcaklık Ölçü Birimi
CAT	Katalaz
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Hidrojen Peroksit
MDA	Maleondialdehit
pH	Hidrojen Potansiyeli
POD	Peroksidaz
RNS	Reaktif Nitrojen
ROS	Reaktif Oksijen
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
SÇKM	Suda Çözünür Kuru Madde
SOD	Superoksit Dismutaz

## ŞEKİLLER DİZİNİ

- Şekil 3.1. Meyve verim ve kalite özellikleri yönünden seleksiyonla seçilen ve melezleme ıslahı programında anne ebeveyn olarak kullanılan dolmalık biber genotiplerinin görünüşleri..... 27
- Şekil 3.2. Düşük sıcaklığa tolerant veya dayanıklı olan ve melezleme programında baba ebeveyn olarak kullanılan dolmalık biber genotiplerinin görünüşleri.....28
- Şekil 3.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerine ait fidelerin genel görünüşleri.....30
- Şekil 3.4. Düşük sıcaklık testleme çalışmasının yürütüldüğü iklim odasının dıştan genel görünüşü.....30
- Şekil 3.5. Düşük sıcaklık testleme çalışmasının yürütüldüğü iklim odasında hibrit dolmalık biber fidelerinin genel görünüşü.....31
- Şekil 3.6. Sıcaklık kontrollü serada bekletilen hibrit dolmalık biber fidelerinin görünüşleri.....31
- Şekil 3.7. Düşük sıcaklık testleme çalışmasının yürütüldüğü iklim odasında, soğuk stresine maruz bırakılmış hibrit dolmalık biber fidelerinin 4. günün sonundaki görünüşleri.....32
- Şekil 3.8. Stres uygulamasından sonra 5 gün bekletilen dolmalık biber fidelerinin genel görünüşleri.....32
- Şekil 3.9. Düşük sıcaklık stresi sonrasında 0-4 skalasına göre biber bitkilerinin değerlendirilmesi (0= Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri), 1=Büyümede yavaşlama ve az oranda solgunluk (kontrol bitkilerine göre), 2=Yapraklarda solgunluk ve sararma, 3=Yapraklarda kuruma, 4= ölü bitki).....33
- Şekil 3.10. Dolmalık biber genotiplerine ait fidelerden biyokimyasal analizler için örnek alma aşamaları (a. 4. günün sonunda iklim odasından çıkarılan bitkilerin genel görünüşü, b. Bitkilerin yaprak ve gövde kısımlarından örneklerin alınması, c. Analizler için uygun ağırlıkların belirlenmesi, d. ve e. Tartılan örneklerin sıvı azotla muamele edilmesi, f. Örnekler -80 °C’de muhafaza edilmiştir).....34
- Şekil 3.11. Malondialdehide (MDA) lipid peroksidaz aktivitesinin tespit edilmesinde uygulanan aşamalar ( a. -80 °C’den çıkarılan örnekler, b. ve c. Örnekler %10 luk 10 µl trikloroasetik asit (TCA) eklenerek havanda ezilerek homojenize edilmesi, d. Homojenat karışımın santrifüjlenmesi, e. Karışım çözeltisi 100 °C su banyosunda inkübe edilmesi).....35
- Şekil 3.12. Malondialdehide (MDA) lipid peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi için uygulanan aşamalar (a. ve b. Elde edilen süpernatantın spektrofotometrik ölçüme hazırlanması, c. Bilgisayar ile lipid peroksidlerinin konsantrasyonu geçirgenlik katsayısı kullanılarak MDA içeriğinin tayin edilerek belirlenmesi).....36
- Şekil 3.13. Kök anatomilerinin incelenmesi amacıyla 40 gün süre ile serada ve açıkta yetiştirilmiş olan hibrit dolmalık biber genotiplerinin genel görünüşleri....37
- Şekil 3.14. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde kök analizinin yapılaş aşamaları (a. Kökün yıkanması, b.Kökün pens ile temizlenmesi, c. Kökün tarama işlemine hazırlanması, d. Kökün WinRhizo tarayıcıya yerleştirilmesi ve bilgisayarda taranması).....38

Şekil 3.15. Dolmalık biber fidelerinin dikim işlemi ve bitkilerin genel görünümleri.....	39
Şekil 3.16. 2018 yılında çalışmanın yürütüldüğü sera deneme alanına ait (Eylül-Aralık) sıcaklık değerlerinin günlük değişimleri.....	40
Şekil 3.17. 2018 yılında Çalışmaların yürütüldüğü sera deneme alanına ait (Eylül-Aralık) oransal nem değerlerinin günlük değişimleri.....	41
Şekil 3.18. Araştırma ve uygulama serasında yapılan kültürel işlemler (a. Bitkileri askıya alma işlemi, b. Gübreleme işlemlerinin yapılması, c. Hastalık ve zararlılara karşı ilaçlamaların yapılması).....	43
Şekil 3.19. Meyve boyutlarının belirlenmesi (a. Meyve boyu, b. Meyve eni, c. Meyve sap uzunluğu).....	44
Şekil 3.20. Dolmalık biber genotiplerinde Minolta Chronometre renk skalasına göre meyve renklerinin belirlenmesi.....	44
Şekil 3.21. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde meyve eti kalınlığının ölçülmesi.....	45
Şekil 3.22. Sera denemesinde yer alan dolmalık biber genotiplerinde verim özelliklerinin belirlenmesi (a. Seradaki dolmalık biber bitkilerinin hasat edilmeden önceki genel görünümleri. b. Hasat dönemi içinde her bitkiden hasat edilen meyvelerin toplam ağırlığı terazi yardımı ile belirlenmiştir.).....	46
Şekil 4.1. Dolmalık biber genotiplerinin düşük sıcaklığa dayanım düzeylerine ait ortalama skala değerleri (puan).....	48
Şekil 4.2. Düşük sıcaklık ve kontrol uygulamalarında dolmalık biber genotiplerinin prolin içeriklerine ait sonuçlar.....	51
Şekil 4.3. Dolmalık biber genotiplerinde meyve kuru madde miktarı (g) değerleri.....	72
Şekil 4.4. Dolmalık biber genotiplerinin meyvede et kalınlığı (mm) sonuçları.....	73

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Düşük sıcaklığa dayanıklı dolmalık biber genotiplerinin oluşturulmasına yönelik oluşturulan tür içi melez kombinasyonlarına ait kayıt bilgileri.....	28
Çizelge 3.2. Dolmalık biber genotiplerinin düşük sıcaklığa dayanım düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan 0-4 skalası.....	33
Çizelge 3.3. Çalışmaların yürütüldüğü sera deneme alanına ait toprak analiz sonuçları.....	42
Çizelge 4.1. Dolmalık biber genotiplerinin MDA içerikleri (nmole/ g <sup>-1</sup> FW).....	49
Çizelge 4.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde fide dikiminden itibaren 40. gün sonunda toplam kök uzunluğu (cm) değerlerinin değişimi.....	53
Çizelge 4.3. Dolmalık biber genotiplerinde ortalama kök çapı (mm) değerlerinin değişimi.....	54
Çizelge 4.4. Dolmalık biber genotiplerinin toplam kök yüzey alanına ait değişimleri (cm <sup>2</sup> ).....	56
Çizelge 4.5. Dolmalık biber genotiplerinin arazi ve sera koşullarında 40. gün sonunda ölçülen kök hacmi (cm <sup>3</sup> ) değerlerinin değişimleri.....	58
Çizelge 4.6. Dolmalık biber genotiplerinde toplam kök uç sayılarının (adet) değişimi.....	60
Çizelge 4.7. Dolmalık biber genotiplerinin toplam kök dallanma sayıları (adet) yönünden değişimleri.....	61
Çizelge 4.8. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin fide dikiminden itibaren 40. gün sonunda toplam kök kesişme sayıları yönünden değişimleri (adet).....	63
Çizelge 4.9. Dolmalık biber genotiplerinde fide dikim zamanı ve 40. gün sonunda kök kuru ağırlıklarına (g) ait sonuçlar.....	64
Çizelge 4.10. Dolmalık biber genotiplerinde ilk çiçeklenme (gün) ve ilk hasat süreleri (gün) ile hasat periyotları (gün).....	66
Çizelge 4.11. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin ortalama meyve uzunluğu, meyve sap uzunluğu ve meyve şekil indeksine ait sonuçlar.....	68
Çizelge 4.12. Dolmalık biber genotiplerinde meyve kabuk renkleri ve dijital olarak L, a, b değerlerine ait sonuçlar.....	70
Çizelge 4.13. Dolmalık biber genotiplerinin verim unsurlarına ait sonuçlar.....	74

## 1. GİRİŞ

Biber (*Capsicum annuum*), ülkemizde ve dünyanın birçok farklı bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen ve değişik şekillerde tüketime sunulan önemli bir sebze türüdür. *Capsicum annuum* türü, *Solanaceae* familyasında ve *Capsicum* cinsi içerisinde yer almaktadır. *Capsicum* türleri, tüm tropik ve subtropik iklimlerde yetiştirilebildiği gibi ılıman iklim kuşağında da yaygın olarak yetiştirilmektedir (Eşiyok, 2012). Biber; taze olarak tüketildiği gibi, kurutulmuş (pul, toz vb.) ve işlenmiş (sos, salça vb.) olarak da değerlendirilmektedir. Ayrıca günümüzde farmakoloji ve kozmetik sanayinde de yaygın bir kullanım alanı bulunmaktadır (Karaağaç, 2004; Şalk vd, 2008; Eşiyok, 2012).

*Capsicum* türleri, günümüzde çeşit ıslah çalışmalarının artması sonucunda hem açık tarla ve hem de örtüaltı biber yetiştiriciliği için geliştirilen birçok ürün segmentini (sivri, çarliston, dolmalık, kapyra, köy biberi vb.) kapsamaktadır. *Solanaceae* familyasının üyesi olan biber insanlar için birçok temel besin kaynaklarını içermesi bakımından önemli bir sebze türüdür. Özellikle C vitamini (120-160 mg/100 g), kalsiyum içeriği (7-11 g/100) yönünden dikkat çekicidir (Binbir, 2010). 100 g taze yeşil tatlı biberde, 29 kalori, 1.1 g protein, 0.2 g yağ, 92.6 g su, 4.2 g karbonhidrat ve 1.4 g selüloz bulunmaktadır (Keleş, 2007). Ayrıca, bazı biber çeşitleri güçlü fizyolojik ve farmakolojik özelliklere sahip olan fenolik türevi bir bileşik olan kapsaisin alkoloidini de içermektedirler (Topuz ve Özdemir, 2007).

Dünya biber üretim miktarı, toplam 36.771.842 tondur. Bu üretim miktarı, 1.990.423 ha alanda yapılan yetiştiricilik ile gerçekleştirilmektedir (FAO, 2018). Ülkelere göre toplam biber üretim değerleri karşılaştırıldığında; Türkiye toplam 2.554.974 ton taze biber üretim miktarı ile Çin (18.214.018 ton) ve Meksika'dan (3.379.289 ton) sonra dünyada üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2018). Ülkemizde ürün segmentlerine göre biber üretim miktarı değerlerini incelediğimizde; ilk sırayı 1.234.423 ton ile kapyra biberin aldığı belirlenmiştir. Bu değeri, 902.203 ton ile sivri biber, 371.918 ton üretim miktarı ile dolmalık biber ve 99.390 ton ile çarliston biber grubu izlemiştir (TUİK, 2019).

Günümüzde tarımsal üretimde kullanılan modern teknik ve uygulamaların önemli düzeylerde gelişmiş olmasına rağmen, biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin

etkisiyle tarımda halen önemli düzeylerde verim ve kalite kayıpları meydana gelmektedir. Abiyotik stres faktörlerinden birisi olan sıcaklık, yüksek ya da düşük sıcaklık şeklinde bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir (Büyük vd, 2012). Düşük sıcaklık stresine karşı bitkiler, gelişme dönemlerine göre farklı tepkiler vermekte, verimlilikleri azalmakta ve ürün kalite ve kantitelerinde önemli düzeyde kayıplar meydana gelmektedir. Bilhassa bünyelerinin önemli bir kısmı su olan sebze yetiştiriciliğinde, bu durum daha büyük bir tehdit olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sebzelerde düşük sıcaklık zararı; bitki büyümesi, verim ve kaliteyi sınırlandıran en önemli abiyotik stres faktörlerinden birisi olup sınırlı iklim koşulları ve dönemlerinde yetiştiricilik yapılmasına neden olmaktadır. Düşük sıcaklık stresine dayanıklılık yönünden bitki türleri arasında çeşit düzeyinde önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda hem klasik çeşit ıslah çalışmalarında ve hem de fizyolojik ve moleküler düzeydeki temel araştırmalarda düşük sıcaklık stresine tolerant yeni genotiplerin geliştirilmesi ve tolerantlıkta rol alan mekanizmaların belirlenmesine yönelik bilimsel çalışmalara daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Günümüzde dayanıklılık ıslah programları ile düşük sıcaklığa tolerant yeni genotiplerin geliştirilmesi ve ticari olarak tohum üretimlerinin gerçekleştirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Ülkemizde bu içerikte yürütülen sebze çeşit ıslah programlarının sayıları son yıllarda artmaya başlamıştır.

Birçok sebze türü, düşük sıcaklığa hassas olmaları nedeniyle yıl içerisinde dar bir zaman aralığında yetiştirilebilmektedir. Bu durum arz fazlalığı nedeniyle üreticilerin karlılık düzeylerinin düşmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra tüketicilerin normal yetiştirme sezonu dışındaki sebze taleplerinin karşılanabilmesi amacıyla, ısıtma ile örtüaltında üretim yaptıkları zaman ürün maliyetleri daha fazla artış göstermektedir. Diğer önemli husus ise üreticilerin düşük sıcaklık şartlarında bitkileri daha iyi geliştirmek için insan sağlığına ve çevreye zarar verme ihtimali olan ilave kimyasal ve büyümeyi düzenleyici maddeleri kullanmasıdır. Belirtilen bu nedenlerden dolayı, ülkemizde düşük sıcaklığa tolerant yani sebze çeşitlerinin ıslahına yönelik programların oluşturulmasına ihtiyaç vardır. Bu ıslah programları sayesinde, düşük sıcaklığa tolerant yerli biber çeşitlerinin geliştirilmesi ile hem biber tohumluk ithalatı azalacak ve hem de ısıtma masrafı olmadan veya çok az bir masrafla dayanıklı çeşit kullanımı ile daha ucuza ve geniş bir üretim periyodunda (kış döneminde de) biber yetiştiriciliği yapılabilecektir.

Bitkilerde düşük sıcaklıklarda meydana gelen zararlanmalar, birçok faktöre bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlar; bitkinin genotipik yapısı, bitki bünyesindeki içsel maddeler ve biyokimyasal değişimler, düşük sıcaklığın derecesi, düşük sıcaklığın ortaya çıkış zamanı, sıcaklığın düşüş hızı, bitkiye uygulanan kültürel uygulamalar şeklinde sıralanabilir. Bu faktörlerin her birinin düşük sıcaklığa dayanım mekanizmasında ayrı bir fizyolojik önemi vardır. Bu faktörler çoğu zaman karşılıklı olarak etkileşerek bitkinin soğuğa dayanımını sağlamakta veya duyarlılığını artırmaktadır (Eriş, 1985; Günay, 1992).

Düşük sıcaklık stresine dayanıklılık yönünden bitki türleri arasında genotipik düzeyde farklılıklar bulunmaktadır. Bazı genotipler; hücre membranlarının lipid bileşimlerinde, çözülebilir maddelerde, bitki besin elementlerinde ve protein miktarlarında değişimler gerçekleştirerek ya da antioksidant enzim sistemlerini aktive ederek düşük sıcaklık sürecine karşı toleranslık sağlayabilmektedirler (Turan ve Ekmekçi, 2008). Düşük sıcaklık koşullarında, bitkide morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal olarak birçok değişimler meydana gelmektedir. Bitkilerde turgor kaybı ile stoma kontrolünde bozulma, büyümede yavaşlama, rozet oluşumu, absisik asit (ABA) miktarında artış, membran lipid kompozisyonunda değişim, prolin ve çözülebilir karbonhidratların birikimi ve antioksidant enzimlerin aktivitelerinde önemli düzeyde artışlar ortaya çıkmaktadır (Takabe vd, 2006; Zhao ve Zhang, 2006; Tuteja ve Islam, 2012). Fotosentez sırasında absorbe edilen ışık enerjisi, düşük sıcaklık stresinde CO<sub>2</sub> indirgenmesinde kullanılamamakta ve birikime uğramaktadır. Bu biriken elektron ve enerji, CO<sub>2</sub> yerine toksik etkinliği çok yüksek olan O<sub>2</sub> radikallerine dönüşmektedir. O<sub>2</sub> radikalleri, önemli hücre komponentlerinin parçalanmasını katalize etmektedir. Bitkiler, O<sub>2</sub> radikallerine karşı enzimatik antioksidant savunma mekanizmalarına sahiptir (Çakmak vd, 1994). Bu mekanizmalardan süperoksit dismutaz (SOD), O<sub>2</sub>'ni H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'e dönüştürmektedir. Bu şekilde süperoksit daha düşük bir konsantrasyona indirgenmiş olmaktadır. Askorbat peroksidaz, katalaz ve glutatyon redüktaz ise H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>'i parçalamaktadır. Bu mekanizmaların etkinliği, bitki tür ve genotiplerine göre değişiklik göstermekte ve dolayısıyla oksidatif stres faktörlerinden farklı şekilde etkilenmektedirler (Zhao ve Zhang, 2006).

Nüfus yoğunluğunun gittikçe artması sebebiyle gelecekte besin sıkıntılarının yaşanabileceği dünyamızda, strese bağlı ürün kayıplarının azaltılması büyük önem

kazanmıştır. Bu amaçla gelişen teknolojik gelişmeler ışığında; özellikle stres faktörlerine dayanıklı bitki türlerindeki savunma mekanizmalarının anlaşılması, ürün kayıplarının en aza indirilmesinde oldukça önemli bir adım olabilecektir (Büyük vd, 2012). Bu nedenle, çeşit dayanıklılık ıslah programları ile düşük sıcaklık stresine dayanıklı genotiplerin belirlenmesi, tolerans mekanizmalarının açıklanması, dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması ve diğer türlere dayanıklılığın aktarılmasına yönelik araştırmaların yapılması büyük bir önem taşımaktadır.

Biber bitkisi, büyüme ve gelişme sırasında sıcaklığa çok fazla ihtiyaç duymaktadır. Bir sıcak iklim sebzesi olarak biberin büyüme ve gelişmesi, 25-30 °C arasındaki sıcaklıklarda optimum olarak meydana gelmektedir (Wien, 1997). Örtüaltı biber yetiştiriciliğinde başlangıçta seralardaki hava sıcaklığı geceleri yaklaşık 18-20 °C iken, yetiştiricilikte kritik dönem olan Aralık-Ocak-Şubat aylarında ise 4 °C'ye kadar düşmektedir (Abak, 1995). Kış aylarında seraların ısıtılması üretim maliyetini artırdığından, ülkemizdeki seralarda biber yetiştiriciliği don tehlikesinin olduğu çok soğuk günler dışında ısıtmasız olarak yapılmaktadır. Düşük gece sıcaklıkları, biber fidelerinde kalın ve küçük yaprakların oluşmasına ve bitkilerin daha kısa boylu olarak gelişmesine neden olmaktadır (Sánchez vd, 2015). Biber bitkilerinde düşük sıcaklık (14 °C ve altı) ve düşük ışık yoğunluğu nedeniyle dişi organların işlevi bozulmakta, yeterli miktarda çiçek tozu oluşmamakta, oluşan çiçek tozlarının ise canlılıkları düşmekte ve çimlenme yetenekleri azalmaktadır (Keleş, 2007). Polen deformasyonları, meyve iriliği ve kalitesinde kayıplar meydana getirmektedir (Eti, 1996). Bu ise halk arasında "takoz meyve" olarak bilinen küçük ve sert meyve oluşumudur. Bu durumda toplam verim ve ürün kalitesinde önemli düzeyde azalışlar meydana gelmektedir (George, 1985). Biber bitkilerinde, genel olarak 16 °C'nin altındaki sıcaklıklarda meyve tutumu gerçekleşmemekte ve bunun sonucunda verim potansiyeli düşmeye başlamaktadır (Şalk vd, 2008). İyi bir meyve tutumu için çiçeklenme aşamasında gece sıcaklığının 15 °C'nin altına düşmemesi gerekmektedir. Gece sıcaklığı düşük olduğunda, partenokarpik biber meyveleri meydana gelmektedir. Ortam sıcaklığı 5 °C'nin altına düştüğünde ve ısıtma yapılmadığı takdirde, bitkilerin hayati fonksiyonları belirgin olarak azalışlar göstermektedir. Ayrıca, 0 °C'nin altındaki uzun süreli soğuklarda biber yetiştiriciliğinde bitki ölümleri ile karşılaşmaktadır. Biberde biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklılıkta, çeşit performansını etkileyen en önemli kriterlerden birisi de bitkilerin

kök yapısıdır. Biber (*C. annuum*) orta derinlikte kök sistemine sahip bir bitkidir. Kazık kök 10-15 cm kadar geliştikten sonra üzerinde yan köklerin oluşumu meydana gelmektedir. Yan köklerin hızlı bir şekilde gelişim göstermesi kazık kökü bastırmaktadır. Ayrıca yan köklerin üzerinde çok sayıda, narin yapıda kılcal kökler oluşmaktadır. Saçak köklerin büyük kısmı toprağın ilk 10-30 cm derinliğinde bulunurken, bazı kökler hafif ve kumlu topraklarda 80-100 cm derinliğe kadar inebilmektedir (Şalk vd, 2008). Bitkilerde kök mimarisi; bitkinin büyüme hızı, verim, stres faktörlerine dayanıklılık, besin alımı ve çevresel değişimlere adaptasyon sağlaması açısından önemli bir unsurdur. Son yıllarda çeşit ıslahı çalışmalarında, kök sistemi güçlü, su ve besin alım kapasitesi yüksek olan yeni çeşitlerin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Poligenik varyasyona sahip kök yapılarının, çeşit ıslah programlarında daha iyi incelenmesi ve buna göre seleksiyonlarının yapılması gerekmektedir (Schiefelbein ve Benfey, 1991; Koevoets vd, 2016; Sarıbaş vd, 2019, Karaağaç vd, 2020). Ancak, toprak altında olan kök yapısının incelenmesi, toprak üstü organlarına göre oldukça zordur. Bu nedenle, kökün fenotipik özelliklerine göre yapılan seleksiyon çalışmalarının sayıları oldukça azdır (Schwarz vd, 2010; Sarıbaş vd, 2019). Günümüzde gelişen dijital görüntüleme sistemlerinden yararlanılarak kök yapıları hakkında detaylı incelemeler yapılabilmektedir (Paez-Garcia vd, 2015). Abiyotik stres faktörlerinin etkisi, küresel iklim değişikliği, su ve besin maddelerinin azalması nedeniyle bitkilerde ürün verim değerleri gittikçe azalmaktadır. Bu faktörlerin verim üzerindeki olumsuz etkisini en aza indirmenin yolu, bitkinin kök mimarisinin toprakta su ve besin alımını optimize eden köklerin yeterli miktarda dağılışıyla sağlanmasıdır (Dorlodot vd, 2007).

Tez çalışması; Üniversite ve Özel Sektör İş Birliği kapsamında ülkemizin yerli dolmalık biber genetik kaynaklarını kullanılarak düşük sıcaklığa tolerant, kış dönemi biber yetiştiriciliği için uygun niteliklere sahip yerli biber çeşit adaylarının geliştirilmesine yönelik yürütülen hibrit çeşit ıslah programının ilk aşamasını oluşturmaktadır. Araştırmada; Genetika Tohumculuk Firması tarafından melezleme ıslahı ile geliştirilen 28 adet dolmalık biber melez kombinasyonunun düşük sıcaklık testlemeleri ile dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi, hibrit çeşit adaylarının kök anatomileri ve köklenme düzeylerinin ayrıntılı olarak tespit edilmesi ve Samsun ekolojik koşullarında ısıtmasız serada sonbahar dönemi yetiştiriciliğinde verim ve meyve kalite özellikleri yönünden performanslarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Biber Genotiplerinin Düşük Sıcaklık Stresine Dayanıklılık Düzeylerinin Belirlenmesi ve Düşük Sıcaklığa Dayanıklı Yeni Çeşitlerin Geliştirilmesine Yönelik Çalışmalar

Çevre şartlarının bir bitkinin normal büyüme ve gelişmesini olumsuz yönde etkileyecek kadar değişmesi halinde bitkide meydana gelen duruma genel olarak stres denir (Büyük vd, 2012). Günümüzde tarımsal üretimde kullanılan teknik ve uygulamaların gelişmesine rağmen, biyotik ve abiyotik stres faktörlerinin etkisiyle tarımda halen önemli düzeylerde verim ve kalite kayıpları meydana gelmektedir. Bitkilerde toplam veriminin % 50' den fazla azalmasına neden olan abiyotik stres faktörleri, dünyadaki tarımsal ürün kayıplarının en önemli nedenleridir (Bray vd, 2000). Stres koşullarıyla mücadelede; geleneksel ıslah metotları, biyoteknolojik yaklaşımlar, moleküler markör ve transgenik teknolojilerin kullanımı ile dayanıklı tür, çeşit veya genotiplerin geliştirilmesi bitkisel üretimde en etkin çözüm yolları arasındadır. Dünya'da ve ülkemizde biber genotiplerinde düşük sıcaklık stresine dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesi ve düşük sıcaklığa dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi üzerine yapılmış olan bazı çalışmalar kronolojik olarak aşağıda sunulmuştur.

Gerson ve Honma (1978), biber tohumlarının çıkış (sürme) performansları üzerine düşük toprak sıcaklıklarının etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, farklı *Capsicum* türlerini temsil eden 105 adet biber çeşidinin serada 13 °C, 16 °C ve 18 °C'de sabit sıcaklıklarda çıkış oranları belirlenmiştir. Düşük sıcaklıklarda çıkış değerlerinin belirlenmesi amacıyla hesaplanan çıkış indeksi değerinin, *Capsicum* biber türleri ve çeşitlerinin sınıflandırılmasında kullanılabileceği bildirilmiştir. Araştırma sonucunda, *C. annuum* türünde biber çeşitleri arasında en düşük ve en yüksek çıkış indeks değerleri yönünden belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca denemede incelenen tüm sıcaklıklarda, en düşük çıkış indeksinin *C. baccatum* var. *pendulum* türüne ait biber çeşitlerinde olduğu belirlenmiştir.

Rylski ve Spigelman (1982), tatlı biberde meyve tutumu üzerine farklı günlük sıcaklık kombinasyonlarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, Ma'or biber çeşidi

kullanılmıştır. Denemenin ilk aşaması, Mart- Mayıs aylarında kontrollü serada (12 saat) 15 °C, 18 °C, 21 °C ve 24 °C ( $\pm 1$ ) gece sıcaklıkları ile 24 °C ( $\pm 1$ ) gündüz sıcaklığında gerçekleştirilmiştir. Temmuz-Ağustos aylarında yürütülen ikinci denemede ise ilk olarak test edilen sıcaklıklar 22 °C, 25 °C ve 28 °C (12 saat) ve günde 4-4-4 saat aralıklarla olacak şekilde 28 °C, 32 °C ve 28 °C ( $\pm 1$ ) olarak ayarlanmıştır. Gece sıcaklıkları, tüm farklı gündüz sıcaklıklarında 18 °C ( $\pm 1$ ) olarak sabit tutulmuştur. Tüm yetiştirme odalarında, oransal nem değerleri gündüz %65-75 ve gece %75-85 olarak ayarlanmıştır. Araştırma sonuçları, gece ortam sıcaklıklarının genel olarak biber bitkisinin büyümesini ve meyve verimini etkilediğini göstermiştir. En yüksek meyve tutumu, en düşük gece sıcaklık uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek gece sıcaklıklarında ise bitkilerde belirgin düzeylerde çiçek dökümlerine neden olduğu belirlenmiştir. Gece sıcaklıkları, 18 °C veya 21 °C'de olduğunda çiçek dökümlerinde artışa neden olmuştur. Daha düşük gece sıcaklıkları ise meyvelerin yüksek oranlarda sertleşmesini sağlamış ve aynı zamanda normal meyve gelişmesini engellemiştir. Ayrıca, partenokarpik meyveler oluşmuş ve meyve şeklinde çeşitli deformasyonların olduğu tespit edilmiştir. Araştırmacılar, biberde yüksek meyve verimi elde etmenin tek yolunun, fide dikim tarihlerinin, gece sıcaklıklarının çok yüksek olmadığı, ancak çiçeklenme ve meyve oluşumu için uygun sıcaklıklarda olduğu dönemde yapılmasını tavsiye etmişlerdir.

Polowick ve Sawhney (1985), farklı sıcaklık uygulamalarının biberde (*Capsicum annuum* L.) çiçek ve meyve gelişmesi ile erkek kısırlığı üzerine olan etkilerini ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Çalışmada biber fideleri; yüksek sıcaklık (28 °C/23 °C), normal (23 °C/18 °C) ve düşük sıcaklık (18 °C/15 °C) olmak üzere üç farklı gündüz /gece sıcaklık ortamında yetiştirilmiştir. Her bir biber çiçeğinde, taç yaprakları ve çiçek sayıları, çiçeklerdeki erkek organ uzunlukları, yumurtalık çapı, yaprak veya diğer organlarında herhangi bir anormallik olup olmadığına bakılmıştır. Farklı sıcaklık uygulamalarının, çanak yaprak gelişimi üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir. Düşük sıcaklıkta yetiştirilen bitkilerin çiçeklerinde taç yapraklarında kıvrılmaların meydana geldiği belirtilmiştir. Düşük sıcaklıklar, dişi organın anormal olarak gelişmesine ve yumurtalık borusunun daha kısa gelişmesine neden olmuştur. Dişi organda ovaryum büyüklüğü, normal sıcaklıkta ve yüksek sıcaklıkta yetiştirilen bitkilerin çiçeklerindeki ovaryumlardan daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Düşük sıcaklıklar, erkek organların anterlerinde anormal olarak

gelişen ya da polenlerin fertil olmamasına neden olmuştur. Bu durumda çiçeklerin fonksiyonel olarak erkek kısır olabileceği belirtilmiştir. Normal ve yüksek sıcaklıklarda ise anterler bol miktarda polen üretmiştir. Üç sıcaklık rejimi altında yetiştirilen biber meyvelerinde, belirgin farklılıklar olduğu saptanmıştır. Yüksek sıcaklık altında yetiştirilen meyvelerin en yüksek ağırlığa sahip olduğu, buna karşın düşük sıcaklık altında yetiştirilen meyvelerin ise en düşük ağırlıklara sahip olduğu belirlenmiştir. Düşük sıcaklık rejimi altında oluşan tohumluk meyvelerin, daha küçük ve çekirdeksiz meyveler oluşturduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar; biber yetiştiriciliğinde, sıcaklık koşullarının, çiçek ve meyve gelişmesini yüksek düzeyde etkilediğini belirtmişlerdir.

Bakker (1989), serada yetiştirilen Delphin biber çeşidinde çiçeklenme, meyve tutumu ve meyve gelişmesi üzerine sıcaklığın etkilerini araştırmıştır. Çalışmada; Aralık ayının başından Nisan ayının ortasına kadar geçen dönemde, 12 farklı gündüz/gece sıcaklık uygulaması (16/15 °C, 16/21 °C, 20/12 °C, 20/15 °C, 20/18 °C, 20/21 °C, 24/12 °C, 24/15 °C, 24/18 °C, 24/21 °C, 28/15 °C ve 28/21 °C) yapılmıştır. Bitki başına toplam çiçek sayısı ve meyve tutum oranları, gündüz /gece sıcaklıklarındaki değişime bağlı olarak önemli düzeylerde farklılıklar göstermiştir. Farklı gündüz/gece sıcaklık uygulamalarının; meyve sayısı/bitki, yaprak alanı/ meyve sayısı (cm<sup>2</sup>/meyve), meyve uzunluğu (cm), perikarp kalınlığı (mm), meyve uzunluk/ meyve çapı oranı, meyvelerin toplam büyüme periyodu (gün) üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Çiçeklenmeden meyve hasatına kadar olan dönemde, toplam meyve büyüme periyodu için gerekli sıcaklık katsayısının 1.5 ile 1.9 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Kato (1989), serada turfanda biber yetiştiriciliğinde çiçeklenme ve dölleme üzerine sıcaklığın etkisini incelemiştir. Araştırmacı, küçük biber çeşitlerinin serada 18 °C gece sıcaklığında yetiştirildiğinde satışa sunulamayan çekirdeksiz ve küçük meyveler oluşturduğunu bildirmiştir. Ticari üretimde küçük meyveli çeşitlerin, 23 °C gece sıcaklığında en iyi yetiştirildiği belirtilmiştir. Araştırma sonucunda, serada 18 °C'de çiçeklenme ile ilgili olarak uzun meyveli çeşitlerin bitkilerinde anterlerin sabah saatlerinde açılırken küçük meyveli çeşitlerin çiçeklerinde anter açılmasının öğleden sonra başladığı ve saat 16.00'ya kadar ancak tamamlandığı bildirilmiştir. Çalışmada, kısa meyveli çeşitlerin bitkilerinde polen dökülmesinin uzun meyveli bitkilere göre daha az olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda; kısa ve uzun

meyveli bitkilerinin dölllenmesini arttırmak için polen miktarının artırılmasının gerektiği ve yapay tozlanma veya bombus arıları kullanılarak ürün verimliliğinin artırılabilceği önerilmiştir.

Zhirong ve Guoyi (1994), soğuga duyarlı iki farklı biber çeşidinin fidelerinin koruyucu enzim aktivitelerindeki, MDA içerikleri ve plazma zarı geçirgenliklerindeki değişimleri karşılaştırmışlardır. Sıcaklık düştükçe plazma zarının geçirgenliği ve MDA içeriği artmıştır. Her iki çeşitte de CAT aktivitesi azalmış ve buna karşın SOD hem de POD aktiviteleri artmıştır. Plazma zarı geçirgenliği ile MDA içeriği, SOD ve POD aktiviteleri arasında pozitif; CAT aktivitesiyle ise negatif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Düşük sıcaklık uygulaması uzadıkça her iki çeşitte de plazma zarı geçirgenliği, MDA içeriği ve POD aktivitesi artarken, SOD ve CAT aktiviteleri azalmıştır. Soğuga daha az duyarlı olan Xiza No 7 çeşidinin, yüksek koruma enzim aktivitesini sürdürdüğü ve MDA içeriğinin düşük olduğu belirlenmiştir.

Sayalan (1995), bazı biber genotipleri (*C. annuum* ve *C. baccatum* var. *pendulum*) ile ülkemizdeki standart biber çeşitlerinin (*C. annuum*) düşük sıcaklık koşullarında tohum çimlenmesi, vegetatif ve generatif gelişme performanslarını araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Deneme; cam serada kış yetiştiriciliği şeklinde kurulmuş; gövde çapı artışı, bitki boyu gelişimi, yaprak oluşum hızı, ilk çiçeklenme süresi, %50 çiçeklenme süresi, partenokarpik meyve oranı gibi bazı kriterler incelenmiştir. Laboratuvar koşullarında yapılan denemelerde, farklı genotip ve çeşitlerin tohumları sırasıyla 25 °C, 22 °C, 19 °C, 16 °C ve 13 °C olmak üzere beş farklı sabit sıcaklık düzeyinde çimlendirilerek tohum çimlenme oranı ve çimlenme süreleri saptanmıştır. Araştırma sonucunda; serada düşük sıcaklıkta en erken çiçeklenme ve çiçek tozu verimliliğinin Glace çeşidinde, en yüksek meyve tutumunun Demre çeşidinde ve en iyi bitki gelişiminin ise Nana çeşidinde olduğu saptanmıştır. Bu çeşitlerin, diğer genotip ve çeşitlere göre düşük sıcaklığa daha toleranslı oldukları bildirilmiştir.

Si ve Heins (1996), biber fidesi yetiştiriciliğinde gece ve gündüz sıcaklıklarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, Giant No: 4 biber çeşidine ait 14 °C'den 26 °C'ye kadar değişen 16 farklı sıcaklık uygulamasında 6 haftada yetiştirilen fideler kullanılmıştır. Ortalama günlük sıcaklık değerlerinin fide gövde uzunluğu, gövde çapı, yaprak alanı, yaprak sayısı, bitki hacmi, kuru yaprak ağırlığı, fide indeks değeri

ile yaprak gelişme hızı üzerine önemli düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca; fide gövde/kök oranının gündüz sıcaklığı ve gündüz-gece sıcaklık farkından dolayı etkilendiği bildirilmiştir.

Aloni vd (1999), biber çiçeklerinin morfolojisi ve meyve şekli üzerine meyve yükü ve yaprak dökümü ile gece sıcaklık değerlerinin etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Dolmalık biber meyve şeklinin, çiçek gelişiminin çok erken bir aşamasında belirlenebildiği bildirilmiştir. Düşük sıcaklıklarda (16 °C'nin altında) genellikle partenokarpik olan küçük meyvelerin meydana geldiği belirtilmiştir. Bu şekilde oluşan çiçek deformasyonları, kış dönemi yetiştiriciliğinde daha fazla yaygın olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada, düşük sıcaklıklar altında yetiştirilen bitkilerde benzer şekilde çiçek deformasyonları meydana gelmiştir. Bitkinin alt kısmındaki yaprakların ve meyvelerin koparılmasının, çiçek şekli ve meyve morfolojisi üzerine olan olumsuz etkiyi kısmen azalttığı belirlenmiştir. Meyve koparmanın, tomurcuklarda nişasta artışına ve şeker miktarında ise azalışa neden olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde; gece sıcaklığı 12 °C'nin altında büyüyen bitkilerin çiçek tomurcuklarının, 18 °C'de yetiştirilenlere göre daha fazla karbonhidrat içerdiği tespit edilmiştir.

Aloni vd (2001), biber bitkisinde anthesis aşamasından dört gün önce biriken nişastanın şekere dönüştüğünü bildirmişlerdir. Çalışmada, karbonhidratların polen kalitesi üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca düşük sıcaklığın karbonhidrat mekanizmasını olumsuz yönde etkilediği ve nişasta birikimini artırdığı bildirilmiştir.

Erickson ve Markhart (2002), yüksek sıcaklıkların dolmalık biber de dahil olmak üzere birçok sebze türünde ürün verim potansiyelini olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmada; tozlaşma öncesi ve sonrasında farklı gelişim aşamalarındaki çiçek oluşum safhalarının yüksek sıcaklıktan olumsuz yönde etkilenip etkilenmediğini belirlemek; meyve tutumunda azalmaya neden olan yüksek sıcaklığa maruz kalma süresini tespit etmek ve yüksek sıcaklıkta dişi veya erkek organda meydana gelen zararlanmaların meyve tutumu üzerine olan etkisinin saptanması amaçlanmıştır. Araştırma sonunda, <2.5 mm uzunluğundaki çiçek tomurcuklarının yüksek sıcaklığa maruz bırakıldığında anthesis aşamasına ulaşan çiçeklerin, 120 saat boyunca 38 °C veya 33 °C'ye maruz bırakıldığında meyve tutumunda azalmaların görüldüğü belirtilmiştir. Ayrıca <2.5 mm uzunluğundaki çiçek tomurcukları 120 saat boyunca 33 °C'ye maruz bırakıldığında ise polen

canlılıklarının azaldığı tespit edilmiştir. Araştırmacılar; son gelişme aşamasında yüksek sıcaklığa maruz kalan çiçek tomurcuklarında, anthesis aşamasından önceki evrede dişi veya erkek organın canlılığının etkilenmediğini, ancak yüksek sıcaklıkların tozlaşma sonrasında meyve tutumunu azalttığını bildirmişlerdir.

Shaked vd (2004), İsrail'de Bet Dagan bölgesinde bulunan seralarda dört biber çeşidini 24 °C gündüz ve gece 10±2 °C sıcaklık değerlerinde yetiştirmişlerdir. Araştırma sonucunda; düşük gece sıcaklık uygulamasında yetiştirilen bitkiler yüksek sıcaklıkta yetiştirilen bitkilerle karşılaştırıldığında düşük gece sıcaklıklarının polen sayısında ve polen canlılıklarında belirgin azalmalara neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Mitla biber çeşidinde tespit edilen polen sayısının Fiesta, Selica ve Devilla çeşitlerine göre daha az sayıda olduğu tespit edilmiştir.

Cho vd (2007), dolmalık biberde farklı olgunluk aşamalarında soğuk zararının etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar; çalışmada olgun yeşil, yarı yeşil-kırmızı renkte ve olgun kırmızı renkte olan dolmalık biber meyvelerini dört hafta boyunca 1 °C, 5 °C, 7 °C ve 10 °C'de muhafaza etmişlerdir. İki hafta boyunca, 1 °C sıcaklığa maruz bırakılan meyvelerde su kaybı, solunum hızı ve etilen üretiminin arttığı ve renk değişiminin yavaşladığı belirlenmiştir. Yarı olgun meyvelerde; ağırlık kaybı, solunum hızı, etilen üretimi ve renk değişiminin olgun yeşil ve olgun kırmızı meyvelerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, 5 °C ile 10 °C arasındaki sıcaklıklarda meyvelerin kabuklarında oluşan paslanma sonucunda çürüme meydana gelmemiş ancak 1 °C sıcaklığa maruz bırakılan meyvelerin kabuklarında çürümelerin olduğu saptanmıştır. Bu meyvelerde meydana gelen su kayıplarının, etilen üretiminin ve solunum hızının artmasına neden olduğu bildirilmiştir. Bu sonuçlar; yarı olgun meyvelerin düşük sıcaklığa daha fazla hassas olduklarını göstermiştir.

Keleş (2007), farklı biber genotiplerinin meyve karakterizasyonu ve düşük sıcaklığa tolerans düzeylerinin belirlenmesine yönelik bir çalışma yürütmüştür. Araştırmada; 16 sivri, 11 çarliston, 11 yağlık, 9 dolmalık ve 10 süs biberi genotipinden oluşan biber gen havuzunda yapılan düşük sıcaklık testlemesi sonucunda 10 genotipin duyarlı, 10 orta tolerant ve 10 tolerant genotip olduğu belirlenmiştir. Düşük sıcaklık uygulaması sonucunda; Alata-195 hattının en duyarlı hat ve Alata-111 hattının ise en tolerant hat olduğu tespit edilmiştir.

Koç vd (2010), iki biber çeşidinde (soğuğa duyarlı KM-121, soğuğa tolerant Mert) soğuk uygulamasının protein, prolin, fenolik bileşikler ve klorofil içeriği üzerine olan etkisini araştırmışlardır. Fideler 4-5 gerçek yapraklı döneme kadar  $25\pm 2$  °C sıcaklık değerine sahip kontrollü büyüme odasında, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık fotoperiyotta yetiştirilmiştir. Daha sonra her iki çeşite ait fideler iki gruba ayrılmıştır. Birinci grupta, bitkiler 3 gün boyunca 4 °C'de soğuk stresine maruz bırakılmıştır. Diğer grup ise (kontrol bitkileri) aynı şartlarda bekletilmiştir. Üç gün sonra soğuk stresi uygulanan fideler ile kontrol fidelerinin yaprak ve gövdeleri ayrılarak sıvı azota bandırılmış ve -70 °C'de muhafaza edilmiştir. Biber fidelerinde soğuk uygulamasının, toplam çözünebilir protein, prolin ve fenolik bileşiklerin birikimini artırdığı, klorofil içeriğini ise azalttığı bildirilmiştir.

Saha vd (2010), Tayvan'daki Asya Sebze Araştırma ve Geliştirme Merkezi'nde (AVRDC) tatlı biberin yüksek sıcaklığa toleransı üzerine bir araştırma yürütmüşlerdir. Çalışmada ölçülen; bitki boyu değerlerinin 29/23 °C'de, 24/18 °C'ye göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yüksek sıcaklıkların, meyve tutum oranının yanı sıra meyve boyutlarını küçülttüğü belirlenmiştir. Ayrıca, 24/18 °C sıcaklık uygulamasında meyve ağırlığının daha fazla (7.44 g-125.0 g) ve 29/23 °C sıcaklık uygulamasında ise daha düşük (5.35 g-103.80 g) değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, incelenen 12 genotipten SP003, SP005, SP006, SP007, SP008, SP009, SP010 ve SP011 genotiplerinin yüksek sıcaklığa dayanıklı olduğu ve geri kalan SP001, SP002, SP004 ve SP012 genotiplerinin ise hassas oldukları belirlenmiştir. Hassas genotiplerin yaprak prolin içeriklerinin, yüksek sıcaklık koşulları altında azaldığı; buna karşın yüksek sıcaklığa dayanıklı hatlarda ise daha yüksek miktarda prolin oluştuğu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; SP006, SP007, SP008, SP009, SP010 ve SP011 genotiplerinin Bangladeş'te tatlı biber çeşitlerinin yüksek sıcaklığa dayanıklı çeşit ıslahında kullanılacağı bildirilmiştir.

Airaki vd (2012), düşük sıcaklık stresinde yetiştirilen biber bitkilerinde reaktif oksijen (ROS) ve reaktif nitrojen türlerinin (RNS) metabolizmasını incelemişlerdir. Bu amaçla, düşük sıcaklıkta (8 °C) farklı sürelerde (1-3 gün) maruz bırakılan biber bitkilerinden alınan yapraklar analiz edilmiştir. Bir gün boyunca, 8 °C sıcaklığa maruz bırakılan biber bitkilerinin yapraklarında ve gövdelerinde gözle görülür şekilde düşük sıcaklık stresi belirtilerinin meydana geldiği saptanmıştır. Bu durumun; lipit peroksidasyonu ve protein triosin artışıyla, RNS ve ROS'nin

metabolizmasındaki değişikliklerden dolayı ortaya çıktığı bildirilmiştir. Nitrosativ ve oksidatif stres faktörlerinin, düşük sıcaklığa bağlı olarak lipit peroksidasyonunu meydana getirdiğı belirtilmiştir. Çalışmada; 2. ve 3. günlerde düşük sıcaklığa maruz bırakılan biber bitkilerinde ise antioksidan metabolizmasının soğuğa karşı adaptasyon sağladığı belirtilmiştir. Araştırmacılar düşük sıcaklığa adaptasyonda; askorbate, glutathione ve NADPH<sup>-</sup>'nin önemli bir işleve sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Sánchez vd (2015), biber bitkisinde düşük gece sıcaklığından bitki fizyolojisinin nasıl etkilendiğinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada; biber fideleri 1-4-7 gün boyunca 18 °C/ 6 °C (gündüz-gece) sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. Düşük gece sıcaklıkları, su alımı ve bitki dokularındaki oransal su içeriğinin azalmasına neden olmuştur. Ayrıca yapraklarda nişasta ve sükröz birikiminin artmasını teşvik etmiştir. Nişasta birikimi, fotosentezi etkilememiştir. Düşük gece sıcaklıkları, bitkilerde özgül yaprak alanının azalmasına neden olmuştur. Araştırma sonucunda, düşük gece sıcaklığının biber fidelerinde kalın ve küçük yaprakların oluşmasına ve bitkilerin daha kısa boylu olmasına neden olduğu belirlenmiştir.

Thuy ve Kenji (2015), örtüaltında Shishito ve 105c-10 biber çeşitlerini Nisan ayı ve Mayıs ayı sonunda olmak üzere iki farklı dikim döneminde yetiştirmişler ve yüksek sıcaklığın bitkilerde meyve verimi ve tohum miktarı üzerine olan etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, biber bitkilerinin 21 °C ile 33 °C arasındaki sıcaklıklarda en iyi verim performansı ve büyüme gösterdikleri bildirilmiştir. Araştırma sonuçları, Mayıs ayı sonunda dikimi yapılan bitkilerde meyve tutumu döneminde sıcaklıkların meyve büyümesinin olumsuz yönde etkilendiğini göstermiştir. Serada yaz aylarında sıcaklığın 42 °C'ye yükseldiğinde, meyve tutumu ve meyve büyümesini olumsuz yönde etkilediğı tespit edilmiştir. Mayıs sonunda dikimi yapılan bitkilerin, Nisan ayında dikimi yapılan bitkilere göre meyve ağırlığı ve meyve başına tohum sayısının sırasıyla 0.5 ve 2.8 kat oranında azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Araştırmacılar, yüksek sıcaklık koşulları altında biber bitkisinde meyve başına alınan tohum sayısı ve tohum kalitesinde belirgin azalışların olduğunu bildirmişlerdir.

Gökmen (2018), 23 yerel biber (*Capsicum annuum* L.) gen kaynağı ve 9 adet ticari çeşit olmak üzere toplam 32 adet genotipin UPOV ve IPGRI kriterlerine göre fenolojik ve morfolojik karakterizasyonu ile soğuk stresi açısından fenotiplenmesi

üzerine bir çalışma yürütmüştür. Yerel biber gen kaynakları, Batı Anadolu Bölgesinde farklı il ve ilçelerden temin edilmiştir. Bazı yerel genotiplerde çimlenme olmaması nedeniyle çalışmaya 26 adet genotip ile devam edilmiştir. Fide döneminde ilk yaprak oluşumundan itibaren sıcaklık 25 °C'den 5 °C'ye kademeli olarak belirli sürelerde düşürülmüştür. Daha sonra 5 °C'de 24 saat bekletilerek fide döneminde oluşan soğuk zararı tespiti yapılmıştır. Yerel gen kaynaklarının, ticari çeşitlere göre fenolojik ve morfolojik özellikler bakımından soğuk stresine tolerans açısından daha üstün olduğu tespit edilmiştir.

Araz (2019), bazı biber çeşitlerinde, düşük sıcaklık stresinin çimlenme, fide gelişimi, antioksidan enzim aktivitesi ve hormon içeriği üzerine olan etkilerini araştırmıştır. Altı farklı biber çeşidinin (Yalova Çarliston, Kandil dolma, Menderes Acı kıl biber, Sera demre, Süs biber, Tatlı kıl) kullanıldığı çalışmanın tohum çimlendirme aşaması 15 °C, 20 °C ve 25 °C, fide aşaması ise 20/15 °C, 15/12 °C ve 10/8 °C (gündüz/gece) sıcaklıklarının olduğu kontrollü büyütme kabinde yapılmıştır. Çalışmada, sıcaklık azalması ile biberde çimlenme (en iyi sonuçlar 20 °C ve 25 °C'de alınmıştır) ve fide gelişim parametrelerinde (en iyi sonuçlar 20/15 °C'de alınmıştır) önemli düşüşlerin olduğu tespit edilmiştir. Biber çeşitlerinin, düşük sıcaklıklarda hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve prolin içerikleri farklılık göstermiştir. Sıcaklıktaki azalma ile birlikte giberellik asit, salisilik asit ve indol asetik asit içeriklerinde azalma meydana gelirken, absisik asit içeriğinde ise artışlar meydana gelmiştir. Ayrıca biber çeşitlerinin, sıcaklık değişimlerine karşı gösterdikleri hormonal tepkiler farklılık göstermiştir. Araştırmacı, biberde tohum çimlenmesi ve fide gelişim aşamasında meydana gelen sıcaklık düşüşleri sonucunda önemli zararlanmaların meydana geldiğini ve biber çeşitlerinin bu düşüslere karşı tolerans seviyelerinin farklılıklar gösterdiğini bildirmiştir.

## **2.2. *Solanaceae* Familyasında Yer Alan Sebze Türlerinde Fenotipik Kök Yapıları ve Köklenme Özelliklerinin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar**

Günümüzde birçok bitki türünde, kök sistemi ile köklenme düzeylerini etkileyen faktörlerin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Tezin bu kısmında; *Solanaceae* familyasında yer alan sebze türlerinde fenotipik kök yapısı ve kök mimarisinin belirlenmesi ile köklenme düzeylerinin artırılmasına yönelik olarak yapılmış olan bazı araştırma sonuçları özetlenmiştir.

Rouhani vd (1987), patlıcan bitkisinde yan kök (lateral) sayısının büyüme ve verimlilik üzerine etkilerinin belirlenmesi üzerinde bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonucunda, Black Beauty patlıcan çeşidi fidelerinde yan kök sayısının 1 ile 34 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Fideler yan köklerin sayısına göre üç gruba ayrılmıştır: A grubu, 20-34 adet, B grubu 10-19 adet ve C grubu ise 1-9 adet olarak sınıflandırılmıştır. Her kök grubunun bitki büyüme özellikleri periyodik aralıklarla ölçülmüştür. Araştırmada; A grubundaki bitkilerin, C grubundaki bitkilere göre daha fazla meyve (%54), toplam bitki kuru ağırlığı (%41) ve yaprak alanı (%27) ürettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, bitki başına yan kök sayısı ile çeşitli büyüme parametreleri arasında pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, patlıcanda fide dikim zamanında yan kök sayısının 12 ile 16 arasında olduğunda, vejetatif büyüme, erkencilik ve yüksek verim yönünden en iyi sonuçların elde edildiğini tespit etmişlerdir.

NeSmith vd (1992), biber bitkisinde kök sınırlamasının etkilerini incelemişlerdir. Denemede, 'Jüpiter' dolmalık biber çeşidi kullanılarak farklı büyüklüklerde saksıların kök gelişimi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, fide dikiminden itibaren 23 gün sonrasına kadar saksı büyüklüğünün bitki kök oluşumu üzerinde etkisinin yok veya çok az düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Fide dikiminden itibaren 45. gün sonunda, saksı büyüklüğüne bağlı olarak yaprak alanı ve bitki kuru ağırlıkları kısmi olarak azalış göstermiştir. Kök/sürgün oranının, farklı kök sınırlama koşullarında aynı olduğu belirlenmiştir. Çalışmada 45. gün sonunda yapılan klorofil analiz sonuçları, kök hacmindeki sınırlanmaya ve yapraklardaki yaşlanmaya bağlı olarak klorofil değerlerinde belirgin azalışlar olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bu dönemde saksılarda köklerdeki kısıtlamaların artışına bağlı olarak bitkilerde çiçek oluşumunun ve meyve tutum oranının düşük olduğu ve erkenciliğin ortadan kalktığı tespit edilmiştir.

Gough (2001), "Sweet Banana" dolmalık biber çeşidinin yetiştiriciliğinde malç kullanımının kök mimarisi üzerine olan etkisini incelemiştir. Çalışmada, biber bitkileri toprak yüzeyini örten kırmızı, gümüş ve siyah polietilen malç ile kaplanmış olarak ve malç kullanmadan açık arazide yetiştirilmiştir. Biber fideleri, 15 Haziran'da tarlaya dikilmiş ve 22 Eylül'de "hendek profili" yöntemi oluşturularak kök sistemleri incelenmiştir. Her bir bitkide 5, 10, 15, 20, 25 cm derinlikteki toplam kök sayıları belirlenmiş ve ayrıca 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 cm derinliklerde bitki gövde çapları

ölçülmüştür. Çalışmada, her bir bitkinin kök sistemlerinin dağılışı ve kök mimarileri incelenmiştir. Malç kullanılmadan açık arazide yetiştirilen biber bitkilerinin her birinde, ortalama 50 ile 60 adet saçak kökün geliştiği, kırmızı malç altında yetiştirilen bitkilerde 20 adet ve siyah ve gümüş malç altında yetişen bitkilerde ise 9 adet saçak kökün geliştiği tespit edilmiştir. Tüm uygulamalarda, saçak köklerin yataydan 35 derecelik bir açıyla gövdeden aşağıya doğru yayıldıkları saptanmıştır. Ayrıca hiç bir bitkide dikey kök gelişiminin olmadığı belirlenmiştir. Kök sistemi mimarisi, uygulamalar arasında benzerlik göstermiştir. Kök derinliği arttıkça oluşan kök sayılarının azaldığı belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, en fazla yan kök oluşumunun sırasıyla gümüş malç kullanımında, açık alanda yetiştirilen bitkilerde ve siyah malç altında yetiştirilen bitkilerde olduğu tespit edilmiştir. En az sayıda yan kök oluşumunun ise kırmızı malç altında olduğu belirlenmiştir. Biber bitkisinde renkli malçların, saçak kök ve yan kök oluşumunu artırdığı ancak kök sistemi mimarisinin etkilenmediği bildirilmiştir.

Dorlodot vd (2007), abiyotik stres faktörleri, küresel iklim değişikliği, su ve besin maddelerinin azalması nedeniyle bitkilerde ürün verim değerlerinin son yıllarda azaldığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar, bu faktörlerin verim üzerindeki olumsuz etkisini en aza indirmenin yolunun, bitkinin toprakta su ve besin alımını optimize eden kök sistemi mimarisinin yeterli miktarda dağılışıyla olacağını belirtmişlerdir.

Kulkarni ve Phalke (2009), 12 biber çeşidinin kök büyüklükleri ile bunların kuraklığa dayanımları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar, biber genotipleri arasında kök büyüklüğü özellikleri yönünden yüksek düzeyde genetik çeşitliliğin bulunduğunu ve bu özelliklerin kuraklığa dayanım ile korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir.

Öztekin vd (2009), ilkbahar döneminde aşılı domateslerde kök özelliklerinin belirlenmesi amacıyla ısıtma yapılmayan seralarda bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada; Durinta F<sub>1</sub> domates çeşidini, Beaufort ve Heman anaçları ile kendi üzerine aşılamışlar ve iki farklı boydaki saksılarda yetiştirmişlerdir. Denemede birinci salkım meyve olgunlaşma aşamasında; kuru madde, yaprak alanı, aşı ve anaç çapı, transpirasyon ve kök uzunluğu değerleri belirlenmiştir. Beaufort anaç üzerine aşılanmış çeşitlerde; meyve kuru madde birikiminin, Heman anacına göre %9.8 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Kontrol uygulaması ile

karşılaştırıldığında, domates anaçları arasında belirgin bir farkın olmadığı belirlenmiştir. Anaca aşılansmış domateste kendine aşılansmış bitkilere göre kök yoğunluğu değerlerinin %25 oranında daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca; beş litrelik saksılarda kendine aşılansmış domates bitkilerinin kök uzunlukları, farklı anaçlar ile aşılansmış domates bitkilerine göre %18 oranında daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırma sonucunda, kök çapı ve saçak kök uzunluğu değerleri yönünden belirgin bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Ancak Beaufort anacının, en yüksek sayıda saçak kök veren aşılı domates bitkisi olduğu belirlenmiştir.

Peláez-Anderica vd (2011), yabancı tür, yerel çeşit ve ticari çeşitlerden oluşan 17 adet *Capsicum* türlerine ait bitki köklerini morfolojik farklılıklar yönünden karşılaştırmışlardır. Çalışmada, her bir çeşitten 5'er adet tohum çimlendirilmiş ve kökler 2 cm uzunluğa ulaştığında yetiştirme ortamına aktarılmıştır. Besin ortamına dikimden 12 gün sonra fide kökleri, WinRhizo Pro yazılımı ile taranmış ve daha sonra tekrar analiz yapabilmek amacıyla bitkiler serada yetiştirilmiştir. Dikimden 70 gün sonra çeşitlerin köklerinin performansı incelenmiştir. Çalışmada, kök uzunluğu (cm), kök çapı (mm) ve lateral kök sayısı gibi parametreler incelenmiştir. Araştırma sonucunda, incelenen çeşitler arasında kök uzunluğu ve lateral kök sayısı yönünden önemli düzeyde farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Tüm *C. frutescens*, *C. baccatum* ve *C. pubescens* çeşitleri, fide döneminde zayıf bir kök gelişimi göstermiştir. Bu durum, bu türlerin bitki gelişiminin ilk aşamalarında yavaş bir büyüme göstermesinden kaynaklanmaktadır. Araştırmacılar; biber genotiplerinde kök özellikleri yönünden ortaya çıkan genetik çeşitliliğinin, biber ıslahında kök sistemlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Bui vd (2015), *Solanaceae* familyasında yer alan farklı genotiplerin kök gelişimleri ve kök mimarilerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada, üç ana grupta (domates, *Capsicum* türleri ve patlıcan) yer alan 29 genotipte kök sistemi mimarileri kantitatif olarak incelenmiştir. Bütün genotipler için kök gelişim şemaları oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda; kök apikal çapı, kök dallanma mesafesi, lateral köklerin/ ana köklere oranı vb. özellikler yönünden tür ve genotipler arasında genetik varyasyonun istatistiksel olarak çok önemli düzeyde farklı olduğu belirlenmiştir.

Kakita vd (2015), Hollanda (Starbuck ve Maxifort) ve Japon (Reiyo, Receive ve Magnet) domates çeşitleri ile aşılı bitkilerde kök gelişimleri yönünden oluşan

farklılıkları incelemişlerdir. Bitkiler, ilk salkımdaki çiçekler açıncaya kadar su kültüründe yetiştirilmiştir. Bu dönemde; bitki yaş ağırlığı, kök yüzey alanı, kök geçirgenliği (basınçlı sistem kullanılarak) gibi parametreler incelenmiştir. Araştırma sonucunda, Starbuck/ Maxifort kombinasyonunun, toprak üstü aksamı ağırlığı, kök yüzey alanı ve kök geçirgenliği değerlerinin Reiy/Receive kombinasyonuna göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Reiy/Maxifort kombinasyonunda ise bu değerlerin, Reiy/Receive ve Reiy/Magnet kombinasyonlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Maxifort anacının, Receive anacından daha yüksek kök yüzey alanına sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca çalışma sonucunda; kök geçirgenliği ve kök yüzey alanının sadece anaca değil, aşılandığı bitkilerdeki kaleme bağlı olarak da değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir.

Alvarez vd (2016), genç domates bitkilerinin kök sisteminde morfolojik ve biyolojik kütle (biyomas) yönünden ortaya çıkan varyasyonları incelemişlerdir. Araştırmada, 5 domates çeşiti kullanılmıştır. Bunlar, *S. lycopersicon* türüne ait Jaguar F1, Pera, Volgogradiskij ve PE-47 çeşitleri ile türler arası Pera (*S. lycopersicon*) X Pe-47 (*S. pennellii*) melez kombinasyonudur. Çalışmada, bitkiler, 26 gün boyunca su kültüründe yetiştirilmiştir. Toplam kök uzunluğu, ortalama kök çapı ve toplam kök yüzey alanı değerleri, Whinrizo programı yardımıyla belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, genotipler arasında morfolojik olarak kök özellikleri yönünden belirgin düzeyde farklılıkların istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar, türler arası melez Pera X Pe-47'nin tuzluluğa dayanımının yüksek olduğunu ve aşılı fide üretiminde anaç olarak kullanılabilceğini bildirmişlerdir.

Suchoff vd (2017), farklı domates anaçlarını kök morfolojileri yönünden karşılaştırmışlardır. Serada yürütülen denemede, 17 adet domates anacı ve bir ticari çeşidin (Florida-47) kök sistemleri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Bitkiler, killi toprak ve kum karışımı (2: 1 oranında) içerisinde yetiştirilmiş ve çıkıştan itibaren bitkiler iki, üç ve dört hafta aralıklarla kademeli olarak hasat edilmiştir. Hasat edilen kökler su ile yıkanarak temizlenmiş, taranmış ve kök görüntü analiz sistemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda; toplam kök uzunluğu, ortalama kök çapı, spesifik kök uzunluğu ve oransal kök çapı sınıflarının belirlenmesine yönelik veriler elde edilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda bütün değişkenler için çeşit faktörünün önemli düzeyde ( $P \leq 0.05$ ) etkili olduğu ve hasat zamanının ise sadece toplam kök

uzunluğu parametresi için çok önemli düzeyde ( $P \leq 0.01$ ) etkili olduğu bulunmuştur. Araştırma sonucunda, "RST-106" anacının en uzun kök uzunluğu ve "Beaufort" anacının ise en kısa kök uzunluğuna sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca BHN-1088 anacının, "Beaufort" anacına göre %32 daha ince ortalama kök çapına sahip olduğu bildirilmiştir.

Pereira-Dias vd (2018), biber bitkisinde düşük fosfor koşullarında iyi bir performans göstermesi için seçilen anacın fosfor eksikliğine olan kök tepkisinin morfolojik olarak gösterdiği değişimleri incelemiştirlerdir. Adige biber çeşidi ile seçilen anaçlar aşılınmış ve su kültüründe iki farklı fosfor konsantrasyonunda yetiştirilmiştir. Araştırmacılar, bitkilerin stres altında toplam kök uzunluğu ve kök hacmini değiştirerek farklı kök adaptasyonları gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda; seçilen biber anaçlarının, düşük hacimdeki fosfor içeren besin solüsyonlarında toplam kök uzunluklarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Özer vd (2019), sera koşullarında farklı tuzluluk düzeyinde sulama sularının domates bitkisinin kök gelişimi üzerine olan etkisini incelemiştirlerdir. Araştırmada, iki farklı tuz konsantrasyonuna sahip sulama suyu ( $T_1$ : 0.38 dS/ m1 ve  $T_2$ : 5.0 dS/ m1) kullanılmıştır. Domates bitkisinin kök gelişimi, dört farklı derinlikte (0-25, 25-40, 40-55, 55-70, 70-90 cm) minirhizotron kamera yardımıyla izlenmiştir. Elde edilen kök görüntüleri, RootSnap programı ile analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda;  $T_2$  sulama suyu ile sulanan domates bitkisinin kök gelişimi, tuz miktarının yoğunlaştığı 0-25, 25-40 cm' lik toprak katmanında olumsuz düzeylerde etkilendiği bildirilmiştir. Toprağın alt katlarında (40-55, 55-70, 70-90 cm) ise tuz birikiminin daha düşük seviyelerde olduğunda, kök yüzdesinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca,  $T_1$  sulama suyu ile yapılan uygulamanın; farklı katmanlardaki tuz miktarları, kök gelişimi ve su alımını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir.

Sarıbaş vd (2019), türler arası patlıcan anaç adaylarının (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) fenotipik kök mimarileri ve kök kalitesini oluşturan unsurları incelemiştirlerdir. Araştırma sonucunda, patlıcan anaçlarının toplam kök uzunluğu (cm) değerleri, 1299 cm (RS-8) ile 4322 cm (RS-6) arasında değişim göstermiştir. Türler arası RS-6 patlıcan anacının kök kalitesi yönünden hem sera ve hem de açık arazi koşullarında en yüksek köklenme performansı gösterdiği saptanmıştır.

Karaağaç vd (2020), *Capsicum annuum*, *Capsicum chinense* ve *Capsicum baccatum* türlerine ait biber genotiplerinin kök yapıları ve köklenme özelliklerini incelemişlerdir. Araştırmada, üç farklı türde toplam 21 genotip (4 genotip *C. annuum*, 9 genotip *C. chinense* ve 8 genotip *C. baccatum*) incelenmiştir. Biber genotiplerinin kök mimarilerinin incelenmesi ve köklenme düzeylerinin ayrıntılı olarak tespit edilmesi amacıyla WinRhizo kök analiz programı kullanılmıştır. WinRhizo programı ile yapılan kök analizi sonucunda, biber genotiplerinin kök mimarilerini oluşturan toplam kök uzunluğu (cm), kök yüzey alanı (cm<sup>2</sup>), kök hacmi (cm<sup>3</sup>), kök kuru ağırlığı (g), ortalama kök çapı (mm) vb. özellikleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; *C. baccatum* ve *C. chinense* türünün kök özelliklerinin genel olarak *C. annuum* türüne göre daha güçlü ve üstün özelliklere sahip olduğu bulunmuştur. Kök uzunluğu ve kök yüzey alanı yönünden *C. chinense*, kök hacmi ve kök kuru ağırlığı özellikleri yönünden ise *C. baccatum* türü daha fazla ön plana çıkmıştır. Kök mimarisini oluşturan tüm özellikler birlikte değerlendirildiğinde; *C. baccatum* türünde CB73 ve CB4 genotipleri ve *C. chinense* türünde ise CC47, CC61 ve CC76 genotiplerinin daha üstün performans gösterdikleri belirlenmiştir.

### **2.3. Örtüaltı Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Uygulamaların Biber Çeşitlerinin Verim ve Kaliteleri Üzerine Olan Etkilerinin Belirlenmesi**

Tez çalışmasının bu kısmında, örtüaltı biber yetiştiriciliğinde erkencilik, verim ve meyve kalite özellikleri yönünden biber çeşitlerinin performanslarının belirlenmesine yönelik yapılmış olan çalışmalar aşağıda sunulmuştur.

Rylski vd (1993), domates ve biber bitkilerinde çiçek gelişimi sırasındaki düşük sıcaklıkların meyve büyüklüğünü azalttığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, düşük sıcaklığa maruz kalan çiçeklerin döllenmesi sonucunda küçük ve yassı meyvelerin meydana geldiğini belirlemişlerdir. Yetiştiricilikte sıcaklık ve ışık gibi çevre faktörlerinin, meyve kalitesi ile verim unsurları üzerine farklı şekillerde etki ettiği bildirilmiştir. Araştırma sonucunda, düşük sıcaklık altında yetiştirilen bitkilerde meyve tutumunun azaldığı, partenokarpik meyvelerin oluşmasına neden olduğu, meyve şeklinin bozulduğu, meyve kabuklarında çatlama olduğu ve meyve renklerinde renk açılmalarının meydana geldiği tespit edilmiştir.

Eşiyok vd (1994), örtüaltında sonbahar döneminde yetiştirilen Kandil ve 11B-14 biber çeşitlerinde budamanın verim ve erkencilik üzerine olan etkilerini

araştırmışlardır. Çalışmada; 2, 3, 4 dallı budama ve ana dal sayısına uygulama yapılmadan kontrol bitkilerin yetiştirildiği bildirilmiştir. Araştırma sonucunda; her iki biber çeşidinde de budamanın bitki başına meyve ağırlığı ve meyve sayısını olumsuz yönde etkilediği bildirilmiştir.

Russo (1996), dolmalık biber üretiminde hasat sayısını azaltmanın veya geciktirmenin verim unsurları üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmada, meyveler farklı zamanlama yöntemleri ile hasat edilmiştir. İlk uygulamada, meyveler 14 gün sonra toplanmıştır. İkincisinde, ilk uygulamadan 7 gün sonra ve üçüncü uygulamada ise ikinci hasattan 14 gün olacak şekilde kademeli olarak üç defa hasat edilmişlerdir. Araştırmacı hasat edilen meyvelerde; pazarlanabilir meyve sayısı, meyve genişliği, endokarp kalınlığı ve meyve hacmi özelliklerini incelemiştir. Meyve uzunlukları, hasat zamanı faktöründen etkilenmemiştir. Meyve sayısı, meyve genişliği ve meyve hacmi değerleri, hasat sürelerine göre değişkenlik göstermiştir. Hasat zamanının geciktirilmesi, meyve kalitesi ve verimini artırmıştır. Araştırmacı, hasat sayısının sınırlandırılmasının, arazi ve işçilik maliyetleri azaltacağını ve elde edilecek net gelirin artmasını sağlayacağını belirtmiştir.

Aybak (2002), biber yetiştiriciliğinde ürün verim değerlerinin çeşit, yetiştirme mevsimi ve vejetasyon süresi, yetiştirildiği ortam, gübreleme, sulama, budama, toprak işleme, hastalık ve zararlılarla savaşım, toprağın fiziksel ve biyolojik yapısı vb. faktörlere göre değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Bitki başına hasat edilen meyve sayısının; sivri biberlerde 15-90 adet, dolma biberlerde 12-40 adet ve Charleston biberlerde ise 15-60 adet arasında olduğunu belirtmiştir. Biber bitkisinde bitki başına toplam verim miktarının sivri biberlerde 300-2000 g, dolma biberlerde 350-2500 g ve Charleston biberlerde ise 300-2000 g arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir.

Daşgan ve Abak (2002), bitki dikim sıklığı ve sürgün sayısının sera biber yetiştiriciliğinde verim ve meyve kalite özellikleri üzerine olan etkilerini incelemiştir. Amazon (uzun yeşil meyveli ) ve Balo (dolmalık meyveli) çeşitleri, kış döneminde serada yetiştirilmiştir. Çalışmada, bitki yoğunluğu ve sürgün sayısını optimize etmek için, sıra arası mesafe tüm uygulamalarda sabit olarak 80 cm ve farklı sıra üzeri mesafeler ( 45 cm×30 cm ve 15 cm ) ile sürgün sayıları ( 1, 2, 3 ve 4 sürgün/bitki ) kullanılmıştır. Araştırmacılar; bitkilerde sıra üzeri mesafe daraldıkça sürgün sayısının azaldığını, sürgün sayısı azalırken her bir yaprak alanının arttığını

bildirmişlerdir. Araştırma sonucunda, sera yetiştiriciliğinde biber bitkisinden yüksek verim alabilmek için 80×15 cm bitki dikim mesafesi ve 2 sürgünlü budama yapılması gerektiği önerilmiştir. Ayrıca, bitki dikim mesafesi ve sürgün sayısının biber meyvelerinde ağırlık, boy, çap, hacim, meyve suyunda SÇKM ve pH gibi meyve kalite özelliklerinin önemli düzeyde etkilemediği bildirmişlerdir.

Agarwal vd (2007), serada California Wonder tipi dolmalık biber yetiştiriciliğinde bitki yoğunluklarının (sıklıkları) verim üzerine olan etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada, biber fideleri; seraya 50.000, 62.500, 83.333, 100.000, 111.111, 160.000 ve 200.000 bitki/ ha yoğunluğunda (sıklıkta) olacak şekilde dikilmiştir. Araştırma sonucunda, meyve veriminin uygulamalardan bitki yoğunluğu 120.000 bitki/hektar olana kadar arttığı belirlenmiştir. Bitki yoğunluğu 200.000 bitki/hektara daha yükseldiğinde ise meyve veriminde belirgin bir artışın olmadığı tespit edilmiştir. Meyve ağırlığı değerlerinde en fazla azalış, 100.000 bitki/hektar uygulamasında belirlenmiştir. Araştırmacılar, 100.000 ile 120.000 bitki/hektar aralığındaki bitki yoğunluklarının serada biber yetiştiriciliğinde verim ve kalite açısından en uygun dikim sıklıkları olduğunu bildirmişlerdir.

Aktaş vd (2009), farklı budama şekillerinin serada dolmalık biber yetiştiriciliği üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada; kontrol, 1-dallı, 2- dallı, 3-dallı ve 4-dallı budama işlemi yapılmıştır. Bitkisel materyal olarak, dolmalık Zafer F<sub>1</sub> biber çeşidi kullanılmıştır. Budama uygulamaları, genel olarak bitki başına meyve sayısını önemli ölçüde düşürmüştür. Sadece tek dallı budama, bitki yüksekliğini artırırken, diğer budama uygulamaları bitki yüksekliğinin, meyve sayısının, yaprak sayısının, bitki başına düşen boğum sayısının ve bitki gövde çapının azalmasına neden olmuştur. Budama ile verim değerleri, negatif yönde etkilenmiştir. Ayrıca meyve ağırlığı, suda çözülebilir kuru madde ve meyve eti suyundaki pH gibi değişkenler üzerine ise budamanın herhangi bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Araştırmacılar, özellikle sıcaklığın yüksek ve nemin düşük olduğu yaz aylarında, biberde yüksek verim için en az 4 dallı budama sistemi veya dal budaması yerine yaşlı yaprakların ve obur dalların alınması şeklinde budama işlemlerinin yapılmasını önermişlerdir.

Apaydın vd (2010), Samsun ili şartlarında bazı örtü sistemlerinin biberin verim ve erkencilik üzerine olan etkisini belirlemek amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada; Karadeniz Bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen Çetinel 150 sivri biber çeşidi, siyah, sarı ve saydam polietilen örtü ve Agryl kullanıldığı belirtilmiştir.

Deneme; üç dikim zamanı, siyah malç ve alçak plastik tünel uygulamaları farklı şekilde kombine edilerek 10 konulu ve 4 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Ayrıca açıkta yetiştiricilik uygulaması deneme konuları arasında bir kıyaslama kriteri olarak kullanılmıştır. Araştırma sonucunda; en yüksek verim değerleri 01 Nisan dikimi +Agryl örtü uygulamasından elde edilmiştir. En düşük verim değeri ise üretici uygulaması olan 1 Mayıs dikiminde belirlenmiştir. Ayrıca; 01 Nisan dikimi +Agryl örtü uygulamasının, 1 Mayıs dikimi uygulamasına göre toplam verimi 1.70 kat, erkenci verimi ise 2.21 kat oranında artırdığı bildirilmiştir.

Abdulmalik vd (2012), tatlı biber (*Capsicum annuum* L.) çeşitlerinde sera içerisindeki oransal nem stresinin çiçeklenme ve meyve tutumu üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla Nijerya'da 2003 ve 2004 yıllarında bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada üç biber çeşidi (MDII, MDIII, MDV) kullanılmıştır. Araştırma sonuçları; hem serada ve hem de arazi denemelerinde çiçek tomurcuk sayısı, çiçek dökülme yüzdesi, meyve tutum oranı ve meyve verimi değerlerinin nem stresinden önemli düzeyde etkilendiğini göstermiştir. Her iki uygulama sonucunda da hem çeşitler ve hem de incelenen özellikler yönünden belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. MDIII biber çeşidi, su stresi yönünden diğer çeşitlere göre daha iyi performans göstermiştir. MDV çeşidinde, çiçek dökülme oranının diğer çeşitlerden daha az düzeyde olduğu bildirilmiştir.

Farooq vd (2015), plastik serada hibrit biber çeşitlerinin performanslarını karşılaştırmışlardır. Denemede, beş adet hibrit biber çeşidi (Orobelle, Figaro, Green Beauty, Mighty, Capistrano) ve kontrol olarak Yolowonder çeşidi kullanılmıştır. Bitki başına meyve sayısı, bitki başına meyve ağırlığı (kg), meyve uzunluğu (cm), meyve çapı (cm), perikarp kalınlığı (mm) ve bitki/verim (t/ha) özellikleri incelenmiştir. Çalışma sonucunda; Orobella çeşidi, meyve/bitki sayısı (43.47 adet), meyve ağırlığı/bitki (1.96 kg/bitki) ve toplam verim değeri (51 t/ha) yönünden ilk sırada yer almıştır. Bu çeşidi, belirtilen özellikler yönünden sırasıyla Figaro (32.84 adet, 1.72 kg, 48.57 t/ha) ve Capistrano (41.48 adet, 1.76 kg, 45.90 t/ha) çeşitleri izlemiştir. Meyve uzunluğu ve meyve çapı bakımından ise en yüksek değerler, Mighty çeşidinde (5.98 cm, 6.27 cm) ölçülmüştür.

Awalin vd (2017), Bangladeş'te dolmalık biber yetiştiriciliğinde yaprak gübrelemesi ve sürgün budaması uygulamalarının etkilerini araştırmışlardır. Çalışmada, sürgün budaması uygulamasından en fazla pazarlanabilir meyve sayısı

(8.70 adet) ve en yüksek verim miktarı (26.60 t/ha ) elde edilmiştir. Mikro besin uygulamasında ise en fazla pazarlanabilir meyve sayısının bitki başına 9.57 adet ve en yüksek verim değerinin ise 29.98 t/ha olduğu tespit edilmiştir.

Dominic vd (2017), tarla ve sera koşulları altında yetiştirilen biberlerde organik gübre uygulamalarının büyüme ve verim değerleri üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada iki farklı organik gübre uygulaması yapılmıştır. İlk denemede sera ve açık tarla biber yetiştiriciliğinde üç farklı oranda (0, 5 ve 10 t/ha) tavuk gübresi uygulaması yapılmıştır. İkinci uygulamada ise organik gübrenin farklı oranlarında (0, 5 ve 10 t/ha tavuk gübresi, 300 kg/ha NPK, 5 t/ha tavuk gübresi + 200 kg NPK ve 10 t/ha tavuk gübresi +100 kg NPK ha) gübreler kullanılmıştır. Araştırmacılar, hektara 5 ton tavuk gübresi uygulamasından en yüksek meyve veriminin elde edildiğini bildirmişlerdir.

Nkansah vd (2017), Gana'da tarla koşullarında ve serada yetiştirilen biberlerde büyüme ve verim değerleri üzerine olan etkileri araştırmışlardır. Denemede iki yetiştirme sisteminde (sera ve açık tarla), dokuz tatlı biber çeşidi (California Wonder, Yolo Wonder, Kulkukan, F<sub>1</sub> Nobile, Crusader, Guardian, Embella 733-EM ve Caribbean Red, Pepper) kullanılmıştır. Bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), yaprak sayısı, bitki başına meyve sayısı, bitki başına meyve ağırlığı (kg), meyve uzunluğu (cm), meyve çapı (cm), perikarp kalınlığı (mm), bitki başına toplam verim ve hektara verim (t/ ha) değerleri tespit edilmiştir. İncelenen tüm parametreler (meyve perikarp kalınlığı hariç) yönünden, uygulamalar arasında belirgin farklıklar olduğu belirlenmiştir. Serada en yüksek verim değerleri; Kulkukan (21.34 t/ha) ve California Wonder (20.99 t/ha) çeşitlerinden elde edilmiştir. En düşük verim değeri Yolo Wonder (8.20 t/ha) çeşidinde belirlenmiştir. Açık tarla yetiştiriciliğinde ise California Wonder (12.57 t/ha ) ve Crusader çeşidinin (10.57 t/ha) verim değeri en yüksek çeşitler olduğu bulunmuştur. Pepper 1 çeşidinden ise (5.02 t/ha) en düşük verim değeri elde edilmiştir. Meyve kalite özellikleri yönünden yapılan değerlendirmede, California Wonder çeşidinin hem serada ve de açık tarla koşullarında ilk sırada yer aldığı bildirilmiştir

Oral (2019), dolmalık biberde ana dal alma ve yan sürgünlerde uç alma uygulamalarının verim ve kalite üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışma, ısıtma yapılmayan polietilen serada, 2013 yılı ilkbahar- yaz döneminde kurulmuştur.

Denemede parsellere, ana dal alma (üç veya dört ana dal bırakacak şekilde), ana dallar üstünde çıkan sürgünlerde bir meyveden sonra uç alma ve kontrolden (budama yok) oluşan budama uygulamaları ve üç ticari biber çeşidi (Hadise F<sub>1</sub>, Ergenekon F<sub>1</sub> ve Punto F<sub>1</sub>) yerleştirilmiştir. Biber fideleri, 130x 50x 35 cm aralıklarla dikilmiştir. Çeşitlere göre budama uygulamaları birlikte değerlendirildiğinde, ana dal sayısının üç veya dört ile sınırlandırılmasının, tüm çeşitlerde verim ve kalite ile ilgili unsurları azalttığı tespit edilmiştir Yan sürgünlerde uç alma işleminin, değerlendirilen tüm kriterler üzerine etkisi, uç alma yapılmayanlara göre genellikle benzer olduğu saptanmıştır.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması, Nisan 2018–Haziran 2020 tarihleri arasındaki dönemde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi’nde yürütülmüştür. Araştırmanın arazi çalışmaları, OMÜ Ziraat Fakültesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi’nde, laboratuvar çalışmaları ise Bahçe Bitkileri Bölümü uygulama laboratuvarında ve Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü uygulama laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Araştırma, genel olarak birbirini izleyen dört aşamada yürütülmüştür. İlk aşamada, dolmalık biber melez kombinasyonlarının düşük sıcaklık testlemeleri ile dayanıklılık düzeyleri belirlenmiştir. İkinci aşamada, dolmalık biber melez kombinasyonlarının düşük sıcaklık stresine dayanıklılık düzeyleri biyokimyasal düzeyde incelenmiştir. Üçüncü aşamada, hibrit dolmalık biber çeşit adayları kök anatomileri ve köklenme özellikleri yönünden karşılaştırılmıştır. Son aşamada ise seçilen dolmalık biber genotiplerinin, ısıtmasız serada sonbahar dönemi yetiştiriciliğinde meyve kalite ve verimlilik özellikleri yönünden performansları karşılaştırılmıştır.

#### 3.1. Materyal

Çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü ve Genetika Tohumculuk Firması tarafından 1903-Sanayi İşbirliği Araştırma Projeleri kapsamında, düşük sıcaklıklara dayanıklı veya tolerant olduğu tespit edilen mevcut dolmalık biber gen kaynakları kullanılmıştır. Genetika Tohumculuk Firmasının biber genetik kaynakları içerisinde morfolojik karakterizasyonu yapılmış, meyve verim ve kalite özellikleri yönünden öne çıkan 13 adet dolmalık biber genotipleri (S5- S6 kademesindeki) anne ebeveyn olarak kullanılmıştır (Şekil 3.1). Baba ebeveyn olarak kullanılan 11 adet dolmalık biber genotipleri ise düşük sıcaklık testlemeleri sonucunda tolerant veya dayanıklı olarak belirlenen genotiplerden oluşmuştur (Şekil 3.2). Tür içi melezleme programı sonucunda, 28 adet dolmalık biber melez kombinasyonu elde edilmiştir. Buna göre tez çalışmasında yer alan ve her bir genetik materyali tanımlayan ayrıntılı bilgiler, Çizelge 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Meyve verim ve kalite özellikleri yönünden seleksiyonla seçilen ve melezleme ıslahı programında anne ebeveyn olarak kullanılan dolmalık biber genotiplerinin görünüşleri



Şekil 3.2. Düşük sıcaklığa tolerant veya dayanıklı olan ve melezleme programında baba ebeveyn olarak kullanılan dolmalık biber genotiplerinin görünimleri

Çalışmada, kontrol çeşit olarak Rijk Zwaan Türkiye Firmasından temin edilen ve düşük sıcaklığa dayanımı tolerant olarak bildirilen Benino F<sub>1</sub> dolmalık biber çeşidi kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Düşük sıcaklığa dayanıklı dolmalık biber genotiplerinin oluşturulmasına yönelik oluşturulan tür içi melez kombinasyonlarına ait kayıt bilgileri

Melez Kombinasyonlar				
No	Kod Numarası	Anne Ebeveyn	X	Baba Ebeveyn
1	HD1	EF119	X	PB60
2	HD2	EF153	X	PB60
3	HD3	EF164	X	PB60

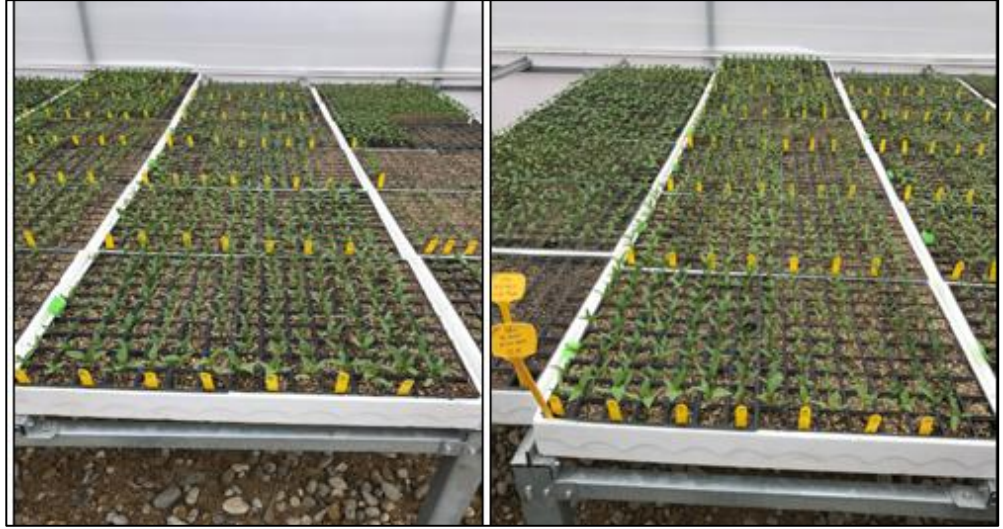
Çizelge 3.1. (devam)

No	Kod Numarası	Anne Ebeveyn	X	Baba Ebeveyn
4	HD4	PB90	X	EF683
5	HD5	EF171	X	PB60
6	HD6	EF292	X	PB60
7	HD7	EF303	X	PB60
8	HD8	EF473	X	PB60
9	HD9	EF502	X	PB60
10	HD10	EF627	X	PB60
11	HD11	PB61	X	EF393
12	HD12	PB75	X	EF119
13	HD13	PB75	X	EF164
14	HD14	PB75	X	EF168
15	HD15	PB75	X	EF261
16	HD16	PB75	X	EF321
17	HD17	PB75	X	EF365
18	HD18	PB75	X	EF393
19	HD19	PB75	X	EF407
20	HD20	PB75	X	EF683
21	HD21	PB77	X	EF119
22	HD22	PB90	X	EF153
23	HD23	PB90	X	EF168
24	HD24	PB90	X	EF261
25	HD25	PB90	X	EF321
26	HD26	PB90	X	EF365
27	HD27	PB90	X	EF393
28	HD28	PB90	X	EF407

### 3.2. Yöntem

#### 3.2.1. Hibrit dolmalık biber kombinasyonlarının düşük sıcaklık testlemeleri ile dayanım düzeylerinin belirlenmesi

Hibrit dolmalık biber genotiplerine ait tohum ekimleri, Antalya’da bulunan Genetika Tohumculuk Tarım Sanayi ve Ticaret Limited Şirketi tarafından, fide üretim serasında 3:1 oranında torf ve perlit karışımı ile hazırlanan ortamla doldurulmuş olan viyollere yapılmıştır. Dolmalık biber fideleri, 3-4 gerçek yapraklı döneme kadar 25±2 °C sıcaklık değerine sahip kontrollü serada 3 tekerrürlü ve her bir kombinasyondan 30 adet olacak şekilde yetiştirilmiştir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerine ait fidelerin genel görünümü

Çalışmada, 3-4 gerçek yaprağa sahip olan hibrit dolmalık biber genotiplerinin fideleri, firma tarafından 16.04.2018 tarihinde Samsun'a gönderilmiş ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi araştırma ve uygulama deneme alanında bulunan polikarbon serada iki gün süre ile oda sıcaklığında ( $25\pm 2$  °C ) bekletilmiştir.

Düşük sıcaklık testlemeleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde bulunan sıcaklık ve nem kontrollü, 16 saat aydınlık ve 8 saat karanlık iklim odasında yürütülmüştür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Düşük sıcaklık testleme çalışmasının yürütüldüğü iklim odasının dıştan genel görünümü

Çalışmada 18.04.2018 tarihinde, her bir hibrit dolmalık biber genotipine ait fidelerin yarısı, iklim odasında 4 gün boyunca 3 °C'de 100  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^{-1}$  ışık şiddetinde soğuk stresine maruz bırakılmıştır (Eriş, 1985; Günay, 1992) (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Düşük sıcaklık testleme çalışmasının yürütüldüğü iklim odasında hibrit dolmalık biber fidelerinin genel görünümü

Hibrit dolmalık biber fidelerinin diğer yarısı ise (kontrol bitkileri),  $25\pm 2$  °C sıcaklık değerine sahip kontrollü serada bekletilmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Sıcaklık kontrollü serada bekletilen hibrit dolmalık biber fidelerinin görünümü

Düşük sıcaklık testlemesinin sonunda (22.04.2018 tarihinde), 4 gün süre ile soğuk stresine maruz bırakılmış olan fideler, soğuk zararının tam olarak belirlenebilmesi amacıyla testleme odasından çıkarılmıştır (Balkaya vd, 2016) (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Düşük sıcaklık testleme çalışmasının yürütüldüğü iklim odasında, soğuk stresine maruz bırakılmış hibrit dolmalık biber fidelerinin 4. günün sonundaki görünümü

Stres uygulamasından 5 gün sonra (28.04.2018), dolmalık biber fidelerinin genel görünümü ise Şekil 3.8' de verilmiştir.



Şekil 3.8. Stres uygulamasından sonra 5 gün bekletilen dolmalık biber fidelerinin genel görünümü

Stres uygulamasından 5 gün sonra, biber fidelerinde morfolojik olarak ortaya çıkan semptomatik zararlanmanın derecesi, 0-4 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir (Çizelge 3.2, Şekil 3.9) (Kuşvuran, 2010; Kabay vd, 2017).

Çizelge 3.2. Dolmalık biber genotiplerinin düşük sıcaklığa dayanım düzeylerinin belirlenmesinde kullanılan 0-4 skalası

Skala Değeri	Değerlendirme
0	Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri)
1	Büyümede yavaşlama (kontrol bitkilerine göre)
2	Yapraklarda solgunluk ve sararma
3	Yapraklarda kuruma
4	Ölü bitki



Şekil 3.9. Düşük sıcaklık stresi sonrasında 0-4 skalasına göre biber bitkilerinin değerlendirilmesi (0= Hiç etkilenme yok (kontrol bitkileri), 1=Büyümede yavaşlama ve az oranda solgunluk (kontrol bitkilerine göre), 2=Yapraklarda solgunluk ve sararma, 3=Yapraklarda kuruma, 4= ölü bitki)

### 3.2.2. Hibrit dolmalık biber kombinasyonlarının düşük sıcaklık stresine dayanıklılığının biyokimyasal düzeyde incelenmesi

Biyokimyasal analizlerin ilk aşaması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü Araştırma Laboratuvarında 25.04.2018- 01.07.2018 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Oksidatif stres sonucu oluşan serbest radikallere bağlı olarak hücre zarındaki lipidler peroksidasyona uğramakta ve bunun son ürünü olarak malonaldehid (MDA) ortaya çıkmaktadır. Hücrelerde meydana gelen bu zararlanmanın ortaya konulması amacı ile biber kombinasyonlarından alınan yaprak örneklerinde MDA ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra strese toleransta ozmotik düzenleyici olarak değerlendirilen prolin analizinde çalışmaya dahil edilmiştir.

### 3.2.2.1. Hibrit dolmalık biber genotiplerine ait fidelerden biyokimyasal analizler için örneklerin alması

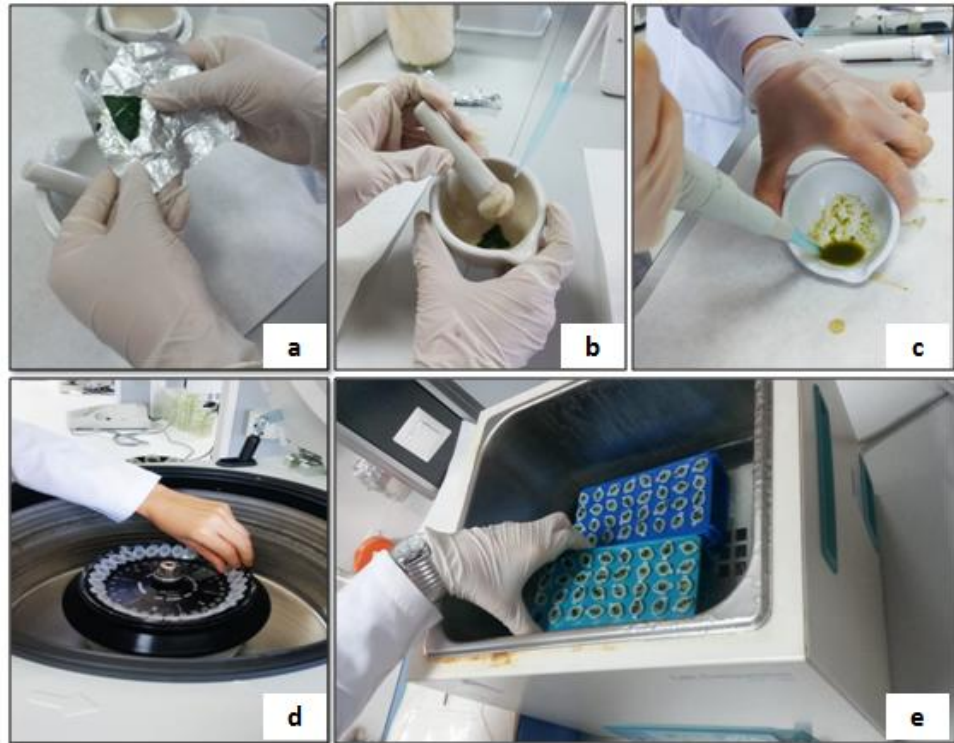
Düşük sıcaklık testlemesi sonunda (4. günün sonunda) iklim odasından çıkarılan bitkilerin yapraklarından örnekler alınmış, analizler için standart ağırlıkta (0.5 g) olacak şekilde örnek tartımları yapılmıştır. Alınan temsili örneklere kod numaraları verilmiş ve örnekler düşük sıcaklık stresine dayanıklılığın biyokimyasal düzeyde incelenmesi amacıyla sıvı azotla muamele edilip -80 °C’de muhafaza edilmiştir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. Dolmalık biber genotiplerine ait fidelerden biyokimyasal analizler için örnek alma aşamaları (a. 4. günün sonunda iklim odasından çıkarılan bitkilerin genel görünümü, b. Bitkilerin yaprak kısımlarından örneklerin alınması, c. Analizler için uygun ağırlıkların belirlenmesi, d. ve e. Tartılan örneklerin sıvı azotla muamele edilmesi, f. Örnekler -80 °C’de muhafaza edilmiştir.)

### 3.2.2.2. Malondialdehyde (MDA) belirlenmesi

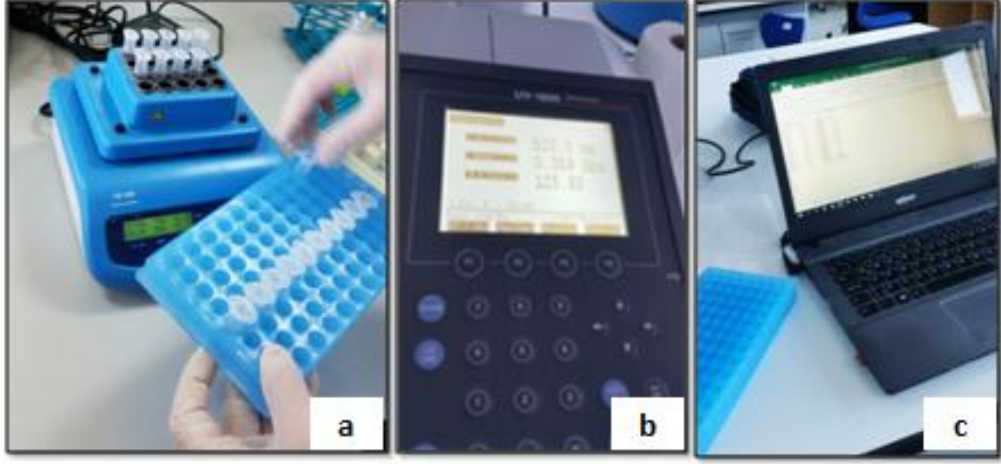
Tez çalışmasında, Dhinsa vd (1981)'nin uyguladığı yöntemle göre malondialdehit (MDA) içeriği belirlenmiştir. Örnek (0.5 g), %10'luk 10 µl trikloroasetik asit (TCA) ile homojenize edilmiştir. Homojenat 10.000 x rpm de santrifüj edilecek ve süpernatant kısım MDA tayini için kullanılmıştır. MDA oluşumu için, 2 µl %0.6 tiobarbitürik asit (TBA; %10'luk TCA da hazırlanmış) deney tüpünde 2 µl örnek ekstraktı ile karıştırılmıştır. Homojenat karışım 20.000 rpm' de 15 dakika santrifüjlenmiştir. Karışım çözeltisi, 100 °C su banyosunda inkübe edilmiş ve daha sonra soğutulurak 20.000 x rpm'de 15 dakika santrifüj işlemi yapılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Malondialdehyde (MDA) lipit peroksidaz aktivitesinin tespit edilmesinde uygulanan aşamalar ( a. -80 °C'den çıkarılan örnekler, b. ve c. Örneklere %10'luk 10 µl trikloroasetik asit (TCA) eklenerek havanda ezilerek homojenize edilmesi, d. Homojenat karışımın santrifüjlenmesi, e. Karışım çözeltisinin 100 °C su banyosunda inkübe edilmesi)

Elde edilen süpernatant, spektrofotometrik ölçüme hazırlanmış ve 532-600 nm'de absorbans değerleri ölçülmüştür. Bitkinin oksidatif olan modifiye olan proteinleri ile birlikte lipit peroksidlerinin konsantrasyonu geçirgenlik katsayısı ( $\epsilon=156 \text{ mM}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ ) kullanılarak MDA içeriği tayin edilerek belirlenmiştir. Sonuç,

MDA (mikromol/kuru ağırlık) = [(A532–A600)/155] x 10<sup>3</sup> nmole/ ml x (1/ FW g) x 2 formülü kullanılarak hesaplanmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Malondialdehyde (MDA) lipid peroksidaz aktivitesinin belirlenmesi için uygulanan aşamalar (a. ve b. Elde edilen süpernatantın spektrofotometrik ölçüme hazırlanması, c. Bilgisayar ile lipid peroksidazlarının konsantrasyonu geçirenlik katsayısı kullanılarak MDA içeriğinin tayin edilerek belirlenmesi)

### 3.2.2.3. Prolin miktarının belirlenmesi

Prolin genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen ve bitkinin dayanım yeteneğinin sağlanması bakımından koruyucu görevi gören, suda çözünebilir bir aminoasittir (Bian vd, 1988). Bu protein seviyesi bitkilerde ne kadar yüksekse genotipler o kadar fazla soğuğa dayanıklılık göstermektedirler.

Çalışmada prolin analizinde, her bir uygulama için 0.2 g olarak alınan kuru yaprak örnekleri %3 sülfosalisilik asit içerisinde homojenize edilmiştir (Bates vd, 1973). Daha sonra Whatman 2 filtre kâğıdından süzülerek ekstrakt edilmiştir. Temiz filtrattan 1 µl alınmış ve 10 µl'lik cam tüpe konulmuştur. Üzerine 1 µl glasiyel asetik asit +1 µl ninhidrin ayırıcı çözeltisi konmuştur. Örneklerin kapağı alüminyum folyo ile kapatılarak 98 °C'de su banyosunda 1 saat süreyle bekletilmiştir. Reaksiyon buz banyosunda, 5 dakika bekletilerek sonlandırılmıştır. Daha sonra oda sıcaklığına getirilen örnekler, 546 nm ayarlı spektrofotometrede bilenk (0 ppm)'e karşı okunmuştur.

Prolin ve MDA analizinden elde edilen veriler, genotipler arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla Microsoft Office Excel programı kullanılarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3. Hibrit dolmalık biber kombinasyonlarının kök anatomileri ve köklenme düzeylerinin belirlenmesi

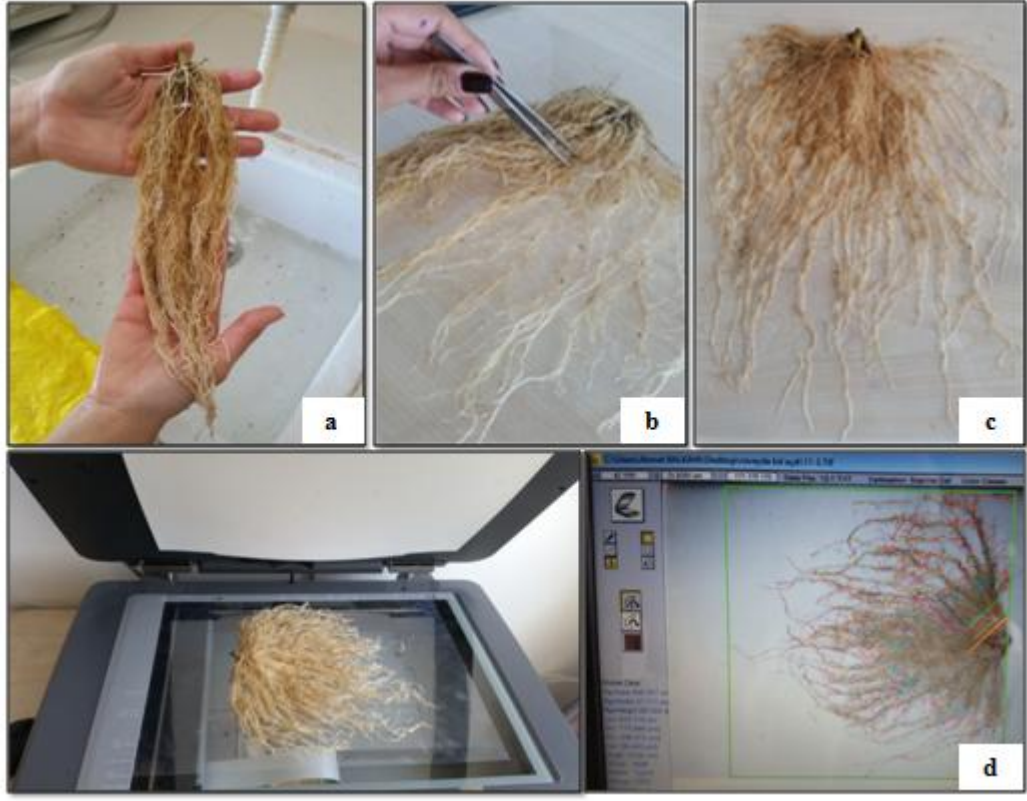
Çalışmanın bu kısmı Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma Uygulama sitesinde yer alan “Uygulama Deneme Arazisinde” ve “Sebze Çoğaltma Serasında” 16.04.2018-27.05.2018 tarihleri arasında yürütülmüştür. Antalya’da bulunan Genetika Tohumculuk Tarım Sanayi ve Tic. Ltd. Şti. firmasına ait fidelikte yetiştirilen hibrit dolmalık biber fideleri (3-4 gerçek yapraklı), 16.04.2018 tarihinde Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi’ne gönderilmiştir. Hibrit dolmalık biber fidelerinin dikimleri, 2:1 oranında torf ve perlit karışımından oluşan 2.5 litrelik saksılara her bir genotipten 3’er bitki olacak şekilde 18.04.2018 tarihinde yapılmıştır. Fideler iki farklı ortamda (sıcaklık kontrollü sera bölmesinde (25 °C) ve açıkta tarla koşullarında) saksılarda 40 gün süreyle yetiştirilmiştir (Şekil 3.13).



Şekil 3.13. Kök anatomilerinin incelenmesi amacıyla 40 gün süre ile serada ve açıkta yetiştirilmiş olan hibrit dolmalık biber genotiplerinin genel görünüşleri

Bitki kök gelişiminin ayrıntılı olarak incelenmesinde WinRhizo kök analiz programı kullanılmıştır. Böylece biber genotiplerinin kök mimarileri ayrıntılı olarak ortaya çıkarılmıştır. Çalışmada 40. günün sonunda (27.05.2018 tarihinde) yetiştirme ortamından alınan bitki kökleri, dikkatli bir şekilde yıkandıktan sonra kağıt havlu ile kurutulmuştur. Kurutulmuş kökler, A3 boyutundaki asetat üzerine yerleştirilmiş ve ince uçlu pens yardımı ile detaylı bir şekilde temizlenip ayrılmıştır. Tarama işlemine

hazır hale getirilmiş olan kökler, cihazın tarayıcı kısmına konularak üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde kök analizinin yapıış aşamaları (a. Kökün yıkanması, b.Kökün pens ile temizlenmesi, c. Kökün tarama işlemine hazırlanması, d. Kökün WinRhizo tarayıcıya yerleştirilmesi ve bilgisayarda taranması)

WinRhizo programı ile aşağıdaki kök parametreleri hesaplanmıştır. Bu parametreler, Sarıbaş (2019)'a göre ayrıntılı olarak incelenmiştir.

**a. Toplam kök uzunluğu (cm):** Kılcal yapıda bulunan saçak kökler dahil olmak üzere tüm köklerin toplam uzunlukları belirlenmiştir.

**b. Ortalama kök çapı (mm):** Tüm kök uzantıları bireysel olarak incelenmiş ve ortalama kök çapları hesaplanmıştır.

**c. Kök yüzey alanı (cm<sup>2</sup>):** Taraması üç boyutlu olarak yapılan tüm köklerin dış çeperlerinin kök yüzey alanı olarak belirlenmiştir.

**d. Kök hacmi (cm<sup>3</sup>):** Genotiplerin kökleri tarayıcıdan (scanner) geçirilerek ilgili program yardımıyla net kök hacmi değerleri tespit edilmiştir.

**e. Kök uç sayısı:** Bitkilerde kök dallanmalarının son bulduğu ve toplam kök sayısının ifade eden uç sayılarının miktarı belirlenmiştir.

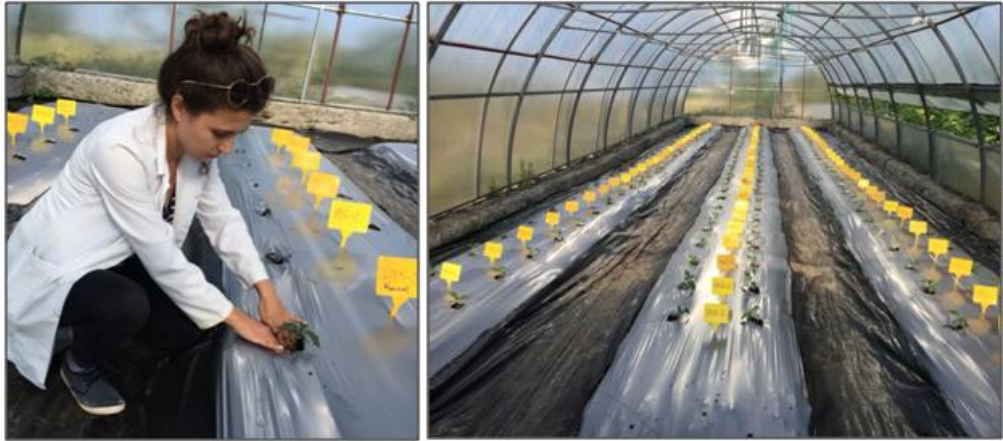
**f. Kök dallanma sayısı:** Ana kök ve birinci lateral köklerden çıkan yan dalların sayıları tespit edilmiştir.

**g. Kök kesişme (crossing) sayısı:** Tüm lateral köklerin oluşumu ve uzaması sonucunda birbiri üzerine gelerek kesişen noktaların sayısı hesaplanmıştır.

**h. Kök kuru ağırlığı (g):** Bitkilerin kök kısımları ayrılarak 80 °C’de 72 saat süreyle etüvde kurutulmuştur. Kuruyan kökler hassas terazide (0.001 g) tartılarak kök kuru ağırlıkları belirlenmiştir (Karaağaç ve Balkaya, 2010).

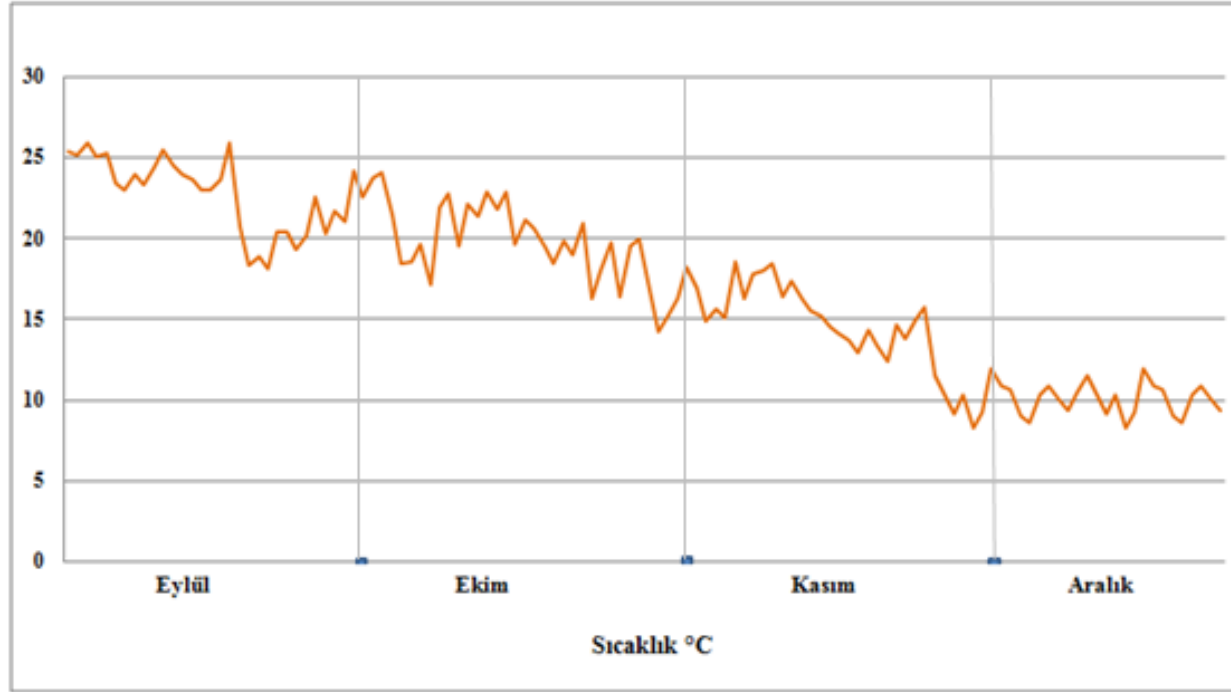
### 3.2.4. Isıtmasız serada hibrit dolmalık biber genotiplerinin sonbahar dönemi yetiştiriciliği performanslarının belirlenmesi

Düşük sıcaklığa tolerant, kök yapısı güçlü olan hibrit dolmalık biber genotiplerinin sonbahar döneminde biber yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla; dolmalık biber fidelerinin dikimleri, her tekerrürde 6 bitki olacak şekilde 3 tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre 31.08.2018 tarihinde, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi “Araştırma ve Uygulama Serasına” dikimleri yapılmıştır (Şekil 3.15).

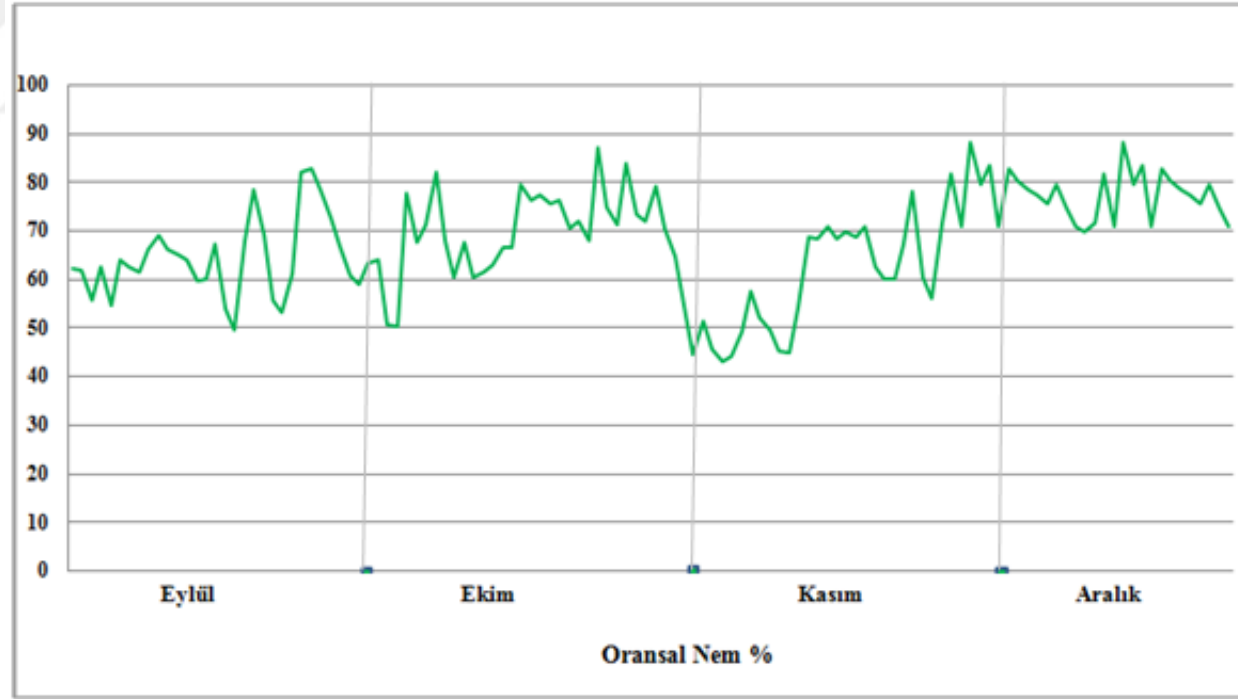


Şekil 3.15. Dolmalık biber fidelerinin dikim işlemi ve bitkilerin genel görünümü

Çalışmada kontrol olarak düşük sıcaklığa tolerant olarak bilinen Benino F<sub>1</sub> çeşidi yer almıştır. Sera içerisindeki sıcaklık ve oransal nem değerleri “Datalogger ölçüm cihazı” ile ölçülmüştür (Şekil 3.16, Şekil 3.17).



Şekil 3.16. 2018 yılında çalışmanın yürütüldüğü sera deneme alanına ait (Eylül-Aralık) sıcaklık değerlerinin günlük değişimleri



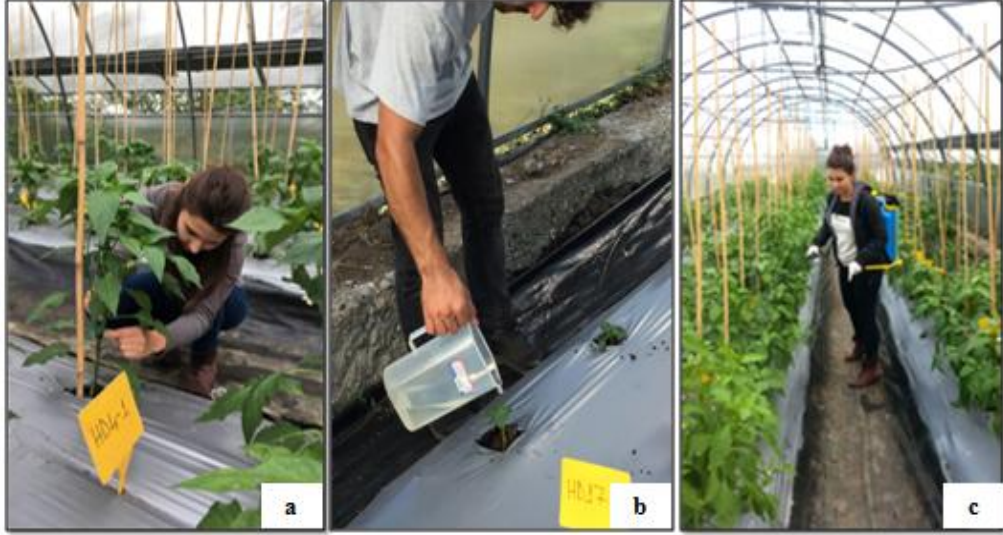
Şekil 3.17. 2018 yılında çalışmaların yürütüldüğü sera deneme alanına ait (Eylül-Aralık) oransal nem değerlerinin günlük değişimleri

Serada dikim öncesinde, 0-30 cm derinlikten toprak analizi için örnekler alınmıştır. Toprak analizleri, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü bünyesinde bulunan Toprak Analiz Laboratuvarında yapılmıştır (Anonim, 2018). Toprak yapısının killi, pH'sının nötr, organik madde miktarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca deneme arazisinin tuzsuz, az kireçli, fosfor ve potasyum yönünden de oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Çalışmaların yürütüldüğü sera deneme alanına ait toprak analiz sonuçları

Özellik	Miktar	İçerik Sınıfı
Toprak yapısı	%71	Killi
pH	7.36	Bazik
Kireç (CaCO <sub>3</sub> )	2.82	Az kireçli
Toplam Tuz (%)	0.037	Tuzsuz
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	101.94	Çok yüksek
Potasyum (K <sub>2</sub> O)	208	Fazla
Organik Madde (%)	4.74	Yüksek

Dikim işleminden sonra serada hibrit dolmalık biber genotiplerine uygulanan sulama, budama, ilaçlama gibi bakım işlemleri tarafımızdan düzenli olarak kontrollü bir şekilde yapılmıştır. Ayrıca 10'ar gün aralıklarla kompoze (N-P-K, 20-20-20) gübre uygulaması da gerçekleştirilmiştir. Olası hastalık ve zararlılarla karşı düzenli ilaçlamalar yapılarak koruyucu önlemler alınmıştır (Şekil 3.18).



Şekil 3.18. Araştırma ve uygulama serasında yapılan kültürel işlemler (a. Bitkileri askıya alma işlemi, b. Gübreleme işlemlerinin yapılması, c. Hastalık ve zararlılara karşı ilaçlamaların yapılması)

#### 3.2.4.1. Fenolojik özellikler

**a. Çiçeklenme zamanı (gün):** Bitkilerde, fide dikiminden itibaren ilk çiçeklerin oluştuğu zamana kadar geçen süre ilk çiçeklenme periyodu olarak belirlenmiştir.

**b. İlk hasat zamanı (gün):** Fide dikiminden ilk hasat tarihine kadar geçen süre ilk hasat tarihi olarak hesaplanmıştır.

**c. Hasat süresi (gün):** İlk ve son meyve hasat tarihleri arasındaki gün sayısı, hasat süresi olarak belirlenmiştir.

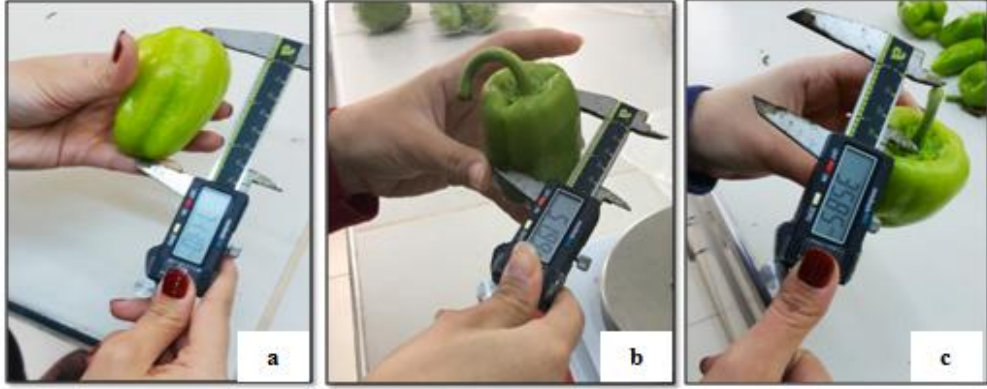
#### 3.2.4.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde meyve özelliklerinin incelenmesi

**a. Ortalama meyve boyu (mm):** Her genotipte hasat edilen meyvelerde meyve uzunlukları dijital kumpas yardımıyla ölçülüp, ortalamaları alınmıştır (Şekil 3.19).

**b. Ortalama meyve eni (mm):** Meyvelerin eni, dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.19).

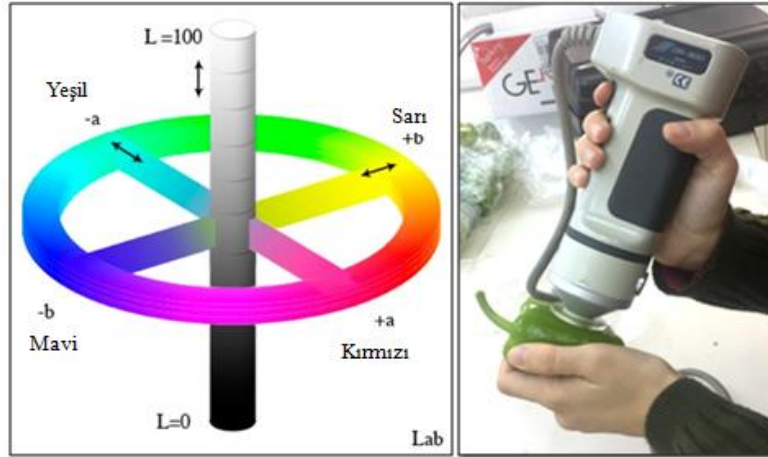
**c. Meyve şekil indeksi:** Her genotipte hasat edilen meyvelerin boy/en değerleri hesaplanarak meyve şekil indeksi katsayıları belirlenmiştir.

**d. Ortalama meyve sap uzunluğu (mm):** Her genotipte hasat edilen meyvelerde meyve sap uzunlukları, dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Meyve boyutlarının belirlenmesi (a. Meyve boyu, b. Meyve eni, c. Meyve sap uzunluğu)

**e. Meyve kabuk rengi:** Görsel olarak koyu yeşil, yeşil, açık yeşil ve sarı olarak belirlenmiştir. Dijital olarak, Minolta CR-410 tristimulus renk ölçer aleti kullanılarak meyvenin karşılıklı olarak iki bölgesinden yapılmıştır. Renk ölçümü CIE  $L^*a^*b^*$  renk sınıflandırma sistemine göre belirlenmiştir. Minolta Chromometre renk ölçüm aleti ile meyve renk yoğunluklarının değerlendirilmesi; L: Parlaklık oranı, +a: Kırmızı, -a: Yeşil, +b: Sarı, -b: Mavi skalasına göre yapılmıştır (Şekil 3.20).



Şekil 3.20. Dolmalık biber genotiplerinde Minolta Chromometre renk skalasına göre meyve renklerinin belirlenmesi

**f. Meyve eti kalınlığı (mm):** Her genotipte hasat edilen meyvelerde, meyve eti kalınlığını belirlemek için, çekirdek evinin bittiği noktadan, meyve et kısmının tamamı dijital kumpas yardımıyla meyve et kalınlığı olarak ölçülmüştür (Şekil 3.21).



Şekil 3.21. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde meyve eti kalınlığının ölçülmesi.

**g. Kuru madde miktarı (g):** Her genotipten hasat edilen meyve örneklerinin, kuru madde miktarlarını belirlemek amacıyla 80 °C'de 72 saat süreyle etüvde kurutulmuştur (Karaağaç, 2006). Daha sonra meyve kuru ağırlıkları, hassas terazi (0.001 g) kullanılarak tartılmıştır.

#### **3.2.4.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde verim performanslarının belirlenmesi**

Çalışmada dolmalık biber genotiplerinde ilk hasat, 16.10.2018 tarihinde başlamıştır. Meyve hasatları, beşer gün aralıklarla kademeli olarak yapılmıştır. Son hasat ise 20.12.2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

**a. Meyve sayısı/bitki (Adet):** Hasat dönemi içinde her bir bitkiden hasat edilen toplam meyve sayıları belirlenmiştir.

**b. Toplam meyve ağırlığı/bitki (g):** Hasat dönemi içinde her bir bitkiden hasat edilen tüm meyvelerin ağırlıkları hassas terazi (0.001 g) kullanılarak saptanmıştır.

**c. Ortalama meyve ağırlığı (g):** Her bitkiden hasat edilen tüm meyvelerin toplam ağırlığının, toplam meyve sayısına oranlanması ile ortalama meyve ağırlığı değerleri belirlenmiştir.

**d. Toplam verim (kg/da):** Her hasatta alınan verim değerleri birleştirilerek toplam verim miktarları tespit edilmiştir (Şekil 3.22).



Şekil 3.22. Sera denemesinde yer alan dolmalık biber genotiplerinde verim özelliklerinin belirlenmesi (a. Seradaki dolmalık biber bitkilerinin hasat edilmeden önceki genel görünüşleri. b. Hasat dönemi içinde her bitkiden hasat edilen meyvelerin toplam ağırlığı terazi yardımı ile belirlenmiştir)

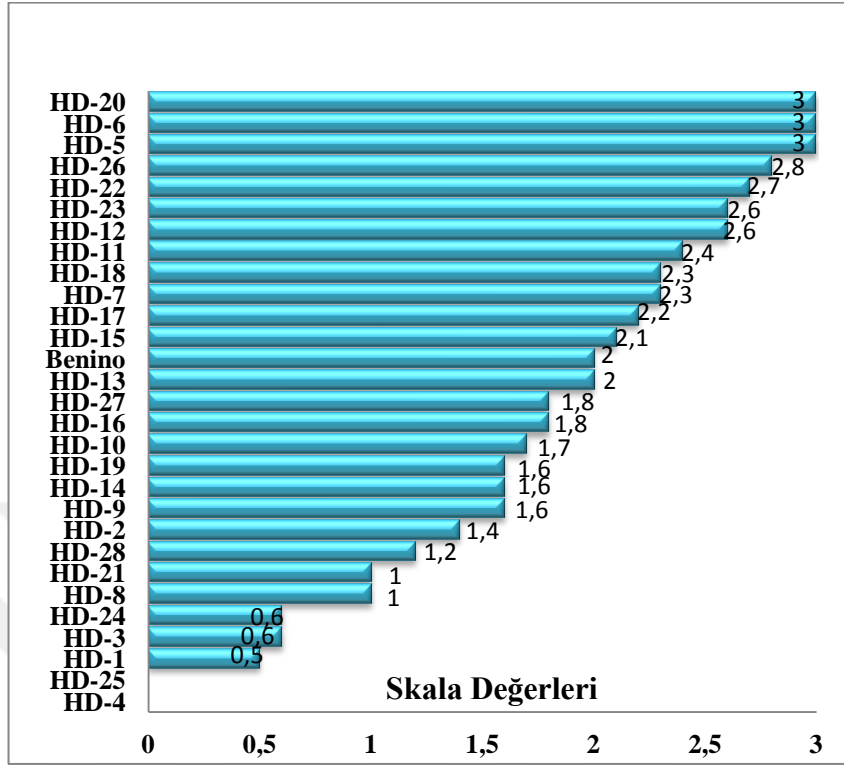
### 3.2.5. Verilerin analizi

Hibrit dolmalık biber genotiplerinin kök özellikleri, verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmadan, elde edilen tüm veriler JMP 5.01 istatistik programında varyans analizine tabi tutulmuş ve DUNCAN çoklu karşılaştırma sistemine göre benzerlik ve farklılık gruplandırmaları yapılmıştır.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Hibrit Dolmalık Biber Kombinasyonlarının Düşük Sıcaklık Testlemeleri ile Dayanıklılık Düzeylerinin Belirlenmesi

Tez çalışmasında hibrit dolmalık biber çeşitlerine ait fidelerin yarısı 4 gün boyunca 3 °C'de  $100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  ışık şiddetinde soğuk stresine maruz bırakılmıştır (Eriş, 1985; Günay, 1992). Diğer yarısı ise (kontrol bitkileri),  $25 \pm 2$  °C sıcaklık değerine sahip kontrollü serada bekletilmiştir. Düşük sıcaklık testlemesinin sonunda; 4 gün süre ile soğuk stresine maruz bırakılmış olan fidelerde soğuk zararının tam olarak belirlenebilmesi amacıyla, testleme odasından çıkarılmış ve sıcaklık kontrollü iklim odasına (25 °C) yerleştirilmişlerdir (Balkaya vd, 2016). Stres uygulamasından 5 gün sonra, biber fidelerinde morfolojik olarak ortaya çıkan semptomatik zararlanmanın derecesi, 0-4 skalası kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu skala puanları kullanılarak, görsel olarak bitkilerdeki zarar dereceleri hesaplanmıştır. Araştırmada kontrol gruplarında yer alan ve zarar görmeyen bitkilerde skala değeri, "0" olarak tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda düşük sıcaklık stresine dayanım yönünden, HD-25 (0) ve HD-4 (0) dolmalık biber genotiplerinde soğuğa dayanım yönünden morfolojik olarak olumsuz hiç bir etkilenmenin olmadığı ve tam dayanıklılık gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 4.1). Skala puanlarına göre bu genotipleri, HD-1 (0.5), HD-3 (0.6) ve HD-24 (0.6) dolmalık biber genotipleri takip etmiştir. Dolmalık biber genotiplerinde soğuk stresinin belirtileri genel olarak yapraklarda sararma şeklinde görülmüştür. HD-8 (1.0) ve HD-21 (1.0) dolmalık biber genotiplerinin yapraklarında ise hafif solgunluk ve sararmaların olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, HD-5 (3.0), HD-6 (3.0) ve HD-20 (3.0) genotiplerinin yapraklarında ise oldukça belirgin şekilde kurumaların meydana geldiği saptanmıştır.



Şekil 4.1. Dolmalık biber genotiplerinin düşük sıcaklığa dayanım düzeylerine ait ortalama skala değerleri (puan)

Araştırma sonuçlarına göre, melezleme ıslahı programında geliştirilen tür içi hibrit dolmalık genotiplerinin beklendiği şekilde büyük bir çoğunluğunun düşük sıcaklığa karşı dayanım gösterdikleri saptanmıştır. Çalışmada, kontrol çeşit olarak incelenen Benino F<sub>1</sub> çeşidinde zararlanma derecesi ortalama 2.0 değeri ile tolerant olarak belirlenmiştir. Hibrit dolmalık biber çeşit ıslah programında, düşük sıcaklığa dayanım yönünden semptomların zararlanma derecesi ortalama 2.0 puanın altında olan genotipler seleksiyon programında ümitvar hibrit adayları olarak seçilmişlerdir. Buna göre; tür içi 28 dolmalık biber genotipinden 16 tanesinin 2.0 puan (skala) altında puan aldıkları ve düşük sıcaklıklara dayanıklılık gösterdikleri belirlenmiştir. Bu durum, düşük sıcaklığa dayanım yönünden seçilen ebeveynlerin doğru ve düşük sıcaklığa tolerant olduklarını göstermektedir. Ülkemizde biber genotiplerinde düşük sıcaklık dayanıklılık düzeylerinin belirlenmesine yönelik çok fazla sayıda çalışma bulunmamaktadır. Keleş (2007) tarafından yapılan bir çalışmada; düşük sıcaklık testlemeleri sonucunda biber gen havuzunda yer alan 57 biber genotipinin, 10 tanesinin dayanıklı ve diğer 10 tanesinin ise tolerant oldukları tespit edilmiştir.

Gökmen (2018) ise 32 biber genotipinde soğuk stresi yönünden genotiplerin dayanıklılık düzeylerini incelemişler ve yerel biber gen kaynaklarının ticari çeşitlere göre dayanımlarının daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

## 4.2. Hibrit Dolmalık Biber Kombinasyonlarının Düşük Sıcaklık Stresine Dayanıklılık Düzeylerinin Biyokimyasal Düzeyde İncelenmesi

### 4.2.1. Dolmalık biber genotiplerinin MDA içeriklerine ait sonuçlar

Soğuk stresine maruz bırakılmış olan bitkilerde oluşan semptomların değerlendirilmesi için kullanılan parametrelerden bir tanesi de MDA içeriğinin belirlenmesidir. Oksidatif stres sonucu oluşan serbest radikallere bağlı olarak hücre zarındaki lipidler peroksidasyona uğramakta ve bunun son ürünü olarak malonaldehid (MDA) ortaya çıkmaktadır. MDA miktarı, hücre zarında meydana gelen parçalanmayı yani stres zararının dolaylı olarak belirlenmesinde kullanılmaktadır. Birçok araştırmacı, lipid peroksidasyonda meydana gelen artışların farklı çevre koşulları altında bitki türlerine göre belirgin düzeylerde farklılıklar gösterdiğini bildirmişlerdir (Janero, 1990; Moran vd, 1994; Prasad, 1996). Araştırma sonucunda incelenen tüm hibrit dolmalık biber genotiplerinde; uygulama yapılmayan kontrol bitkilerine göre, düşük sıcaklık stresi uygulanan bitkilerde MDA içeriklerinde genotiplere göre değişen oranlarda belirgin artışların olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). Hibrit dolmalık biber genotiplerinde MDA içeriği yönünden en yüksek değerler; HD-22, HD-8, HD-12, HD-6, HD-23, HD-27 ve HD-24 genotiplerinde belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin MDA içerikleri (nmole/ g<sup>-1</sup> FW)

Genotip No	Düşük Sıcaklık MDA	Kontrol (25 °C) MDA	Genotip No	Düşük Sıcaklık MDA	Kontrol (25 °C) MDA
HD-1	20.54	15.64	HD-11	15.80	13.74
HD-2	20.38	16.12	HD-12	21.29	13.22
HD-3	22.12	16.12	HD-13	22.51	16.90
HD-4	18.58	15.35	HD-14	16.70	12.96
HD-5	23.29	17.29	HD-15	16.09	12.64
HD-6	20.90	9.94	HD-16	17.87	13.25
HD-7	21.35	16.19	HD-17	17.41	14.96
HD-8	21.87	12.58	HD-18	18.96	13.74
HD-9	14.32	12.45	HD-19	16.87	13.83
HD-10	18.96	13.80	HD-20	21.41	18.64

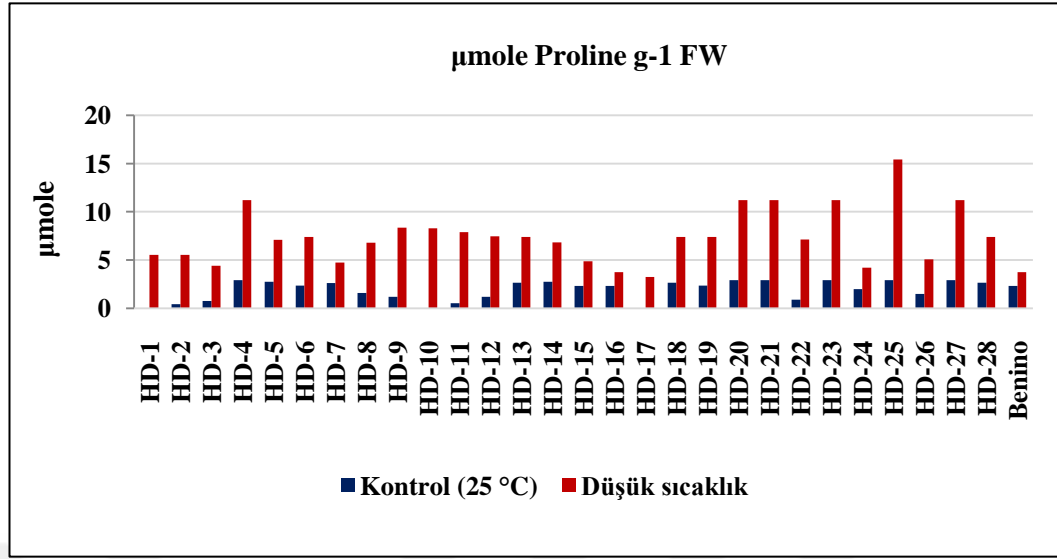
Çizelge 4.1. (devam)

Genotip No	Düşük Sıcaklık MDA	Kontrol (25 °C) MDA	Genotip No	Düşük Sıcaklık MDA	Kontrol (25 °C) MDA
HD-21	24.19	16.83	HD-26	17.54	14.51
HD-22	24.64	14.19	HD-27	20.70	12.70
HD-23	20.83	13.54	HD-28	22.32	17.67
HD-24	18.83	11.80	Benino F <sub>1</sub>	18.32	13.35
HD-25	19.74	14.19			

Benzer sonuçlar, farklı araştırmacılar tarafından birçok bitki türünde de ortaya konulmuştur. Çilek bitkisinde düşük sıcaklık stresinde MDA içeriğinin zamanla doğrusal olarak artış gösterdikleri belirlenmiştir (Gülen vd, 2008). Zhirong ve Guoyi (1994), biber türünde yaptıkları çalışmada düşük sıcaklıklarda MDA içeriklerinin arttığını bulmuşlardır. Soğuğa daha az duyarlı tolerant çeşitlerde, MDA içeriğinin arttığı buna karşın hassas çeşitlerde ise tam tersi bir durum belirlenmiştir. Araştırma sonuçları ile belirtilen literatürler uyum göstermiştir.

#### **4.2.2. Dolmalık biber genotiplerinde düşük sıcaklık stresi ve kontrol uygulamalarında prolin miktarlarının değişimi**

Prolin; genellikle stres koşullarında birikimi gerçekleşen, bitkinin dayanıklılık yeteneğinin sağlanması bakımından indikatör görevi yapan ve suda çözünebilir bir aminoasittir (Bian vd, 1988; Yıldız, 2014). Bitkilerde stres koşullarına bağlı olarak prolin içerikleri artmaktadır (Taylor, 1996). Güçlü bir ozmotik koruyucu olan prolin miktarı, genellikle abiyotik stres koşullarına dayanıklı olan genotiplerde yüksek düzeyde artışlar göstermektedir. Araştırmada, dolmalık biber genotiplerinde düşük sıcaklık stresi uygulaması sonucunda, prolin miktarının kontrol bitkilerine göre daha yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Hibrit dolmalık biber kombinasyonları içerisinde; HD-4, HD-10, HD-20, HD-21, HD-23, HD-25 ve HD-27 genotiplerinde prolin seviyelerinin en yüksek olduğu tespit edilmiştir. Düşük sıcaklık testi skala puanları, MDA içeriği ve prolin miktarları yönünden genel bir değerlendirme yaptığımızda, düşük sıcaklığa dayanıklı olarak belirlenen dolmalık biber genotiplerinde prolin içeriği daha yüksek buna karşılık MDA içerikleri daha düşük bulunmuştur.



Şekil 4.2. Düşük sıcaklık ve kontrol uygulamalarında dolmalık biber genotiplerinin prolin içeriklerine ait sonuçlar

Birçok bitki türünde yapılan çalışmalar sonucunda düşük sıcaklık uygulaması neticesinde prolin içeriklerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Araz (2019), bazı biber çeşitlerinde düşük sıcaklık stresi sonucunda prolin içeriklerinin genotiplere göre farklılık gösterdiğini tespit etmiştir. Tez çalışmasında da benzer şekilde dolmalık biber genotipleri arasında prolin içerikleri yönünden belirgin farklılıklar olduğu saptanmıştır. Prolin içerikleri yönünden benzer sonuçlar, Koç vd (2010) tarafından da bildirilmiştir. Araştırmacılar, biber fidelerinde soğuk uygulamasının (4 °C) prolin ve fenolojik bileşiklerin birikimini artırdığını ve düşük sıcaklık stresinde bitkilerde çeşitlere göre prolin içeriklerinin yaprak ve gövde kısımlarında değişen düzeylerde artışlar gösterdiğini belirlemişlerdir. Rhodes vd (1999), soğuk uygulanan hibrit patates genotiplerinde prolin içeriklerinin belirgin düzeyde artışlar gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yadegari vd (2007), soya fasulyesinde düşük sıcaklık uygulaması sonucunda kontrol bitkilere göre prolin içeriklerinin oldukça yüksek olduğunu ve soğuk uygulaması sonucunda prolin içeriklerinin hızlı bir şekilde artış gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırma sonuçları, belirtilen literatürler ile benzerlik göstermiştir.

### **4.3. Hibrit Dolmalık Biber Kombinasyonlarının Kök Anatomileri ve Köklenme Düzeylerine Ait Sonuçlar**

Tez çalışmasında, 28 hibrit dolmalık biber genotipinde ve bir ticari çeşitte (Benino F<sub>1</sub>) incelenen kök mimarisi parametreleri (toplam uzunluk, ortalama kök çapı, yüzey alanı, kök hacmi, uç sayısı, dallanma sayısı, kök kesişme (crossing) sayısı ve kök kuru ağırlığı) yönünden yapılan varyans analizinde istatistiksel olarak genotipler arasında önemli düzeyde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Ancak genotip x ortam interaksyonları yönünden istatistiksel olarak belirgin bir farklılık bulunmamıştır.

#### **4.3.1. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin toplam kök uzunluğu değerleri**

Bitkisel yetiştiricilikte özellikle besin noksanlığı ve su kısıntısı gibi stres koşullarında köklerin toprağın derinlerine inerek su ve bitki besin maddesi alınımının kolaylaşması yönünden toplam kök uzunluğunun fazla olması istenmektedir (Lambers vd, 2006; Comas vd, 2013). Araştırmada, dikimden itibaren 40. gün sonunda yapılan kök tarama analizi sonuçlarına göre toplam kök uzunluğu (cm) değerleri incelendiğinde; 598.77 cm ile 1120.40 cm arasında dağılış gösterdiği saptanmıştır. Toplam kök uzunluğu en fazla HD-16 genotipinde ve en düşük Benino F<sub>1</sub> çeşidinde ölçülmüştür (Çizelge 4.2). Tez çalışmasında, açıkta ve serada yetiştirilen dolmalık biber genotiplerinin toplam kök uzunlukları yönünden belirgin düzeyde farklılıklar gösterdikleri saptanmıştır. Dolmalık biber genotipleri içerisinde, açık arazide yetiştirilen HD-3 (1085.16 cm) genotipi ve serada yetiştirilen HD-16 (1332.38 cm) genotipleri toplam kök uzunluğu değerleri yönünden en yüksek performansı sergilemişlerdir (Çizelge 4.2). Açık arazi koşullarında yetiştirilen genotipler arasında en yüksek değerler; HD-3 ve HD-4 genotiplerinde, sera koşullarında ise en yüksek değerler HD-16 ve HD-1 genotiplerinde ölçülmüştür. Çalışmada en düşük kök uzunluğu değerlerinin açık arazide HD-19 (741.90 cm), HD-21 (774.06 cm) ve serada yetiştirilen HD-6 (728.58 cm) ve HD-9 (746.90 cm) genotiplerinde olduğu belirlenmiştir. Denemede kontrol olarak kullanılan Benino F<sub>1</sub> çeşidinin toplam kök uzunluğu değerleri; açık arazide 601.23 cm ve sera koşullarında 596.30 cm olarak ölçülmüştür. Araştırma sonucunda, kontrol çeşidin kök uzunluğu değerinin, düşük sıcaklığa tolerant hibrit dolmalık biber genotiplerinin gerisinde kaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Ayrıca kök uzunluğu bakımından serada

yetiştirilen dolmalık biber bitkileri (1032.71 cm), arazide yetiştirilen bitkilere göre (875.81 cm) daha üstün performans göstermiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde fide dikiminden itibaren 40. gün sonunda toplam kök uzunluğu (cm) değerlerinin değişimi

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-1	976.47 a-d	1200.87 ab	1088.67 a-c
HD-2	991.49 a-c	1021.05 bc	1006.27 a-d
HD-3	1085.16 a	1098.26 a-c	1091.71 ab
HD-4	1035.75 ab	1017.23 bc	1026.49 a-d
HD-5	916.67 b-h	1038.57 bc	977.62 a-d
HD-6	800.39 f-1	728.58 ef	764.48 f
HD-7	909.94 b-h	1071.71 bc	990.82 a-d
HD-8	953.64 a-e	981.85 b-d	967.75 b-d
HD-9	821.10 e-1	746.90 d-f	784.00 ef
HD-10	862.00 c-1	987.10 b-d	924.55 de
HD-11	862.65 c-1	945.08 c-e	903.86 d-f
HD-12	865.45 c-1	1153.85 a-c	1009.65 a-d
HD-13	819.48 e-1	1148.73 a-c	984.10 a-d
HD-14	934.61 a-g	964.23 b-e	949.42 b-d
HD-15	945.79 a-f	1036.79 bc	991.29 a-d
HD-16	908.41 b-h	1332.38 a	1120.40 a
HD-17	870.61 c-1	1037.88 bc	954.24 b-d
HD-18	804.83 e-1	1047.85 bc	926.34 de
HD-19	741.90 ij	1059.79 bc	900.85 d-f
HD-20	900.97 b-h	1165.37 a-c	1033.17 a-d
HD-21	774.06 hi	1097.92 a-c	935.99 d
HD-22	879.31 c-1	1035.97 bc	957.64 b-d
HD-23	910.09 b-h	1015.47 bc	962.78 b-d
HD-24	790.19 g-1	1014.88 bc	902.54 d-f
HD-25	833.72 d-1	1160.17 a-c	996.95 a-d
HD-26	812.68 e-1	1077.19 bc	944.94 cd
HD-27	851.51 c-1	1091.88 a-c	971.70 b-d
HD-28	938.28 a-g	1074.73 bc	1006.50 a-d
Benino F <sub>1</sub>	601.23 j	596.30 f	598.77 g
<b>Ortalama</b>	<b>875.81b</b>	<b>1032.71 a</b>	
<b>P &lt;</b>	<b>0.05</b>		

Özgen (2019), bitki besin elementlerinin eksikliği ya da fazlalığının toplam kök uzunluğu ile doğrudan ilişkili olduğunu bildirmiştir. Birçok bitki türünde toplam kök uzunluklarının belirlenmesi ile ilgili kantitatif çalışmalar yapılmıştır. Sarıbaş vd (2019), yedi litrelik saksılarda, 50 gün boyunca yetiştirdikleri patlıcan anaçlarının, toplam kök uzunluğu (cm) değerlerinin; 1299 cm (RS-8) ile 4322 cm (RS-6) arasında

değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Karaağaç vd (2020), *Capsicum* türlerine ait biber genotiplerinde toplam kök uzunluğu değerlerinin 519.89 cm - 1109.50 cm arasında dağılış gösterdiğini tespit etmişlerdir. NeSmith vd (1992), dolmalık biber çeşitlerinde farklı büyüklüklerde saksıların, kök gelişimi üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada, fide dikiminden itibaren 23 gün sonrasına kadar saksı büyüklüğünün bitki kök oluşumu üzerinde etkisinin çok az düzeyde olduğu, fide dikiminden itibaren 45. gün sonunda ise saksı büyüklüğüne bağlı olarak yaprak alanı ve bitki kuru ağırlıklarının kısmi olarak azalış gösterdiğini saptamışlardır. Araştırma sonucunda elde etmiş olduğumuz bulguların, diğer araştırmacıların bulduğu verilerden farklı olmasının nedeni; genotip etkisi, bitkilerin kök yapısı, saksı büyüklüğü ve yetiştirildiği gün sayısından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

#### 4.3.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde ortalama kök çapı değerlerinin değişimi

Saçak kök eğiliminin önemli bir göstergesi olan kök çapı değerinin düşük olması, kökün absorpsiyon yeteneğini olumlu yönde etkilemektedir (Özgen, 2019). Ortalama kök çapı değerleri, 2.50 mm- 4.98 mm arasında dağılış göstermiştir. Dolmalık biber genotiplerinde en yüksek ortalama kök çapı değeri, açık arazi koşullarında HD-21 (5.81 mm) genotipinde ve sera koşullarında ise HD-27 (5.78 mm) genotipinde tespit edilmiştir. En düşük ortalama kök çapı değeri ise açık arazide HD-16 (2.44 mm), HD-3 (2.45 mm) genotiplerinde ve sera ortamında HD-20 (2.34 mm), HD-21 (2.34 mm) ve HD-5 (2.35 mm) genotiplerinde ölçülmüştür. Benino F<sub>1</sub> çeşidinde ise ortalama kök çapı değerlerinin açık arazi koşullarında 2.50 mm ve sera ortamında ise 3.85 mm olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Dolmalık biber genotiplerinde ortalama kök çapı (mm) değerlerinin değişimi

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-1	3.60 b-d	3.29 c-e	3.45 b-f
HD-2	2.93 b-d	4.11 a-d	3.52 b-f
HD-3	2.45 d	2.54 de	2.50 f
HD-4	3.27 b-d	3.09 c-e	3.18 b-f
HD-5	3.11 b-d	2.35 e	2.73 ef
HD-6	3.05 b-d	2.57 de	2.81 ef
HD-7	3.83 b-d	3.67 b-e	3.75 b-e
HD-8	3.65 b-d	4.53 a-c	4.09 a-c

Çizelge 4.3. (devam)

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-9	3.76 b-d	3.17 c-e	3.46 b-f
HD-10	3.52 b-d	4.03 a-e	3.78 b-e
HD-11	2.94 b-d	2.93 c-e	2.94 d-f
HD-12	3.41 b-d	3.48 c-e	3.45 b-f
HD-13	3.09 b-d	2.87 c-e	2.98 c-f
HD-14	2.86 b-d	3.08 c-e	2.97 c-f
HD-15	2.80 b-d	2.64 de	2.72 ef
HD-16	2.44 d	2.70 de	2.57 f
HD-17	3.36 b-d	4.27 a-d	3.81 b-e
HD-18	2.64 cd	2.77 de	2.71 ef
HD-19	3.45 b-d	3.60 b-e	3.53 b-f
HD-20	3.22 b-d	2.34 e	2.78 ef
HD-21	5.81 a	2.34 e	4.08 a-d
HD-22	3.39 b-d	3.13 c-e	3.26 b-f
HD-23	3.26 b-d	3.21 c-e	3.24 b-f
HD-24	3.06 b-d	5.26 ab	4.16 ab
HD-25	2.75 b-d	3.23 c-e	2.99 c-f
HD-26	4.05 bc	3.18 c-e	3.62 b-f
HD-27	4.18 b	5.78 a	4.98 a
HD-28	3.05 b-d	3.56 b-e	3.30 b-f
Benino F <sub>1</sub>	2.50 d	3.85 b-e	3.17 b-f
<b>Ortalama</b>	<b>3.29</b>	<b>3.37</b>	
<b>P &lt;</b>	<b>0.05</b>		

Karaağaç vd (2020) farklı *Capsicum* türü biber genotipleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada; *C. annuum* türünde ortalama kök çapının 2.45 mm, *C. baccatum* türünde 3.18 mm ve *C. chinense* türünde ise 2.80 mm olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, biber anaç ıslahına yönelik kök inceleme çalışmalarında kök hacmine ek olarak saçak kök oranı kriterinde göz ardı edilmemesi gerektiğini bildirmişlerdir. Gough (2001), malç kullanılmadan açık arazide yetiştirilen dolmalık biber bitkilerinin her birinde, ortalama 50 ile 60 adet saçak kökün geliştiğini, kırmızı malç altında yetiştirilen bitkilerde ortalama 20 adet ve siyah ve gümüş malç altında yetişen bitkilerde ise 9 adet saçak kökün geliştiğini bildirmiştir. Araştırmacı ayrıca kök derinliği arttıkça oluşan kök sayılarının azaldığını bildirmiştir. Karaağaç vd (2020), bitkilerin stres altında toplam kök uzunluğu ve kök hacmini değiştirerek farklı kök adaptasyonları gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırma sonuçlarımız, belirtilen literatürleri destekleyici nitelikte olmuştur.

### 4.3.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde kök yüzey alanı değerleri

Köklerin su ve besin alım kapasitesini etkileyen önemli kriterlerden birisi de kök yüzey alanı değerleridir. Kök yüzey alanının fazla olması, köklerin su ve besin alım kapasitesini olumlu yönde artırmaktadır. Dolmalık biber genotipleri arasında kök yüzey alanına ait değerlerin, istatistiksel açıdan önemli düzeyde farklı olduğu bulunmuştur. Ortalama kök yüzey alanı değerleri, 563.48 cm<sup>2</sup> ile 963.14 cm<sup>2</sup> arasında dağılış göstermiştir (Çizelge 4.4). Açık arazide yetiştirilen bitkilerin kök yüzey alanına ait veriler incelendiğinde; HD-23 (999.91 cm<sup>2</sup>) ve HD-22 (985.84 cm<sup>2</sup>) dolmalık biber genotiplerinde en yüksek kök yüzey alanı değerleri tespit edilmiştir. Açıkta en düşük kök yüzey alanı değerleri ise HD-9 (640.80 cm<sup>2</sup>) ve HD-6 (656.24 cm<sup>2</sup>) genotiplerinden elde edilmiştir. Sera koşullarında yetiştirilen bitkilerde ise en yüksek kök yüzey alanı değerleri sırasıyla; HD-8 (1036.30 cm<sup>2</sup>), HD-26 (1003.14 cm<sup>2</sup>), HD-10 (975.59 cm<sup>2</sup>), HD-17 (974.01 cm<sup>2</sup>), HD-7 (963.98 cm<sup>2</sup>) ve HD-20 (955.61 cm<sup>2</sup>) genotiplerinde ölçülmüştür. Benino F<sub>1</sub> çeşidi, hem açık arazide (464.92 cm<sup>2</sup>) hem de sera ortamında (662.04 cm<sup>2</sup>) yetiştirildiğinde, kök yüzey alanı değerlerinin hibrit dolmalık biber genotiplerine göre daha düşük performans gösterdiği saptanmıştır. Serada yetiştirilen bitkilerde ortalama kök yüzey alanı (869.34 cm<sup>2</sup>) değerlerinin, açıkta yetiştirilenlere göre (794.69 cm<sup>2</sup>) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yetiştirme ortamları arasındaki bu farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Dolmalık biber genotiplerinin toplam kök yüzey alanına ait değişimleri (cm<sup>2</sup>)

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-1	709.01 g-1	874.33 a-e	791.67 b-f
HD-2	738.96 d-1	902.61 a-d	820.78 a-e
HD-3	817.29 b-h	791.74 a-e	804.51 a-f
HD-4	824.11 b-h	905.29 a-d	864.70 a-e
HD-5	760.16 c-1	861.76 a-e	810.96 a-f
HD-6	656.24 h1	644.41 de	650.32 f-h
HD-7	929.84 a-c	963.98 ab	946.91 ab
HD-8	857.78 a-h	1036.30 a	931.45 a-c
HD-9	640.80 1	598.14 e	619.47 gh
HD-10	663.01 h1	975.59 ab	819.30 a-e
HD-11	729.04 e-1	748.71 b-e	738.88 e-g
HD-12	726.25 f-1	879.65 a-e	802.95 a-f
HD-13	903.02 a-e	845.61 a-e	874.31 a-e

Çizelge 4.4. (devam)

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-14	875.58 a-g	865.62 a-e	870.60 a-e
HD-15	857.78 ag	862.60 a-e	860.19 a-e
HD-16	771.38 c-1	937.29 a-c	854.33 a-e
HD-17	916.19 a-c	974.01 ab	945.10 a-c
HD-18	722.71 f-1	834.47 a-e	778.59 c-g
HD-19	722.44 f-1	904.86 a-d	813.65 a-f
HD-20	800.79 c-1	955.61 ab	878.20 a-e
HD-21	912.59 a-d	897.90 a-d	905.24 a-e
HD-22	985.84 ab	897.75 a-d	941.80 a-c
HD-23	999.91 a	915.27 a-d	957.59 ab
HD-24	895.67 a-f	920.99 a-d	908.33 a-d
HD-25	721.69 f-1	787.49 a-e	754.59 d-g
HD-26	923.14 a-c	1003.14 ab	963.14 a
HD-27	675.75 h1	932.81 a-c	804.28 a-f
HD-28	875.36 a-g	830.87 a-e	853.11 a-e
Benino F <sub>1</sub>	464.92 j	662.04 c-e	563.48 h
<b>Ortalama</b>	<b>794.69 b</b>	<b>869.34 a</b>	
<b>P &lt;</b>	<b>0.05</b>		

Karaağaç vd (2020) biber genotiplerinde ortalama kök yüzey alanı değerlerinin, 581.27 cm<sup>2</sup>- 890.70 cm<sup>2</sup> arasında dağılış gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, *C. annuum* türü içerisinde yer alan biber çeşitlerinde kök yüzey alanı değerlerinin; sivri biber çeşidinde 581.21 cm<sup>2</sup>, California Wonder tipi biber çeşidinde 600.52 cm<sup>2</sup>, Charleston biber çeşidinde 601.13 cm<sup>2</sup> ve kapya biber çeşidinde ise 644.73 cm<sup>2</sup> ölçüldüğünü bildirmişlerdir. Araştırma sonuçlarımız, belirtilen literatür ile uyumluluk göstermiştir. Peláez-Anderica vd (2011), biber genotiplerinde kök özellikleri yönünden ortaya çıkan genetik çeşitliliğin, biber ıslahında kök sistemlerinin geliştirilmesinde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Kakita vd (2015) aşılı domates bitkilerinde kök geçirgenliği ve kök yüzey alanının sadece anaca değil aynı zamanda kaleme de bağlı olarak değiştiğini belirlemişlerdir. Alvarez vd (2016) *Solanum lycopersicon* türüne ait hibrit kombinasyonlarında; toplam kök uzunluğu, ortalama kök çapı ve toplam kök yüzey alanı değerlerinin genotipler arasında morfolojik olarak belirgin düzeyde fenotipik çeşitlilik gösterdiğini bildirmişlerdir. Tez çalışması sonucunda, hibrit dolmalık biber genotiplerinin arasında kök yüzey alanı değerlerini yönünden fenotipik çeşitliliğin oldukça fazla olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

#### 4.3.4. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde kök hacmi değerlerinin değişimi

Bitkisel üretimde yetiştiriciliği etkileyen kök parametreleri yönünden, en önemli kriterlerden birisi de kök hacmidir. Dolmalık biber genotipleri arasında, kök hacmine ait değerler yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu bulunmuştur. Çalışmada ortalama kök hacmi değerleri, 47.72 cm<sup>3</sup> ile 147.54 cm<sup>3</sup> arasında dağılım göstermiştir (Çizelge 4.5). Kök hacmi verileri bir bütün olarak incelendiğinde arazide 40. gün sonucunda HD-21 (134.51 cm<sup>3</sup>) genotipinden en yüksek kök hacmi değeri elde edilmiştir. En düşük kök hacmi ise HD-16 (47.13 cm<sup>3</sup>) ve HD-18 (47.72 cm<sup>3</sup>) genotiplerinde ölçülmüştür. Serada ise en yüksek kök hacmi değeri, HD-27 (216.22 cm<sup>3</sup>) genotipinde belirlenmiştir. Serada en düşük kök hacmi değerleri; HD-5 (44.08 cm<sup>3</sup>) ve HD-3 (45.62 cm<sup>3</sup>) genotiplerinde ölçülmüştür. Kök hacmi değerleri yönünden dolmalık biber genotiplerinin serada yetiştirildiklerinde (77.24 cm<sup>3</sup>), açık araziye göre (66.54 cm<sup>3</sup>) daha fazla kök hacmi değerlerine ulaştığı belirlenmiştir (Çizelge 4.5). Benino F<sub>1</sub> çeşidinin kök hacmi değerleri ise açık arazide 30.69 cm<sup>3</sup> ve serada 64.75 cm<sup>3</sup> olarak tespit edilmiştir. Bu çeşidin kök hacminin, düşük sıcaklığa tolerant hibrit dolmalık biber çeşit adaylarından oldukça düşük olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Dolmalık biber genotiplerinin arazi ve sera koşullarında 40. gün sonunda ölçülen kök hacmi (cm<sup>3</sup>) değerlerinin değişimleri

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-1	65.38 b-d	77.21 b-e	71.29 c-f
HD-2	53.48 b-d	64.64 c-e	59.06 d-f
HD-3	49.91 cd	45.62 e	47.77 f
HD-4	66.95 b-d	70.16 b-e	68.55 c-f
HD-5	60.06 b-d	44.08 e	52.07 f
HD-6	53.79 b-d	49.29 de	51.54 f
HD-7	90.03 b	87.70 b-e	88.87 b-e
HD-8	75.38 bc	117.63 bc	96.51 bc
HD-9	60.93 b-d	53.80 de	57.36 d-f
HD-10	59.34 b-d	89.86 b-e	74.60 c-f
HD-11	53.76 b-d	55.12 de	54.44 ef
HD-12	62.59 b-d	74.71 b-e	68.65 c-f
HD-13	69.24 b-d	60.28 de	64.76 c-f
HD-14	63.32 b-d	69.68 b-e	66.50 c-f
HD-15	59.93 b-d	57.32 de	58.63 d-f
HD-16	47.13 cd	62.84 c-e	54.99 ef

Çizelge 4.5. (devam)

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-17	76.99 bc	106.52 b-d	91.76 b-d
HD-18	47.72 cd	58.60 de	53.16 f
HD-19	62.48 b-d	81.27 b-e	71.87 c-f
HD-20	64.35 b-d	56.07 de	60.21 d-f
HD-21	134.51 a	89.01 b-e	111.76 b
HD-22	83.22 bc	71.06 b-e	77.14 b-f
HD-23	81.56 bc	73.37 b-e	77.46 b-f
HD-24	68.67 b-d	123.41 b	96.04 bc
HD-25	49.82 cd	61.96 c-e	55.89 ef
HD-26	93.17 b	83.67 b-e	88.42 b-e
HD-27	78.87 bc	216.22 a	147.54 a
HD-28	66.39 b-d	74.14 b-e	70.26 c-f
Benino F <sub>1</sub>	30.69 d	64.75 c-e	47.72 f
<b>Ortalama</b>	<b>66.54 b</b>	<b>77.24 a</b>	
<b>P&lt;</b>	<b>0.05</b>		

Özgen (2019), bitkilerde kök hacminin hastalıklara karşı dayanıklılığı artıran önemli bir köklenme faktörü olduğunu bildirmiştir. Karaağaç vd (2020); *C. annuum* türüne ait biber genotiplerinde kök hacmi değerlerinin 33.15 cm<sup>3</sup> ile 40.55 cm<sup>3</sup>, *C. baccatum* türünde 39.03 cm<sup>3</sup> (CB27) ile 73.91 cm<sup>3</sup> (CB4) ve *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde ise 39.05 cm<sup>3</sup> (CC59) ile 71.38 cm<sup>3</sup> (CC76) arasında dağılışı gösterdiğini belirlemişlerdir. Araştırma sonuçları ile belirtilen literatürdeki kök hacmi değerleri, biber genotiplerine göre değişmekle birlikte genel olarak benzerlik gösterdiği bulunmuştur.

#### 4.3.5. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin köklerinde bulunan uç sayılarının değişimleri

Köklerde uç, dallanma ve kesişme yoğunlukları arttıkça bitki besin alım kapasitelerinde belirgin düzeylerde artışlar meydana gelmektedir (Craine, 2006; Sarıbaş, 2019). Çalışmada dolmalık biber genotiplerinin köklerindeki ortalama uç sayıları, 2908.50 adet ile 6965.50 adet arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.6). Açık arazide yetiştirilen dolmalık biber genotiplerinde en yüksek kök uç sayısı HD-23 (5398.33 adet) genotipinde ve en az kök uç sayısı ise istatistiksel olarak aynı sınıfta yer alan HD-27 (2793.66 adet) ve HD-10 (2797.66 adet) genotiplerinde belirlenmiştir. Sera koşullarında ise en yüksek kök uç sayısının HD-26 (9411.66 adet) ve HD-13 (8963.66 adet) genotiplerinde olduğu tespit edilmiştir. Dolmalık

biber genotiplerinin köklerindeki uç sayısı değerlerinin; serada kontrollü ortamda yetiştirildiklerinde (6963.93 adet), açık araziye göre (3887.29 adet) daha fazla artış gösterdiği belirlenmiştir. Bu farklılıklar, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur. Benino F<sub>1</sub> çeşidinin köklerindeki uç sayısı, açık arazide 3218.33 adet ve sera koşullarında ise 2598.66 adet olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.6. Dolmalık biber genotiplerinde toplam kök uç sayılarının (adet) değişimi

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-1	3354.00 c-g	5518.00 c-f	4436.00 f-j
HD-2	3403.33 c-g	5896.00 b-e	4649.66 d-ı
HD-3	4250.00 a-g	6889.66 a-e	5569.83 a-h
HD-4	4183.00 a-g	7294.66 a-e	5738.83 a-g
HD-5	4623.00 a-d	5897.33 b-e	5260.16 b-ı
HD-6	2855.66 fg	4475.00 ef	3665.33 ij
HD-7	4862.66 a-c	6785.00 a-e	5823.83 a-f
HD-8	3883.66 a-g	7850.33 a-d	5867.00 a-f
HD-9	2971.33 e-g	5096.00 d-f	4033.66 h-j
HD-10	2797.66 g	8733.33 ab	5765.50 a-g
HD-11	4193.00 a-g	6797.00 a-e	5495.00 a-h
HD-12	3861.66 b-g	7260.66 a-e	5561.16 a-h
HD-13	4632.66 a-d	8963.66 a	6798.16 ab
HD-14	4461.00 a-e	7729.66 a-d	6095.33 a-e
HD-15	4364.00 a-f	8239.00 a-c	6301.50 a-d
HD-16	3727.33 b-g	8532.33 ab	6129.83 a-d
HD-17	3698.00 b-g	7593.66 a-d	5645.83 a-h
HD-18	3592.66 b-g	6845.33 a-e	5219.00 b-ı
HD-19	3277.33 d-g	7990.33 a-d	5633.83 a-h
HD-20	4060.33 a-g	8796.33 ab	6428.33 a-c
HD-21	3862.66 b-g	8388.00 a-c	6125.33 a-d
HD-22	4946.33 ab	7151.00 a-e	6048.66 a-f
HD-23	5398.33 a	6534.66 a-e	5966.50 a-f
HD-24	3511.00 b-g	5425.00 c-f	4468.00 e-j
HD-25	3363.00 c-g	6891.00 a-e	5127.00 c-ı
HD-26	4519.33 a-d	9411.66 a	6965.50 a
HD-27	2793.66 g	5527.00 c-f	4160.33 g-j
HD-28	4066.66 a-g	6843.66 a-e	5455.16 a-h
Benino F <sub>1</sub>	3218.33 d-g	2598.66 f	2908.50 j
<b>Ortalama</b>	<b>3887.29 b</b>	<b>6963.93 a</b>	
<b>P&lt;</b>	<b>0.05</b>		

Dorlodot vd (2007) bitkisel üretimde verim üzerindeki olumsuz etkinin en aza indirilmesinde, bitkinin toprakta su ve besin alımını optimize eden kök sistemi mimarisinin güçlü ve yeterli miktarda olmasıyla sağlanacağını bildirmişlerdir. Bu

çalışmada da dolmalık biber genotiplerinin kök uç sayıları yönünden önemli düzeyde değişim gösterdikleri ve yeterli düzeyde kök mimarisine sahip oldukları belirlenmiştir. Sarıbaş vd (2019), patlıcan anaçları üzerine yaptıkları çalışmada, RS-6 ve RS-1 anaçlarında en yüksek kök uç sayısı değerlerini sırasıyla; 22538 adet ve 21111 adet olarak bildirmişlerdir. Belirtilen literatür ile çalışma sonucunda elde edilen farklılık tür ve bitkilerin kök sistemlerinin farklı yapıda olmasından kaynaklanmaktadır.

#### 4.3.6. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin köklerinde belirlenen dallanma sayılarının değişimi

Biber genotiplerinin köklerinde bulunan dallanma sayıları bakımından elde edilen veriler incelendiğinde; dolmalık biber genotipleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu bulunmuştur. Dolmalık biber genotiplerinde köklerde bulunan dallanma sayılarının, 8332.0 adet ile 17598.0 adet arasında dağılış gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.7). Açık arazide yetiştirilen bitkilerin köklerindeki dallanma sayısı değerinin, HD-23 (14419.0 adet) genotipinde en yüksek ve HD-27 (7977.6 adet) genotipinde ise en düşük sayıda olduğu belirlenmiştir. Serada yetiştirilen dolmalık biber genotiplerinin köklerindeki dallanma sayısı ise en fazla HD-26 (23538.0 adet) ve en az ise HD-6 (12686.6 adet) genotiplerinde tespit edilmiştir. Benino F<sub>1</sub> çeşidinin köklerindeki dallanma sayısı ise açık arazi koşullarında 8113.6 adet ve sera koşullarında 8550.3 adet olarak tespit edilmiştir. Kontrol çeşidin (Benino F<sub>1</sub>) köklerindeki dallanma sayısı açısından hibrit dolmalık biber genotiplerine göre daha az düzeyde gelişme gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonuçları; dolmalık biber genotiplerinin köklerinde bulunan dallanma sayılarının, sera koşullarında açıkta yetiştiriciliğe göre daha iyi olduğunu ve bu farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğunu göstermiştir.

Çizelge 4.7. Dolmalık biber genotiplerinin toplam kök dallanma sayıları (adet) yönünden değişimleri

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-1	9477.0 c-1	15806.6 a-d	12641.8 b-e
HD-2	10257.0 c-1	16927.6 a-c	13592.3 a-e
HD-3	11595.6 a-h	18099.0 a-c	14847.3 a-d
HD-4	12117.3 a-d	19082.0 a-c	15599.6 a-c

Çizelge 4.7. (devam)

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-5	11157.3 a-1	14659.6 b-d	12908.5 b-e
HD-6	8117.3 f-1	12686.6 cd	10402.0 ef
HD-7	12470.6 a-c	20108.0 a-c	16289.3 ab
HD-8	10594.0 c-1	21829.6 ab	16211.8 ab
HD-9	8054.3 h1	13552.3 cd	10803.3 d-f
HD-10	8081.6 g-1	22320.6 ab	15201.1 a-c
HD-11	10262.3 c-1	15163.0 b-d	12712.6 b-e
HD-12	9674.6 c-1	16291.6 a-d	12983.1 b-e
HD-13	12017.6 a-e	18435.6 a-c	15226.6 a-c
HD-14	12046.0 a-d	18036.0 a-c	15041.0 a-c
HD-15	12327.6 a-c	16827.3 a-c	14577.5 a-e
HD-16	10897.3 a-1	19994.6 a-c	15446.0 a-c
HD-17	11638.6 a-g	19247.3 a-c	15443.0 a-c
HD-18	9895.6 c-1	16517.3 a-c	13206.5 b-e
HD-19	8462.0 e-1	18989.0 a-c	13725.5 a-e
HD-20	10590.6 c-1	21602.3 ab	16096.5 ab
HD-21	11025.6 a-1	18853.6 a-c	14939.6 a-d
HD-22	14196.0 ab	16180.0 a-d	15188.0 a-c
HD-23	14419.0 a	18154.6 a-c	16286.8 ab
HD-24	10312.6 c-1	17268.0 a-c	13790.3 a-e
HD-25	8687.0 d-1	14796.0 b-d	11741.5 c-f
HD-26	11658.0 a-f	23538.0 a	17598.0 a
HD-27	7977.6 1	13045.6 cd	10511.6 ef
HD-28	10798.6 b-1	14626.6 b-d	12712.6 b-e
Benino F <sub>1</sub>	8113.6 f-1	8550.3 d	8332.0 f
<b>Ortalama</b>	<b>10583.5 b</b>	<b>17282.4 a</b>	
<b>P&lt;</b>	<b>0.05</b>		

Fita vd (2011); yabani kavun türlerinde kazık köklerindeki dallanmanın daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. *Cucumis melo* ssp. *flexuosus* ve *C. melo* ssp. *inodorus* türlerinde, kazık köklerin daha dallı ve fosfor alımının ise daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar; yabani türlerin, besin eksikliği olan ortamlarda kök yapılarının daha iyi geliştiğini ve demir eksikliği olan ortamda ise bitkilerin kök uçlarının daha kalın ve dallanmış yapıda olduklarını tespit etmişlerdir. Bui vd (2015), *Solanaceae* familyasında (domates, *Capsicum* türleri ve patlıcan) yer alan 29 genotipte kök sistemi mimarilerini kantitatif olarak incelemişlerdir. Araştırmacılar; kök apikal çapı, kök dallanma mesafesi, lateral köklerin/ ana köklere oranı vb. özellikler yönünden tür ve genotipler arasında genetik varyasyonun yüksek düzeyde olduğunu bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları, dolmalık biber genotiplerinde

kök dallanma sayıları yönünden genetik varyasyonun oldukça fazla olduğunu göstermiştir.

#### 4.3.7. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin köklerinde belirlenen kesişme sayıları yönünden değişimleri

Tez çalışmasında kesişen kök sayıları bakımından, dolmalık biber genotipleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu bulunmuştur. Dolmalık biber genotiplerinde ortalama kök kesişme sayıları, ortalama 825.16 adet ile 2735.66 adet arasında dağılış göstermiştir (Çizelge 4.8). Açık arazide, HD-23 (1314.66 adet) genotipi en yüksek değere sahipken, en az çatallanma sayısı istatistiksel olarak aynı grupta yer alan HD-10 (597.33 adet), HD-6 (605.0 adet) ve HD-27 (611.0 adet) genotiplerinde belirlenmiştir. Serada ise HD-20 (4580.66 adet) genotipinde en yüksek ve HD-6 (1436.33 adet) genotipinde ise en az çatallanma sayısının olduğu bulunmuştur. Kontrol (Benino F<sub>1</sub>) çeşitte açık arazide çatallanma sayısı ortalama 786.0 adet ve serada yetiştirildiğinde ise 864.33 adet olarak belirlenmiştir. Köklerdeki çatallanma sayısı bakımından açıkta yetiştirilen genotiplere göre, daha üstün performans gösterdiği ve farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin fide dikiminden itibaren 40. gün sonunda toplam kök kesişme sayıları yönünden değişimleri (adet)

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-1	1072.33 a-e	2706.66 a-e	1889.50 a-e
HD-2	982.33 a-f	2591.66 a-e	1787.00 a-e
HD-3	1066.33 a-e	2918.33 a-e	1992.33 a-e
HD-4	1110.00 a-d	2240.33 b-e	1675.16 a-e
HD-5	1118.00 a-d	1825.00 c-e	1471.50 b-e
HD-6	605.00 f	1436.33 de	1020.66 de
HD-7	1200.00 a-c	2410.33 a-e	1805.16 a-e
HD-8	883.00 a-f	2698.33 a-e	1790.66 a-e
HD-9	699.00 d-f	1870.00 c-e	1284.50 c-e
HD-10	597.33 f	3442.66 a-d	2020.00 a-e
HD-11	1018.00 a-f	2453.66 a-e	1735.83 a-e
HD-12	936.66 a-f	2451.66 a-e	1694.16 a-e
HD-13	1023.33 a-f	3562.33 a-d	2292.83 a-c
HD-14	1026.33 a-f	2974.66 a-e	2000.50 a-e
HD-15	1241.33 ab	2465.00 a-e	1853.16 a-e
HD-16	874.66 a-f	4312.66 ab	2593.66 ab
HD-17	994.33 a-f	3613.66 a-d	2304.00 a-c

Çizelge 4.8. (devam)

Genotip No	Arazi	Sera	Ortalama
HD-18	797.00 b-f	2096.66 b-e	1446.83 b-e
HD-19	678.00 d-f	3409.66 a-d	2043.83 a-d
HD-20	890.66 a-f	4580.66 a	2735.66 a
HD-21	915.66 a-f	3293.33 a-d	2104.50 a-d
HD-22	1201.66 a-c	2081.33 b-e	1641.50 a-e
HD-23	1314.66 a	1894.00 c-e	1604.33 a-e
HD-24	772.66 c-f	1759.33 c-e	1266.00 c-e
HD-25	643.66 ef	2010.00 b-e	1326.83 c-e
HD-26	985.00 a-f	3822.33 a-c	2403.66 a-c
HD-27	611.00 f	1884.33 c-e	1247.66 c-e
HD-28	903.66 a-f	2211.66 b-e	1557.66 a-e
Benino F <sub>1</sub>	786.00 c-f	864.33 e	825.16 e
<b>Ortalama</b>	<b>929.22 b</b>	<b>2616.58 a</b>	
<b>P&lt;</b>	<b>0.05</b>		

Sarıbaş vd (2019), patlıcan anaçlarında, en yüksek kök kesişim değerlerini; RS-6 (6775 adet) ve RS-1 (6714 adet) anaçlarında tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, en düşük kesişme sayısının ise RS-7 (3750 adet) anacına ait olduğunu belirlemişlerdir.

#### 4.3.8. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin kök kuru ağırlık değerleri

Hibrit dolmalık biber genotiplerinin kök kuru ağırlık değerleri yönünden varyans analizi yapıldığında, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu tespit edilmiştir. Ortalama kök kuru ağırlıkları, dolmalık biber genotipleri arasında 0.89 g ile 1.60 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.9). Açık arazide 40 gün süre ile yetiştirilen dolmalık biber genotiplerinin kök kuru ağırlıkları incelendiğinde en yüksek değer, HD-22 (1.64 g) genotipi ve en düşük ise HD-9 (0.69 g) genotipinde saptanmıştır. Serada yetiştirilen genotiplerde ise en yüksek değer HD-27 (1.76 g) ve en düşük değer ise HD-5 (0.88 g) genotipinde belirlenmiştir. Benino F<sub>1</sub> çeşidinin ise açık arazide kök kuru ağırlığının 1.03 g ve serada yetiştirildiğinde ise kök kuru ağırlığının 1.27 g olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.9. Dolmalık biber genotiplerinde fide dikim zamanı ve 40. gün sonunda kök kuru ağırlıklarına (g) ait sonuçlar

Genotip No	Başlangıç Kuru Ağırlık	Arazi Kuru Ağırlık	Sera Kuru Ağırlık	Ortalama Kuru Ağırlık
HD-1	0.03 d-g	0.79 f-h	1.62 ab	1.21 b-1
HD-2	0.03 e-g	1.26 a-e	1.47 a-e	1.37 a-c
HD-3	0.02 g	0.91 e-h	0.97 h1	0.94 ij

Çizelge 4.9. (devam)

Genotip No	Başlangıç Kuru Ağırlık	Arazi Kuru Ağırlık	Sera Kuru Ağırlık	Ortalama Kuru Ağırlığı
HD-4	0.03 d-g	1.05 d-h	1.48 a-e	1.26 b-g
HD-5	0.07 a	0.91 e-h	0.88 ı	0.89 j
HD-6	0.04 c-g	0.81 f-h	1.12 e-ı	0.96 h-j
HD-7	0.05 b-d	1.24 b-e	1.53 a-d	1.38 a-c
HD-8	0.05 b-d	1.03 d-h	1.57 a-c	1.30 b-f
HD-9	0.02 f-g	0.69 h	1.19 d-ı	0.94 ij
HD-10	0.03 e-g	0.73 gh	1.40 a-g	1.07 e-j
HD-11	0.02 f-g	0.94 d-h	1.05 g-ı	0.99 g-j
HD-12	0.06 ab	1.06 d-h	1.26 b-h	1.16 b-j
HD-13	0.04 b-e	1.30 a-d	1.35 b-g	1.33 a-e
HD-14	0.03 d-g	1.16 c-f	1.20 c-ı	1.18 b-ı
HD-15	0.05 a-c	1.11 d-g	1.25 b-h	1.18 b-ı
HD-16	0.05 b-d	0.91 e-h	1.22 c-ı	1.06 e-j
HD-17	0.02 f-g	1.21 b-e	1.29 b-h	1.25 b-g
HD-18	0.05 b-d	0.97 d-h	1.36 b-g	1.17 b-j
HD-19	0.03 e-g	0.99 d-h	1.17 d-ı	1.08 d-j
HD-20	0.03 d-g	1.26 a-e	1.21 c-ı	1.24 b-h
HD-21	0.03 d-g	1.51 a-c	1.30 b-h	1.41 a-c
HD-22	0.03 e-g	1.64 a	1.56 a-c	1.60 a
HD-23	0.03 e-g	1.53 a-c	1.34 b-h	1.43 ab
HD-24	0.02 f-g	1.28 a-e	1.46 a-e	1.37 a-c
HD-25	0.04 c-g	0.99 d-h	1.08 f-ı	1.03 f-j
HD-26	0.04 c-g	1.23 b-e	1.42 a-f	1.33 a-e
HD-27	0.02 f-g	1.05 d-h	1.76 a	1.40 a-c
HD-28	0.02 f-g	1.57 ab	1.14 e-ı	1.35 a-d
Benino F <sub>1</sub>	0.04 c-f	1.03 d-h	1.27 b-h	1.15 c-j
<b>Ortalama</b>	<b>0.03</b>	<b>1.11 b</b>	<b>1.31 a</b>	
<b>P&lt;</b>	<b>0.05</b>			

Karaağaç vd (2020), *C. annuum* türü biber çeşitlerinde yapılan kantitatif analizler sonucunda kök kuru ağırlığı değerlerinin; sivri biber çeşidinde 0.54 g, California Wonder tipi biber çeşidinde 0.52 g, Charleston biber çeşidinde 0.35 g ve kapy biber çeşidinde ise 0.59 g olduğunu bulmuşlardır. Araştırma sonuçları, dolmalık biber genotiplerinin kök kuru ağırlıkları yönünden belirtilen literatürdeki çalışma sonuçları ile benzerlik gösterdiğini ortaya koymuştur.

#### 4.4. Hibrit Dolmalık Biber Genotiplerinin Serada Sonbahar Dönemi Yetiştiriciliğindeki Performanslarının Belirlenmesi

##### 4.4.1. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde fenolojik özelliklere ait sonuçlar

Araştırmanın yürütüldüğü 2018 yetiştirme yılına ait ayrıntılı fenolojik gözlem sonuçları, Çizelge 4.10 'da verilmiştir. Dolmalık biber genotiplerinde ilk çiçeklenme tarihleri, genotiplere göre değişmekle birlikte, 16 Eylül-1 Ekim tarihleri arasında meydana gelmiştir. Çalışmada dolmalık biber genotiplerine göre değişmekle birlikte fide dikiminden itibaren 16-31 gün arasında ilk çiçeklenmeye ulaştıkları belirlenmiştir. İlk çiçeklenme en erken, HD-20 (16 Eylül) genotipinde ve en geç çiçeklenme ise HD-23 (1 Ekim) genotipinde tespit edilmiştir. Benino F<sub>1</sub> kontrol çeşidinde ise ilk çiçeklenme, 1 Ekim tarihinde meydana gelmiştir.

Çizelge 4.10. Dolmalık biber genotiplerinde ilk çiçeklenme (gün) ve ilk hasat süreleri (gün) ile hasat periyotları (gün)

Genotip No	İlk Çiçeklenme Süresi	İlk Meyve Tutum Süresi	İlk Hasat Tarihi	Hasat Periyodu
HD-1	27.8 a-c	33.5 a-e	52.8 a-e	53.1 d-h
HD-2	25.1 a-f	30.3 b-g	52.3 b-e	56.1 b-e
HD-3	23.6 b-g	30.0 c-h	50.8 b-g	60.1 a-d
HD-4	21.8 c-h	29.0 d-h	51.8 b-f	59.1 a-d
HD-5	29.0 ab	35.8 a-c	56.0 ab	47.5 gh
HD-6	24.8 a-f	31.6 a-g	53.8 a-d	47.1 h
HD-7	26.3 a-d	31.3 a-g	53.6 a-d	54.8 b-h
HD-8	25.0 a-f	26.6 f-h	50.3 b-g	58.1 a-e
HD-9	23.0 b-g	30.3 b-g	54.5 a-c	54.0 c-h
HD-10	22.1 c-h	28.0 d-h	52.6 b-e	53.3 d-h
HD-11	21.8 d-h	27.1 e-h	51.0 b-g	57.5 a-e
HD-12	18.8 f-h	25.5 g-h	46.0 g	65.0 a
HD-13	20.6 d-h	29.1 d-h	51.3 b-g	54.6 b-h
HD-14	28.6 ab	33.8 a-d	52.1 b-e	56.3 b-e
HD-15	24.0 b-f	29.0 d-h	50.0 c-g	56.0 b-f
HD-16	24.6 a-f	30.2 a-h	49.7 c-g	57.6 a-e
HD-17	21.1 d-h	26.8 f-h	52.3 b-e	56.1 b-e
HD-18	19.8 e-h	26.5 f-h	48.5 d-g	55.0 b-h
HD-19	22.1 c-h	28.5 d-h	51.0 b-g	60.0 a-d
HD-20	15.8 h	23.8 h	46.0 g	62.5 ab
HD-21	22.6 b-g	30.0 c-h	48.5 d-g	50.0 e-h
HD-22	17.5 g-h	25.5 g-h	47.5 e-g	56.0 b-f
HD-23	30.8 a	36.5 ab	58.3 a	47.6 f-h
HD-24	23.8 b-g	30.0 c-h	51.0 b-g	60.0 a-d

Çizelge 4.10. (devam)

Genotip No	İlk Çiçeklenme Süresi	İlk Meyve Tutum Süresi	İlk Hasat Tarihi	Hasat Periyodu
HD-25	25.8 a-e	32.5 a-f	55.0 a-c	56.0 b-f
HD-26	27.8 a-c	33.6 a-d	53.5 a-d	55.0 b-h
HD-27	17.5 g-h	23.6 h	46.5 f-g	62.0 a-c
HD-28	26.5 a-d	32.8 a-f	55.3 a-c	55.6 b-g
Benino F <sub>1</sub>	31.0 a	36.8 a	58.3 a	50.1 e-h
P	<0.05			

Dolmalık biber genotiplerinde olgunlaşma süresi, genotiplere ve çevre koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Çalışmada yer alan dolmalık biber genotiplerinde ilk hasat, fide dikiminden itibaren 46 gün sonra 16 Ekim 2018 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Samsun'da sonbahar döneminde, ısıtmasız serada yapılan yetiştiricilikte dolmalık biber genotiplerinin ilk hasat sürelerinin ortalama 46 ile 58 gün arasında gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Aydoğan (2017), Asi F<sub>1</sub> ve Görkem F<sub>1</sub> biber çeşitlerinin 43-48 gün arasında ilk çiçeklenmeye ulaştıklarını bildirmiştir. Mutlu vd (2009) ise 185 farklı biber genotipinde tohum ekiminden itibaren ilk çiçeklenme tarihlerinin 19-55 gün arasında değiştiğini saptamışlardır. Araştırma sonuçları ile belirtilen literatürlerdeki çiçeklenme süreleri arasındaki farklılıklar genel olarak ekoloji ve biber genotipleri arasındaki genetik yapıdan kaynaklanmaktadır.

Dolmalık biber genotiplerinde hasatlar, büyüme ve hasat olumuna bağlı olarak 5 gün aralıklarla kademeli olarak yapılmıştır. Çalışmada, en son hasat 20 Aralık 2018 tarihinde yapılmıştır. Oral (2019), farklı dolmalık biber çeşitlerinde ilk hasat tarihinin 47-53 gün arasında değiştiğini belirlemiştir. Tez çalışmasında, dolmalık biber genotiplerinde hasat periyodu, HD-6 genotipinde 47.1 gün ve HD-12 genotipinde ise 65.0 gün olarak gerçekleşmiştir.

Rylski vd (1993), domates ve biber bitkilerinde yetiştiricilikte sıcaklık ve ışık gibi çevre faktörlerinin, meyve kalitesi ile verim unsurları üzerine farklı şekillerde etki ettiğini bildirmişlerdir. Abdulmalik vd (2012), tatlı biber çeşitlerinde sera içerisindeki oransal nem stresinin çiçeklenme ve meyve tutumu üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada; çiçek tomurcuk sayısı, çiçek dökülme yüzdesi, meyve tutum oranı ve meyve verimi değerlerinin oransal nem stresinden önemli düzeyde etkilendiğini tespit etmişlerdir. Tez çalışmasında, serada yapılan

yetiştiricilik denemesinde ortam sıcaklığı, ışıklanma ve oransal nem gibi ekolojik unsurlara bağlı olarak dolmalık biber genotiplerinin çiçeklenme ve meyve olgunlaşma süreleri yönünden belirgin farklılıklar gösterdiği saptanmıştır.

#### 4.4.2. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin meyve özelliklerine ait sonuçlar

Tez çalışmasında yer alan hibrit dolmalık biber genotiplerinin meyve uzunluğu, meyve çapı, meyve sapı uzunluğu, meyve şekil indeksine ait ayrıntılı sonuçlar, Çizelge 4.11’de verilmiştir. Dolmalık biber genotipleri arasında meyve uzunluğu değerleri yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu bulunmuştur. Dolmalık biber genotiplerinde meyve uzunluğu değerlerinin, 59.63 mm-76.93 mm arasında dağılım gösterdikleri belirlenmiştir. En uzun meyve boyu, 76.93 mm ile HD-8 genotipinde ve en kısa meyve boyu ise 59.63 mm ile HD-6 genotipine ait meyvelerde ölçülmüştür (Çizelge 4.11). Benino F<sub>1</sub> ticari çeşidinde ise meyve uzunluğu 69.99 mm olarak tespit edilmiştir. Binbir (2010), farklı dolmalık biber genotiplerinde meyve uzunluğunun, 5.0-8.4 cm ve Oral (2019) ise biber çeşitlerine göre değişmekle birlikte 5.8-6.6 cm arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları, belirtilen literatürleri destekler nitelikte olmuştur. Russo (1996), dolmalık biber üretiminde hasat sayısını azaltmanın veya geciktirmenin meyve kalitesi üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmacılar; meyve uzunluklarının, hasat zamanı faktöründen etkilenmediğini ve meyve sayısı, meyve genişliği ve meyve hacmi değerlerinin ise hasat sürelerine göre değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 4.11. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin ortalama meyve uzunluğu, meyve sap uzunluğu ve meyve şekil indeksine ait sonuçlar

Genotip No	Meyve Boyu (mm)	Meyve Çapı (mm)	Meyve Sap Uzunluğu (mm)	Meyve Şekil İndeksi
HD-1	62.17 h-j	53.08 a-c	36.30 d-ı	1.17
HD-2	69.13 c-g	50.84 b-f	39.35 b-h	1.35
HD-3	62.68 g-j	50.89 b-f	34.63 h-j	1.23
HD-4	69.51 b-f	49.60 c-f	36.37 d-ı	1.40
HD-5	63.61 e-j	55.86 a	34.99 g-j	1.13
HD-6	59.63 j	54.10 ab	30.72 j	1.10
HD-7	69.13 c-h	50.45 b-f	36.71 d-ı	1.37
HD-8	76.93 a	47.57 ef	41.07 a-e	1.61
HD-9	71.61 a-d	49.41 c-f	38.08 b-h	1.44
HD-10	70.04 b-e	47.96 ef	37.88 b-h	1.46

Çizelge 4.11. (devam)

Genotip No	Meyve Boyu (mm)	Meyve Çapı (mm)	Meyve Sap Uzunluğu (mm)	Meyve Şekil İndeksi
HD-11	70.65 a-d	49.28 c-f	38.97 b-h	1.43
HD-12	60.38 ij	54.08 ab	39.51 b-g	1.11
HD-13	67.15 c-i	49.82 c-f	36.94 c-i	1.34
HD-14	63.74 e-j	49.25 c-f	32.05 ij	1.29
HD-15	69.33 b-g	50.15 c-f	38.11 b-h	1.38
HD-16	63.12 f-j	50.06 c-f	39.80 b-g	1.26
HD-17	70.06 b-e	49.54 c-f	41.92 a-c	1.41
HD-18	75.95 ab	47.31 f	40.10 b-f	1.60
HD-19	70.84 a-d	47.52 f	35.77 f-j	1.49
HD-20	69.90 b-e	50.00 c-f	39.19 b-h	1.39
HD-21	67.33 c-h	52.16 a-d	42.82 ab	1.29
HD-22	66.31 d-j	51.41 b-e	42.51 ab	1.29
HD-23	72.48 a-d	51.45 b-e	38.42 b-h	1.40
<b>P</b>	<b>&lt;0.05</b>			

Dolmalık biber genotiplerinde meyve çapı değerleri 47.31 mm-55.86 mm arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.11). En yüksek meyve çapı, HD-5 (55.86 mm) genotipinde ölçülmüştür. Bunu sırasıyla HD-6 (54.10 mm) ve HD-12 (54.08 mm) genotipleri takip etmiştir. Meyve çapı en dar olan biber genotipleri ise istatistiksel olarak aynı grupta yer alan HD-18 (47.31 mm), HD-27 (47.46 mm) ve HD-19 (47.52 mm) genotipleri olarak tespit edilmiştir. Benino F<sub>1</sub> çeşidinde ise meyve çapı, ortalama 52.28 mm olarak ölçülmüştür. Oral (2019), farklı dolmalık biber çeşitlerinde meyve çapı değerinin 4.7 cm-4.9 cm arasında değiştiğini bildirmiştir. Binbir (2010) ise dolmalık biber genotiplerinde ortalama meyve çapı değerinin 4.7 cm-6.8 cm arasında değişim gösterdiğini tespit etmiştir. Araştırma sonuçları, belirtilen literatürleri destekler nitelikte olmuştur.

Çalışmada dolmalık biber genotiplerinde ortalama meyve sap uzunluklarının 30.72 mm-45.44 mm arasında dağılım gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.11). Dolmalık biber genotipleri içerisinde en kısa meyve sapı uzunluğu HD-6 (30.72 mm) genotipinde ölçülmüştür. En uzun meyve sapı uzunluğu ise HD-28 (45.44 mm) genotipinde belirlenmiştir. Bunu istatistiksel olarak aynı sınıfta yer alan HD-21 (42.82 mm) ve HD-22 (42.51 mm) genotipleri takip etmiştir.

Dolmalık biber genotiplerinde meyve boyu ve meyve çaplarına ait değerler oranlanarak meyve şekil indeksi hesaplanmıştır (Çizelge 4.11). Çalışma sonucunda, HD-8 genotipinin (1.61) en yüksek meyve şekil indeksine ve HD-12 genotipinin ise

(1.11) en düşük meyve şekil indeksine sahip olduğu saptanmıştır. Benino F<sub>1</sub> çeşidinin meyve şekil indeksi, 1.33 olarak tespit edilmiştir. Meyve şekil indeksi değerlerine göre genotipler arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

Serada kış dönemi yetiştiriciliğinde özellikle tüketiciler ve üreticiler tarafından aranan meyve özelliklerinden birisi de meyve rengidir. Çalışmada dolmalık biber genotiplerinin meyve kabuk renkleri görsel olarak ve dijital renk ölçme aleti ile belirlenmiştir. Yapılan görsel incelemede, renk tonları yönünden dolmalık biber genotipleri arasında belirgin farklılıkların olduğu saptanmıştır. Genotiplere göre meyve renklerinin koyu yeşil, yeşil, açık yeşil ve sarı renk tonlarında olduğu belirlenmiştir. Dolmalık biber genotiplerinin meyve rengi görsel olarak incelendiğinde; 11 genotipin yeşil, 9 genotipin koyu yeşil, 8 genotipin açık yeşil ve 1 genotipin ise sarı renkli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. Dolmalık biber genotiplerinde meyve kabuk renkleri ve dijital olarak L, a, b değerlerine ait sonuçlar

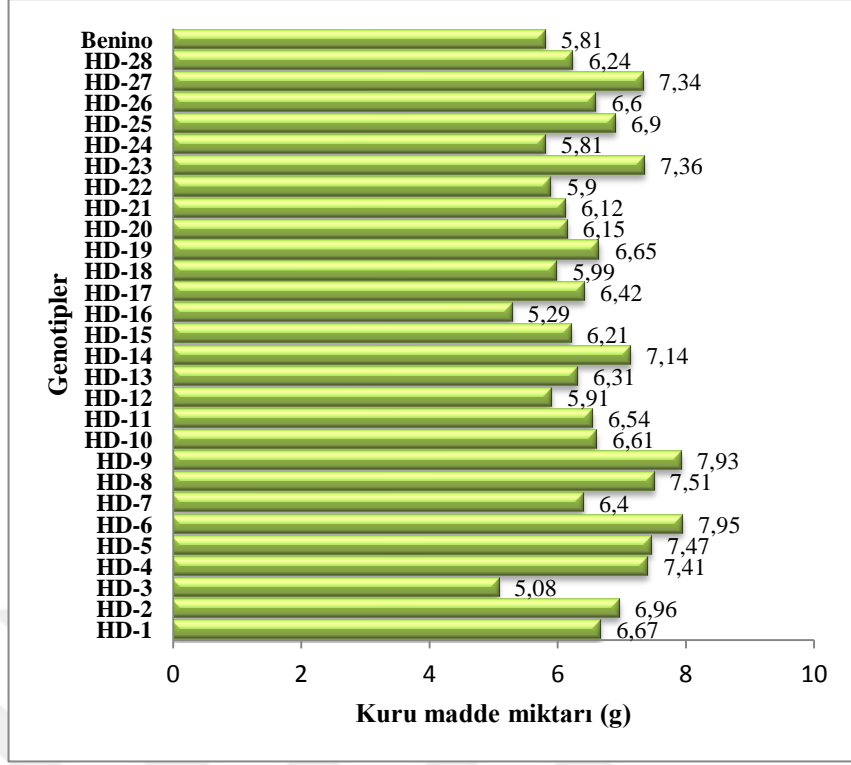
Genotip No	Görsel	Dijital (Minalto Chrometre)		
		L	-a	+b
HD-1	Açık yeşil	43.57 b-f	13.98 c-f	14.63 c-e
HD-2	Yeşil	44.18 b-f	15.01 a-f	16.85 a-e
HD-3	Açık yeşil	45.13 a-f	15.59 a-d	17.18 a-e
HD-4	Yeşil	43.72 b-f	14.49 a-f	15.60 a-e
HD-5	Koyu yeşil	44.22 b-f	14.95 a-f	17.11 a-e
HD-6	Yeşil	41.72 f	14.12 b-f	15.00 b-e
HD-7	Koyu yeşil	43.71 b-f	14.77 a-f	15.24 a-e
HD-8	Yeşil	45.03 a-f	15.25 a-f	17.08 a-e
HD-9	Koyu yeşil	43.96 b-f	15.32 a-e	16.09 a-e
HD-10	Koyu yeşil	45.50 a-e	15.94 ab	18.10 a-d
HD-11	Açık yeşil	46.21 a-e	15.95 ab	18.28 a-d
HD-12	Koyu yeşil	44.83 a-f	15.26 a-f	17.41 a-e
HD-13	Yeşil	46.83 ab	15.94 ab	19.37 ab
HD-14	Sarı	48.14 a	14.22 b-f	18.00 a-d
HD-15	Açık yeşil	46.38 a-d	16.42 a	19.71 a
HD-16	Yeşil	44.39 b-f	14.65 a-f	16.28 a-e
HD-17	Açık yeşil	46.63 a-c	15.05 a-f	18.78 a-c
HD-18	Açık yeşil	45.95 a-e	15.68 a-c	18.09 a-d
HD-19	Yeşil	46.35 a-e	15.14 a-f	17.66 a-e
HD-20	Açık yeşil	43.98 b-f	14.46 b-f	15.61 a-e
HD-21	Koyu yeşil	44.16 b-f	13.88 c-f	14.27 d
HD-22	Yeşil	43.60 b-f	13.99 c-f	14.33 c-e
HD-23	Yeşil	43.73 b-f	13.60 ef	13.90 de

Çizelge 4.12. (devam)

Genotip No	Görsel	Dijital (Minalto Chrometre)		
		L	-a	+b
HD-24	Koyu yeşil	43.96 b-f	13.86 c-f	14.08 de
HD-25	Koyu yeşil	43.11 d-f	13.72 d-f	13.87 de
HD-26	Açık yeşil	43.23 c-f	13.34 f	13.26 e
HD-27	Yeşil	44.21 b-f	13.77 c-f	14.18 de
HD-28	Koyu yeşil	43.46 b-f	13.56 ef	13.37 e
Benino F <sub>1</sub>	Yeşil	42.90 ef	13.54 ef	14.31 c-e
<b>P</b>		<b>&lt;0.05</b>		

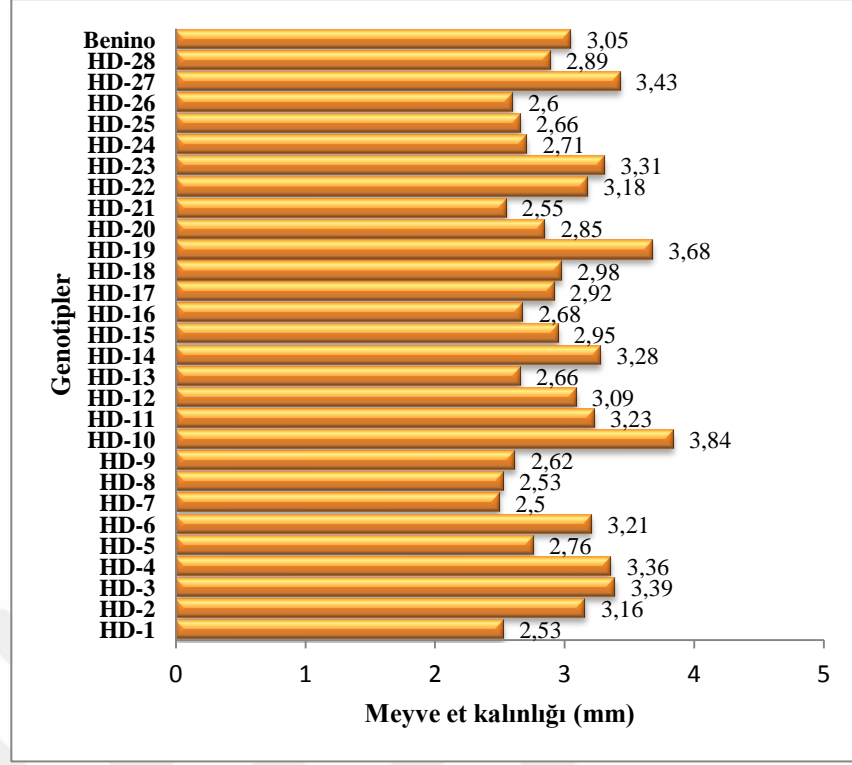
Minalto chrometre marka renk ölçme aleti ile dolmalık biber genotiplerinin, parlaklığı ve renk yoğunluk değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Renk ölçüm sonuçlarına göre; dolmalık biber genotiplerinin meyve kabuk renklerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu saptanmıştır. Meyve kabuk renk bileşenleri incelendiğinde; L değeri, 41.72 ile 48.14 arasında değişim göstermiştir. En yüksek L değeri (parlaklık), HD-14 (48.14 ) genotipine aittir. En düşük L değeri ise HD-6 (41.72 ) genotipinde belirlenmiştir. Çizelge 4.12’de a ve b’nin - ve + yönde artan değerleri meyve renginin koyulaştığını göstermektedir. Bu değerler incelendiğinde meyve kabuk renklerinin yoğunlukları yönünden dolmalık biber genotipleri arasında ton farklılıklarının olduğu tespit edilmiştir. En yüksek a değeri, HD-15 (16.42) ve en düşük ise HD-26 (13.34) genotipinde belirlenmiştir. En yüksek b değerinin ise HD-15 (19.71) genotipinde ve en düşük değer ise istatistiksel olarak aynı sınıfta yer alan HD-26 (13.26) ve HD-28 (13.37) genotiplerine ait olduğu belirlenmiştir.

Meyvede kaliteyi etkileyen en önemli unsurlardan birisi de meyvedeki kuru madde miktarıdır. Dolmalık biber genotiplerinin meyvelerindeki kuru madde miktarı incelendiğinde en yüksek değer, HD-6 (7.95 g) genotipine ait olduğu belirlenmiştir. En düşük değer ise HD-3 (5.08 g) genotipinde saptanmıştır. Benino F<sub>1</sub> çeşidinin meyvelerindeki kuru madde miktarının ise ortalama 5.81 g olduğu bulunmuştur (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Dolmalık biber genotiplerinde meyve kuru madde miktarı (g) değerleri

Dolmalık biberlerde, tüketiciler tarafından aranan diğer bir meyve kalite kriteri ise meyve et kalınlığıdır. Biberde, meyve etinin çok kalın olması ya da çok ince olması istenilen bir pazar kriteri değildir (Karaağaç, 2006). Araştırma sonucunda; en yüksek meyve et kalınlığına sahip olan genotipin HD-10 (3.84 mm) ve en düşük kalınlığa ise HD-7 (2.50 mm) genotipinin sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.4). Benino F<sub>1</sub> çeşidinin meyve et kalınlığı ise 3.05 mm olarak saptanmıştır. Binbir (2010), dolmalık biber genotiplerinde meyve et kalınlığı değerinin 3.0-4.0 mm arasında değiştiğini bildirmiştir. Araştırma sonuçları, belirtilen literatürü destekler nitelikte olmuştur.



Şekil 4.4. Dolmalık biber genotiplerinin meyvede et kalınlığı (mm) sonuçları

#### 4.4.3. Hibrit dolmalık biber genotiplerinin serada sonbahar yetiştiriciliğinde verimlilik performanslarının karşılaştırılması

Hibrit dolmalık biber genotiplerinin, sonbahar döneminde ısıtmasız serada meyve verim unsurları yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.13).

Dolmalık biber genotiplerinde bitki başına ortalama meyve sayılarının, 15.6-30.0 adet arasında dağılış gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Bitki başına en yüksek meyve sayısı, HD-8 (30.0 adet) genotipinde bulunmuştur. Bunu, HD-24 (28.3 adet) genotipi takip etmiştir. Bitki başına en düşük meyve sayısının ise HD-16 (15.6 adet) genotipinde olduğu saptanmıştır. Kontrol Benino F<sub>1</sub> çeşidinde bitki başına meyve sayısının 16.3 adet olduğu belirlenmiştir. Hibrit dolmalık biber çeşit adaylarının, büyük bir çoğunluğunun, Benino F<sub>1</sub> çeşidine göre sonbahar döneminde bitki başına meyve sayılarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.13. Dolmalık biber genotiplerinin verim unsurlarına ait sonuçlar

Genotip No	Bitki Başına Meyve Sayısı (Adet)	Ortalama Meyve Ağırlığı (g)	Bitki Başına Toplam Meyve Ağırlığı (g)	Dekara Verim (kg/da)
HD-1	19.0 c-e	50.93	967.7 b-d	3415.5 b-d
HD-2	20.0 b-e	50.55	1011.1 a-d	3568.8 a-d
HD-3	19.3 b-e	48.52	936.5 b-d	3305.4 b-d
HD-4	26.3 a-c	48.34	1271.5 a-c	4487.9 a-c
HD-5	17.0 de	54.74	930.7 b-d	3284.8 b-d
HD-6	19.6 b-e	52.64	1031.9 a-d	3642.3 a-d
HD-7	23.3 a-e	44.45	1035.8 a-d	3655.8 a-d
HD-8	30.0 a	48.19	1445.7 a	5102.5 a
HD-9	20.0 b-e	55.52	1110.3 a-d	3919.0 a-d
HD-10	23.6 a-e	47.80	1128.2 a-d	3981.9 a-d
HD-11	19.3 b-e	51.20	988.3 a-d	3488.3 a-d
HD-12	23.0 a-e	19.80	1145.5 a-d	4043.1 a-d
HD-13	19.0 c-e	49.58	942.2 b-d	3325.5 b-d
HD-14	26.3 a-d	44.68	1175.1 a-d	4147.4 a-d
HD-15	21.3 a-e	49.70	1058.8 a-d	3737.1 a-d
HD-16	15.6 e	46.5	725.4 d	2560.5 d
HD-17	23.0 a-e	47.33	1088.6 a-d	3842.4 a-d
HD-18	22.6 a-e	50.00	1130.2 a-d	3988.9 a-d
HD-19	22.3 a-e	52.32	1166.9 a-d	4118.6 a-d
HD-20	27.0 a-c	49.61	1339.7 ab	4728.4 ab
HD-21	18.0 c-e	50.24	904.4 b-d	3192.1 b-d
HD-22	22.6 a-e	49.26	1113.5 a-d	3930.3 a-d
HD-23	21.0 a-e	49.2	1033.2 a-d	3646.7 a-d
HD-24	28.3 ab	45.68	1292.9 ab	4563.4 ab
HD-25	21.3 a-e	46.81	997.25 a-d	3519.7 a-d
HD-26	21.3 a-e	46.3	986.9 a-d	3483.2 a-d
HD-27	23.0 a-e	48.75	1121.4 a-d	3957.9 a-d
HD-28	22.3 a-e	48.56	1082.9 a-d	3822.3 a-d
Benino F <sub>1</sub>	16.3 e	49.38	805.0 cd	2841.2 cd
P	< 0.05			

Dolmalık biberde meyve büyüklüğü, tüketiciler tarafından aranılan önemli bir pazar kriteridir. Tüketiciler meyvelerin çok büyük olmasını arzu etmemektedir (Karaağaç, 2006). Ortalama meyve ağırlığı yönünden hibrit dolmalık biber genotipleri, 19.80 g ile 55.52 g arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.13). En yüksek ortalama meyve ağırlığı değerleri sırasıyla; HD-9 (55.52 g) ve HD-5 (54.74 g) genotiplerinde belirlenmiştir. En düşük ortalama meyve ağırlığı ise HD-12 (19.80 g) genotipinde saptanmıştır. Benino F<sub>1</sub> çeşidinde ise meyve ağırlığının ortalama 49.38 g olduğu bulunmuştur. Oral (2019), dolmalık biber çeşitlerinde ortalama meyve ağırlığının, 29.2-33.3 g arasında ve Binbir (2010) ise 34.34 g-64.34 g arasında

değişim gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırma sonuçları, genotiplerine göre değişmekle birlikte belirtilen literatürler ile genel olarak uyumluluk göstermiştir.

Bitki başına toplam meyve ağırlığı değerleri karşılaştırıldığında, en yüksek verim değeri HD-8 (1445.7 g) genotipinden elde edilmiştir. En düşük verim ise HD-16 (725.4 g) genotipinde saptanmıştır. Araştırmada, hasat döneminde her bir genotipten yetiştirme dönemi boyunca alınan toplam verim değerleri birleştirilerek, toplam dekara verim değerleri hesaplanmıştır. Dekara verim değerlerinin dolmalık biber genotiplerinde 2560.5 kg/da ile 5102.5 kg/da arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.13). En yüksek dekara verim değeri, HD-8 (5102.5 kg/da) genotipinde ve en düşük verim ise HD-16 (2560.5 kg/da) genotipinde tespit edilmiştir. Benino F<sub>1</sub> çeşidinde ise dekara verim değeri, 2841.2 kg/da olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, sonbahar ekolojik koşullarında ısıtmasız serada hibrit dolmalık biber çeşit adaylarının büyük bir çoğunluğunun dekara verim değerlerinin kontrol çeşitten (Benino F<sub>1</sub>) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, belirtilen hibrit adaylarının ticari üretimde yer bulması açısından oldukça önemlidir.

Biber yetiştiriciliğinde çeşitlerin verim kapasiteleri, yetiştirme mevsimi ve vejetasyon süresi, yetiştirildiği ortam, gübreleme, sulama, budama, toprak işleme, hastalık ve zararlılarla savaşım, toprağın fiziksel ve biyolojik yapısı vb. faktörlere göre değişkenlik göstermektedir (Aybak, 2002). Awalın vd (2017), dolmalık biber yetiştiriciliğinde 26.60 t/ha verim elde edildiğini bildirmiştir. Araştırma sonuçları ile belirtilen literatürlere ait verim değerleri arasındaki farklılık, genotip×çevre interaksiyonundan kaynaklanmaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bitkilerin düşük sıcaklıklarda zararlanma düzeyleri birçok faktöre bağlıdır. Bunlar bitkilerin genotipik yapısı, kalıtsal nitelikleri, bitki bünyesindeki içsel maddeler ve biyokimyasal değişimler, düşük sıcaklığın derecesi, düşük sıcaklığın ortaya çıkış zamanı, sıcaklığın düşüş hızı ve bitkiye uygulanan kültürel uygulamalar olarak sayılabilir. Bu faktörlerin her birinin soğuğa dayanım mekanizmasında ayrı bir fizyolojik önemi vardır. Bunlar çoğu zaman karşılıklı etkileşerek bitkinin soğuğa dayanımını sağlamakta veya duyarlılığını artırmaktadır (Eriş, 1985; Günay, 1992). Düşük sıcaklık stresine dayanıklılık yönünden bitki türleri arasında genotipik düzeyde farklılıklar bulunmaktadır. Bu nedenle, son yıllarda hem klasik ıslah çalışmalarında ve hem de fizyolojik ve moleküler düzeydeki araştırmalarda düşük sıcaklık stresine tolerant yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve toleranlıkta rol alan mekanizmaların belirlenmesi çalışmalarına daha fazla önem verilmeye başlanmıştır. Bu çalışmada da özel sektör ile birlikte yürütülen “Dolmalık biber genotiplerinde düşük sıcaklığa dayanıklı hibrit çeşit geliştirme ıslah programı” sonucunda geliştirilen hibrit dolmalık biber çeşit adaylarının performansları ayrıntılı olarak incelenmiştir. Tez çalışması sonucunda elde edilen önemli bazı sonuçlar ve öneriler aşağıda sunulmuştur.

**a.** Melezleme ıslahı programında geliştirilen tür içi hibrit dolmalık biber genotiplerinin beklendiği şekilde büyük bir çoğunluğunun, düşük sıcaklığa dayanıklı veya tolerant oldukları belirlenmiştir. Çalışmada, HD-25 (0) ve HD-4 (0) genotiplerinde düşük sıcaklık stresi sonucunda morfolojik olarak hiç bir zararın oluşmadığı ve “tam dayanıklılık” gösterdikleri saptanmıştır (Şekil 4.1). Araştırma sonucunda; düşük sıcaklık testlemesi skala puanı, 2.0’ den düşük olan 16 dolmalık biber genotipinin düşük sıcaklığa tolerant oldukları tespit edilmiştir.

**b.** Tüm dolmalık biber genotiplerinde; düşük sıcaklık stresi sonucunda kontrol bitkilere göre, MDA içeriklerinde genotiplere göre değişen oranlarda belirgin artışlar olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.1). Ayrıca dolmalık biber genotiplerinde soğuk stresi uygulaması sonucunda, prolin miktarının da kontrol bitkilerine göre daha yüksek değerlerde olduğu belirlenmiştir. Özellikle MDA içeriği dayanıklı genotiplerde düşük düzeyde kalırken; prolin içeriği bu genotiplerde daha yüksek bulunmuştur.

c. Dolmalık biber melez kombinasyonlarının kök sistem mimarisi ve köklenme özellikleri incelendiğinde; hem serada ve hem de açıkta birçok kök parametresi yönünden hibrit dolmalık biber genotiplerinin, kontrol çeşide göre daha iyi kök sistem mimarisi ve köklenme yeteneğine sahip oldukları tespit edilmiştir.

d. Tez çalışmasında dolmalık biber genotiplerinin toplam kök uzunlukları yönünden açıkta ve serada belirgin farklılıklar gösterdiği saptanmıştır. Açık arazide HD-3 (1085.16 cm) genotipi ve serada HD-16 (1332.38 cm) genotipleri toplam kök uzunluğu değerleri yönünden tüm genotipler içerisinde en yüksek performansı sergilemişlerdir (Çizelge 4.2). Toplam kök uzunluğu değerleri bakımından, serada yetiştirilen dolmalık biber bitkilerinin, arazide yetiştirilen bitkilere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Dolmalık biber genotiplerinde en yüksek ortalama kök çapı değeri, açık arazi koşullarında HD-21 (5.81 mm) genotipinde ve sera koşullarında ise HD-27 (5.78 mm) genotipinde ölçülmüştür. Araştırma sonucunda, bitkilerin topraktan besin elementlerini yeterli düzeyde almasında toplam kök uzunluğu ve kök çapının önemli köklenme kriterleri olduğu belirlenmiştir.

e. Hibrit dolmalık biber genotiplerinde, 40. gün sonunda açık arazide yetiştirilen bitkilerde kök yüzey alanına ait veriler incelendiğinde; HD-23 (999.91 cm<sup>2</sup>) ve HD-22 (985.84 cm<sup>2</sup>) genotiplerinde en yüksek kök yüzey alanı değerleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Serada yetiştirilen hibrit dolmalık biber genotiplerinde en yüksek değer, HD-8 (1036.30 cm<sup>2</sup>) genotipinde ölçülmüştür. Serada yetiştirilen bitkilerde ise ortalama kök yüzey alanı değerlerinin, açıkta yetiştirilenlere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Dolmalık biber genotiplerinde kök hacmi verileri incelendiğinde arazide 40. gün sonucunda HD-21 (134.51 cm<sup>3</sup>) genotipinde en yüksek kök hacmi değeri elde edilmiştir. Serada ise en yüksek kök hacmi değeri, HD-27 (216.22 cm<sup>3</sup>) genotipinde belirlenmiştir. Araştırmada, bitkide kök yüzey alanı ve kök hacminin fazla olmasının bitkilerde köklerin su ve besin alım kapasitesini olumlu yönde artırdığı saptanmıştır. Tez çalışması sonucunda, dolmalık biber genotipleri arasında kök yüzey alanı ve kök hacmi değerleri yönünden fenotipik çeşitliliğin oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir.

f. Sonbahar dönemi dolmalık biber yetiştiriciliğinde olgunlaşma süresi, genotiplere ve çevre koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermiştir. Dolmalık biber genotiplerinde ilk hasat, fide dikiminden itibaren 46 gün sonra gerçekleştirilmiştir. Samsun'da sonbahar döneminde, ısıtmasız serada dolmalık biber genotiplerinin ilk

hasat sürelerinin 46 gün ile 59 gün arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.10). Tez çalışmasında; serada ortam sıcaklığı, ışıklanma ve oransal nem gibi ekolojik unsurlara bağlı olarak dolmalık biber genotiplerinin çiçeklenme ve meyve olgunlaşma süreleri yönünden belirgin farklılıklar gösterdikleri saptanmıştır.

**g.** Dolmalık biber genotipleri arasında meyve boyu değerleri yönünden istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıkların olduğu bulunmuştur. Hibrit dolmalık biber genotipleri meyve uzunlukları yönünden incelendiğinde; 59.63-76.93 mm arasında dağılım gösterdikleri belirlenmiştir (Çizelge 4.11). En uzun meyve boyu, HD-8 (76.93 mm) genotipinde ve en kısa ise HD-6 (59.63 mm) genotipinde ölçülmüştür. Dolmalık biber genotiplerinde meyve çapı değerlerinin, 47.31-55.86 mm arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada meyve boylarının, hasat zamanı faktöründen etkilenmediği ve meyve genişliği ile meyve hacmi değerlerinin ise hasat sürelerine göre değişkenlikler gösterdiği tespit edilmiştir.

**h.** Serada olgunlaşma zamanında hasat edilen dolmalık biber genotiplerinin meyve renkleri görsel olarak incelendiğinde; 11 genotipin yeşil, 9 genotipin koyu yeşil, 8 genotipin açık yeşil ve 1 genotipin sarı renkli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.12). Dolmalık biber genotiplerinin meyve renk bileşenlerinden L değerinin (parlaklık) 41.72 ile 48.14 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiş, en yüksek L değeri HD-14 (48.14) genotipde bulunmuştur. Tez çalışmasında renk tonları (a ve b değerleri) yönünden dolmalık biber genotipleri arasında belirgin farklılıkların olduğu saptanmıştır.

**i.** Sonbahar döneminde ısıtmasız serada yetiştirilen dolmalık biber genotiplerinin, dekara verim değerlerinin 2560.5 kg/da ile 5102.5 kg/da arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Çizelge 4.13). En yüksek dekara verim değeri HD-8 (5102.5 kg/da) ve en düşük verim ise HD-16 (2560.5 kg/da) genotiplerinden elde edilmiştir. Çalışmada kontrol olarak yer alan Benino F<sub>1</sub> ticari çeşidinin dekara verim değeri, 2841.2 kg/da olarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, sonbahar ekolojik koşullarında ısıtmasız serada hibrit dolmalık biber çeşit adaylarının büyük bir çoğunluğunun dekara verim değerlerinin kontrol çeşitten daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

**j.** Düşük sıcaklık testleme skala puanları, MDA ve prolin miktarları, kök parametreleri ile serada verim ve meyve kalite özellikleri yönünden tüm hibrit dolmalık biber genotipleri birlikte değerlendirildiğinde; HD-4, HD-8 ve HD-24 genotiplerinin diğer genotiplere göre daha fazla ön plana çıktığı belirlenmiştir.

Önümüzdeki dönemde bu hibrit dolmalık biber adayları ile hibrit çeşit ıslahı çalışmalarına devam edilmesi planlanmaktadır.

Tez çalışması sonucunda belirlenen ve öne çıkan hibrit çeşit adaylarının, firma tarafından çeşit tescilleri (Standart Tohumluk Kaydı) önümüzdeki dönem yapılacaktır. Çalışma sonucunda düşük sıcaklığa tolerant veya dayanıklı yerli hibrit dolmalık biber çeşitlerinin geliştirilmesiyle hem biber tohumluk ithalatı azalacak ve hem de ısıtma masrafı olmadan düşük sıcaklığa tolerant çeşit kullanımı ile daha ucuza, geniş bir üretim periyodunda yetiştiricilik yapılması mümkün olabilecektir.



## KAYNAKLAR

- Abak, K. 1995. Efficiency of bumble bees on the yield and quality of eggplant and tomato grown in unheated glasshouses. I International Symposium on Solanacea for Fresh Market, March 28, 412, Malaga, Spain.
- Abdulmalik, M. M., Olarewaju, J. D., Usman, I. S. and Ibrahim, A. 2012. Effects of moisture stress on flowering and fruit set in sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) cultivars. *Production Technology and Agricultural Engineering*, 8:1, 191-198.
- Agarwal, A., Gupta, S. and Ahmed, Z. 2007. Influence of plant densities on productivity of bell pepper (*Capsicum annuum L.*) under greenhouse in high altitude cold desert of Ladakh. In International Symposium on Medicinal and Nutraceutical Plants, 756, 309-314.
- Airaki, M., Leterrier, M., Mateos, R. M., Valderrama, R., Chaki, M., Barroso, J. B. and Corpas, F. J. 2012. Metabolism of reactive oxygen species and reactive nitrogen species in pepper (*Capsicum annuum L.*) plants under low temperature stress. *Plant, Cell and Environment*, 35:2, 281-295.
- Aktaş, H., Söylemez, S. ve Pakyürek, A. Y. 2009. Farklı Budama Şekillerinin Sera Dolmalık Biber (*Capsicum annuum L.*) Yetiştiriciliği Üzerine Etkisi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13:3, 31-36.
- Aloni, B., Pressman, E. and Karni, L. 1999. The effect of fruit load, defoliation and night temperature on the morphology of pepper flowers and on fruit shape. *Annals of Botany*, 83:5, 529-534.
- Aloni, B., Peet, M., Pharr, M. and Karni, L. 2001. The effect of high temperature and high atmospheric CO<sub>2</sub> on carbohydrate changes in bell pepper (*Capsicum annuum L.*) pollen in relation to its germination. *Physiologia Plantarum*, 112:4, 505-512.
- Alvarez, G., Fita, F., Ruiz, S. and Bolarín, J. 2016. Morphology and biomass variations in root system of young tomato plants (*Solanum sp.*). *Cultivos Tropicales*, 37:2, 96-101.
- Anonim, 2018. Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae>.
- Apaydın, A., Kar, H. and Karaağaç, O. 2010. Effect of some cover systems on total and early season yields of pepper under the Samsun province conditions of Turkey. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 27:2, 21-24.
- Araz, O. 2019. Düşük sıcaklık stresinin bazı biber çeşitlerinde çimlenme, fide gelişimi, antioksidan enzim aktivitesi ve hormon içeriği üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 95, Erzurum.
- Awalin, S., Shahjahan, M., Chandra, Roy, A., Akter, A. and Kabir, M. H. 2017. Response of bell pepper (*Capsicum annuum L.*) to foliar feeding with micro nutrients and shoot pruning. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*, 11:3, 1-8.

- Aybak, H.Ç. 2002. Biber Yetiştiriciliği. Hasad Yayıncılık, 160, İstanbul.
- Aydoğan, A. 2017. Örtüaltı biber (*Capsicum annuum* L. var. *longum* cvs “Asi F1” ve “Görkem F<sub>1</sub>”) yetiştiriciliğinde aşılı fide kullanımının bitki gelişimi, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü Anabilim Dalı, 81, Aydın.
- Bakker, J. C. 1989. The effects of temperature on flowering, fruit set and fruit development of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Horticultural Science*, 64:3, 313-320.
- Balkaya, A., Saribas, H.S., Secim, A., Dag, Z. and Kandemir, D. 2016. The morphological characterization of *Solanum aethiopicum* and *Solanum incanum* accessions. XVI EUCARPIA Capsicum and Eggplant Meeting. 12-14 September, 2016.
- Bates, L. S., Waldren R. P. and Teare, I. D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil Volume*, 39, 205–207.
- Bian, Y.M., Chen, S.Y. and Xie, M. Y. 1988. Effects of HF on proline of some plants. *Plant Physiology Communications*, 6. 19-21.
- Binbir, S. 2010. Bazı yerel biber (*Capsicum annuum* L.) populasyonlarında karakterizasyon çalışmaları. Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü Ana Bilim Dalı, 77, Aydın.
- Bray, E. A., Buchanan, B., Gruissem, W. and Jones, R. 2000. Responses to abiotic stresses, biochemistry and molecular biology of plants,. *American Society of Plant Biologists, Rockville*, 1158-1203, 2000. *Engineering for Stress Tolerance, Planta*, 218, 1-14.
- Bui, H. H., Serra, V. and Pagès, L. 2015. Root system development and architecture in various genotypes of the *Solanaceae* family. *Botany*, 93: 8, 465-474.
- Büyük İ., Soydam-Aydın, S. ve Aras, S. 2012. Bitkilerin stres koşullarına verdiği moleküler cevaplar. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69:2, 97-110.
- Cho, J. L., Lim, C. S., Kang, S. M., Gross, K. C. and Woolf, A. B. 2007. Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits are susceptible to chilling injury at the breaker stage of ripeness. *HortScience*, 42:7, 1659-1664.
- Comas, L., Becker, S., Cruz, V. M. V., Byrne, P. F. and Dierig, D. A. 2013. Root traits contributing to plant productivity under drought. *Frontiers in Plant Science*, 4, 442.
- Craineğ, J. M. 2006. Competition for nutrients and optimal root allocation. *Plant and Soil*, 285, 171-185.
- Çakmak, I., Hengeler, C. and Marschner, H. 1994. Partitioning of shoot and root dry matter and carbohydrates in bean plants suffering from phosphorus, potassium and magnesium deficiency. *Journal of Experimental Botany*, 45:9, 1245-1250.
- Daşgan, H. Y. and Abak, K. 2002. Effects of plant density and number of shoots on yield and fruit characteristics of peppers grown in glasshouses. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27, 29-35.
- Dhinsa, R., Dhinsa, P. P. and Thorpe, T. 1981. Tleaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and

- decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *Journal of Experimental Botany*, 32: 1, 93-101.
- Dominic, I. I., Akpan, N. M. and Bayeri, K. P. 2017. Growth and Yield Responses of Green Pepper (*Capsicum annuum L.*) to Manure Rates under Field and High Tunnel Conditions. *Notulae Scientia Biologicae*, 9:1, 137-142.
- Dorlodot, S., Forster, B., Pagès, L., Price, A., Tuberosa, R. and Draye, X. 2007. Root system architecture: opportunities and constraints for genetic improvement of crops. *Trends in Plant Science*, 12:10, 474-481.
- Erickson, A. N. and Markhart, A. H. 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of bell pepper (*Capsicum annuum L.*) to elevated temperature. *Plant, Cell and Environment*, 25:1, 123-130.
- Eriş, A. 1985. Bahçe Bitkileri Fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları, 11.
- Eşiyok, D., Özzambak, E. and Eser, B. 1994. The Effects of stem pruning on the yield and earliness greenhouse peppers (*Capsicum annuum L. grossum cv. Kandil and 11B-14*). *Acta Horticulture*, 366:293-300, Solanacea in Mild Winter Climates II).
- Eşiyok, D. 2012. Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 410.
- Eti, S. 1996. Döllenme Biyolojisi Ders Notları, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana.
- FAOSTAT, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations (<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>) (Erişim tarihi: 28.04.2020).
- Farooq, M., Ramzan, A., Chattha, M. R., Qasim, U., Nawab, N. N. and Hidayatullah, N. N. 2015. Studies on the Performance of Sweet Pepper (*Capsicum annuum L.*) Hybrids under Plastic Tunnel. *Science, Technology and Development*, 34:3, 155-157.
- Fita, A., Nuez, F., and Picó, B. 2011. Diversity in root architecture and response to P deficiency in seedlings of *Cucumis melo L.* *Euphytica*, 181:3, 323-339.
- George, R. A. T. 1985. Vegetable Seed Production. Longman Group Limited, London and New York, 318.
- Gerson, R. and Honma, S. 1978. Emergence response of the pepper at low soil temperature. *Euphytica*, 27:1, 151-156.
- Gough, R. E. 2001. Color of plastic mulch affects lateral root development but not root system architecture in pepper. *HortScience*, 36:1, 66-68.
- Gökmen, Ü. 2018. Yerel biber gen kaynaklarının fenolojik ve morfolojik özelliklerinin araştırılması ve soğuk stresi açısından fenotiplenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, 72, Antalya.
- Gülen, H., Çetinkaya, C., Kadioğlu, M., Kesici, M., Cansev, A. and Eriş, A. 2008. Peroxidase activity and lipid peroxidation in strawberry (*Fragaria X ananassa*) plants under low temperature. *Journal of Biological and Environmental Science*, 2:6, 95-100.

- Günay, A. 1992. Özel Sebze Yetiştiriciliği. Cilt II. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü.
- Janero, D. R. 1990. Malondialdehyde and thiobarbituric acid-reactivity as diagnostic indices of lipid peroxidation and peroxidative tissue injury. *Free radical biology and medicine*, 9: 6, 515-540.
- Kabay, T., Şensoy, S. and Erdiñ, Ç. 2017. Effects of drought stress on plant growth parameters, membrane damage index and nutrient content in common bean genotypes. *Journal Of Animal and Plant Sciences*, 27:3, 940-957.
- Kakita, T., Abe, A. and Ikeda, T. 2015. Differences in root growth and permeability in the grafted combinations of Dutch tomato cultivars (Starbuck and Maxifort) and Japanese cultivars (Reiyo, Receive, and Magnet). *American Journal of Plant Sciences*, 6:16, 2640.
- Karaağaç, O. 2004. Biber Çeşit Islahı. Yüksek Lisans Semineri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 45, Samsun.
- Karaağaç, O. 2006. Bafra Kırmızı Biber Gen Kaynaklarının (*Capsicum annuum* var. *conoides* Mill.) Karakterizasyonu ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü Anabilim Dalı, 129, Samsun.
- Karaağaç, O., Taş, K., Özgen, R., Kanal, A. ve Balkaya A. 2020. *Capsicum* Türlerinin Kök Yapılarının İncelenmesi ve Kök Özellikleri Yönünden Karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30:2, 266-279.
- Karaağaç, O. ve Balkaya, A. 2010. Bafra Kırmızı Biber Populasyonlarının (*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish) Tanımlanması ve Mevcut Varyasyonun Değerlendirilmesi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25:1, 10-20.
- Kato, K. 1989. Flowering and fertility of forced green peppers at lower temperatures. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 58:1, 113-121.
- Keleş, D. 2007. Farklı biber genotiplerinin karakterizasyonu ve düşük sıcaklığa tolerans. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 182, Adana.
- Koç, E., İşlek, C. and Üstün, A. S. 2010. Effect of cold on protein, proline, phenolic compounds and chlorophyll content of two pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties. *Gazi University Journal of Science*, 23:1, 1-6.
- Koevoets, I. T., Venema, J. H., Elzenga, J. T. and Testerink, C. 2016. Roots withstanding their environment: exploiting root system architecture responses to abiotic stress to improve crop tolerance. *Frontiers in plant science*, 7, 1335.
- Kulkarni, M. and Phalke, S. 2009. Evaluating variability of root size system and its constitutive traits in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) under water stress. *Scientia Horticulturae*, 120:2, 159-166.
- Kuşvuran, S. 2010. Kavunlarda kuraklık ve tuzluluğa toleransın fizyolojik mekanizmaları arasındaki bağlantılar. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 356, Adana.

- Lambers, H., Shane, M. W. Cramer, M. D., Pearse, S. J. and Veneklaas, E. J. 2006. Root structure and functioning for efficient acquisition of phosphorus: matching morphological and physiological traits. *Annals Botany*, 98, 693-713.
- Moran, J. F., Becana, M., Iturbe-Ormaetxe, I., Frechilla, S., Klucas, R. V. and Aparicio-Tejo, P. 1994. Drought induces oxidative stress in pea plants. *Planta*, 194:3, 346-352.
- Mutlu, S., Haytaoğlu, M. A., Kır, A. ve İçer, B. 2009. Ulusal Gen Bankası Biber (*Capsicum annuum* L.) Materyalinde Morfolojik Karakterizasyon. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1:1. 63-91.
- NeSmith, D. S., Bridges, D. C. and Barbour, J. C. 1992. Bell pepper responses to root restriction. *Journal of Plant Nutrition*, 15:12, 2763-2776.
- Nkansah, G. O., Norman, J. C. and Martey, A. 2017. Growth, yield and consumer acceptance of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) as influenced by open field and greenhouse production systems. *The Horticulture Journal*, 4:4, 216-21.
- Oral, E. 2019. Dolma biberde (*Capsicum annuum* L.) sürgün budamasının verim ve kalite üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 57, Tekirdağ.
- Özer, S., Öztürk, O., Çebi, U., Altıntaş, S. ve Yurtseven, E. 2019. Sera Koşullarında Farklı Tuzluluk Düzeyindeki Sulama Sularının Domates Bitkisinin Kök Gelişimi Üzerine Etkisi. *Toprak Su Dergisi*, 146-152.
- Özgen, T. 2019. Patlıcan (*Solanum melongena* L.) genotiplerinin *Fusarium oxysporum* f. sp. *melongenae*'ya dayanıklılık düzeylerinin ve kök yapılarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 81, Samsun.
- Öztekin, G. B., Giuffrida, F., Tuzel, Y. and Leonardi, C. 2009. Is the vigour of grafted tomato plants related to root characteristics. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7, 364-368.
- Paez-Garcia, A., Motes, C., Scheible, W. R., Chen, R., Blancaflor, E. and Monteros, M. 2015. Root traits and phenotyping strategies for plant improvement. *Plants*, 4:2, 334-355.
- Peláez-Anderica, E., Rodríguez-Burruezo, A., Prohens, J. and Fita, A. 2011. Root Seedling Morphology Diversity in *Capsicum* spp. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture*, 68:1.
- Pereira-Dias, L., López-Serrano, L., Castell-Zeising, V., Lopez-Galarza, S., San Bautista, A., Calatayud, Á. and Fita, A. 2018. Different root morphological responses to phosphorus supplies in grafted pepper. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture*, 75:1, 59-61.
- Polowick, P. L. and Sawhney, V. K. 1985. Temperature effects on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae*, 25:2, 117-127.
- Prasad, T. K. 1996. Mechanisms of chilling-induced oxidative stress injury and tolerance in developing maize seedlings: changes in antioxidant system.

- oxidation of proteins and lipids and protease activities. *The Plant Journal*, 10:6, 1017-1026.
- Rhodes, D., Verslues, P. E. and Sharp, R. E. 1999. Role Off Aminoacids in Abiotic Stresss Resistance. In: Plant Aminoacid Biochemistry and Biotechnology. Sing. BK. Marcel Dekker. Newyork. 319- 356.
- Rouhani, I., Black Jr, C. C., Vines, H. M. and Kormanik, P. P. 1987. Effect of number of lateral roots on eggplant growth and yield. *Canadian Journal of Plant Science*, 67:1, 305-313.
- Russo, V. M. 1996. Delaying harvest improves bell pepper yield. *HortScience*, 31:3, 345-346.
- Rylski, I. and Spigelman, M. 1982. Effects of different diurnal temperature combinations on fruit set of sweet pepper. *Scientia Horticulturae*, 17: 2, 101-106.
- Rylski, I., Aloni, B., Karni, L. and Zaidman, Z. 1993. Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. In *II Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates*, 366, 45-56.
- Saha, S. R., Hossain, M. M., Rahman, M. M., Kuo, C. G. and Abdullah, S. 2010. Effect of high temperature stress on the performance of twelve sweet pepper genotypes. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 35:3, 525-534.
- Sánchez, E. G., Heuvelink, E. and Stanghellini, C. 2015. Physiological processes affected by low night temperatures in sweet pepper plants. *Procedia Environmental Sciences*, 29, 253-254.
- Sarıbaşı, Ş., Balkaya, A., Kandemir, D. ve Karaağaç, O. 2019. Yerli patlıcan anaçlarının (*Solanum melongena* x *Solanum aethiopicum*) köklenme potansiyeli ve fenotipik kök mimarisi. *Black Sea Journal of Agriculture*, 2:3,138-146.
- Sarıbaşı, H. Ş. 2019. Aşılı Patlıcan Üretiminde Genetik Kaynakların Anaç Islah Programlarında Değerlendirilmesi ve Yerli Hibrit Anaçlarının Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, 188, Samsun.
- Sayalan, M. 1995. Biberlerde (*Capsicum annuum* L. ve *Capsicum baccatum* Var. *pendulum*) düşük sıcaklığa (üşüme sıcaklığına) tolerans. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 107, Adana.
- Schiefelbein, J. W. and Benfey, P. N. 1991. The development of plant roots: new approaches to underground problems. *The Plant Cell*, 3:11, 1147.
- Schwarz, D., Roupheal, Y., Colla, G. and Venema, J. H. 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*, 127:2, 162-171.
- Shaked, R., Rosenfeld, K. and Pressman, E. 2004. The effect of low night temperatures on carbohydrates metabolism in developing pollen grains of pepper in relation to their number and functioning. *Scientia Horticulturae*, 102:1, 29-36.

- Si, Y. and Heins, R. D. 1996. Influence of day and night temperatures on sweet pepper seedling development. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121:4, 699-704.
- Suchoff, D. H., Gunter, C. C. and Louws, F. J. 2017. Comparative analysis of root system morphology in tomato rootstocks. *HortTechnology*, 27:3, 319-324.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. ve Polat, S. 2008. Özel Sebzeçilik. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 315-329, Tekirdağ.
- Takabe, T., Rai, V. and Hibino, T. 2006. Metabolic engineering of glycinebetaine. *Abiotic Stress Tolerance in Plants*, 137-151.
- Taylor, C. B. 1996. Proline and water deficit: ups and downs. *The Plant Cell*. 8:8, 1221-1224.
- Thuy, T. L. and Kenji, M. 2015. Effect of high temperature on fruit productivity and seed-set of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in the field condition. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 5:12, 515-520.
- Topuz, A. and Özdemir, F. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20:7, 596-602.
- Turan, Ö. ve Ekmekçi, Y. 2008. Soğuk Stresinin Bitkiler Üzerine Etkileri ve Tolerans Mekanizmaları. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi Anadolu*, 9: 2, 177-198.
- Tuteja, N. and Islam, S. 2012. Enhancement of androgenesis by abiotic stress and other pretreatments in major crop species. *Plant Science*, 182, 134-144.
- TÜİK, 2019. Türkiye İstatistik Kurumu. (<http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?altid=1001>)(Erişim tarihi: 28.04.2020).
- Wien, H. C. 1997. The Physiology of Vegetable Crops. Department of Fruit and Vegetable Science, Cornell University, 259-293, USA.
- Yadegari, L. Z., Heidari, R. and Carapetian, J. 2007. The Influence Of Cold Acclimation On Proline, Malondialdehyde (MDA), Total Protein and Pigments Contents in Soybean (*Glycine max*) Seedlings. *Journal of Biological Sciences*. 7:8, 1436-1441.
- Yıldız, S. 2014. Aşılı Hıyar Fidesi Üretiminde Anaç Olarak Kullanılacak Bazı Kabak (*Cucurbita spp.*) Genetik Kaynaklarının Tuzluluğa Tolerans Seviyelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Bölümü Anabilim Dalı, 151, Samsun.
- Zhao, F. and Zhang, H. 2006. Salt and paraquat stress tolerance results from coexpression of the Suaeda salsa glutathione S-transferase and catalase in transgenic rice. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 86, 349-358.
- Zhirong, Z. and Guoyi, L. 1994. The effect of chilling stress on membrane lipid peroxidation and protective enzyme in pepper seedlings. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 3.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Rüveyda ÖZGEN  
Doğum Yeri : Amasya  
Doğum Tarihi : 1994  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : Türk Telekom Őehit Ahmet  zsoy Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi (2012)  
Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü (2017)  
Yüksek Lisans : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı (2017 Eylül-2020 Temmuz)

### Yayınlar

1. Karaağaç, O., Taş, K.,  zgen, R., Kanal, A. ve Balkaya A. 2020. *Capsicum* Türlerinin Kök Yapılarının İncelenmesi ve Kök  zellikleri Yönünden Karşılaştırılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30: 2, 266-279.
2. Balkaya, A.,  zgen, R. 2020. Türkiye’de Marul YetiŐtiriciliđinin Tarımsal  retimdeki Yeri ve Ekonomik  nemi. Marul Tarımı ( zel Sayı). Editör: Ahmet Balkaya. *Tarım Gündem Dergisi*, Nobel Akademik Yayıncılık, 9-12, Türkiye.