

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



Capsicum chinense TÜRÜNE AİT BİBER GENOTİPLERİNDE
TOHUM CANLILIĞI ÜZERİNE SICAKLIĞIN ETKİSİNİN
İNCELENMESİ

Yüksek Lisans Tezi

Bircan GÖKPINAR

Danışman
Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Bircan GÖKPINAR tarafından, **Prof. Dr. Ahmet BALKAYA** danışmanlığında hazırlanan “*Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Genotiplerinde Tohum Canlılığı Üzerine Sıcaklığın Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından / / tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Unvanı, Adı/Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan (Danışman) Prof. Dr. Ahmet BALKAYA Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bahçe Bitkileri AnaBilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye Prof. Dr. Haluk Çağlar KAYMAK Atatürk Üniversitesi Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
Üye Dr. Öğr. Üyesi Dilek KANDEMİR Ondokuz Mayıs Üniversitesi Samsun Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü		<input type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY
... / ... / ... Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Hazırladığım yüksek lisans tezinin bütün aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara riayet ettiğimi, çalışmada doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin Kaynaklarda gösterilenlerden oluştuğunu, enstitü yazım kılavuzuna uygun yazıldığını ve TÜBİTAK Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Yönetmeliği'nin 3. bölüm 9. maddesinde belirtilen durumlara aykırı davranılmadığımı taahhüt ve beyan ederim.

İmza

... /... / 2021
Bircan GÖKPINAR

TEZ ÇALIŞMASI ÖZGÜNLÜK RAPORU BEYANI

Tez Başlığı : *Capsicum chinense* TÜRÜNE AIT BİBER GENOTİPLERİNDE TOHUM CANLILIĞI ÜZERİNE SICAKLIĞIN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışması için şahsım tarafından 20/06/2021 tarihinde intihal tespit programından alınmış olan özgünlük raporu sonucunda;

Benzerlik oranı : % 14
Tek kaynak oranı : % 2 çıkmıştır.

İmza

... /... / 2021
Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

ÖZET

Capsicum chinense TÜRÜNE AİT BİBER GENOTİPLERİNDE TOHUM CANLILIĞI ÜZERİNE SICAKLIĞIN ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Bircan GÖKPINAR

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı

Yüksek Lisans, Haziran/2021

Danışman: Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

Bitkisel üretimde tohum çimlenmesi ve çıkış için gerekli olan optimum sıcaklık değerleri, bitki tür ya da çeşitlerine göre farklılıklar göstermektedir. Sıcaklık, çimlenme ve çıkış sürecini etkileyen önemli bir çevresel faktördür. *Capsicum* cinsi içerisinde kültüre alınan *Capsicum chinense* biber türü; tohum canlılığı, tohum iriliği, tohum şekli, tohum rengi yönünden yüksek düzeyde varyasyon göstermektedir. Bu çalışmada, *C. chinense* türüne ait biber tohumlarında sıcaklık faktörünün çimlenme ve çıkış kapasiteleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada; *C. chinense* türüne ait 10 biber genotipinde, 11 farklı sıcaklık uygulamasında (9 °C, 12 °C, 15 °C, 18 °C, 21 °C, 24 °C, 27 °C, 30 °C, 33 °C, 36 °C, 39 °C) tohumların çimlenme performansları belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; 9° C ve 15 ° C arasında çimlenmenin olmadığı, 21 ° C ve 33 ° C sıcaklık aralıklarında ise çimlenme hızı ve çimlenme oranlarının yükselen sıcaklıklara bağlı olarak artışlar gösterdiği saptanmıştır. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde, 24 °C ve 27 °C sıcaklık uygulamalarında en yüksek çimlenme oranlarına ulaşılmıştır. Çimlenme oranı değerleri yönünden CC63 ve CC51 genotiplerinin diğer genotiplere göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tohumların çimlenmesi üzerine, sıcaklık esas alınarak geliştirilen matematiksel modelleme ile, çimlenme oranının tahmin edilmesi olanağı da araştırılmıştır. Bu amaçla; çimlenme ve çıkış potansiyellerinin tahmini için Uzun vd. (2001) tarafından önceden türetilmiş model tarafımızdan geliştirilerek $[D= a +(b \times T)+(c \times T^2)]$ şeklinde kullanılmıştır. Her bir genotip için üretilen denklemlerin regresyon katsayılarının (R^2), çimlenme oranı değerleri için 0.33 ile 0.95 arasında olduğu bulunmuştur. Çıkış denemeleri, genotiplere ait tohum miktarının az olması nedeniyle optimum sıcaklık değerleri olan 24 °C ve 27 °C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde, 24 °C’de çıkış oranlarının 27 °C sıcaklık uygulamasına göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Tez çalışması sonucunda çimlenme ve çıkış performans özellikleri yönünden öne çıkan genotiplerin gelecekte aşılı biber fidesi üretiminde anaç ıslah programında değerlendirilmesi planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: biber, *C. chinense*, tohum, çimlenme, çıkış, modelleme, sıcaklık

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON SEED VIABILITY IN

Capsicum chinense GENOTYPES

Bircan GÖKPINAR

Ondokuz Mayıs University

Institute of Graduate Studies

Department of Horticulture

Master, June/2021

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet BALKAYA

Optimum temperature values required for seed germination and emergence in plant production differ according to plant species or varieties. Temperature is an important environmental factor affecting the germination and emergence occurrence. The cultured *Capsicum chinense* genotypes within the genus *Capsicum* shows a high level of variation in terms of seed viability, seed size, seed shape and seed colour. In this study, it was aimed to determine the effects of temperature on germination and emergence capacity of *C. chinense* seeds. In the research; germination performances of *C. chinense* seeds were determined at 11 different temperatures (9 °C, 12 °C, 15 °C, 18 °C, 21 °C, 24 °C, 27 °C, 30 °C, 33 °C, 36 °C, 39 °C). As a result of the research; it was determined that there was no germination between 9 °C and 15 °C, and the germination speed and germination ratios increased depending on the rising temperatures at 21 °C and 33 °C temperature ranges. In *C. chinense* genotypes, the highest germination rates were determined at 24 °C and 27 °C temperature treatments. It was determined that CC63 and CC51 genotypes were higher than other genotypes in terms of germination rate values. In addition, the possibility of predicting the germination rate by mathematical modelling based on temperature was also investigated. For this purpose, for the prediction of germination and emergence potentials, the previously derived model by Uzun et al. (2001) was developed by us and used as $[D= a +(b \times T)+(c \times T^2)]$. The regression coefficients (R^2) of the equations produced for each genotype were found to be between 0.33 and 0.95 for the germination rate values. The emergence trials were carried out at 24 °C and 27 °C temperatures, which are the optimum temperature values due to the low amount of seeds belonging to the genotypes. In *C. chinense* genotypes, The emergence rates of *C. chinense* genotypes at 24 °C were found to be higher than at 27 °C. As a result of the thesis study, it is planned to evaluate the genotypes that stand out in terms of germination and emergence performances, in the rootstock breeding program for grafted pepper seedlings.

Keywords: pepper, *C. chinense*, seed, germination, emergence, modelling, temperature

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 Sn. Prof. Dr. Ahmet BALKAYA'ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

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

Lisansüstü eğitimim boyunca hep yanımda olan, dostluğunu benden esirgemeyen Ziraat Yüksek Mühendisi Kübra TAŞ, Ziraat Yüksek Mühendisi Rüveyda Özgen, Ziraat Mühendisi Tuğba ŞAHİN, Ziraat Mühendisi Kübra PALA'ya teşekkür ederim. Tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini benden esirgemeyen ve emeği geçen tüm ekip arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Lisans eğitimimden bu zamana kadar maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen, her zorlukta yanımda olan benimle aynı duyguları paylaştığına inandığım eğitim hayatım boyunca birçok fedakârlık göstererek beni destekleyen anneme, babama ve eşime sonsuz teşekkür ederim. Her anımda yanımda olduklarını hissettiğim Dr. Öğr. Üyesi Engin ALTUNDAĞ ve arkadaşım Latif TÜR'e çok teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca yardım ve desteklerini benden esirgemeyen Dr. Sinan ZENGİN, Dr. Ali KÜN, Ziraat Yüksek Mühendisi Cafer DOĞANLAR, Ziraat Yüksek Mühendisi Elif Gülsüm VURAL, Ziraat Yüksek Mühendisi Özge MİLLİOĞLU, Ziraat Teknikeri Şifa ALTAŞ ve Ziraat Teknikeri Emine GÜNAY'a ayrıca emeği geçen diğer ekip arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
TABLO DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
2.1. <i>Solanaceae</i> Familyasında Yer Alan Sebze Türlerinde Sıcaklık ve Diğer Tohum Kalitesini İyileştirici Uygulamaların Tohum Çimlenme ve Çıkış Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar	20
2.2. Sebze Türlerinde Çimlenme, Çıkış ve Büyüme Performanslarının Tahmin Edilmesine Yönelik olarak Yapılan Regresyon Modelleme Çalışmaları	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM	17
3.1. Materyal	17
3.2. Yöntem.....	20
3.2.1. Biber Genotiplerine Ait Tohum Partilerinde 100 Tane Ağırlıklarının Belirlenmesi	20
3.2.2. Tohum Partilerinde Başlangıç Tohum Nem Oranlarının Belirlenmesi	20
3.2.3. <i>Capsicum chinense</i> Genotiplerinde Tohum Çimlenme Performanslarının Belirlenmesi	22
3.2.4. <i>C. chinense</i> Biber Genotiplerinin Çıkış Performanslarının Belirlenmesi	24
3.2.5. İstatistiksel analizler	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	28
4.1. <i>Capsicum chinense</i> Türüne Ait Biber Genotiplerinin 1000 Tane Tohum Ağırlığı Değerleri Yönünden Karşılaştırılması	28
4.2. <i>Capsicum chinense</i> Biber Türüne Ait Tohum Partilerinde Başlangıç Tohum Nem Değerlerinin Belirlenmesi.....	29
4.3. <i>Capsicum chinense</i> Türüne Ait Biber Tohumlarının Farklı Sıcaklıklardaki Çimlenme Düzeylerinin Saptanması ve Sıcaklık Uygulamalarının Çimlenme Üzerine Olan Etkisinin Regresyon Analizleriyle Modellenmesi.....	30
4.3.1. <i>Capsicum chinense</i> biber tür çalışmasında tohumlarında farklı sıcaklıkların (9 °C - 39 °C) tohumların çimlenme hızı (%) üzerine etkisinin incelenmesi.....	30

4.3.2. <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber tohumlarında farklı sıcaklıkların (9°C-39°C) tohumların çimlenme oranı üzerine olan etkilerinin incelenmesi	37
4.3.3. <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber genotiplerinde çimlenme oranı üzerine sıcaklığın etkisinin modellenmesi	50
4.4. <i>Capsicum chinense</i> Türüne Ait Biber Tohumlarının Optimum Sıcaklıklarda Çıkış Kapasitelerinin Saptanması	56
4.4.1. <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber tohumlarının optimum sıcaklıklarının çıkış oranı (%) üzerine etkisinin incelenmesi	57
4.4.2. <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber tohumlarının optimum sıcaklıklardaki %50 çıkışa kadar geçen gün sayılarının değişimleri	58
4.4.3. <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber tohumlarının optimum (24°C – 27 °C) sıcaklıklarda normal ve anormal fide sayıları yönünden karşılaştırılması	60
SONUÇ VE ÖNERİLER	66
KAYNAKLAR	69
ÖZGEÇMİŞ	74

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

cm	Santimetre
°C	Sıcaklık ölçü birimi
r	Korelasyon
g	Gram
PH	Asit-baz ölçü birimi
R ²	Regresyon Katsayısı
mM	Milimolar
ppm	milyondabir
EC	Electrical Conductivity (elektriksel iletkenlik)
dS	desiSiemens
µmol	Mikromol

KISALTMALAR

CaCl ₂	Kalsiyum klorür
C	<i>Capsicum</i>
GA ₃	Giberellik asit
H ₂ O	Su
H ₂ PO ₄	Dihidrojen fosfat
K ₂ HPO ₄	Dipotasyum hidrojen fosfat
K ₃ PO ₄	Tripotasyum fosfat
KNO ₃	Potasyum nitrat
NaCl	Sodyum klorür
PEG	Polietilen glikol
S	<i>Solanum</i>
ISTA	Uluslararası Tohum Test Birliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Denemede kullanılan <i>C.chinense</i> türüne ait biber genotiplerinin meyve görünümleri	18
Şekil 3.2. Çimlendirme ve çıkış analizi denemesinde kullanılan kapların görünümü	19
Şekil 3.3. Tohum çimlendirme dolabının görünümü	19
Şekil 3.4. Çıkış analizinin yürütüldüğü iklimlendirme dolabının görünümü	20
Şekil 3.5. <i>Capsicum chinense</i> genotiplerinde tohum nem testinin yapılaş aşamaları	21
Şekil 3.6. Petri içindeki özel çimlendirme kağıtlarının ıslatılması ve biber tohumların petri kabına yerleştirilmesi	23
Şekil 3.7. Çimlendirme denemesinde yer alan <i>C.chinense</i> genotiplerinin analizlerine ait genel görünüm	23
Şekil 3.8. <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber genotiplerinde çıkış denemesinin aşamaları	25
Şekil 3.9. Normal ve anormal biber çimlerinin görünümleri	26
Şekil 4.1. <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber genotiplerinin 100 tane tohum ağırlığı (g) değerlerinin değişimi	28
Şekil 4.2. <i>Capsicum chinense</i> biber tohumlarında başlangıç tohum nemi değerleri (%)	29
Şekil 4.3. CC-47 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi	31
Şekil 4.4. CC-51 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi	31
Şekil 4.5. CC-61 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi.....	32
Şekil 4.6. CC-63 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi	32
Şekil 4.7. CC-65 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi	33
Şekil 4.8. CC-68 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi.....	33
Şekil 4.9. CC-72 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi	34
Şekil 4.10. CC-76 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi	34
Şekil 4.11. CC-79 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi	35
Şekil 4.12. CC-82 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi.....	35
Şekil 4.13. Denemeye alınan <i>C. chinense</i> türüne ait biber tohumlarının çimlenme hızı (%) ve sıcaklık (°C) uygulamaları arasındaki değerlerinin birlikte değişimleri	36
Şekil 4.14. CC-47 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	37
Şekil 4.15. CC-51 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	38
Şekil 4.16. CC-61 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	39
Şekil 4.17. CC-63 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	40

Şekil 4.18. CC-65 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	41
Şekil 4.19. CC-68 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	42
Şekil 4.20. CC-72 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	43
Şekil 4.21. CC-76 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	44
Şekil 4.22. CC-79 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	45
Şekil 4.23. CC-82 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi	46
Şekil 4.24. <i>C. chinense</i> türüne ait tüm biber genotiplerinin çimlenme oranı (%) ile sıcaklık (°C) uygulamaları arasındaki değerlerinin değişimleri	47
Şekil 4.25. CC-47 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	51
Şekil 4.26. CC-51 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	51
Şekil 4.27. CC-61 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	52
Şekil 4.28. CC-63 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	52
Şekil 4.29. CC-65 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	53
Şekil 4.30. CC-68 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	53
Şekil 4.31. CC-72 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	54
Şekil 4.32. CC-76 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	54
Şekil 4.33. CC-79 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	55
Şekil 4.34. CC-82 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli	55
Şekil 4.35. <i>Capsicum chinense</i> biber türünde tüm genotiplerin gerçek çimlenme oranı (%) ile $[D = a + (b \times T) + (c \times T^2)]$ modeli ile tahmin edilen çimlenme oranı arasındaki regresyon ilişkisi	56
Şekil 4.36. <i>C. chinense</i> türüne ait biber genotiplerinin 24 °C de çıkış oranı (%) değerleri yönünden değişimi	57
Şekil 4.37. <i>C. chinense</i> biber genotiplerinin 27 °C sıcaklığındaki çıkış oranı (%) değerlerinin değişimi	58
Şekil 4.38. <i>Capsicum chinense</i> biber genotiplerinin 24 °C sıcaklıkta %50 çıkış süreleri (gün) yönünden dağılışı	59
Şekil 4.39. <i>Capsicum chinense</i> biber genotiplerinin 27 °C sıcaklıkta %50 çıkış süreleri (gün) yönünden dağılışı	60
Şekil 4.40. <i>C. chinense</i> türüne ait biber genotiplerinde 24 °C sıcaklık değerinde normal fide oluşum oranı (%) değerlerinin değişimi	61
Şekil 4.41. <i>C. chinense</i> türüne ait biber genotiplerinde 24 °C sıcaklık değerindeki anormal fide oluşum oranı(%) sonuçları	61
Şekil 4.42. <i>C. chinense</i> türüne ait biber genotiplerinin 27 °C de normal fide oluşum oranı (%) değerlerinin değişimi	62
Şekil 4.43. <i>C. chinense</i> türüne ait biber genotiplerinin 27 °C sıcaklığındaki anormal fide oluşum oranı (%) sonuçları	63

- Şekil 4.44. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 24 °C ve 27 °C sıcaklık uygulamalarında normal fide oranı(%) değerleri yönünden karşılaştırılması 64
- Şekil 4.45. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 24 °C ve 27 °C de anormal fide oranı (%) değerleri yönünden karşılaştırılması 65



TABLO DİZİNİ

Tablo 3.1. Denemeye alınan <i>Capsicum chinense</i> türüne ait biber genotiplerine ait aksesyon kayıt bilgileri	17
Tablo 4.2. Sıcaklıkların genotiplerin ortalama çimlenme oranına etkisinin değerleri (°C)	48
Tablo 4.3. Genotiplerin çimlenme oranına etkisinin değerleri (adet)	48
Tablo 4.4. Genotip x Sıcaklık interaksiyonun çimlenme oranına etkisi	49



1. GİRİŞ

Biber, dünyanın birçok bölgesinde yaygın olarak yetiştirilen önemli bir sebze türüdür. Günümüzde farklı şekillerde tüketime sunulmakta ve fonksiyonel gıda ürünleri olarak değerlendirilmektedir. Biber, *Solanaceae* (Patlıcangiller) familyasında *Capsicum* cinsi içerisinde yer almaktadır (Greenleaf, 1986; Eshbaugh, 2012). Bu cins içerisinde toplam 43 tür olduğu tespit edilmiştir (Barboza vd. 2019). Günümüzde kültüre alınan beş biber türü bulunmaktadır. Bunlar; (*Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*, *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L. ve *C. pubescens* Ruiz & Pav.) türleri'dir. (Eshbaugh, 2012; Barboza vd., 2019).

C. chinense biber türü en fazla Orta Amerika ve Güney Amerika ülkelerinde yayılış göstermektedir (Eshbaugh, 2012). Brezilya'da en çok yetiştirilen biber türüdür. Bilimsel kaynaklarda, *C. chinense* ve *C. frutescens* biber türlerinin gen merkezleri Amazon havzası olarak bildirilmektedir (Ramchiary, vd., 2014; Khoury, vd., 2020). *C. chinense* türü; meyve şekli, meyve rengi, meyve büyüklükleri ve acılık seviyeleri yönünden yüksek oranda fenotipik çeşitliliğe sahiptir. *C. chinense* türünün kromozom sayısı, 2n:24'tür (Moscone vd., 2007).

Tohumların yüksek çimlenme oranı ve çıkış (sürme) hızına sahip olması, bitkilerin gelişmesi, yüksek verim ve üstün kaliteli ürün elde edilmesi, başarılı bir tarımsal üretimde aranan temel kriterlerdir. Kültür sebzelerinin yetiştiriciliğinde tohum kalitesi; tohumun sağlıklı olmasını, çimlenme süresinin kısılmasını ve çimlenme ile çıkış performansının yüksek olmasını olumlu yönde etkilemektedir (Sivritepe ve Şentürk, 2011). Tohum kalitesini belirleyen en önemli faktörler; ana bitkinin beslenme durumu, hasat dönemi, patojenik etkiler ve hasat sırasındaki mekanik zararlanmalar olarak sıralanabilir. Ekim sonrasında fungus, bakteri, böcek gibi biyotik etmenler ve kaymak tabakası, su stresi gibi abiyotik faktörlerin etkisi sonucunda tohum çimlenme kapasitesi ve fide gelişimi etkilenmektedir (Sağsöz 1995, Şehirli 1997). Biber tohumunun kaliteli olması, üretimde birim alandan elde edilecek olan verim ve ürün kalitesinin artırılması yönünden büyük bir önem taşır. Ekilen biber tohumlarında ortaya çıkan çimlenme sorunları; teknik uygulamalar, ekolojik unsurlar ve tohum kalitesinin düşük olmasından kaynaklanabilir (Kaymak, 2014). Bunun sonucunda, biber üretiminde ciddi verim ve kalite kayıpları söz konusu olmaktadır.

Tohumların uygun koşullarda depolanması, çimlenmesi zor ve düzensiz olabilen türlerde hızlı ve homojen bir şekilde çimlenebilmesinin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle son yıllarda birçok sebze türünde, tohumu ekimi öncesinde tohum kalite performansında artışların sağlanması amacıyla yapılan bazı ön uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamaların yapılması, her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır (Ashraf ve Foolad, 2005; Yiğit, 2019).

Değişik nem oranları, tohumlarda farklı fizyolojik faaliyetlerin gerçekleşmesine olanak sağlamaktadır (Taylor, 1997). Tohum olgunlaşma döneminde, tohum nem içeriği ve yaş ağırlıkları azalırken kuru ağırlık değerleri ise artış göstermektedir. Fizyolojik olarak tohum olgunlaşması olmadan da tohum çimlenme özelliği kazanabilmektedir. Literatürde, çimlenme özelliğini kazanan embriyonun, sırasıyla kuruma toleransı, tohum gücü ve depo ömrü özelliklerini kazandığı belirtilmiştir (Bradford, 2004). Çevre faktörleri, türlere ve genotiplere bağlı olarak döllenmeden sonraki tohum gelişimi sırasında meydana gelen nem içeriğindeki azalma ve kuru ağırlık artışlarına neden olmaktadır (Demir ve Balkaya, 2005). Biber tohumlarının bin tane ağırlığı 5-7 g arasında değişmekte ve bir gramda yaklaşık olarak 150-180 adet tohum bulunmaktadır (Şalk vd., 2008).

Tohum kalitesinde çimlenme performansının yanında tohum kaynaklı patojenler de etkili olmaktadır. Tohum kalitesinde belirleyici en önemli faktör, maksimum çimlenme oranı ve normal fide çıkış oranının yanında tohumun patojen ile enfekteli olup olmamasıdır. Tohum partisinde olgunlaşmamış tohumların çok fazla bulunması ve düşük çimlenme oranının sebebi, patojen varlığıdır (Noots vd., 1998). Tohum kaynaklı patojenlerin, tohumun çimlenme kabiliyetinin azaltması sonucunda, tohumlarda biyokimyasal reaksiyonlara, toksin oluşumuna ve renk, şekil değişikliklerine neden olmaktadır. Tarımsal üretimde kalitesiz tohumların kullanılması sonucunda ürün miktarında yaklaşık %15 ile %30 oranlarında kayıplar meydana gelmektedir (Neergaard 1988).

Tohum çimlenmesi, her biri sıcaklık tarafından etkilenen birçok reaksiyon ve devrelerini içeren oldukça kompleks bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Sağsöz, 1990; Kevseroğlu ve Çalışkan, 1995). Bitkisel üretimde tohum çimlenmesi için gerekli olan sıcaklık değerlerinin bilinmesi önemlidir. Bu sıcaklıklar, bitki tür ya da çeşitlerine göre büyük oranda değişiklikler göstermektedir (Evans vd., 1975; Günay, 1992; Uzun vd.,

2001, Cengiz, 2017). Sıcaklık, çimlenmenin farklı aşamalarında ortaya çıkan reaksiyonların hızını etkileyen önemli bir çevresel faktördür (Kevseroğlu ve Çalışkan, 1995; Balkaya, 2004). Sıcaklık değişimleri; tohumlarda membran geçirgenliği, membran proteinlerin aktivitesi vb. gibi çimlenme olayını katalizleyen birçok biyokimyasal olayı olumlu veya olumsuz düzeyde etkilemektedir (Bewley ve Black, 1994). Başarılı bir tohum çimlenmesi için sıcaklığın dışında oksijen ve yeterli tohum nemi değerlerinin de optimum düzeyde sağlanmış olması gereklidir.

Sebze tohumlarının çimlenmeleri için gerekli olan minimum, optimum ve maksimum sıcaklık istekleri, sebze türlerine ve çeşitlere göre belirgin farklılıklar göstermektedir (Günay, 1992; Cengiz, 2017). Çimlenme sıcaklığı aralıkları; kışlık sebze türlerinde 0-4 °C'de minimum, 10-20 °C'de optimum ve 30-35 °C'de ise maksimumdur. Yazlık sebze türlerinde ise sıcaklık değerleri 10-16 °C'de minimum, 20-30 °C'de optimum ve 40-45 °C'de maksimum sıcaklık değerleri olarak bildirilmiştir (Günay, 1992). Yüksek sıcaklık değerleri, birçok sebze tohumunda çimlenme oranlarının azalmasına neden olmaktadır. Yüksek sıcaklıklarda çimlenmenin çok düşük olması, türlerin ve bazen de çeşitlerin tohumlarının morfolojik yapılarından da kaynaklanabilmektedir (Watkins ve Cantliffe, 1983). Tohumlarda çimlenme aşaması; çok düşük sıcaklıklarda meydana gelebilmektedir. Ancak, düşük sıcaklıklarda çimlenme için geçen süre optimum sıcaklıklara göre daha uzun sürelerde gerçekleşmektedir (Baskin ve Baskin, 1998).

Biber tohumlarında minimum çimlenme sıcaklığı literatürde 9-10 °C ve maksimum çimlenme sıcaklığı ise 35-36 °C olarak bildirilmiştir (Günay, 2005; Eşiyok, 2012). Biber tohumları, düşük sıcaklıklarda yavaş gelişen ve uniform olmayan çimlenmesi sonucunda kademeli çıkışlar göstermektedir. Ayrıca, biber tohumları birçok sebze türünün tohumlarıyla karşılaştırıldığında tohum depolama ömrü oldukça kısadır. Uygun olmayan depolama koşullarında biber tohumlarında canlılık hızlı bir şekilde azalış göstermektedir (Demir ve Okeu 2004, Khan vd., 2009, Yadav vd., 2011).

C. annuum türüne ait biber çeşitlerinde çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesine yönelik araştırmalar bulunmasına rağmen, *C. chinense* biber türünde tohum canlılığı ve tohum gücü değerlerinin belirlenmesine yönelik araştırma sayısı oldukça az sayıda ve sınırlı düzeydedir. Ülkemizde *C. annuum* dışında sadece *C. baccatum* var. *pendulum* türüne ait biber genotipinde tohum çimlenmesi için en uygun sıcaklıkların belirlenmesine yönelik bir çalışma yürütülmüştür (Mavi ve Mavi, 2012). Bu araştırma sonucunda; 25 °C

ve 30°C sıcaklık aralığının çimlenme için en iyi sonuçları veren optimum sıcaklık değerleri olduğu belirlenmiştir. Bu tez çalışması ile ülkemizde ilk defa *C. chinense* türüne ait biber tohumlarında minimum, optimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin belirlenmesi ve sıcaklık faktörünün çimlenme ve çıkış kapasiteleri üzerine olan tüm etkilerinin ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır.

Tarımda gelişmiş ülkelerde, bitki büyüme ve gelişme düzeylerinin belirlenmesi amacıyla regresyon modeller ile matematiksel olarak ifade edilmesi konusunda çok sayıda araştırmalar yapılmıştır. Çevresel faktörler (ışık, sıcaklık, su ve toprak sıcaklığı vb.) sonucunda bitki büyümesinde oluşan farklılıklar, bitki büyüme modelleri (ürün modeli) ile simülasyon yapılarak ifade edilmektedir (Kandemir ve Uzun, 2019). Ayrıca bitki büyümesi ile verim arasındaki ilişkiler de matematiksel modeller yardımı ile belirlenebilmektedir. Bu modeller, bitkisel üretimde sebze fidesi üretiminin yapıldığı fide işletmelerinde üretim dönemlerinin planlanması amacıyla da kullanılmaktadır (Finch-Savage ve Phelps, 1993; Cengiz, 2017). Son kırk yıldır, birçok ülkede çevresel faktörlerin bitki büyüme ve verimleri üzerine olan etkilerin ortaya çıkarılması amacıyla birçok araştırmalar yapılmıştır. Işık ve sıcaklık gibi çevresel faktörlerin bitki verimine etkilerini inceleyen araştırmacılar, fotosentezi etkileyen faktörleri inceleyerek, bu faktörlerin sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkilerini belirlemişlerdir (Hay ve Walker, 1989; Heuvelink, 1995). Son yıllarda tohum çimlenmesi üzerine sıcaklığın etkisinin belirlenmesi amacıyla da bazı regresyon analizleri yardımıyla matematiksel modeller geliştirilmiştir. Ülkemizde son yıllarda birçok bitki türünde; tohum çimlenmesi, fide çıkış süreleri ve çıkış oranlarının belirlenmesi için matematiksel modellerin kullanılmasına yönelik çalışmalar da yürütülmüştür (Kevseroğlu ve Çalışkan, 1995; Balkaya, 2004; Kurtar vd., 2004; Odabaş ve Mut, 2007; Balkaya vd., 2008; Kurtar, 2010; Kandemir vd., 2012; Cengiz, 2017). Bu tez çalışmasında *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde onbir farklı sıcaklık değerinde (9°C-39°C arasında) çimlenme ve çıkış (24 °C ve 27 °C'de) potansiyellerinin belirlenmesi ve bunun sonucunda elde edilen verilerin regresyon analizleri kullanılarak bir simülasyon modelinin oluşturulması amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. *Solanaceae* Familyasında Yer Alan Sebze Türlerinde Sıcaklık ve Diğer Tohum Kalitesini İyileştirici Uygulamaların Tohum Çimlenme ve Çıkış Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin Belirlenmesine Yönelik Çalışmalar

Capsicum cinsi içerisinde yer alan türlerde çimlenme ve çıkış performanslarının belirlenmesine yönelik bilimsel çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu nedenle, tezin bu kısmında patlıcangiller (*Solanaceae*) familyasında yer alan diğer sebze türlerinde çimlenme ve çıkış (sürme) performansları üzerine sıcaklığın ve diğer tohum kalitesini iyileştirici uygulamaların etkilerinin belirlenmesine yönelik yapılan bazı araştırma sonuçları aşağıda kronolojik olarak sunulmuştur.

Gerson ve Honma (1978), *C. baccatum* var. *pendulum* türünün *C. pubescens*, *C. annum*, *C. chinense* ve *C. pubescens* türlerine göre düşük sıcaklıklara daha tolerant olduğunu bildirmişlerdir.

Roegen (1987), bazı sebze türlerinde (hıyar, domates ve fasulye) minimum çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Çalışmada; hıyar çeşitlerinde minimum çimlenme sıcaklıklarının 11.7°C ile 15°C arasında ve domates çeşitlerinde ise 7°C-10.5°C arasında değişim gösterdikleri belirlenmiştir.

Cantliffe ve Abebe (1993), domates tohumlarının yüksek sıcaklıkta çimlenme performanslarının iyileştirilmesi amacıyla bir priming çalışması yürütmüşlerdir. Araştırmada, üç domates çeşidine (Solarset, Sunny-87 ve Sunny-90) ait tohumlar kullanılmıştır. Yüksek sıcaklık değerlerinde azalan veya tamamen engellenen çimlenme sorununun üstesinden gelmek amacıyla domates tohumlarında 25°C'de KNO₃, K₃PO₄, KNO₃ + K₃PO₄, mannitol ve PEG 8000 uygulamaları yapılmıştır. Araştırma sonucunda; Solarset, Sunny-87 ve Sunny-90 çeşitlerinde kontrol uygulamasında 35°C'de çimlenme oranları sırasıyla %0.0, %12.0 ve %7.0 olarak belirlenmiştir. Denemede, KNO₃ ve PEG 8000 çözeltilerinde muamele edilen tohumlarda belirtilen domates çeşitlerinde çimlenme oranlarının artarak sırasıyla, %51.0-%55.0, %75.0-%81.0, %56.0-%65.0 oranlarına ulaştıkları tespit edilmiştir. Ayrıca domates çeşitlerinde ortalama çimlenme sürelerinin de yine istatistiksel olarak çok önemli seviyede azalışlar gösterdiği belirlenmiştir.

Saleh vd (1996), tatlı biber (Gedeon F1 çeşiti) tohumlarında çimlenme ve çıkış oranı değerlerinin artırılması amacıyla farklı priming uygulamalarının etkilerini

araştırmışlardır. Araştırmada, KNO_3 ile yapılan priming uygulamasında kontrol ve diğer kimyasal uygulamalardan daha yüksek çimlenme oranına ulaşıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca, biber tohumlarında $CaCl_2$ ve KNO_3 uygulamaları sonucunda sırasıyla %100 ve %98.8 çıkış oranı değerleri elde edilmiştir.

Çetin (2004), biber ve soğan tohumlarının önçimlendirme uygulaması sonrası, tohumlara kazandırılan olumlu etkilerin (çimlenme/çıkış hızı ve gücü, stres ve tarla koşullarındaki çıkış hızı ve gücü ile çıkış homojenliği) belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüştür. Biber tohumlarında, PEG uygulamalarından hemen sonra yapılan ekimlerde özellikle ortalama çıkış süreleri, stres sıcaklıklarında ($15^{\circ}C$ ve $35^{\circ}C$) ve fidelik koşullarında azalırken, çıkış homojenliğinin ise arttığı saptanmıştır. Ayrıca tohum nem içeriği yönünden uygulama gören biber tohumlarının %7.5 nem içeriğiyle 12 ay boyunca hiç canlılık kaybı olmadan depolanabileceği belirlenmiştir.

Nascimento (2005), bazı sebze tohumlarında (domates, patlıcan, kavun ve karpuz) düşük sıcaklıkta çimlenme oranlarının artırılması amacıyla priming uygulamalarının etkilerini araştırmıştır. Heinz 9425 domates çeşidi, Ciça patlıcan çeşidi, Top Net SR kavun çeşidi ve Crimson Sweet karpuz çeşidi kullanılmıştır. İncelenen sebze türlerinde uygulanan sıcaklık ve osmotik solüsyon uygulamaları farklılıklar göstermiştir. Sebze türlerinde, düşük sıcaklıkta sırasıyla domates $10^{\circ}C$, patlıcan $15^{\circ}C$, karpuz $15^{\circ}C$, kavun $17^{\circ}C$ ve optimum sıcaklıklarda domates için $20^{\circ}C$ - $30^{\circ}C$, diğer türler için ise $25^{\circ}C$ 'de çimlendirme analizleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda tüm çeşitlerde düşük sıcaklıklarda çimlenme hızı ve çimlenme oranlarının azalış gösterdiği tespit edilmiştir. Priming uygulanan tüm türlerde, düşük sıcaklıklarda kontrol uygulamasına göre daha yüksek çimlenme oranları elde edilmiştir.

Başak (2006), biber tohumlarında kontrollü bozulma uygulamasının etkilerini incelemiştir. Biber çeşitlerinde laboratuarda başlangıç çimlenme oranlarının %86-93 arasında değiştiği bulunmuştur. Araştırmada, nisan ayında yapılan düşük sıcaklıkta tohum ekiminde biber tohumlarında çimlenme oranlarının %71-96 oranlarında ve temmuz ayında yapılan yüksek sıcaklıkta tohum ekiminde ise %63-93 oranları arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Tohumların başlangıç laboratuarda tohum çimlenmesi ile düşük ve yüksek sıcaklıkta tohum ekimleri arasında önemli bir ilişkinin olmadığı saptanmıştır. Kontrollü bozulma testi, $45^{\circ}C$ 'de %18, %20, %22 nem içeriği ve 24, 48, 72 ve 96 saatlik uygulamalar şeklinde yapılmıştır. Araştırma sonucunda kontrollü bozulma testinin 24

saat %22 nem uygulamasının biberin çıkış performansını ve uzun süre depolanmasını önceden tahmin etmede genel bir test olarak kullanılabilceği saptanmıştır.

Demirkaya (2006), biber tohumlarında kaliteyi iyileştirmeye yönelik olarak ekim öncesi PEG ve KNO₃ vb. uygulamalarına ilaveten olarak tohumlarda humidifikasyon uygulamalarının da kullanılabilceğini bildirmiştir.

Yıldırım ve Güvenç (2006), farklı biber çeşitlerinde tohumların çimlenme ve çıkış oranları üzerine tuzluluğun etkisini incelemiştir. Araştırmada, 11 biber çeşidi 14 gün süre ile 0, 85, 170 ve 215 mM NaCl içeren çözeltilerde çimlendirilmiştir. Sera koşullarında 170 ve 215 mM tuzlu çözelti uygulanan çeşitlerin tamamında tohumlarda çıkış olmadığı belirlenmiştir. 85 mM tuz seviyesinde, Çorbacı çeşiti %90 oranı ile en yüksek çıkış gösteren çeşit olarak saptanmıştır. Araştırmacılar, tuz stresi artırıldığında 11 biber çeşidinde çimlenme oranlarında belirgin olarak azalışlar olduğunu bildirmiştir. Ayrıca tuz stresinin artması ile kök uzunluğu, sürgün uzunluğu, taze ağırlık ve kuru ağırlık değerleri bakımından da önemli düzeylerde azalmalar olduğu saptanmıştır.

Amjad vd (2007), biber tohumlarında priming uygulamalarının tohum gücü ve tuz toleransı üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmada tohumlar saf su, tuz (NaCl), salisilik asit, asetil salisilik asit, askorbik asit, PEG 8000 ve KNO₃ ile muamele edilmiştir. Tohum kalitesini iyileştirici tüm priming uygulamalarının, kontrol uygulamasına göre tohum canlılık performansını artırdığı belirlenmiştir. Araştırmacılar; kontrol uygulamasında %70 olan çimlenme oranının, KNO₃, salisilik asit, asetil salisilik asit ve askorbik asit uygulamaları ile %100 oranına ulaştığını bildirmiştir.

Kaya (2008), biber (*C. annuum* L.) tohumlarında kontrollü nemlendirme uygulamasının fide gelişimi, düşük ve yüksek sıcaklık faktörleri ile tuz stresinde, çimlenme, kurutma, depolama, tohumda yağ asitleri ve enzim aktivitesindeki değişimleri üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmada; Çorbacı, Sera Demre 8 ve Yalova Yağlık biber çeşitleri kullanılmıştır. Araştırma sonuçları, biberde kontrollü nemlendirme uygulamasının çimlenme süresini kısalttığını, düşük sıcaklık, yüksek sıcaklık ve tuz stresinde çimlenme oranı, çıkış oranı ve fide gelişimini artırdığını göstermiştir. Kontrollü nemlendirme uygulaması sonucunda, tohumdaki yağ oranının azaldığı, yağ asitlerinin ise değişmediği saptanmıştır. Katalaz (CAT), askorbat peroksidaz (APX) ve süperoksit dismutaz (SOD) enzimlerinin aktivitesinde ise belirgin artışların olduğu belirlenmiştir.

Korkmaz ve Korkmaz (2009), düşük sıcaklık stresi koşullarında 5-aminolevulenik asit (ALA) uygulamasının biber tohumlarının çimlenme ve fide çıkışı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Biber tohumları 0, 1, 10, 25, 50 ve 100 ppm ALA içeren %3 KNO₃ çözeltisinde 25°C'de karanlık koşullarda 6 gün boyunca bekletilmiştir. En yüksek çimlenme oranı, 10 ppm ALA uygulanmasından elde edilmiştir. En yüksek çıkış oranı, 50 ppm ALA uygulamasında belirlenmiştir. Araştırmacılar, 25 ppm ve 50 ppm ALA uygulamalarının, kırmızı biber tohumlarının düşük sıcaklıklarda performansını artırmak için kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Sivritepe ve Şentürk (2011), biber tohumlarının kalite özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla su ve tuz çözeltileriyle yaptıkları priming ve kurutma uygulamalarının tohum canlılığı ve tohum gücü üzerine olan etkilerini karşılaştırmışlardır. Yalova Çarliston biber tohumları; KNO₃ (100 ve 200 mM) ve Ca(NO₃)₂ (50 ve 100 mM) çözeltilerinde 20°C'de 24 saat süreyle priming uygulaması yapılmıştır. Araştırma sonucunda biberde tohum canlılığı ve tohum gücü değerleri açısından en iyi sonuçlar; 100 mM KNO₃ ile priming ve 100 mM Ca(NO₃)₂ ile yapılan priming+kurutma uygulamalarından elde edilmiştir.

Mavi ve Mavi (2012), *C.baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait bir genotipte tohum gelişimini arttırmak amacıyla en uygun çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada, tohumluk biber meyvelerinin hasadı tam çiçeklenmeden 60-65 gün sonra yapılmıştır. Hasat edilen meyvelerden tohumlar elle ayrılmış ve gölgede 48 saat süreyle kurutulmuştur. Kurutma işleme yapılmadan önce başlangıç çimlenme oranı ve tohum nemi değerleri tespit edilmiştir. *C.baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait tohumlarda 13, 18, 13/22, 25, 30, 35 ve 40 °C sıcaklıklarında çimlendirme analizi testi yapılmıştır. Tohumlarda 40 °C'de çimlenme görülmemiştir. Ayrıca ortalama çimlenme süresi 13 °C de 16 gün olarak belirlenmiştir. Sıcaklık artışı ile birlikte ortalama çimlenme süresi kısalmıştır.

Karaca (2013), biber tohumlarında melatonin uygulamalarının üşüme stresi (15 °C) koşullarında melatoninin uygulanmamış tohumlarla karşılaştırıldığında çimlenme ve fide çıkışını önemli seviyede arttırdığını ve bu olumlu etkinin melatonin uygulamalarının neden olduğu antioksidan enzimlerin aktivitelerinde ortaya çıkan artışlardan kaynaklandığını bildirmiştir. Araştırmacı, bitkiler için bitki büyüme düzenleyicisi aday

olan melatoninin biberde çimlenme aşamasında üşüme stresine karşı toleransı artırmada kullanılabileceğini önermiştir.

Eken ve Mavi (2014), Çan biberinde (*C. baccatum* var. *pendulum*) farklı meyve olgunluk dönemlerinde hasat edilen tohumların, tohum gelişimi ile tohum kalitesi arasındaki ilişkilerin belirlenmesi amacıyla bir araştırma yürütmüşlerdir. Biber meyveleri, 2011 ve 2012 yılı vejetasyon döneminde (1) yeşil olum, (2) renk dönüşümü, (3) turuncu olum, (4) kırmızı olum ve (5) aşırı olum dönemlerinde hasat edilmiştir. Renk gelişim dönemlerine göre tohum nemi, % 37.2-69.0 arasında değişim göstermiştir. Meyve gelişim dönemlerine göre çimlenme oranı değerlerinin % 0-94 arasında olduğu belirlenmiştir. Maksimum çimlenme oranı, 2011 yılında % 94 iken 2012 yılında % 79 oranında bulunmuştur. Ortalama çimlenme süresi ise 4-13 gün arasında değişim göstermiştir. Her iki yıl için çıkış oranı değerleri, % 1-97 arasında tespit edilmiştir. Çan biberinde meyvenin olgunlaşması ile birlikte tohum kalite özelliklerinin arttığı ve tohum kalitesi açısından en uygun meyve hasat zamanının kırmızı olum dönemi olduğu belirlenmiştir.

Süslüoğlu (2014), bazı tohum ön uygulamalarının tatlı biber tohumlarının düşük ve yüksek sıcaklıklarda çimlenme ve çıkış performansları üzerine olan etkilerini incelemiştir. Tohumlar; 0, 25, 50 ve 100 mg.L⁻¹ Pro-Ca içeren 3% KNO₃, 2% KH₂PO₄, ve 10% PEG solüsyonları içerisinde, karanlıkta 25 °C'de 3 gün süreyle priming edilmiştir. Priming işleminden sonra tohumlar saf su ile yıkanıp filtre kâğıdı üzerinde 25 °C sıcaklıkta 24 saat süreyle kurutulduktan sonra 15 °C ve 35 °C'de çimlenme testleri ve çıkış testleri yapılmıştır. Araştırma sonucunda uygulama görmemiş kontrol tohumlarına göre, priming uygulamalarının genel olarak biber tohumlarında 15 °C'de çimlenme yüzdesi (FGP), ortalama çimlenme süresi (MGT), çimlenme hızı (G50), çimlenme indisi (GI), çıkış yüzdesi (FEP) ve ortalama çıkış süresinde (MET) önemli düzeylerde iyileşmeler sağladığı belirlenmiştir. Düşük sıcaklıkta (15 °C) en yüksek çimlenme yüzdesi (% 85.33) ve en erken ortalama çimlenme süresi (12.89 gün) 25 mg.L⁻¹ Pro-Ca içeren KH₂PO₄ çözeltisinden elde edilmiştir. En yüksek çıkış yüzdesi (%94.6) ise KNO₃ + 50 mg.L⁻¹ Pro-Ca uygulamasında olduğu tespit edilmiştir. Kontrol tohumlarında 15 °C'de fide çıkışı yüzdesinin %64 oranında olduğu belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta (35 °C) yürütülen çimlendirme testlerinde ise en yüksek çimlenme yüzdesi (%81.33) 0 mg.L⁻¹ Pro-Ca içeren KH₂PO₄ uygulamasından elde edilmiştir. Araştırma sonuçları, priming ortamına ilave edilecek Pro-Ca'un, tatlı biber tohumlarının düşük ve yüksek sıcaklıktaki çimlenme performanslarını artırmada başarılı bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Arabacı (2015), kapsaisin biberde (*C. annuum* L.) çimlenme, çıkış performansı ve bitki gelişimi üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmada, yedi farklı kapsaisin dozu (0,0, 0,1, 1,0, 10,0, 25,0, 50,0 ve 100,0 ppm) tohum ve fidelere uygulanmıştır. Depolama öncesi tohumların çimlenme oranı kontrolde %77.0 oranında iken 0.1 ppm de %80.5 düzeyine artmıştır. Çıkış oranı ise kontrol uygulamasında %76.5 olarak belirlenmiştir. Kapsaisin farklı dozlarında çıkış oranları, %84.5 ile %87.0 arasında değişim göstermiştir. Araştırmacı; kapsaisin yeni bir uygulama olması ve olumlu sonuçlar vermesi sebebiyle geliştirilmesi gereken bir tohum ve fide uygulaması olduğunu bildirmiştir.

Demirkaya (2016), Demre Sivri ve Yalova Çarliston çeşidi biber tohumlarında bazı ön uygulamaların düşük sıcaklık stresine karşı etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda; biber tohumlarında ekim öncesi düşük sıcaklıklarda (15 °C ve 20 °C'de) deniz yosunu ekstraktı ve metil jasmonat ile ozmotik koşullandırma uygulamalarının Demre Sivri ve Yalova Çarliston çeşitlerine ait biber tohumlarında çimlenme oranı ve ortalama çimlenme süresi üzerine olumlu yönde etkilerinin olduğu bildirilmiştir.

Ahmed vd (2017), patlıcangiller familyasında yer alan domates, biber ve patlıcan tohumlarında haloprimegin çimlenme performansı üzerine olan etkilerini belirlemişlerdir. Tohumlar farklı dozlarda tuz çözeltisi (1.0, 2.0, 3.0 ve 4.0 dS m⁻¹) içerisinde 18 saat boyunca tutularak priming uygulanmıştır. Bu uygulamalarının çimlenme indeksi, ortalama çimlenme süresi ve çimlenme oranı, değerleri yönünden kontrol uygulamasına göre önemli düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Araştırmacılar; domates, biber ve patlıcan türlerine ait kontrol tohumlarında sırasıyla %66.67, %53.33 ve %56.67 olan çimlenme oranlarının 1dS m⁻¹ EC'lik priming uygulamasından sonra %100, %100 ve %90 oranlarına çıktığını bildirmişlerdir.

Turhan (2018), farklı bor uygulamalarının biber tohumlarında çimlenme, çıkış ve fide gelişimi üzerine olan etkilerini incelemiştir. Araştırmada, 8 farklı bor dozu (0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 mg.L⁻¹) tohum ve fidelere uygulanmıştır. Bitkisel materyal olarak Azatlı kırmızı biber çeşidi kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, bor konsantrasyonunun 2.0 mg.L⁻¹'nin üzerinde olduğu koşullarda çimlenme oranı ve çimlenme indeksi, 1.0 mg.L⁻¹'nin üzerindeki koşullarda ise fide çıkış değerleri azalmaya başlamıştır. Buna karşın, bor düzeyinin 2.0 mg.L⁻¹'nin üzerine çıkarılması ile çimlenme süresi gecikmiş ve tohumlarda çimlenme daha uzun sürede gerçekleşmiştir. Araştırmacı,

düşük bor konsantrasyonlarının biber tohumlarında çimlenme, çıkış ve fide gelişimini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir.

Khaba vd. (2020), *Capsicum chinense* tohumlarında ön uygulamalar ile çimlenme oranlarının artırılmasına yönelik bir araştırma yürütmüşlerdir. Bu çalışmada kontrol uygulaması (su) ile birlikte giberellik asit (GA_3) ve hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulamalarının çimlenme üzerine olan etkileri incelenmiştir. Biber tohumlarının çimlenme yüzdesi performansları, tohum ekiminden 10 gün sonra değerlendirilmiştir. *C. chinense* tohumlarında en yüksek çimlenme oranı (%97) giberellik asit (GA_3) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu %3'lük hidrojen peroksit (H_2O_2) uygulaması (%80 çimlenme oranı) ve kontrol uygulaması (%65 çimlenme oranı) izlemiştir.

Garrido ve Laurentin (2021), Venezuela tipi *C. chinense* biber türünde farklı olgunlaşma dönemlerinde hasat edilen meyvevelerden tohum alınmasının çimlenme üzerine olan etkilerini incelemiştirlerdir. Araştırmada 3 farklı meyve olgunlaşma döneminde (yeşil meyve, erken olgun meyve ve geç sarı olgunluk) tohumlar hasat zamanında aynı gün ve hasattan 7 gün sonra olmak üzere çimlendirme denemesine alınmışlardır. Araştırma sonuçları, meyve olgunlaşma dönemi ile tohum çıkarma dönemleri arasında bir interaksiyon olmadığını göstermiştir. Meyve olgunlaşma dönemleri arasında çimlenme yüzdeleri bakımından belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda; tam olgunluk ve sarı olgunluk dönemlerinde en yüksek çimlenme değerleri elde edilmiştir.

2.2. Sebze Türlerinde Çimlenme, Çıkış ve Büyüme Performanslarının Tahmin Edilmesine Yönelik olarak Yapılan Regresyon Modelleme Çalışmaları

Uzun vd (2001), bazı sebze türlerine (domates, biber, patlıcan, bezelye, havuç, mısır, lahana, karnabahar, soğan, kereviz, marul, maydanoz, bahçe pancar, hıyar, kavun, taze fasulye, karpuz, bamya, kuşkonmaz, ıspanak, turp ve şalgam) ait tohumlarda tohum ekiminden fide çıkışına kadar geçen süredeki sıcaklık değerleri esas olarak bir regresyon modeli oluşturmuşlardır. Araştırmacılar, geliştirilen regresyon modelinin çıkış süresini tahmin etmede yüksek oranda doğru sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir. Araştırma sonucunda, sebze tohumlarında regresyon katsayılarına ait değerler (R^2), sebze türlerine göre 0.94-0.99 arasında değişim göstermiştir. İncelenen sebze türlerinde, oluşturulan regresyon modeli yardımıyla optimum sıcaklıkların tahmin edilmesi için gerekli olan sıcaklık değerleri de belirlenmiştir.

Balkaya (2004), baklagil grubu sebze tohumlarının çimlenme hızı üzerine sıcaklığın etkisinin modellenmesi amacıyla bir araştırma yürütmüştür. Uzun vd (2001) tarafından geliştirilmiş olan regresyon modeli, baklagil grubu sebze türleri için [$D=a + (b \times T) + (c \times T^2)$] şekline dönüştürülerek modifiye edilmiştir. Regresyon katsayılarının değerleri (R^2), baklagil sebze türlerine göre 0.83-0.99 arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, bu regresyon modelinin çimlenme hızını tahmin etmede oldukça yüksek doğru sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Kurtar vd (2004) ise yine aynı baklagil grubu sebze türlerinde çimlenme gücü üzerine sıcaklığın etkisinin modellenmesi amacıyla başka bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmacılar; baklagil grubu sebze türleri için [$D=a + (b \times T) + (c \times T^2)$] şekline dönüştürerek modifiye ettikleri regresyon modelinin çimlenme gücünün tahmin edilmesinde doğruluk miktarının oldukça yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Baklagil grubu sebze türlerine ait çeşitlerde regresyon katsayılarının değerlerinin (R^2), 0.89-0.98 arasında değiştiği belirlenmiştir.

Balkaya vd (2008), bazı lahana türlerinde tohumların çimlenme gücü üzerine sıcaklığın etkisinin regresyon analiziyle matematiksel olarak modellenmesi konusunda bir çalışma yürütmüşlerdir. Denemede beyaz baş lahana, kırmızı baş lahana, yaprak lahana ve Çin lahanası türlerine ait çeşitler kullanılmıştır. Lahana türlerinde regresyon katsayılarının (R^2), çimlenme gücü için 0.96-0.98 arasında olduğu belirlenmiştir.

Lahana grubu sebze türleri için $[D=a + (b \times T) + (c \times T^2)]$ olarak adapte edilen regresyon modeli ile tahmin edilen optimum sıcaklıkların çimlenme gücü için 18.1°C (kırmızı baş lahana)-23.5°C (Çin lahanası) arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir.

Kurtar (2010), bazı kabakgil grubu sebze türlerinde tohum çimlenmesi üzerine farklı sıcaklık değerlerinin etkilerini incelemiştir. Denemede karpuz, kavun, hıyar, yazlık kabak, kestane kabağı ve bal kabağı tohumlarında 12 farklı sıcaklıkta (12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42 ve 45°C) çimlendirme analizi testleri yapılmıştır. Araştırmada; Uzun vd (2001) tarafından geliştirilen regresyon modelinden $[D= a - (b \times T) + (c \times T^2)]$ yararlanılmış ve kabakgil grubu sebze tohumlarında optimum çimlenme sıcaklıklarının 21.6°C (yazlık kabak) -27.8°C (karpuz) arasında değişim gösterdiği saptanmıştır.

Kandemir vd (2012), taze fasulye, barbunya, soya fasulyesi, bezelye, börülce ve bakla türlerinde tohumların %50 çimlenmesine kadar geçen zamanın sıcaklığa bağlı olarak tahmininde kullanılmak üzere regresyon modellerinin geliştirilmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Belirtilen baklagil türlerine ait çeşitlerde, 15 farklı sıcaklıkta (5, 8, 10, 13, 15, 18, 20, 23, 25, 28, 30, 33, 35, 38, 40°C) çimlendirme analizi testleri yürütülmüştür. İncelenen türlerde regresyon katsayılarının (R^2), 0.94-0.99 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca optimum sıcaklık değerleri, $(T_0=-b/2xc)$ alt regresyon modelinden elde edilen katsayılardan yararlanarak hesaplanmıştır. Buna göre; optimum çimlenme sıcaklıklarının çeşitlere göre değişmekle birlikte taze fasulyede 26.1-30.0°C, barbunyada 28.1-30.2°C, bezelyede 24.3-25.4°C, börülcede 29.2-29.7°C, soya fasulyesinde 26.1-27.0°C ve bakla tohumunda ise 21.9°C olduğu belirlenmiştir.

Saraçoğlu ve Özarıslan (2015), kiraz domatesi meyvesinin boyutsal özelliklerinin görüntü işleme tekniği ile belirlenmesi ve elde edilen verilerden uzunluk, kalınlık, genişlik ve izdüşüm alanı ölçüleri kullanılarak kütle ve hacminin matematiksel olarak modellenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Meyvenin boyut özelliklerinin ve izdüşüm alanının belirlenmesi amacıyla, her bir meyvenin üç temel ekseninde fotoğrafları çekilmiş ve Image Tool 3.0 görüntü işleme programı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler yardımıyla geometrik ortalama çap, küresellik ve yüzey alanı değerleri belirlenmiştir. Araştırma sonucunda meyve kütle ve hacim değerlerinin matematiksel olarak tahminlenmesi amacıyla doğrusal ve doğrusal olmayan 32 adet regresyon modeli elde edilmiştir. Araştırmacılar, domates meyve kütle ve hacim tahminlemesi için meyve sap

eksenine paralel ölçülen izdüşüm alanına göre kurgulanan regresyon modellerinin kullanımını önermişlerdir.

Cengiz (2017), kabak anaçlarında tohumların çimlenme ve çıkış kapasiteleri üzerine farklı sıcaklık değerlerinin etkisinin matematiksel olarak modellenmesi amacı ile bir araştırma yürütmüştür. Tohumların çimlenme kapasitelerini belirlemek için 11 farklı sıcaklıkta (12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39, 42°C) çimlendirme analizleri yapılmıştır. Çıkış denemeleri ise minimum (12°C-15°C), optimum (24°C-27°C) ve maksimum (36°C-39°C) sıcaklık değerlerini temsilen 6 farklı sıcaklık testlemede yürütülmüştür. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde Uzun vd (2001) tarafından önceden geliştirilmiş olan $[D = a - (b \times T) + (c \times T^2)]$ regresyon modeli revize edilerek $[D = a + (b \times T) + (c \times T^2)]$ şekline dönüştürülmüştür. Her bir kabak anacı için oluşturulan regresyon katsayılarının (R^2), çimlenme oranı değerleri için 0.87 ile 0.96 arasında, çıkış oranı değerleri için ise 0.85 ile 0.98 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Optimum sıcaklık değerleri ise $T_0 = -b/2c$ modeli ile hesaplanmıştır. Bu model ile tahmin edilen optimum sıcaklıklar çimlenme hızı için 27.61°C-29.12°C arasında çimlenme oranı için 26.18°C ile 27.6°C arasında ve çıkış oranı için ise 24.31°C ile 26.92°C arasında değiştiği belirlenmiştir.

Kandemir ve Uzun (2019), serada farklı dönemlerde yetiştirilen biber bitkisinin (*C. annuum* L.) vejetatif büyüme özellikleri üzerine farklı ışık ve sıcaklık şartlarının kantitatif etkilerinin belirlenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma cam ve plastik serada, dört farklı dikim döneminde (Mayıs, Ağustos, Ekim ve Mart) gölgeli ve gölgesiz şartlarda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, Çetinel 150 biber çeşidi kullanılmıştır. Işık ve sıcaklığın, biber bitkisinde vejetatif büyüme parametreleri olan bitki boyu, bitki gövde çapı, yaprak sayısı, toplam bitki vejetatif kuru ağırlığı, yaprak alanı, oransal yaprak ağırlığı, oransal gövde ağırlığı, oransal kök ağırlığı, oransal yaprak alanı, net asimilasyon oranı ve nispi büyüme hızı üzerine olan etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. İncelenen tüm özelliklerden elde edilen verilerin çoklu regresyon analizleri sonucunda matematiksel modeller elde edilmiş ve oluşturulan modeller 3 boyutlu grafiklere dönüştürülmüştür. Araştırma sonucunda, 14-28 °C sıcaklık ve 70-1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ışık şiddeti sınırlarında incelenen büyüme parametrelerindeki ortaya çıkan önemli değişimler, grafiklerden faydalanılarak açıklanmıştır.

Çoklu regresyon analizi sonucunda gerçek ve tahmin edilen büyüme parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Büyüme parametreleri için üretilen denklemlerin regresyon katsayıları (R^2), 0.72 (oransal gövde ağırlığı) ile 0.94 (yaprak sayısı) arasında değişim göstermiştir.

Yücel vd (2019), domates (*Solanum lycopersicum* L.) bitkisinin büyüme derece-gün değerlerinin regresyon analizleri ile modellenmesi üzerine bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırmada, Büyüme-Derece-Gün (BDG) yöntemi kullanılmıştır. Domates bitkisinin gelişme dönemleri için denge sıcaklıkları seçilmiş, gelişim dönemlerindeki denge sıcaklık değerlerine göre BDG değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler irdelenerek araştırma alanındaki illerin yetiştiricilik açısından uygunluk durumları belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmadan elde edilen bu veriler doğrultusunda, Mersin ilinin domates yetiştiriciliği yönünden ön plana çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca, domates bitkisinin gelişme dönemleri için seçilen temel sıcaklık değerlerine göre çoklu doğrusal olmayan regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Araştırmacılar, geliştirilen bu regresyon denklemleri kullanılarak domates bitkisinin BDG değerlerini etkileyen değişkenler sayesinde domates bitki gelişiminin süreci hakkında daha önceden ayrıntılı bir bilgi sahibi olunacağını belirtmişlerdir.

Mavi vd (2020), kavun bitkisinde yaprak alanının matematiksel modeller ile tahminlenmesi üzerine bir araştırma yapmışlardır. Yaprak alanı belirlemede, Yaprak Alanı (cm^2) = $0.3375 * (W^2 + L^2) - 0.3539$ (RMSEP = 15.76 $R^2 = 0.97$) modeli kullanılmıştır. Araştırmacılar, bu modelin kullanımı ile kavun bitkisinde yaprak alanının belirlenmesinde çok pahalı ve hassas cihazlara gerek olmadan bu metot kullanılarak rahatlıkla yaprak alanları değerlerinin hesaplanabileceğini bildirmişlerdir.

Özkaplan ve Balkaya (2020), topraksız tarımda domates yetiştiriciliğinde bitki gelişme parametreleri ile sıcaklık ve ışık arasındaki ilişkilerin matematiksel olarak modellenmesi amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma, 2014-2015 yıllarında üç farklı dikim döneminde, gölgeli ve gölgesiz koşullar altında cam serada yürütülmüştür. Bandita F1 salkım domates çeşidi kullanılmıştır. Bitki gelişme parametreleri bakımından; dikimden çiçeklenmeye kadar geçen gün sayısı, bitki boylanma hızı, bitki yapraklanma hızı, gövde çapı artış hızı ve meyve büyüme periyodu özellikleri incelenmiştir. Bu parametrelerden elde edilen veriler, çoklu regresyon analizleri ile matematiksel modellere dönüştürülmüştür. Araştırmada, Hindistan cevizi lifi ve kayayünü substratlarında

yetiştirilen domates bitkilerinde, bitki gelişme unsurlarının 16.42-26.22°C sıcaklık ve 96.10-455.93 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ ışık şiddeti sınırlarında belirgin değişkenlikler gösterdiği tespit edilmiştir. Çoklu regresyon analiz sonuçlarına göre elde edilen tahmini değerler ile gerçek bitki gelişme parametreleri arasında istatistiksel olarak önemli düzeyde bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. İncelenen bitki gelişme unsurları için üretilen modellerin regresyon katsayılarının (R^2), 0.90-0.99 arasında olduğu saptanmıştır. Ayrıca Hindistan cevizi lifi substratlarında yetiştirilen domateste meyve büyüme periyodu modeli; $\text{MBP} = 184.8317 - 8.65659 \times T - 0.05637 \times L + 0.170203 \times T^2$ (sıcaklık, °C) ve (ışık, $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$) (R^2 : 0.99***) olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar, kontrollü ortamda yapılan domates yetiştiriciliğinde; farklı sıcaklık ve ışık koşullarının bitki gelişmesi üzerine olan etkilerini açıklayan söz konusu bu matematiksel modeller kullanılarak, optimum düzeyde bitki yönetiminin sağlanabileceğini bildirmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması, Mart 2020-Haziran 2021 tarihleri arasında Antalya Tarım Ar-Ge Laboratuvarında (tohum nem analizi ve çimlendirme denemeleri) ve Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü tohum uygulama laboratuvarında (çıkış denemeleri) yürütülmüştür.

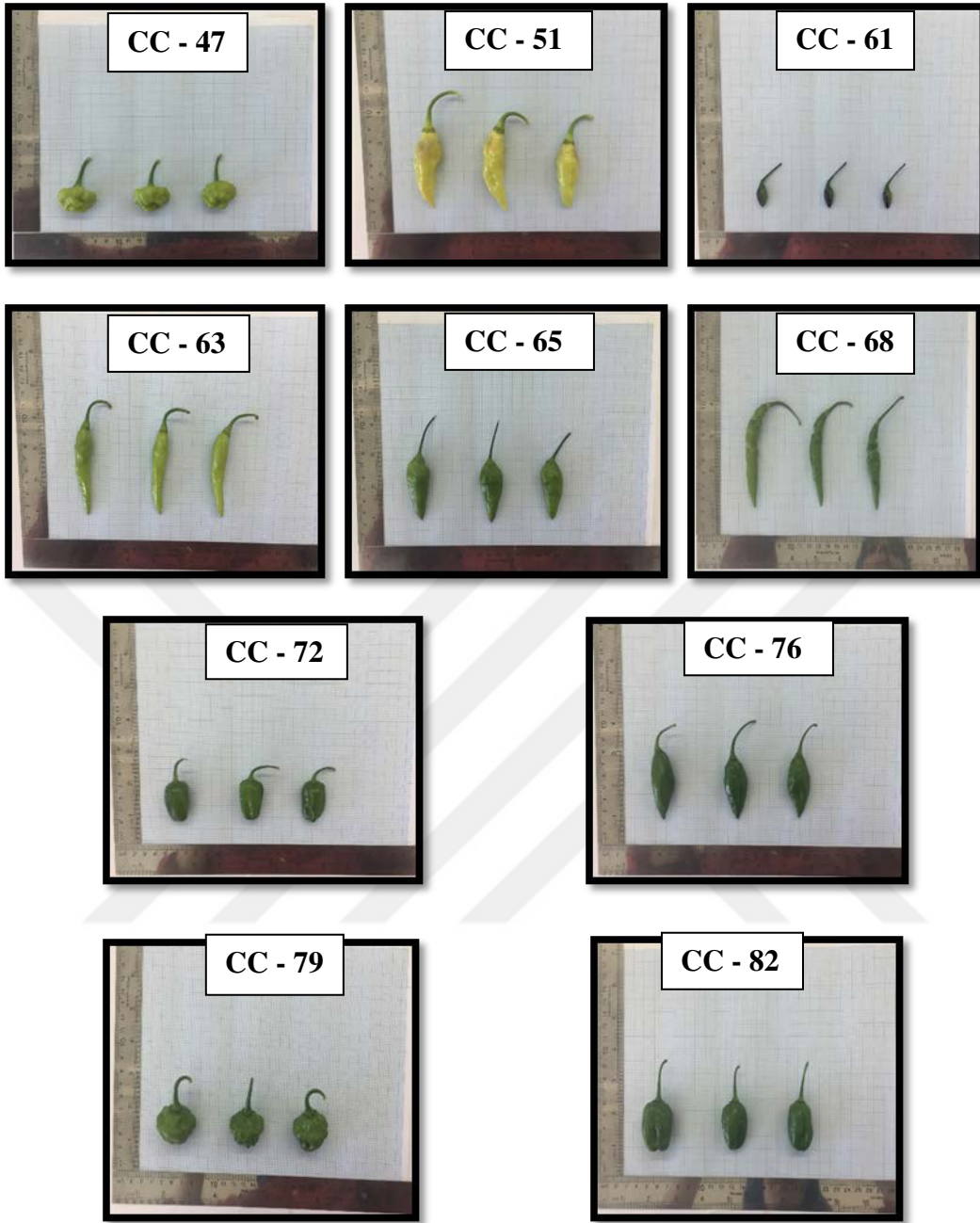
3.1. Materyal

Tez çalışmasında, Güney Amerika'nın farklı yerlerinden toplanmış olan *Capsicum chinense* biber türünde morfolojik karakterizasyonu yapılmış olan 10 genotipe ait tohumlar kullanılmıştır (Taş, 2020). Denemeye alınan *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin kayıt bilgileri, Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Denemeye alınan *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerine ait aksesyon kayıt bilgileri

<u>Genotip Kodu</u>	<u>Aksesyon Kayıt Numarası</u>	<u>Orijini</u>
CC-47	PI 238053 02	Porto Riko
CC-51	PI 241669 01	Ekvador
CC-61	PI 593925 02	Ekvador
CC-63	PI 241668 01	Ekvador
CC-65	PI 257064 01	Kolombiya
CC-68	PI 439419 01	Meksika
CC-72	PI 441635 01	Brezilya
CC-76	PI 260465 02	Arjantin
CC-79	PI 666547 01	Guatemala
CC-82	PI 260477 01	Peru

Biber genotiplerine ait meyve görünümleri, Şekil 3.1'de sunulmuştur. Seçilen genotipler *C. chinense* biber popülasyonundan seleksiyonla seçilen ve S4 kademesinde kendilenmiş olan genetik materyallerden oluşmaktadır.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan *C.chinense* türüne ait biber genotiplerinin meyve görünümleri

Çimlendirme testi analizi denemelerinde, 100 mm'lik petri kaplarında kağıt arası yöntemi ile biber tohumları çimlendirme testlerine tabi tutulmuştur. Çıkış analizi testlerinde ise 6 x 10 x 8 cm ölçülerindeki kapaklı şeffaf sert plastik kaplar ve ortam olarak dere kumu kullanılmıştır (ISTA, 1999) (Şekil 3.2). Hem çimlenme hem de çıkış testlerinde sonuçlarda uniformite sağlanması için kullanılan tohumların aynı tohum partisinden olmalarına dikkat edilmiştir.



Şekil 3.2. Çimlendirme ve çıkış analizi denemesinde kullanılan kapların görünümü

Çimlendirme testi denemelerinde, Nüve FN 120 isimli çimlendirme dolabı kullanılmıştır (Şekil 3.3). Çimlendirme dolabının sıcaklık aralıkları, +5/50°C arasındadır. Denemede uygulanan sıcaklıklarda sapma değeri, $\pm 1^\circ\text{C}$ olacak şekilde ayarlanmıştır.



Şekil 3.3. Tohum çimlendirme dolabının görünümü

Çıkış testi denemesi ise Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü tohum uygulama laboratuvarında bulunan sıcaklık, ışık ve nem kontrollü iklim dolabında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Çıkış analizinin yürütüldüğü iklimlendirme dolabının görünümü

3.2. Yöntem

Tez çalışmasında, öncelikle tohum nem analizleri ve daha sonra tohum çimlendirme analizi ve çıkış analizi testleri olmak üzere birbirinden bağımsız üç farklı deneme kurularak yürütülmüştür.

3.2.1. Biber Genotiplerine Ait Tohum Partilerinde 100 Tane Ağırlıklarının Belirlenmesi

Çimlenme testi öncesinde biber genotiplerinin her birinde başlangıçta 100 tane tohum ağırlıkları belirlenmiştir. Bu amaçla, biber genotiplerine ait tohumlar hassas terazide (0.001 g aralıklarda) 100 tohum× 3 tekerrürlü olarak tartılmış ve ortalamaları 100 tane tohum ağırlıkları olarak saptanmıştır.

3.2.2. Tohum Partilerinde Başlangıç Tohum Nem Oranlarının Belirlenmesi

C. chinense türüne ait biber tohumlarında çimlendirme testi öncesinde tohum nem içeriklerinin homojenize edilmesi gerekmektedir. Tohum neminin belirlenmesi, Uluslararası Tohum Test Birliği (ISTA)'nin önermiş olduğu gravimetrik yöntemine göre yapılmıştır (ISTA, 1993). Buna göre 2 g'lık biber tohum örnekleri, 3 tekerrürlü olarak tartılmış ve ilk başlangıç tohum ağırlıkları olarak belirlenmiştir. Daha sonra genotiplere ait tohum partileri, 103 °C'de 17 saat süre ile kurutulmuştur (Şekil 3.5). Kurutma

fırından çıkarılan tohum örnekleri, 30 dakika süreyle içinde silika jel bulunan bir desikatörde tutulduktan sonra, tekrar tartılmış ve son ağırlıkları belirlenmiştir.



Şekil 3.5. *Capsicum chinense* genotiplerinde tohum nem testinin yapıış aşamaları

Tohumların ilk başlangıç ve son ağırlık değerlerinin, aşağıdaki formülde yerine konulması ile *C. chinense* türüne ait biber tohumlarında başlangıç nem miktarları (%) belirlenmiştir. (Öztürk, 2011, Cengiz, 2017).

$$S = 100 \times \frac{L - 100 \times (M3 - M1)}{SW - (M2 - M1)}$$

- S: Kaybedilen nem değeri (g)
- M1: Kabin ve kapağın gram cinsinden ağırlığı (g)
- M2: Kabin, kapağın ve içeriğinin kurutma işlemi öncesindeki başlangıç ağırlığı (g)
- M3: Kabin, kapağın ve içeriğinin kurutma işlemi sonrasındaki kuru ağırlığı (g)
- L: Numunenin nem kaybı (g)
- SW: Kurutma için tartım yaptığımız örnek ağırlığı (g)

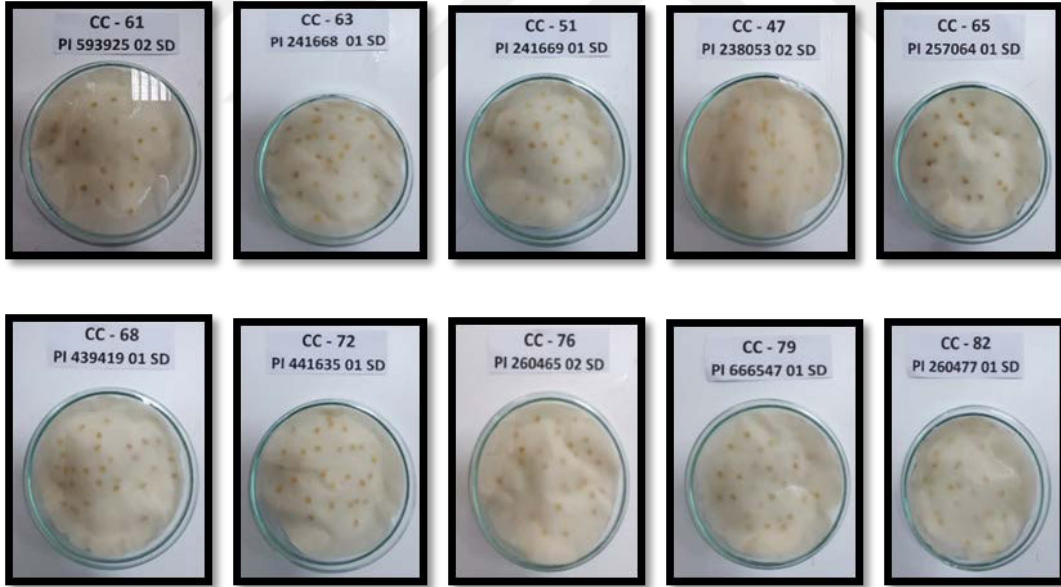
3.2.3. *Capsicum chinense* Genotiplerinde Tohum imlenme Performanslarının Belirlenmesi

C. chinense türüne ait biber genotiplerinde tohum canlılıklarını belirlemeye yönelik olarak çimlendirme analizi testleri yapılmıştır. Tüm tohum partilerinde, her tekerrürde 30 tohum olmak üzere 3 tekerrürlü olarak çimlendirme testleri gerçekleştirilmiştir.

Literatürde, biber tohumlarının minimum çimlenme sıcaklığı 9-10 C ve maksimum çimlenme sıcaklığı ise 35-36 C, arasında bildirilmektedir (Günay, 2005; Eşi yok, 2012). Tez çalışmasında çimlendirme testleri, 11 farklı sıcaklıkta (9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36, 39 C) yürütülmüş ve yaklaşık olarak 4 aylık sürede tamamlanmıştır. Çimlenme denemesinde, *C. chinense* tohumlarında her bir sıcaklık uygulaması için ISTA kurallarına uygun olarak son sayım günü olan 14. günün sonuna kadar çimlendirme testine tabi tutulmuştur. Bu süre sonunda çimlenmiş tohum sayıları tespit edilmiş ve bu değerler % olarak ifade edilmiştir. ISTA (Uluslararası Tohum Test Birliği) kurallarına göre yürütülen testte 2 mm'lik kkkk çıkışı, (radisil) imlenme kriteri olarak değerlendirilmiştir (ISTA, 2007). imlendirme analizlerinin sonucunda, her bir sıcaklık uygulaması için *C. chinense* genotiplerine ait biber tohumlarında çimlenme hızı ve toplam çimlenme oranı değerlerine ait çimlenme parametreleri olarak belirlenmiştir (şehirali, 1997) (şekil 3.7).



Şekil 3.6. Petri içindeki özel çimlendirme kağıtlarının ıslatılması ve biber tohumların petri kabına yerleştirilmesi



Şekil 3.7. Çimlendirme denemesinde yer alan *C. chinense* genotiplerinin analizlerine ait genel görünüm

Çimlendirme denemesinde sayımlar, 14 gün süre ile günlük olarak yapılmıştır.

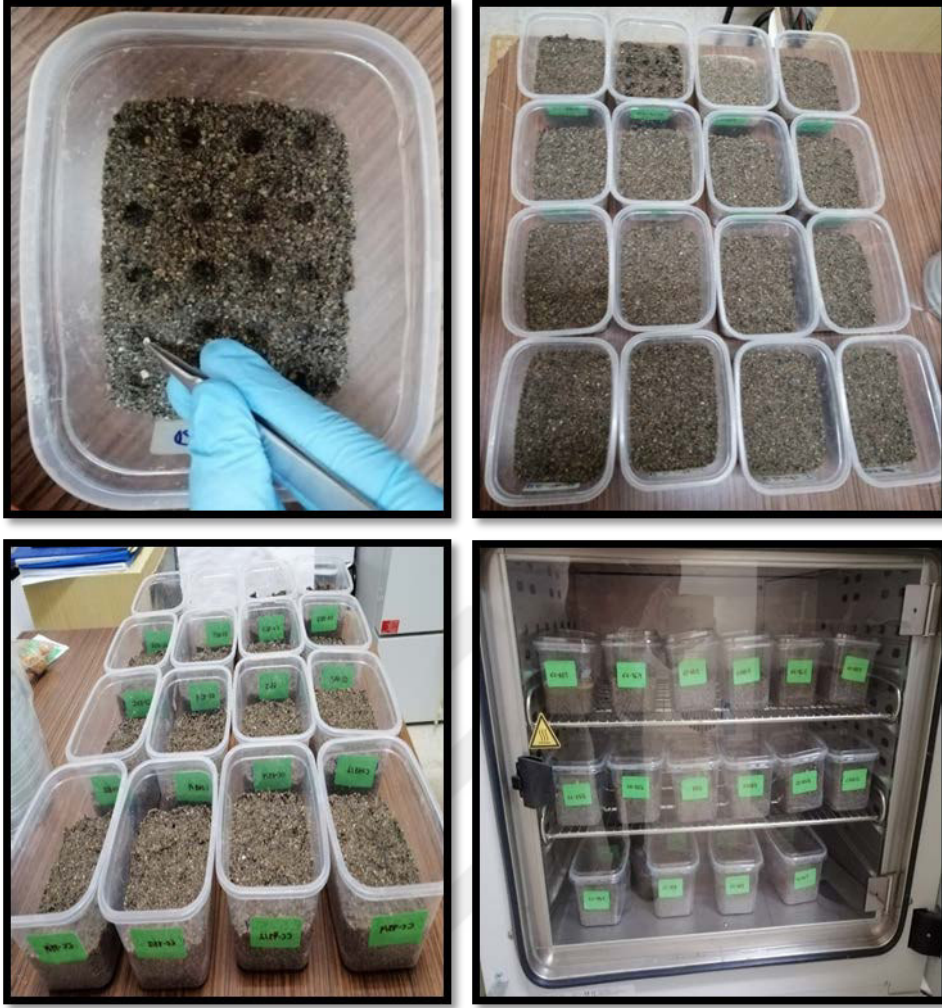
a. Çimlenme Hızı (%): İlk sayım (7. gün) gününde, çimlenen tohum sayısının/toplam tohum sayısına oranlanmasıyla çimlenme hızı (%) değerleri yüzde olarak belirlenmiştir.

b. Çimlenme Oranı (%): Denemede 14'inci günün sonunda son sayımda çimlenen tohum sayısının, toplam tohum sayısına oranı, çimlenme oranı değeri (%) olarak hesaplanmıştır.

$$\text{ÇO} = [\text{Çimlenen tohum sayısı} / \text{Toplam tohum sayısı}] \times 100$$

3.2.4. *Capsicum chinense* Biber Genotiplerinin Çıkış Performanslarının Belirlenmesi

C. chinense biber tohum partilerinde tohum canlılıklarını belirlemeye yönelik olarak çimlendirme testlerinden bağımsız olarak çıkış analizi testleri de yapılmıştır. Çıkış analizi denemesi, Mart- Nisan 2021 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çıkış testleri için her bir tohum partisinden 40 tohum olacak şekilde (2 tekrür x 20 tohum) dere kumu ortamında tohum ekimleri yapılmıştır (Şekil 3.8). Çıkış testi analizleri, *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin ıslah genetik materyali olması ve tohum stoklarının da sınırlı olması nedeniyle, sadece çimlenme testi analizi sonuçlarına göre belirlenen optimum sıcaklık aralıklarında yürütülmüştür. Bu amaçla, optimum sıcaklık değerini temsilen 24-27°C sıcaklık değerlerinde çıkış testleri gerçekleştirilmiştir. Çıkış analizi testlerinde hipokotil toprak yüzeyine çıkışı ilk çıkış süresi olarak kabul edilmiş ve 20 gün süreyle sayımlara devam edilerek çıkış testleri tamamlanmıştır.

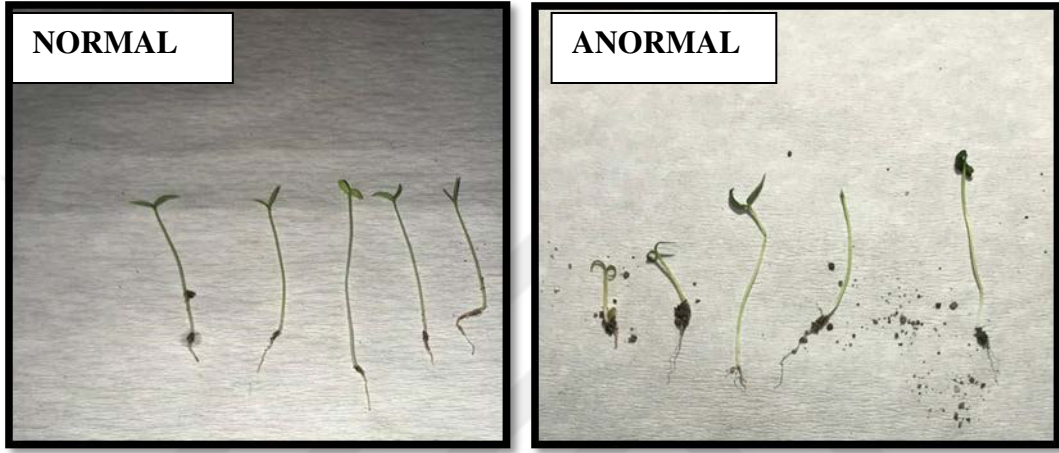


Şekil 3.8. *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerinde çıkış denemesinin aşamaları

İncelenen çıkış parametreleri aşağıda verilmiştir.

- a. **%50 Çıkış Süresi (gün):** Çıkış testlerinde her bir tekrürde yer alan tohumların %50'sinin normal şekilde çıkış yaptığı gün sayısı, %50 çıkış süresi olarak belirlenmiştir.
- b. **Çıkış (Sürme) Oranı (%):** Denemede 21'inci günün sonunda son sayımda çıkış yapan çimlerin sayısının, toplam ekilen tohum sayısına oranı, çıkış (sürme) oranı değeri (%) olarak hesaplanmıştır (Şehirli, 1997).

c. Normal ve anormal çim oranı (%): Kökçüğün (radisil) testadan çıkışını takiben primer kök, hipokotil ve kotiledonların gelişimini düzenli olarak sağlayan bitkicikler “normal çim” grubuna dahil edilmiştir (Şekil 3.9). Kök ve sürgün sistemlerinde çeşitli şekillerde kusurlu ya da eksik gelişme gösterenler ile üzerinde hastalık belirtileri taşıyan bitkicikler “anormal çim” olarak değerlendirilmiştir (ISTA, 2003). Çalışmada tüm veriler, normal çim değerleri yönünden istatistiksel olarak analiz edilmiştir.



Şekil 3.9. Normal ve anormal biber çimlerinin görünüşleri

3.2.5. İstatistiksel analizler

Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine (sıcaklık, genotip, sıcaklık x genotip) göre kurulmuş ve varyans analizi uygulanmıştır. Bazı kriterler % değerler olması nedeniyle JMP- SAS 5.01 istatistik paket programında arcsin \sqrt{x} transformasyonu yapıldıktan sonra varyans analizine tabi tutulmuştur. Daha sonra, ortalama veriler LSD çoklu karşılaştırma testiyle istatistiksel olarak analiz edilerek farklılıklar ortaya konulmuştur.

Denemede yer alan *C. chinense* türüne ait biber genotipleri için farklı sıcaklık uygulamalarında meydana gelecek çimlenme oranlarının tahmin edilmesinde Uzun vd. (2001) tarafından regresyon analizleri kullanılarak elde edilmiş olan [$D = a - (b \times T) + (c \times T^2)$] modeli, tarafımızdan modifiye edilmiştir.

D: Tohum ekiminden çimlenme/çıkışa kadar geçen süre

T: Çimlenme/çıkış için istenen sıcaklık değeri

a, b, c katsayıları: Her bir genotip için ayrı ayrı belirlenen çimlenme ve çıkış hızı katsayıları

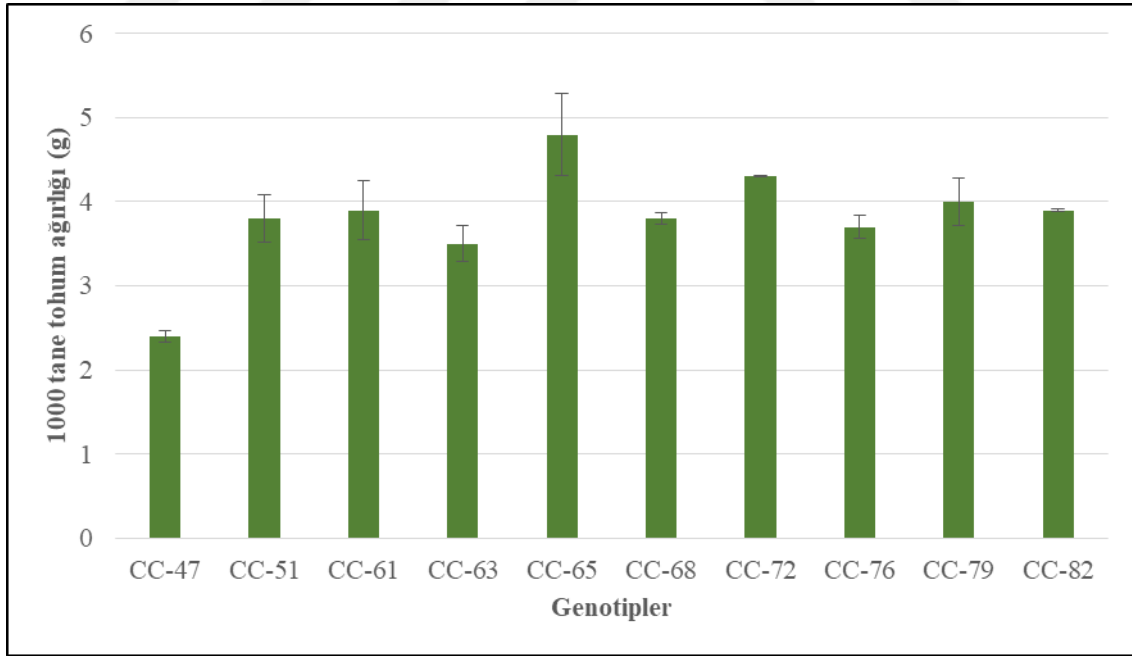
Araştırma sonucunda elde edilen veriler, modelin değerlendirmesi için doğrusal olmayan kuadratik regresyon analizi yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Çimlenme oranı için belirtilen modelin *C. chinense* türüne adapte edilmesinde bağımlı değişken olarak çimlenme oranı ve bağımsız değişkenin yerine ise sıcaklık faktörü seçilmiş olup, eşitlikler JMP- SAS 5.01 programı kullanılarak yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. *Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Genotiplerinin 1000 Tane Tohum Ağırlığı Değerleri Yönünden Karşılaştırılması

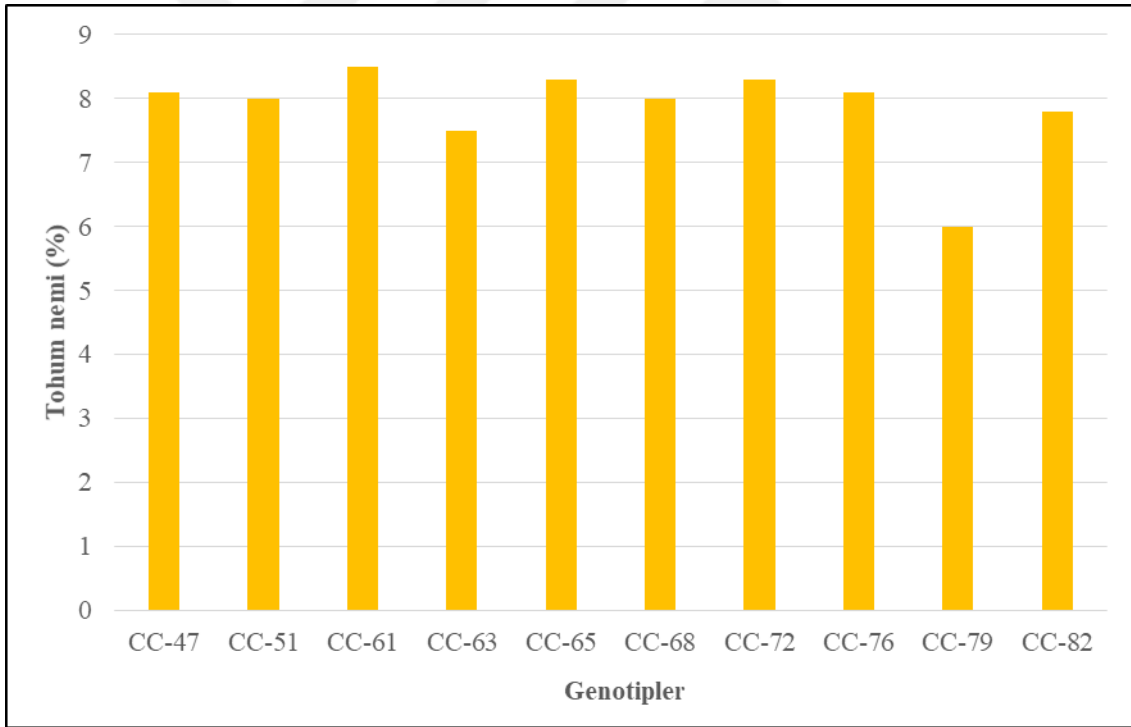
Tez çalışmasında, *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinden 1000 tane tohum ağırlıklarının 2.4 g - 4.8 g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Şekil 4.1). En yüksek 1000 tane tohum ağırlığının, CC-65 genotipinde (4.8 g) ve CC-47 genotipinde ise en düşük (2.4 g) olduğu belirlenmiştir. Yapılan incelemede genotiplerin büyük bir çoğunluğunun, 1000 tane ağırlıklarının CC-47 genotipi dışında 3 g ve üzerinde olduğu saptanmıştır. Başay (2020), biber (*C. annuum*) tohumlarında 1000 tane tohum ağırlığının 3.25 g ile 6.49 g arasında, Mavi ve Mavi (2016) ise süs biberi (*C. frutescens*) tohumlarında 1.8 - 6.1 g arasında değiştiğini bildirmişlerdir. *C. chinense* tohumları, belirtilen literatürler ile 1000 tane tohum ağırlıkları yönünden genotiplere göre değişmekle birlikte benzer sonuçlar göstermiştir.



Şekil 4.1. *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerinin 1000 tane tohum ağırlığı (g) değerleri

4.2. *Capsicum chinense* Biber Türüne Ait Tohum Partilerinde Başlangıç Tohum Nemi Değerlerinin Belirlenmesi

Tez çalışmasında, *C. chinense* biber tohumlarında nem içeriklerinin % 6.0 ile % 8.5 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.2). Tohumlarda nem içeriği en yüksek CC-61 biber genotipinde % 8.5 olarak en düşük tohum nem içeriği ise CC-79 genotipinde %6.0 olarak belirlenmiştir. Başak (2006), *C. annum* L. türüne ait biber tohumlarında nem içeriklerinin %5.9 ile %8.7 arasında değiştiğini bildirmiştir. Çetin (2004), biber tohumlarının %7.5 tohum nem aralığında bir yıl boyunca canlılık kaybı olmadan depolanabileceğini bildirmiştir. Araştırma sonuçları, Çetin (2004) ve Başak (2006)'nın sonuçlarını destekler nitelikte olmuştur. Biber tohumlarında tohum neminin düşmemesi tohum kalitesi ve muhafazası açısından büyük önem taşır.



Şekil 4.2. *Capsicum chinense* biber tohumlarında başlangıç tohum nemi değerleri (%)

4.3. *Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Tohumlarının Farklı Sıcaklıklardaki Çimlenme Düzeylerinin Saptanması ve Sıcaklık Uygulamalarının Çimlenme Üzerine Olan Etkisinin Regresyon Analizleriyle Modellenmesi

Tez çalışmasında, *C. chinense* türüne ait biber genotipleri 12°C ile 39°C arasında 3'er derece artan sıcaklık aralıklarında çimlendirme analiz denemelerine alınmıştır. Çimlendirme denemeleri sonucunda elde edilen verilerden çimlenme hızı (%) ve çimlenme oranı (%) değerleri tespit edilmiştir. Ayrıca elde edilen gerçek veriler istatistiksel olarak regresyon analizi yardımıyla analiz edilmiş ve çimlenme üzerine sıcaklığın etkisi matematiksel olarak modellenmiştir.

4.3.1. *Capsicum chinense* biber türünün tohumlarında farklı sıcaklıkların (9 °C - 39 °C) tohumların çimlenme hızı (%) üzerine etkisinin incelenmesi

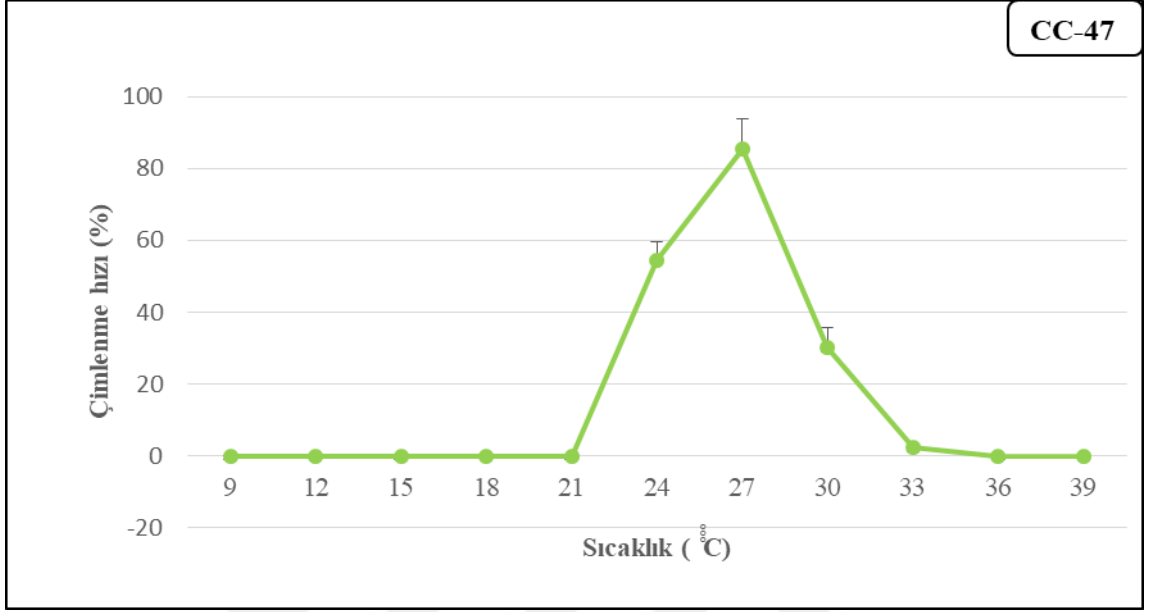
Çimlendirme analizi sonucunda elde edilen çimlenme hızı değerleri (%); tüm biber genotiplerinde sıcaklık artışına bağlı olarak belirgin oranlarda artışlar göstermiştir (Şekil 4.3-Şekil 4.12). Tez çalışmasında; 9 °C, 12 °C, 15°C, 18 °C ve 39°C'de sıcaklık testlemeleri sonucunda tüm *C. chinense* biber genotiplerinde ilk sayım tarihinde (7. gün) çimlenmenin gerçekleşmediği bulunmuştur. Ayrıca, 36°C sıcaklık uygulamasında CC-47, CC-61, CC-68, CC-72, CC-76 ve CC-82 biber genotiplerinde çimlenmenin hiç meydana gelmediği saptanmıştır (Şekil 4.3, Şekil 4.5, Şekil 4.8, Şekil 4.9, Şekil 4.10, Şekil 4.12).

Çalışmada, 21 °C'de yapılan sıcaklık testleme uygulamasında ise ilk sayım tarihi olan 7. günde CC-47, CC-61, CC-72 nolu biber genotiplerinde çimlenmenin meydana gelmediği tespit edilmiştir (Şekil 4.3, Şekil 4.5, Şekil 4.9).

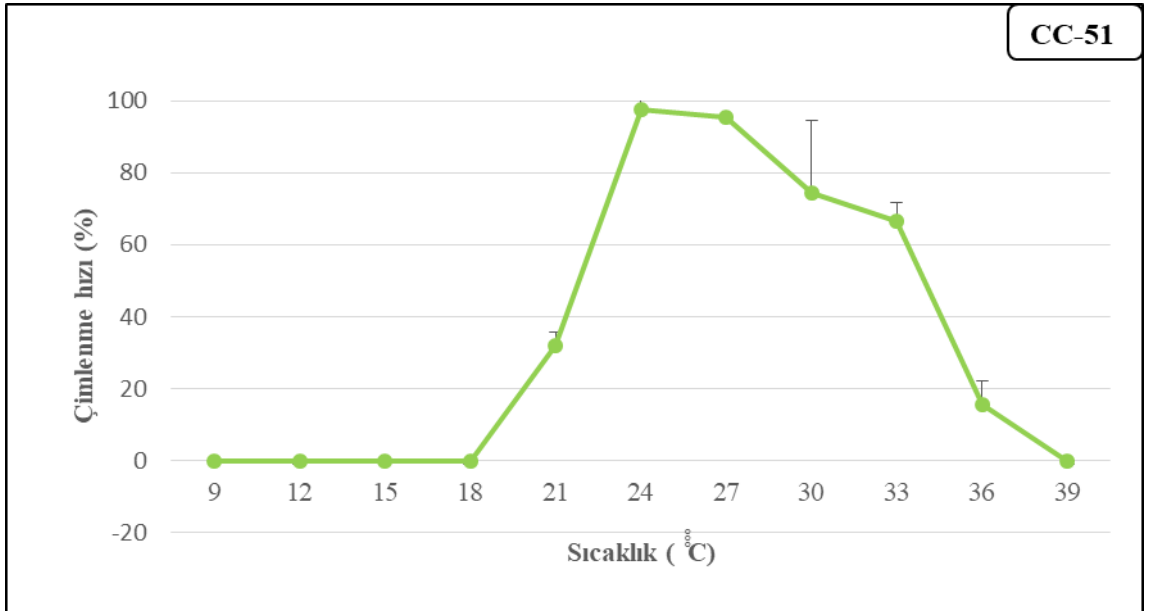
Tez çalışmasında 21 °C yapılan sıcaklık uygulamasında *C. chinense* biber genotiplerinin çimlenme hızı değerleri yönünden performansları birlikte karşılaştırıldığında; %0 - %38.8 oranları arasında değişim gösterdikleri saptanmıştır (Şekil 4.13). Belirtilen bu sıcaklık uygulamasında, en yüksek çimlenme hızı değerinin %38.8 oranı ile CC-63 nolu biber genotipinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.6).

Araştırma sonuçlarına göre; 21°C ile 33°C arasındaki sıcaklık değerlerinde genel olarak artan sıcaklıklara bağlı olarak *C. chinense* türüne ait tüm biber genotiplerinde tohum çimlenme hızı performanslarının belirgin düzeylerde artışlar gösterdikleri

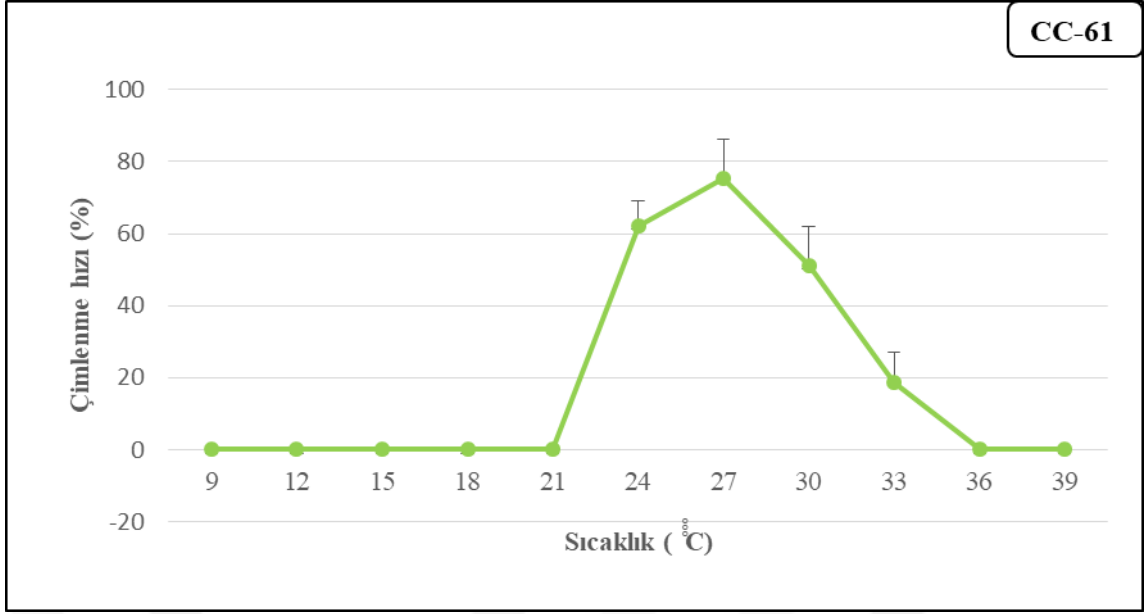
saptanmıştır. 24 °C sıcaklık testlemede en yüksek çimlenme hızı performansının, CC-51 genotipinde %97.7 oranında gerçekleştiği belirlenmiştir.



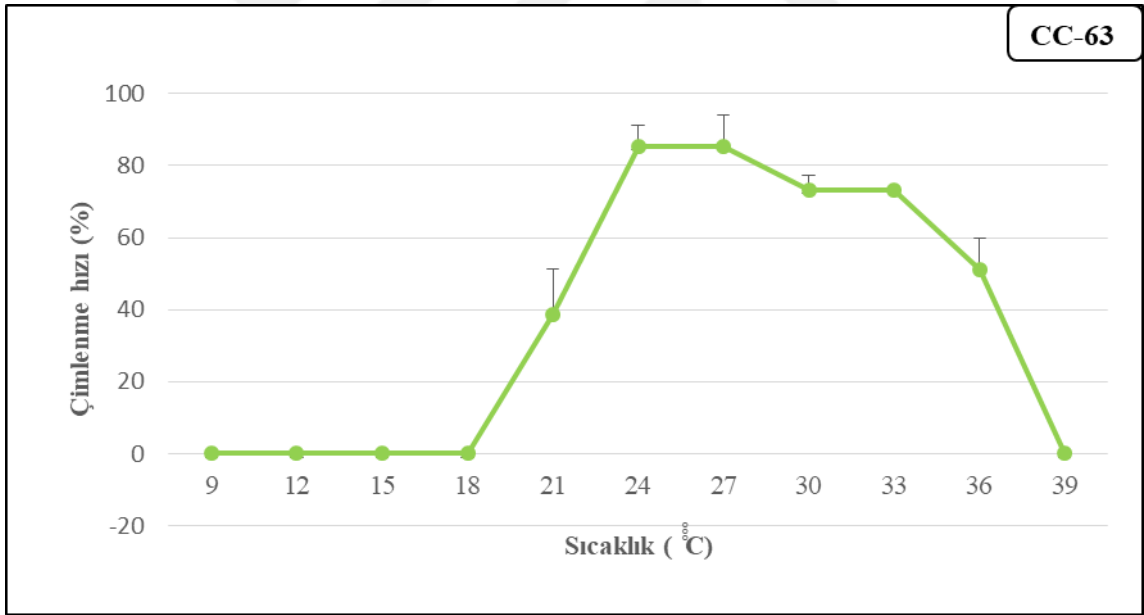
Şekil 4.3. CC-47 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.4. CC-51 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



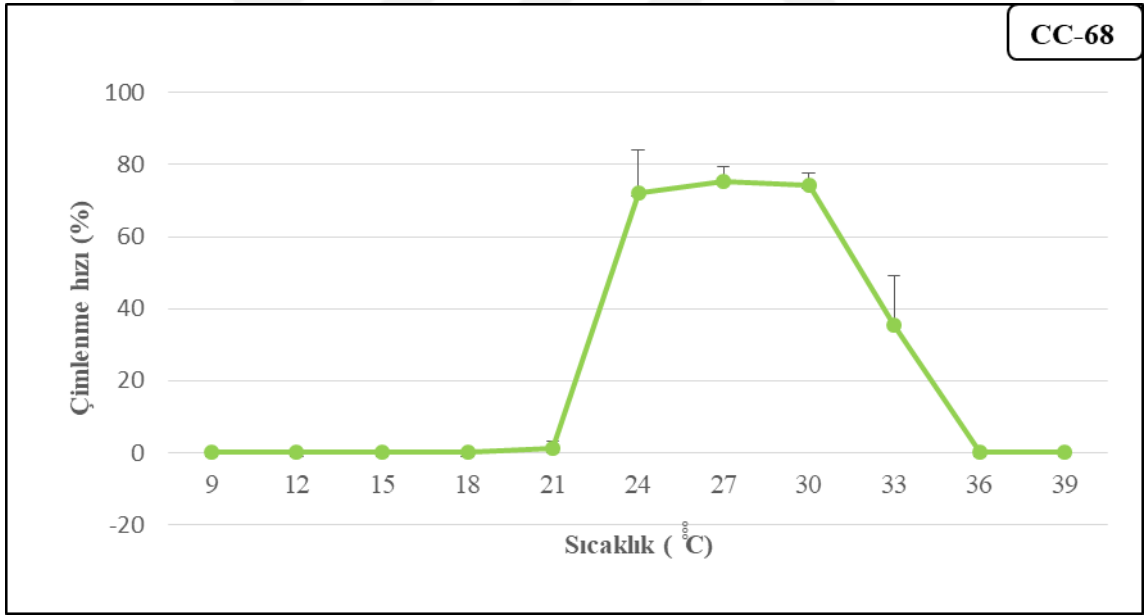
Şekil 4.5. CC-61 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



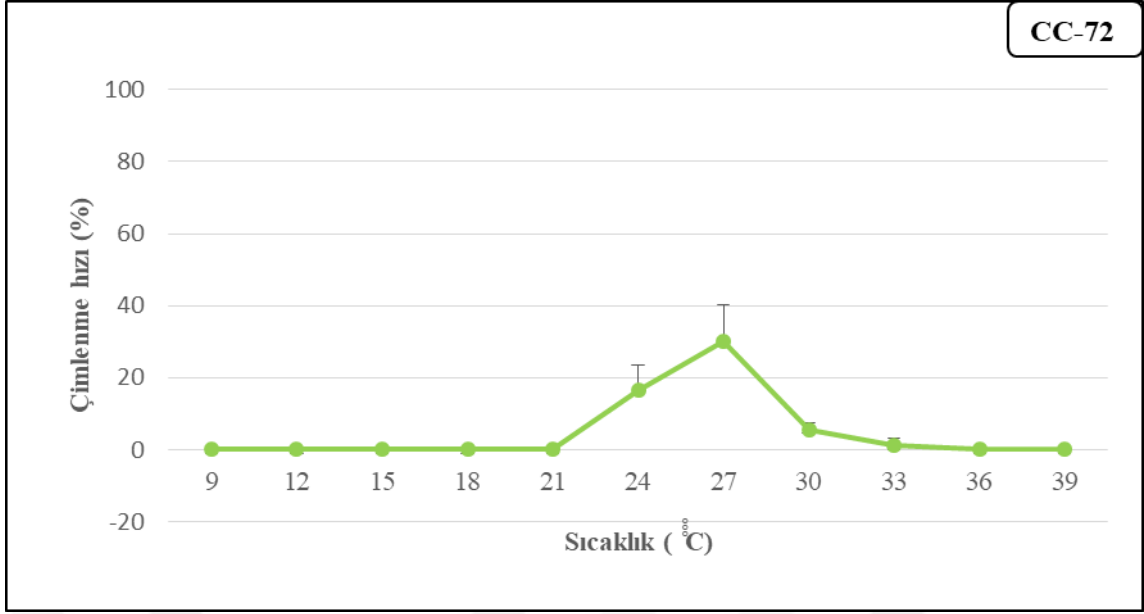
Şekil 4.6. CC-63 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



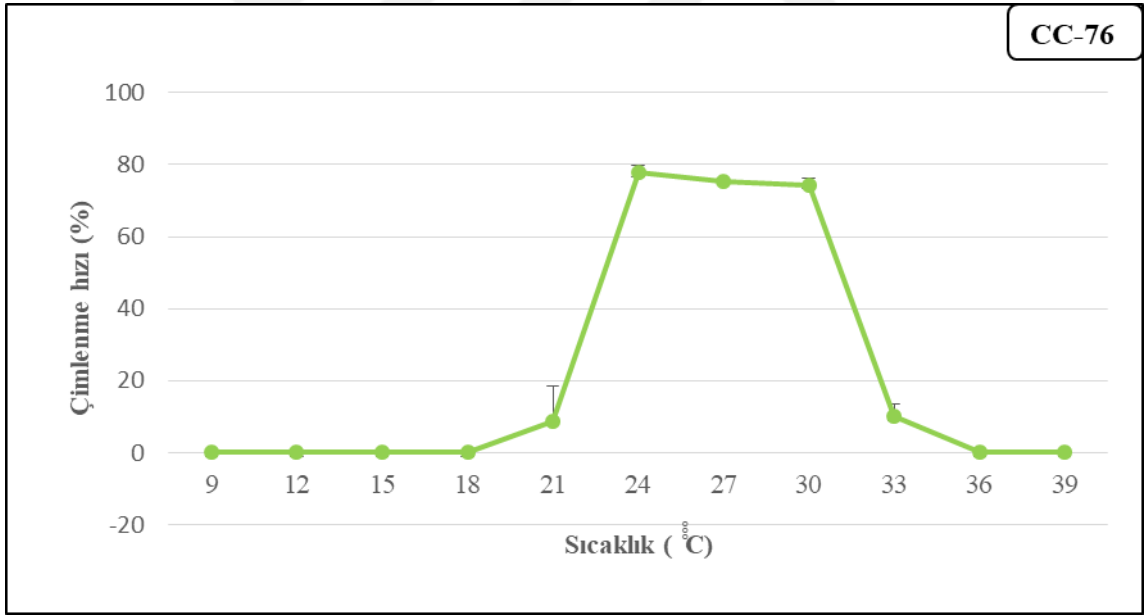
Şekil 4.7. CC-65 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



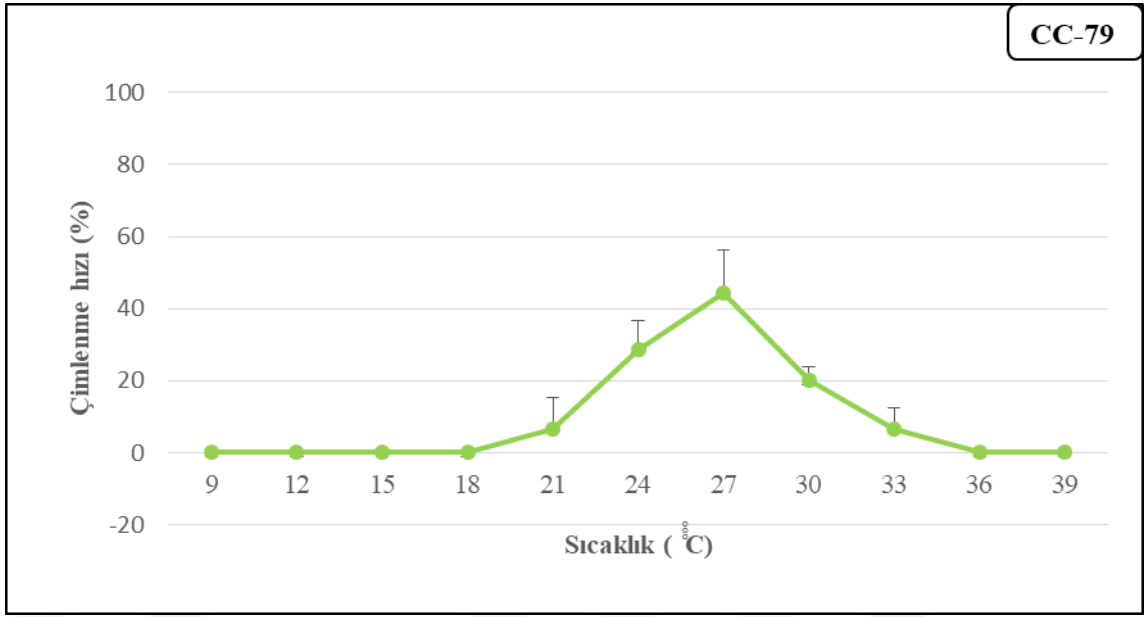
Şekil 4.8. CC-68 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



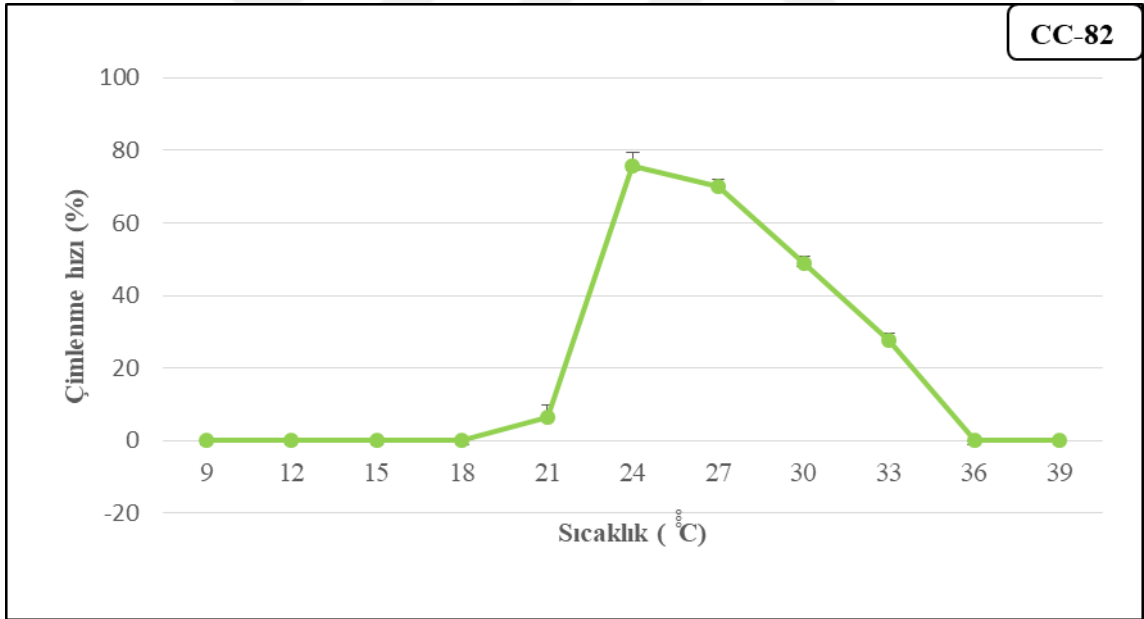
Şekil 4.9. CC-72 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.10. CC-76 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



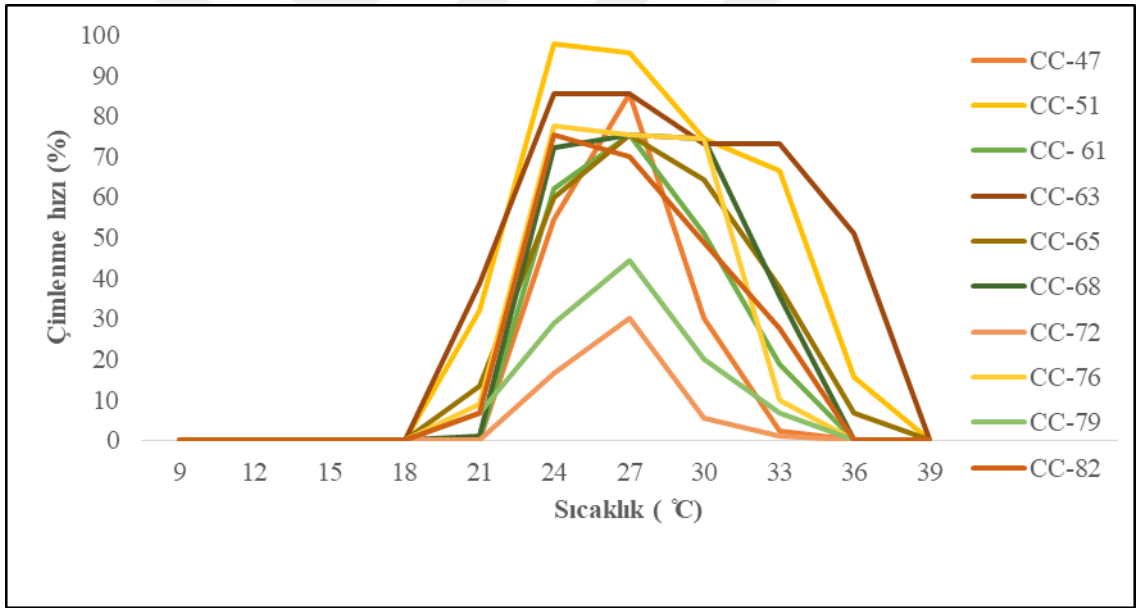
Şekil 4.11. CC-79 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi



Şekil 4.12. CC-82 genotipinin farklı sıcaklık (9°C-39°C) aralıklarında çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi

Biber tohumlarında çimlenme sıcaklığı değerleri literatürlerde minimum 9-10 °C ve maksimum sıcaklığın ise 35-36 °C, arasında olduğu bildirilmektedir (Günay, 2005; Eşiyok, 2012). Çimlenme hızı değerleri; *C. chinense* türüne ait tüm biber genotipleri için

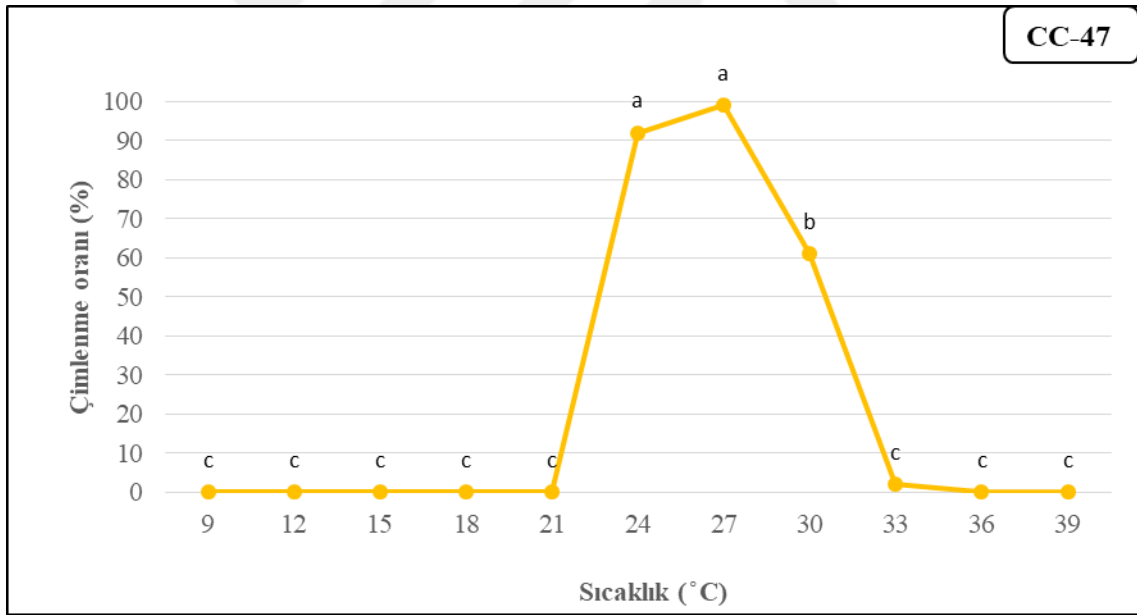
birlikte değerlendirildiğinde en yüksek değerler 24 °C ve 27 °C arasındaki sıcaklıklarda meydana gelmiştir. Çimlenme sırasındaki sıcaklıkların yükselmesi, tohumlarda meydana gelen kimyasal reaksiyonların daha hızlı olmasını teşvik etmektedir (Şehirali, 1997). Tez çalışmasında, elde edilen tüm sonuçlarda *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde düşük sıcaklıkların ve artan yüksek sıcaklık değerlerinin tohumların çimlenme hızı kapasitesi üzerine olumsuz yönde etkilerinin olduğu saptanmıştır. Ayrıca, biber genotiplerinde 33 °C sıcaklık uygulamalarında tüm genotiplerin çimlenme hızı değerlerinin genotiplere göre değişen düzeylerde azalışlar gösterdikleri tespit edilmiştir. Bu sıcaklık uygulamasında (33 °C); biber genotiplerinde, %1.1 (CC-72), %73.3 (CC-63) arasında çimlenme hızı değerleri olduğu bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına göre, 39 °C sıcaklık uygulamasında tüm *C. chinense* biber genotiplerine ait tohumlarda çimlenmenin hiç meydana gelmediği belirlenmiştir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerinin farklı sıcaklık uygulamalarındaki çimlenme hızı (%) değerlerinin değişimi

4.3.2. *Capsicum chinense* türüne ait biber tohumlarında farklı sıcaklıkların (9°C-39°C) tohumların çimlenme oranı üzerine olan etkilerinin incelenmesi

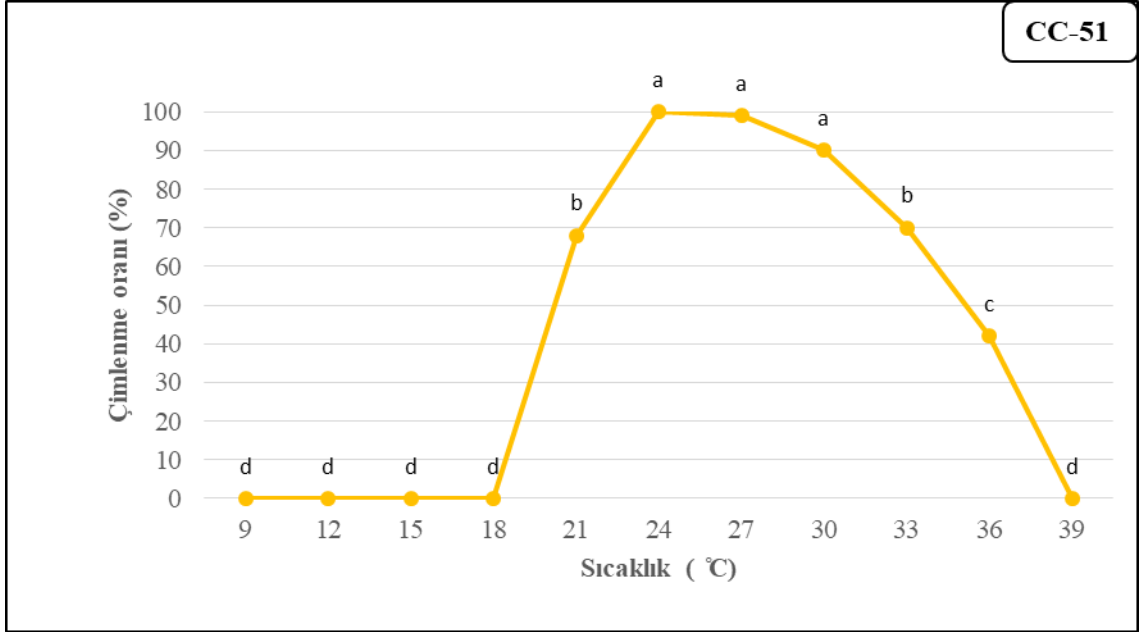
Araştırmada, *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde 9°C-39°C arasındaki sıcaklık testleme uygulamaları sonucunda elde edilen toplam çimlenme oranlarına ait değerler; Şekil 4.14 ile Şekil 4.23 arasında ayrıntılı olarak sunulmuştur. Genotip bazında yapılan varyans analizi sonuçlarına göre; sıcaklık faktörünün tüm genotiplerin çimlenme oranı değerlerine etkisinin istatistiksel olarak anlamlı ve önemli düzeyde olduğu bulunmuştur. CC-47 genotipinde 27 °C (%99) ve 24 °C’de (%92) en yüksek çimlenme oranı değerleri kaydedilmiş ve en üst grupta yer almıştır (Şekil 4.14). Ardından 30 °C de %61 oranında bir değer ile tek başına bir alt grupta yer almıştır. Diğer sıcaklık değerlerinden elde edilen çimlenme oranlarının çok düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiş ve aynı istatistiksel grupta oldukları belirlenmiştir.



Şekil 4.14. CC-47 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi (P<0.01; VK= 23.08)

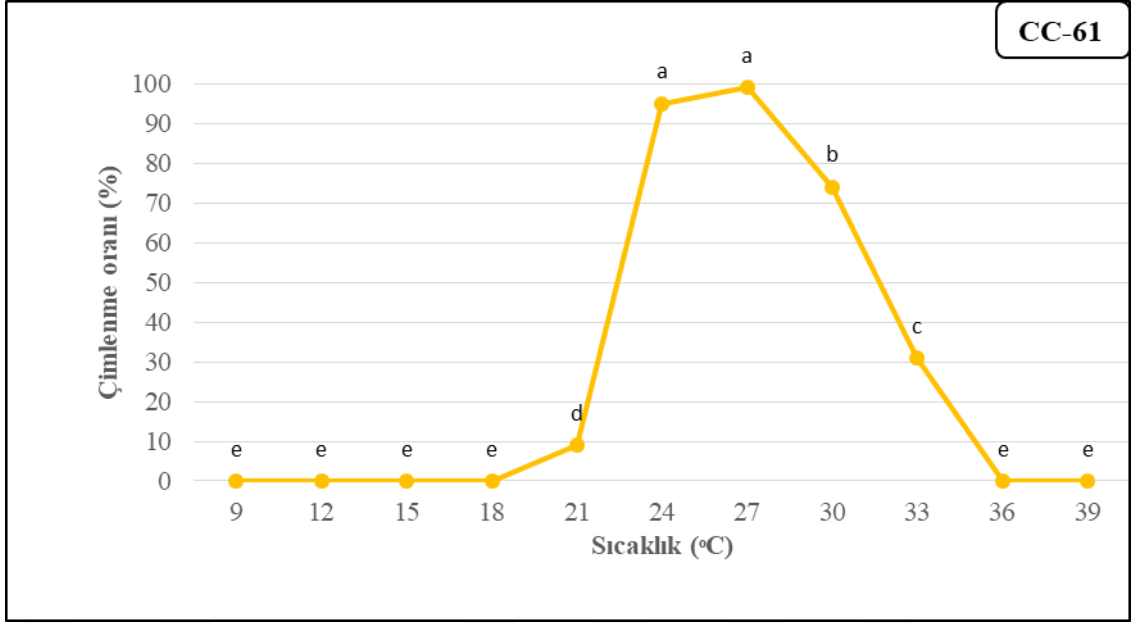
CC-51 genotipinde daha geniş sıcaklık aralığında yüksek çimlenme oranlarının olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.15). CC-51 genotipinde 24 °C (%100), 27 °C (%99) ve 30 °C (%90) en yüksek çimlenme oranları ile istatistiksel olarak en üst grupta yer

almışlardır. Ardından 33 °C (%70) ve 21 °C (%68) de bir alt grupta yer almıştır. Diğer sıcaklık değerlerinden elde edilen çimlenme oranlarına ait değerlerin, çok düşük seviyelerde olduğu bulunmuştur.



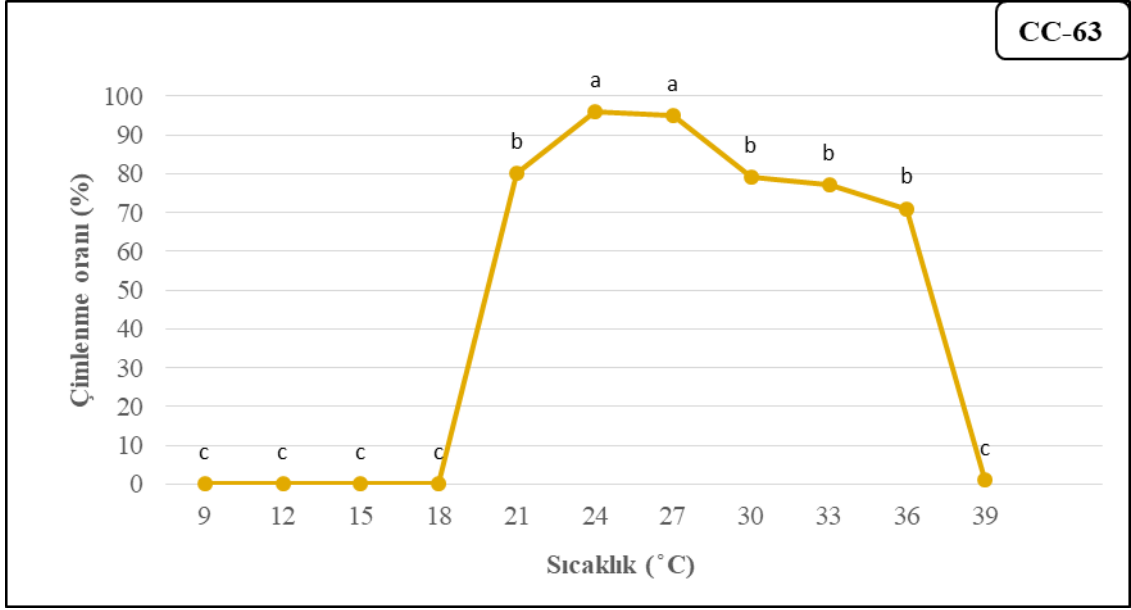
Şekil 4.15. CC-51 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi (P<0.01; VK= 19.92)

CC-61 genotipinde sıcaklık arttıkça çimlenme oranının 27 °C (%99) ve 24 °C (%95) de en yüksek grupta olduğu tespit edilmiştir. 30 °C (%74) sıcaklıkta ise istatistiksel olarak bir alt grupta yer almıştır. Diğer sıcaklıklarda ise çimlenme oranlarının düşük ve aynı istatistiksel grupta yer aldıkları tespit edilmiştir.



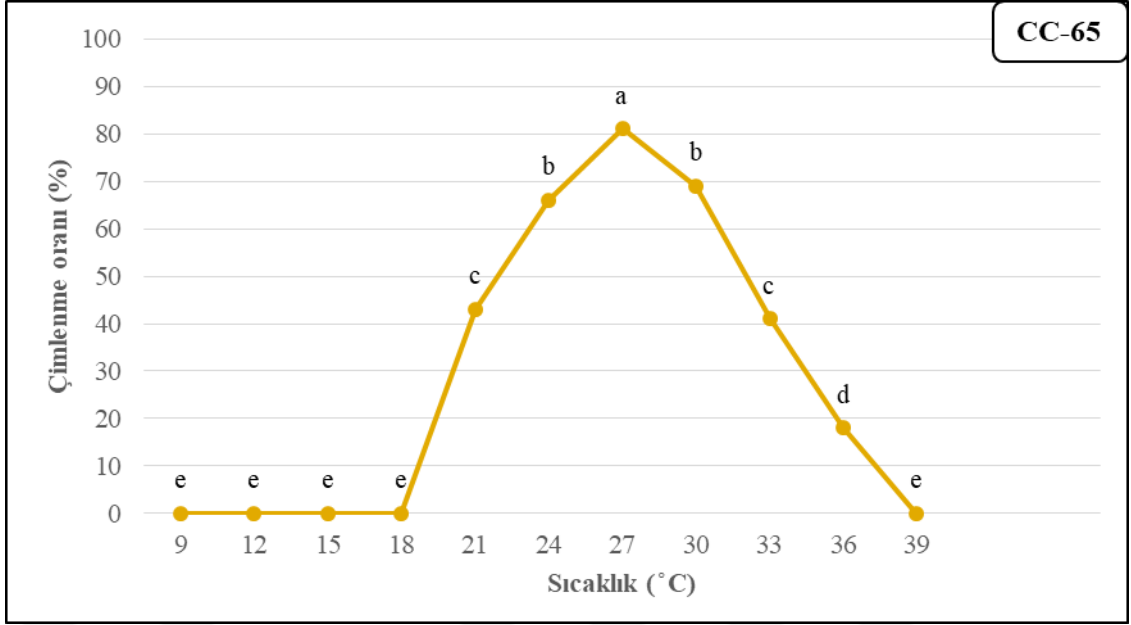
Şekil 4.16. CC-61 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi (P<0.01;VK= 14.40)

Araştırma sonucunda CC-63 genotipinde sıcaklık arttıkça ve yüksek sıcaklıklarda çimlenme oranının yüksek olduğu görülmüştür (Şekil 4.17). CC-63 genotipinde 24 °C (%99) ve 27 °C (% 96) de en yüksek çimlenme oranları ile en üst grupta yer almışlardır. Ardından 21 °C (%80), 30 °C (%79), 33 °C (%77) ve 36 °C (%71) sıcaklıkları bir alt grupta yer almıştır. Diğer sıcaklık değerlerinden elde edilen çimlenme oranlarının ise çok düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir.



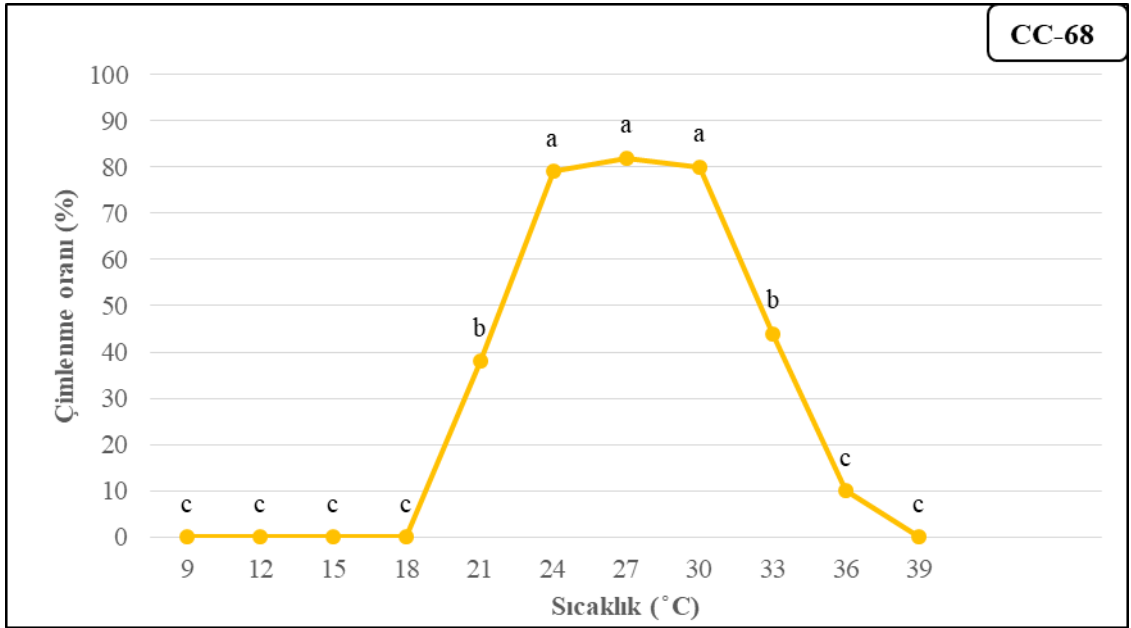
Şekil 4.17. CC-63 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi ($P < 0.01$; $VK = 12.22$)

Çimlendirme analizi sonucunda; CC-65 genotipinde sadece 27 °C (%81) en yüksek çimlenme oranı ile istatistiksel olarak en üst grupta yer aldığı saptanmıştır (4.18). Ardından 30 °C (%69) ve 24 °C (%66) sıcaklık uygulamalarının bir alt grupta yer aldığı tespit edilmiştir. Diğer sıcaklık değerlerinden elde edilen çimlenme oranlarının ise çok düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.



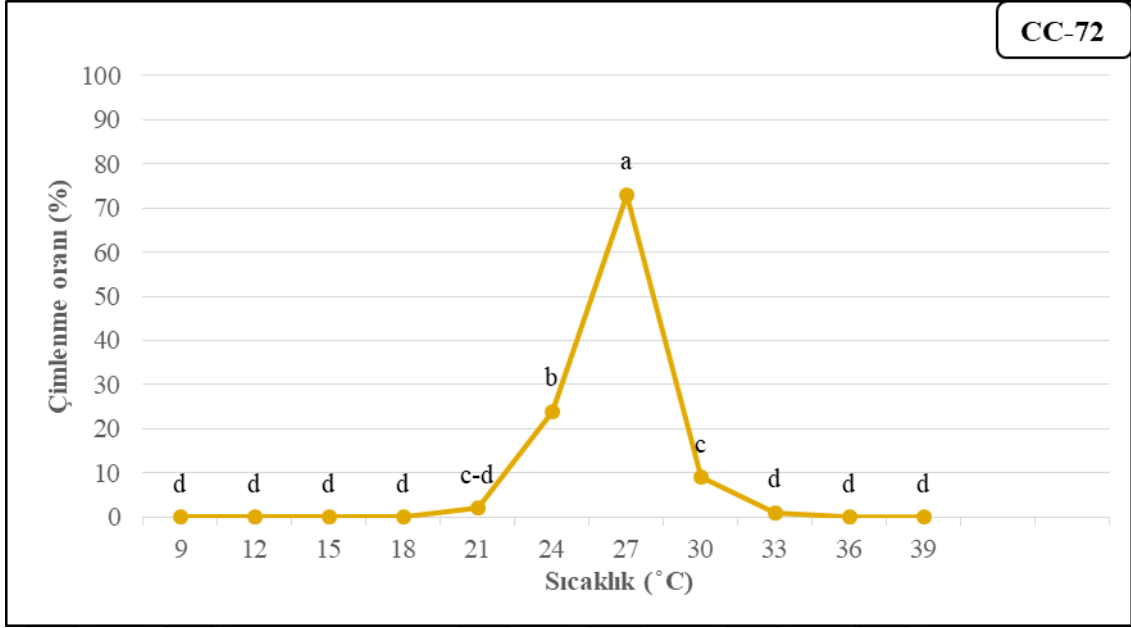
Şekil 4.18. CC-65 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi ($P < 0.01$; VK= 23.23)

Tez çalışmasında, CC-68 genotipinde geniş sıcaklık aralığında yüksek çimlenme oranlarına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.18). Çimlenme oranları yönünden; 27 °C (%82), 30 °C (%80) ve 24 °C (%79) de en yüksek çimlenme oranları ile istatistiksel olarak en üst grupta yer almışlardır. Ardından 33 °C (%44) ve 21 °C (%38) de bir alt grupta yer almıştır. Diğer sıcaklık değerlerinden elde edilen çimlenme oranları çok düşük seviyelerde olduğu saptanmıştır.



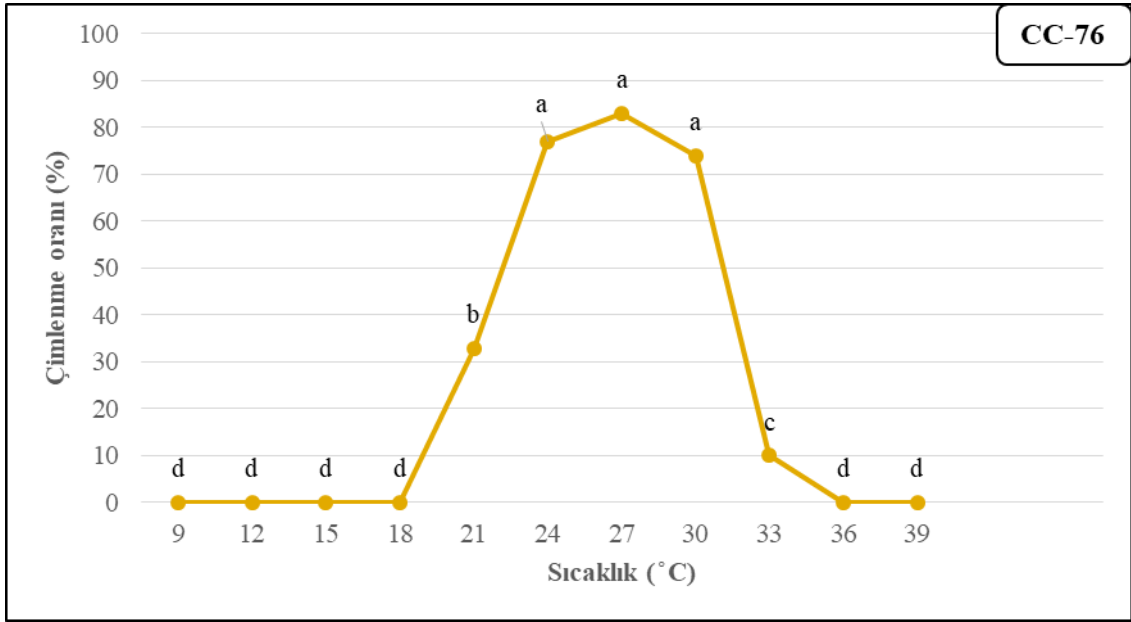
Şekil 4.19. CC-68 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi ($P < 0.01$; $VK = 20.16$)

CC-72 genotipinde tohumların düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık uygulamalarında hiç çimlenmediği belirlenmiştir. 27 °C'de (%73) en yüksek çimlenme oranı ile istatistiksel olarak en üst grupta yer aldığı belirlenmiştir. Ayrıca 24 °C (%24) uygulamalarının bir alt grupta yer aldığı saptanmıştır (Şekil 4.20). Diğer sıcaklıklarda çimlenme oranlarının çok düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir.



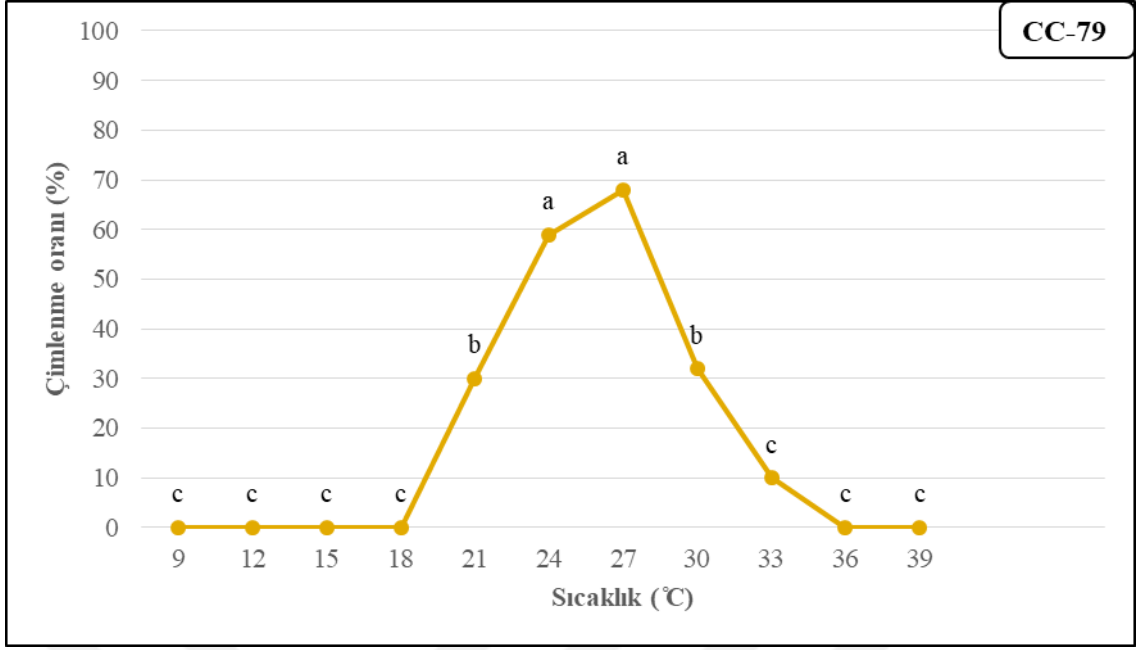
Şekil 4.20. CC-72 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi ($P < 0.01$; $VK = 40.07$)

CC-76 genotipinin tohumlarının geniş sıcaklık aralığında yüksek çimlenme oranlarına sahip olduğu bulunmuştur (Şekil 4.21). CC-76 genotipinde 27 °C (%83), 24 °C (%77) ve 30 °C (%74) de en yüksek çimlenme oranları ile istatistiksel olarak en üst grupta yer almışlardır. Ardından 21 °C (%33) de bir alt grupta yer almıştır. Diğer sıcaklık değerlerinden elde edilen çimlenme oranlarının ise çok düşük seviyelerde olduğu saptanmıştır.



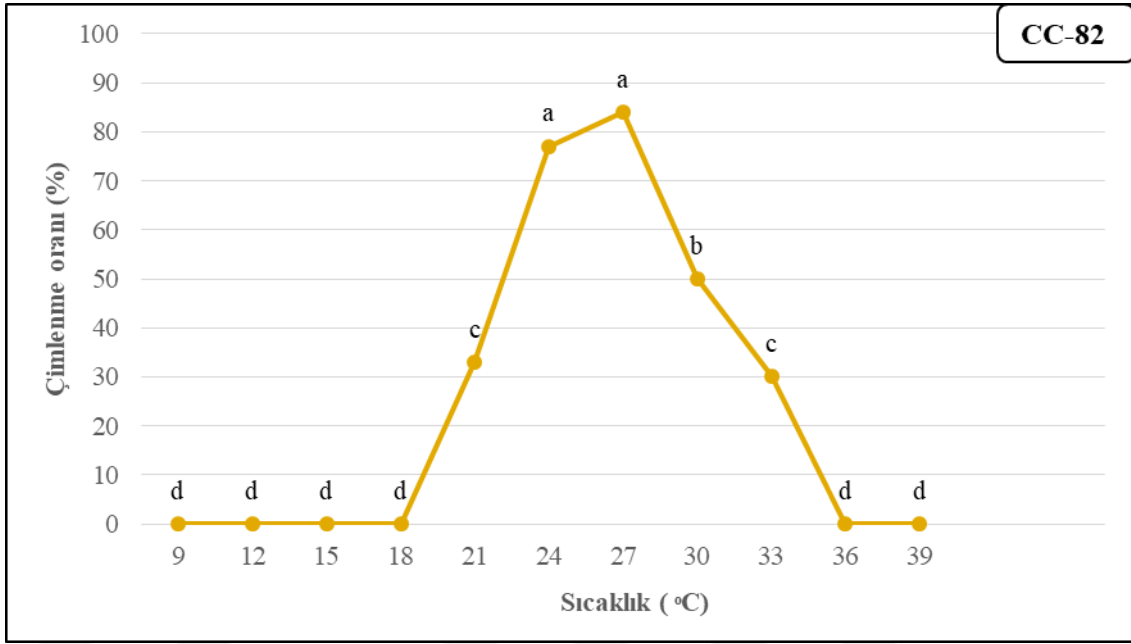
Şekil 4.21. CC-76 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi (P<0.01; VK= 20.59)

CC-79 genotipinde, 27 °C (%68) ve 24 °C (%59) de en yüksek çimlenme oranları ile istatistiksel olarak en üst grupta yer almışlardır (Şekil 4.22). Ardından 21 °C (%33), 30 °C (%32) de bir alt grupta yer almıştır. Diğer sıcaklık değerlerinden elde edilen çimlenme oranlarının ise çok düşük seviyelerde olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.22. CC-79 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi (P<0.01; VK= 34.95)

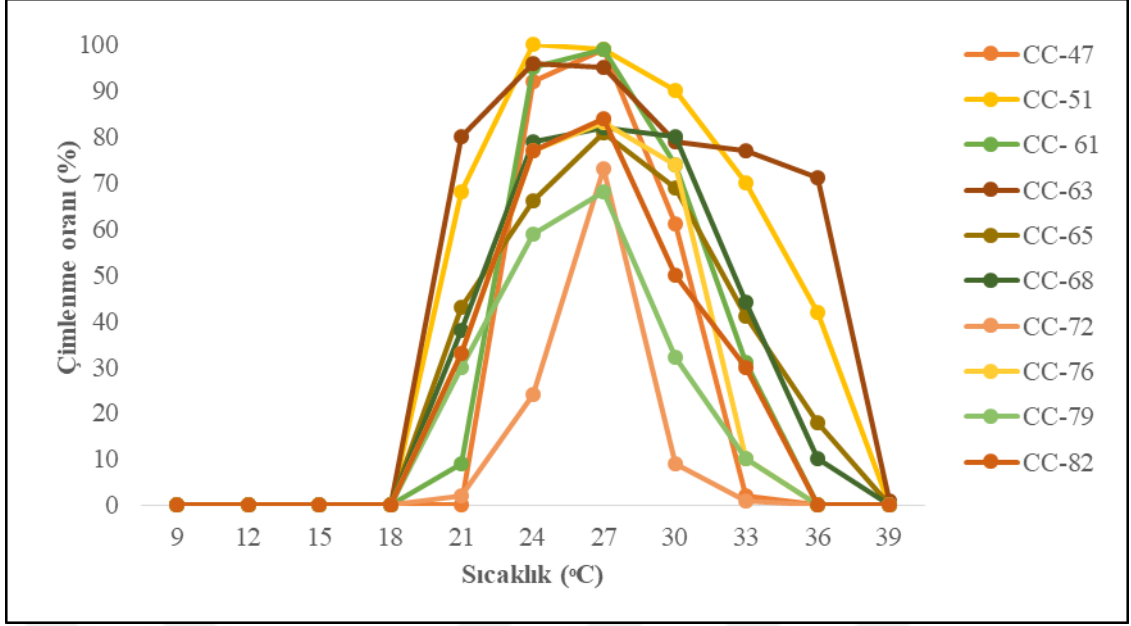
Tez çalışmasında, CC-82 genotipinin geniş sıcaklık aralığında ve yüksek çimlenme oranlarına sahip olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.23). CC-82 genotipinin 27 °C (% 84) ve 24 °C'de (%77) en yüksek çimlenme oranları ile istatistiksel olarak en üst grupta yer almışlardır. Ardından 30 °C (%50) bir alt grupta yer almıştır.



Şekil 4.23. CC-82 genotipinin farklı sıcaklıklardaki çimlenme oranı (%) değerlerinin değişimi (P<0.01; VK= 40.29)

Tüm sıcaklık uygulamalarında çimlendirme testi analizlerinde; sıcaklık artışına bağlı olarak *C. chinense* biber genotiplerinin tamamında çimlenme oranlarının belirgin ve değişen düzeylerde artmaya başladığı belirlenmiştir (Şekil 4.24). Özellikle 24 °C ve 27 °C sıcaklık uygulamalarında; CC-47, CC-51, CC-61 ve CC-63 genotiplerinin %90 oranının üzerinde çimlenme oranlarına sahip oldukları saptanmıştır. Denemede yer alan CC-51 genotipinin, 24 °C de %100 ve 27 °C sıcaklıkta %99 oranı ile en yüksek çimlenme oranına ulaşan biber genotipi olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla; CC-61 genotipi 24 °C de %95, 27 °C sıcaklıkta %99 oranı CC-63 genotipi, 24 °C de %96, 27 °C sıcaklıkta da %95 ve CC-47 genotipi, 24 °C de %92, 27 °C sıcaklıkta %99 oranı ile izlemişlerdir.

Tez çalışmasında 36 °C sıcaklık uygulamasında, bazı *C. chinense* biber genotiplerinde çimlenme oranlarının belirgin ve değişen düzeylerde azalış gösterdikleri ve bazılarında ise tohumların hiç çimlenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada 39 °C sıcaklık uygulamasında tüm biber genotiplerinde çimlenmenin hiç gerçekleşmediği saptanmıştır.



Şekil 4.24. *C. chinense* türüne ait tüm biber genotiplerinin çimlenme oranı (%) ile sıcaklık (°C) uygulamaları arasındaki değerlerinin değişimleri

Farklı sıcaklık uygulamalarının genotiplerin ortalama çimlenme oranı değerleri üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur (Tablo 4.2). Araştırma sonucunda; 27 °C sıcaklık uygulaması, % 86.1 çimlenme oranı ile en uygun sıcaklık değeri olarak tespit edilmiştir. Ardından 24 °C de ortalama % 76.7 çimlenme oranı ile ikinci en yüksek değer olarak tespit edilmiştir. En düşük ortalama çimlenme oranı ise 9°C, 12°C, 15°C, 18°C, 39°C sıcaklıklar da belirlenmiştir.

Tablo 4.2. Farklı sıcaklık uygulamalarının genotiplerin ortalama çimlenme oranı değerleri üzerine etkisinin incelenmesi (P<0.01; VK= 23.29)

Sıcaklıklar (°C)	Çimlenme Oranı (%)
9	0 f
12	0 f
15	0 f
18	0 f
21	33,6 d
24	76,7 b
27	86,1 a
30	62 c
33	31,9 d
36	13,9 e
39	0,1 f

Araştırmada, farklı *C. chinense* genotiplerinin denemede yer alan farklı sıcaklık değerlerinin ortalamasına göre gösterdiği performanslar varyans analizi ile incelenmiştir. Tüm sıcaklık değerlerinde en yüksek performans CC-63 (%45.3) ve CC-51 (%42.6) genotiplerinde belirlenmiştir (Tablo 4.3). Bu genotipler ekstrem sıcaklık şartlarında diğer genotiplere oranla daha iyi bir çimlenme oranı sergilemişlerdir. En düşük çimlenme oranı değeri ise CC-72 biber genotipinde belirlenmiştir.

Tablo 4.3. Genotiplerin çimlenme oranına etkisinin değerleri (P<0.01; VK= 23.29)

Genotip	Çimlenme Oranı (%)
CC-47	23.1 d
CC-51	42.6 a
CC-61	28.0 bc
CC-63	45.3 a
CC-65	29.1 b
CC-68	30.1 b
CC-72	10.0 f
CC-76	25.4 cd
CC-79	18.1 e
CC-82	24.9 cd

Tez çalışmasında incelenen çimlenme oranları değerleri yönünden Genotip x Sıcaklık interaksyonunun da istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (Tablo 4.4). Bu durum, genotiplere göre sıcaklık değeri etkinliğinin değişebildiğini göstermektedir. Tüm genotipler için en iyi değerler 27°C’de bulunmuşken, ikinci en iyi değerler diğer farklı sıcaklıklarda elde edilmiştir. Örneğin CC-65, CC-68 ve CC-76 genotipleri 30 °C’de diğer biber genotiplerinde ise 24 °C’de ikinci en yüksek çimlenme oranı değerleri belirlenmiştir.

Tablo 4.4. Genotip x Sıcaklık interaksyonunun çimlenme oranına etkisi (P<0.01; VK= 23.29)

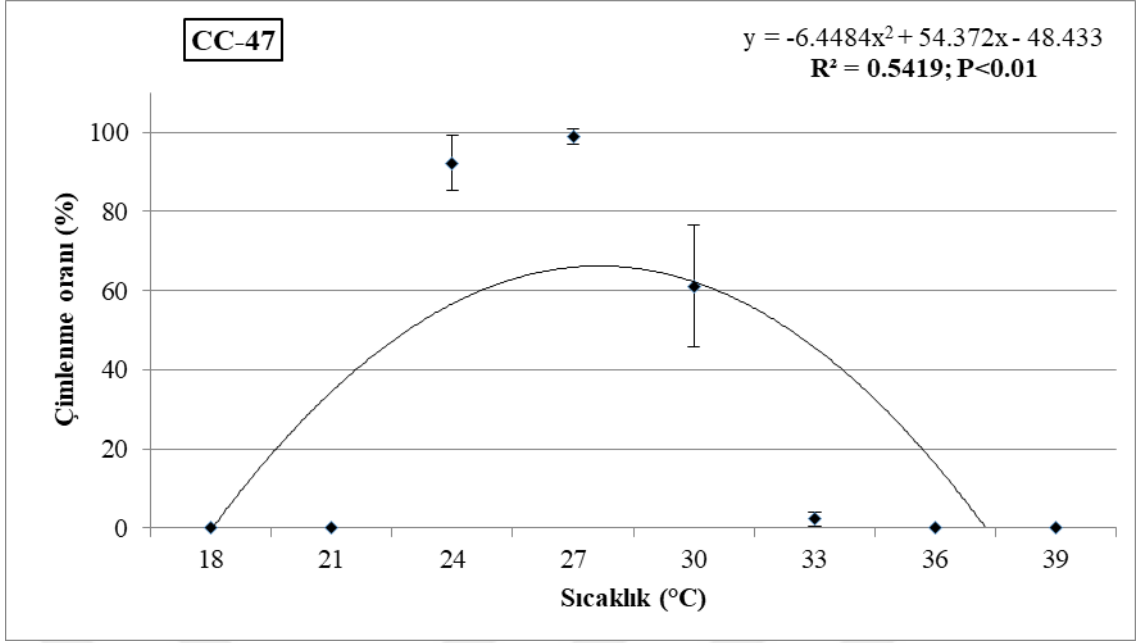
	CC-47	CC-51	CC-61	CC-63	CC-65	CC-68	CC-72	CC-76	CC-79	CC-82
9	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
12	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
15	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
18	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t
21	0 t	68 h-j	9 st	80 c-e	43 l-n	38 m-p	2 t	33 n-q	30 pq	33 n-q
24	92 ab	100 a	95 a	96 a	66 h-j	79 d-f	24 qr	77 d-g	59 jk	77 d-g
27	99 a	99 a	99 a	95 a	81 c-e	82 b-d	73 d-h	83 b-d	68 g-j	84 b-d
30	61 i-k	90 a-c	74 d-h	79 d-f	69 f-j	80 c-e	9 st	74 d-h	32 o-q	50 kl
33	2 t	70 e-i	31 pq	77 d-h	41 l-o	44 lm	1 t	10 st	10 st	30 pq
36	0 t	42 l-o	0 t	71 e-i	18 rs	10 st	0 t	0 t	0 t	0 t
39	0 t	0 t	0 t	1 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t	0 t

Sıcak iklim sebzelerinden biri olan biber bitkisinin 13-15°C’den daha düşük sıcaklık değerlerine duyarlı bir tür olduğu bilinmektedir (Vural ve ark. 2000). Biberde optimum çimlenme ve çıkışın 20-25°C’de gerçekleştiği, 0 °C ve altındaki sıcaklıklarda bitki ölümlerinin olduğu, fakat 5 °C’ye kadar canlılığın devam edebildiği bildirilmiştir. Literatürde, *C. baccatum* var. *pendulum* biber türüne ait bir hatta tohumların 25 °C’de 35 °C sıcaklık uygulamaları göre daha yüksek çimlenme oranı sağladığı belirlenmiştir (Mavi ve Mavi, 2012). Türlerin tohumlarının morfolojik yapılarının geçirimsiz olması, daha yüksek bir sıcaklıklarda çimlenme oranlarının düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Yazlık sebze türlerinde çeşitlere göre maksimum çimlenme sıcaklıklarının değişmesiyle birlikte 40°C ile 45°C sıcaklıklara da ulaşabildiği bildirilmiştir Günay (1992). Bu araştırma sonucunda; *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin maksimum çimlenme sıcaklığının 36 °C’ye ulaştığı ancak 39 °C sıcaklık uygulamalarında ise çimlenmenin hiç gerçekleşmediği belirlenmiştir.

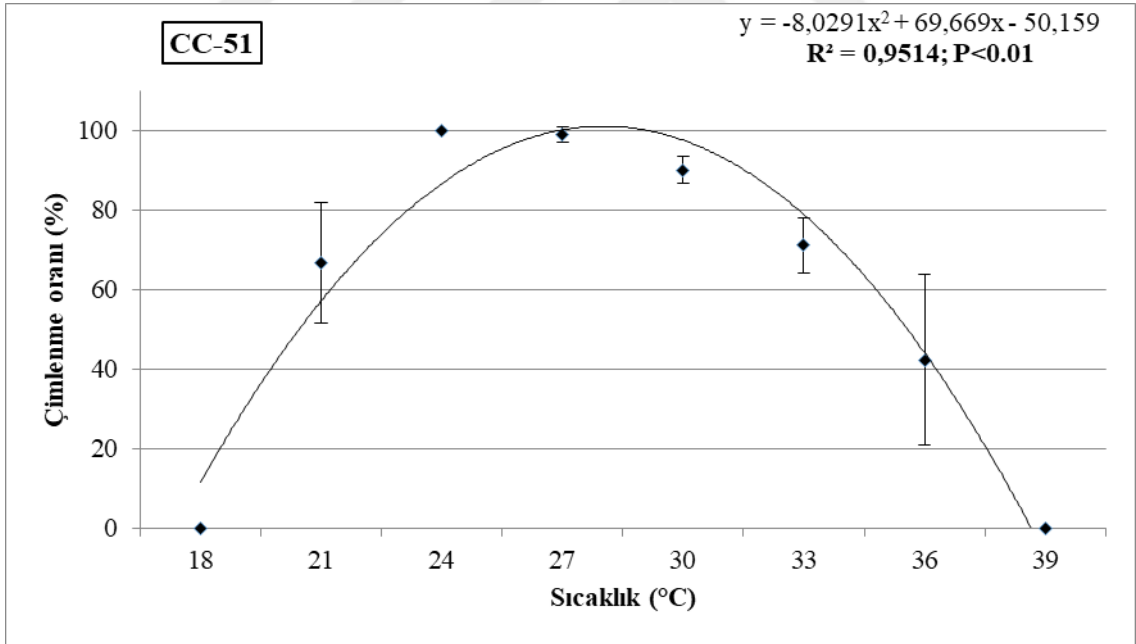
4.3.3. *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerinde çimlenme oranı üzerine sıcaklığın etkisinin regresyon analizi ile modellenmesi

C. chinense türüne ait biber genotiplerinde çimlenme oranlarının sıcaklığa olan tepkisinden elde edilen mevcut veriler, türetilen doğrusal olmayan kuadratik regresyon modeli yardımıyla [$D = a + (b \times T) + (c \times T^2)$] tahmini olarak hesaplandığında elde edilen regresyon katsayılarının (R^2), 0.33-0.95 arasında değiştikleri belirlenmiştir (Şekil 4.25-Şekil 4.34). Yapılan çalışmada, tüm genotiplerin 9-15 °C arasında çimlenme göstermediği belirlenmiştir. En yüksek korelasyon katsayısı değeri, 0.95 ile CC-51 biber genotipinde tespit edilmiştir. Ayrıca, CC-65 biber genotipinde regresyon katsayısının 0.92, CC-68 biber genotipinde elde edilen regresyon katsayısının 0.88 ve CC-63 biber genotipinin ise regresyon katsayısının 0.84 olduğu saptanmıştır (Şekil 4.36).

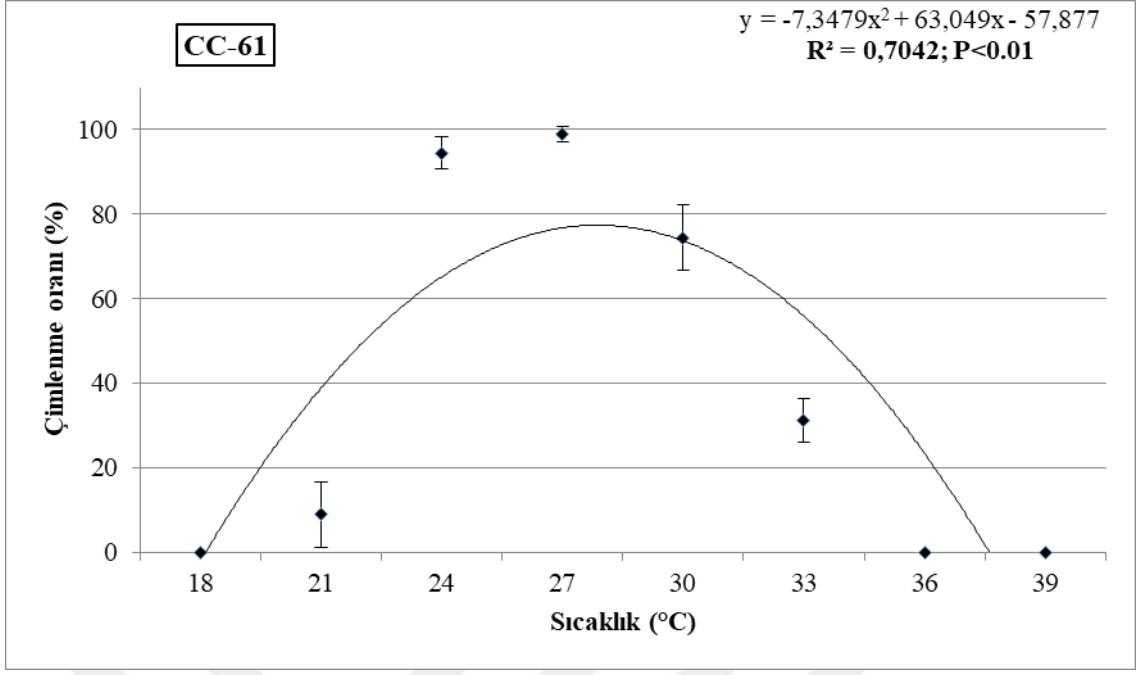
Regresyon analizi sonuçlarına göre gerçek değerler ile tahmin edilen model değerleri arasında anaçlara göre değişmekle birlikte R^2 değerlerinin 0.33 - 0.95 arasında olduğu bulunmuştur (Şekil 4.25-Şekil 4.34). Araştırmada, CC-47, CC-61, CC-76, CC-79, CC-82 nolu genotiplerde istatistiki açıdan sıcaklığın çimlenme oranı üzerinde R^2 katsayısının % 1 olasılık düzeyine göre orta ve önemli düzeyde bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. CC-51, CC-63, CC-65, CC-68, nolu genotiplerde istatistiki açıdan sıcaklığın çimlenme oranı üzerinde R^2 katsayısının % 1 olasılık düzeyine göre yüksek ve önemli düzeyde olduğu saptanmıştır. CC-72 nolu genotipte ise istatistiki açıdan sıcaklığın çimlenme oranı üzerinde R^2 katsayısının % 1 olasılık düzeyine göre düşük ve önemli bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir.



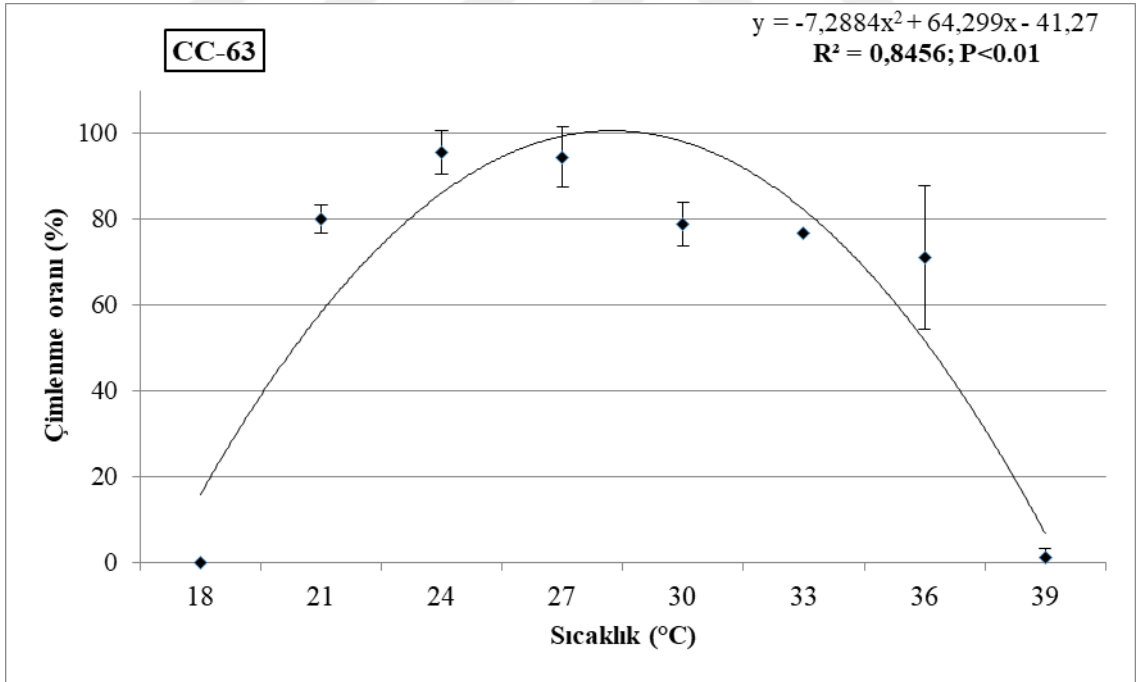
Şekil 4.25. CC-47 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



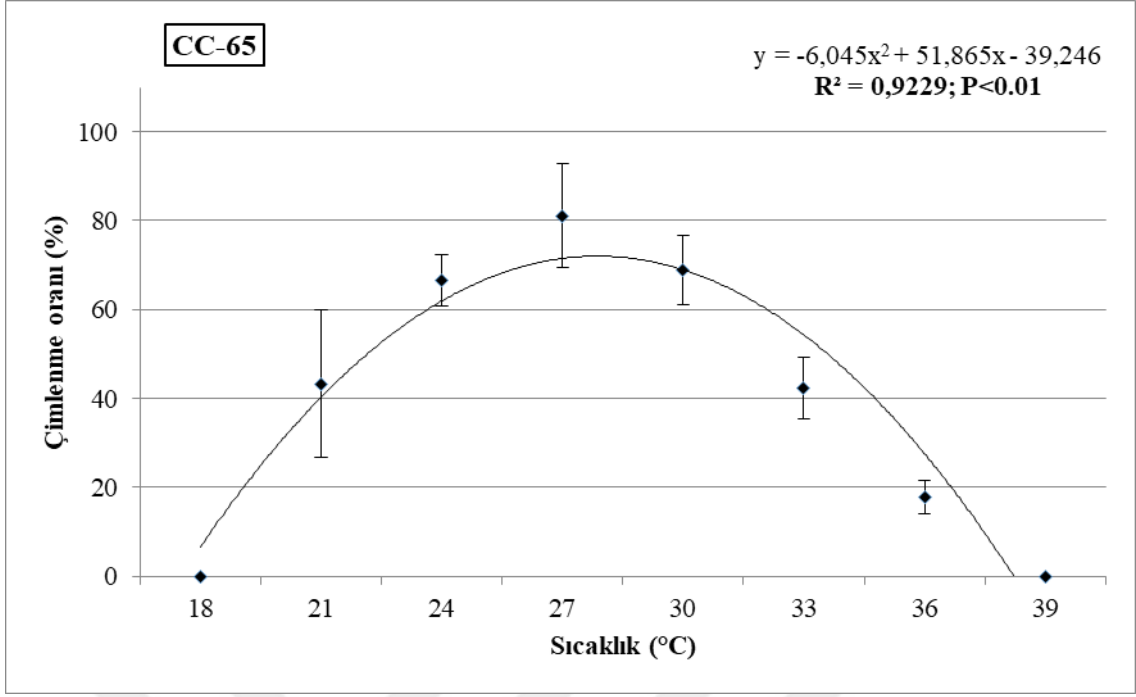
Şekil 4.26. CC-51 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



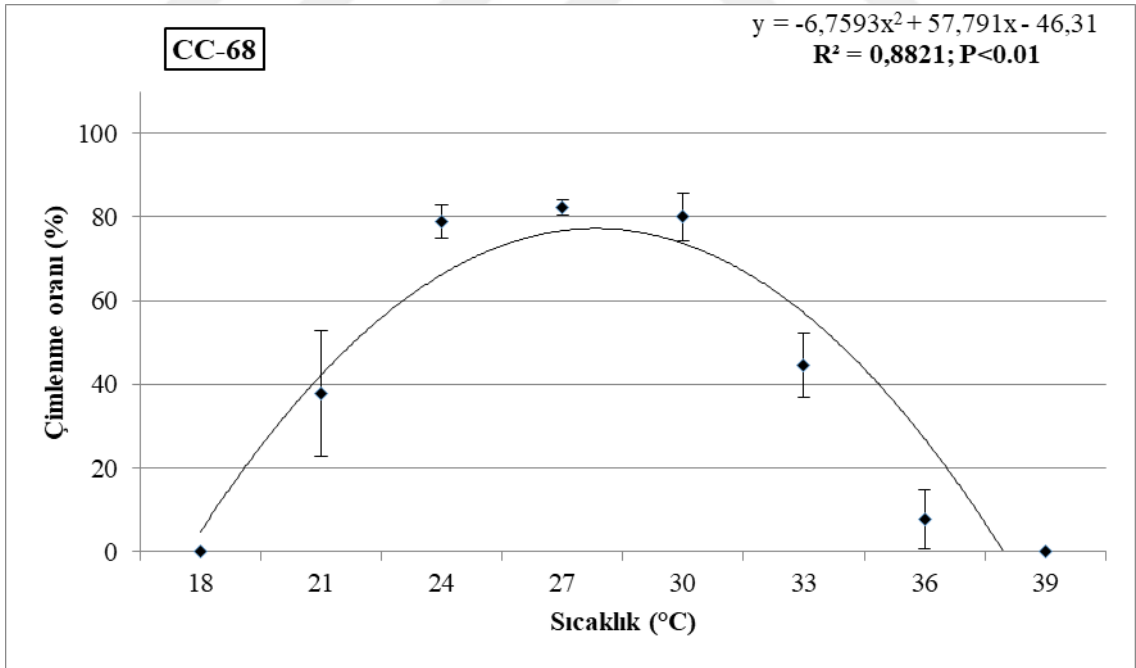
Şekil 4.27. CC-61 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



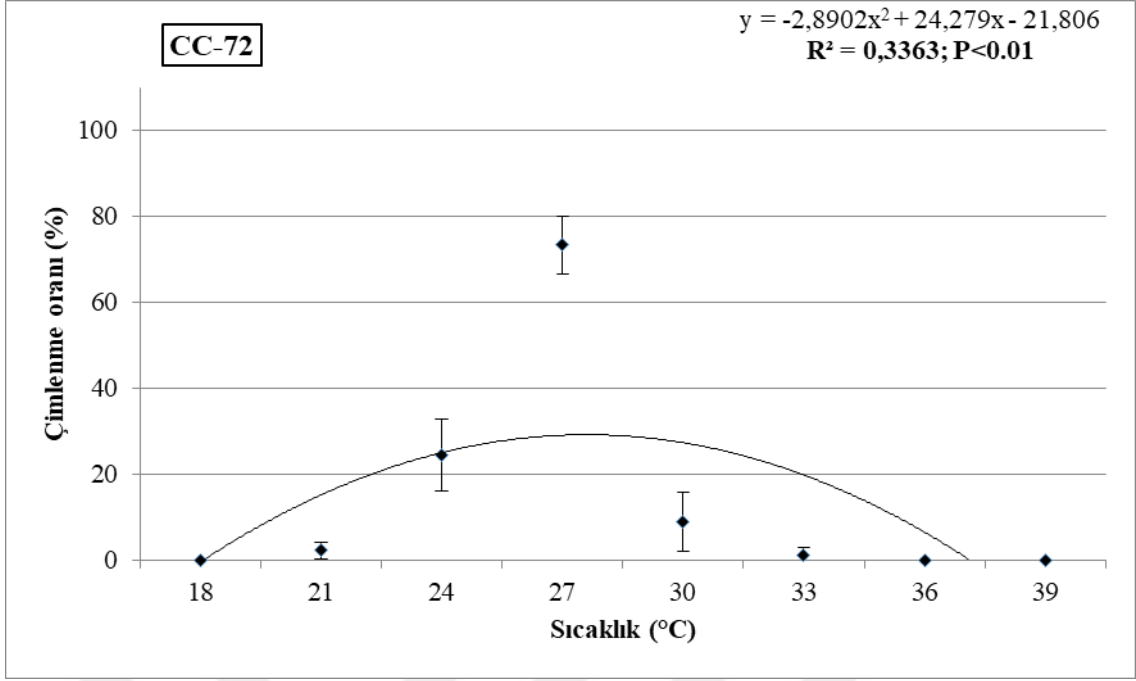
Şekil 4.28. CC-63 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



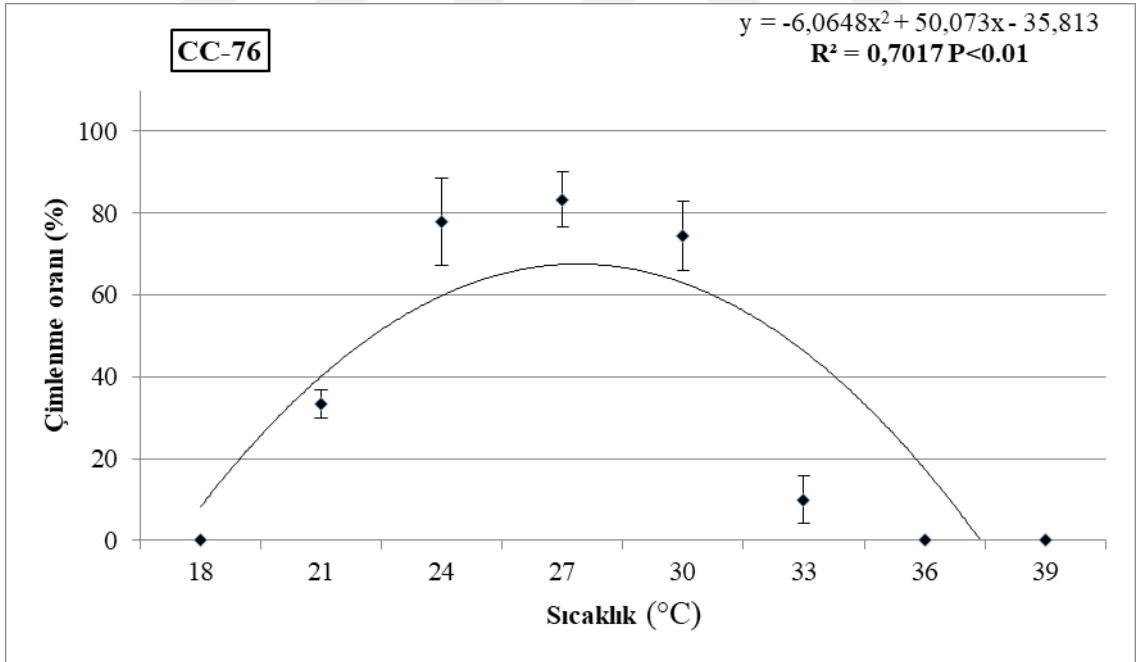
Şekil 4.29. CC-65 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



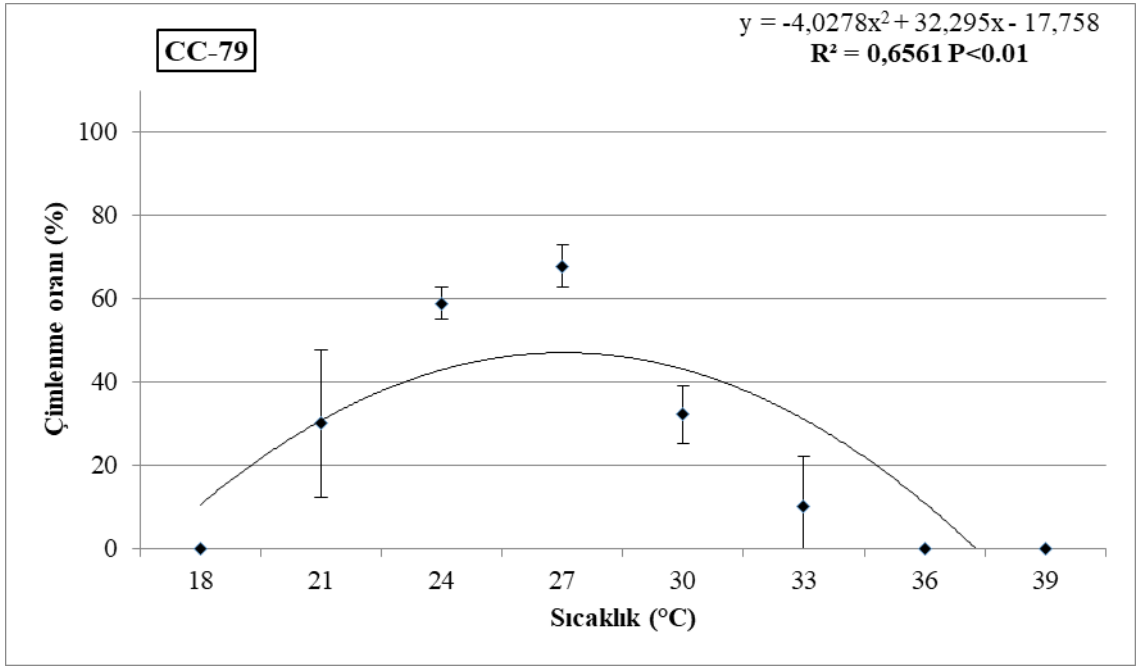
Şekil 4.30. CC-68 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



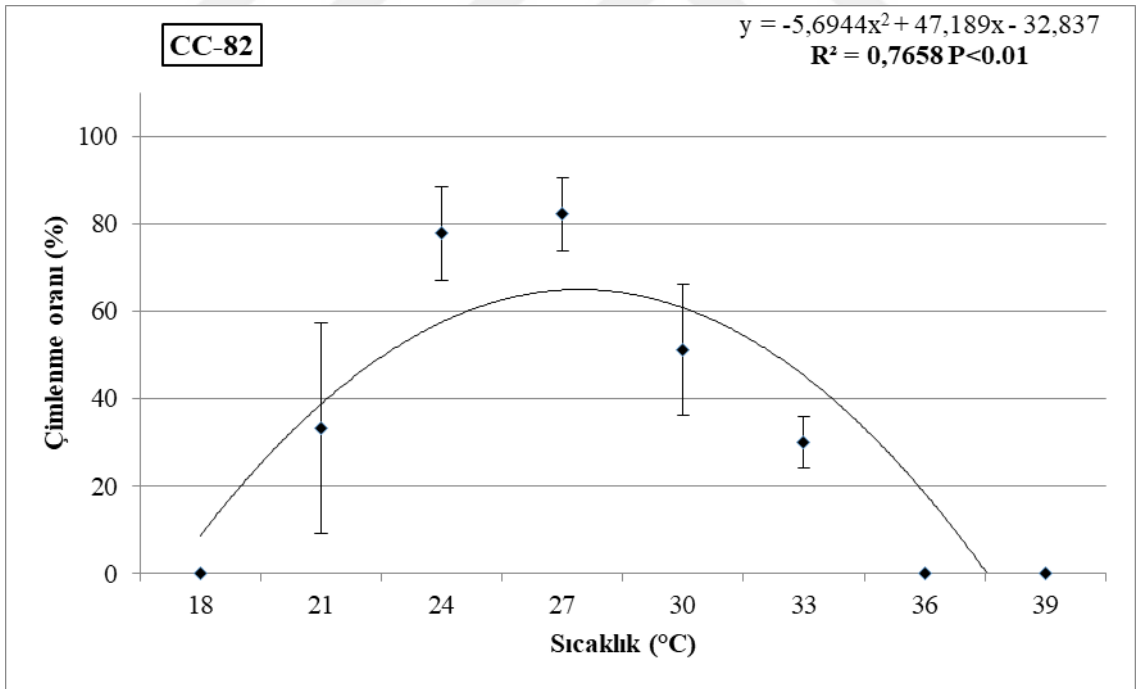
Şekil 4.31. CC-72 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



Şekil 4.32. CC-76 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli

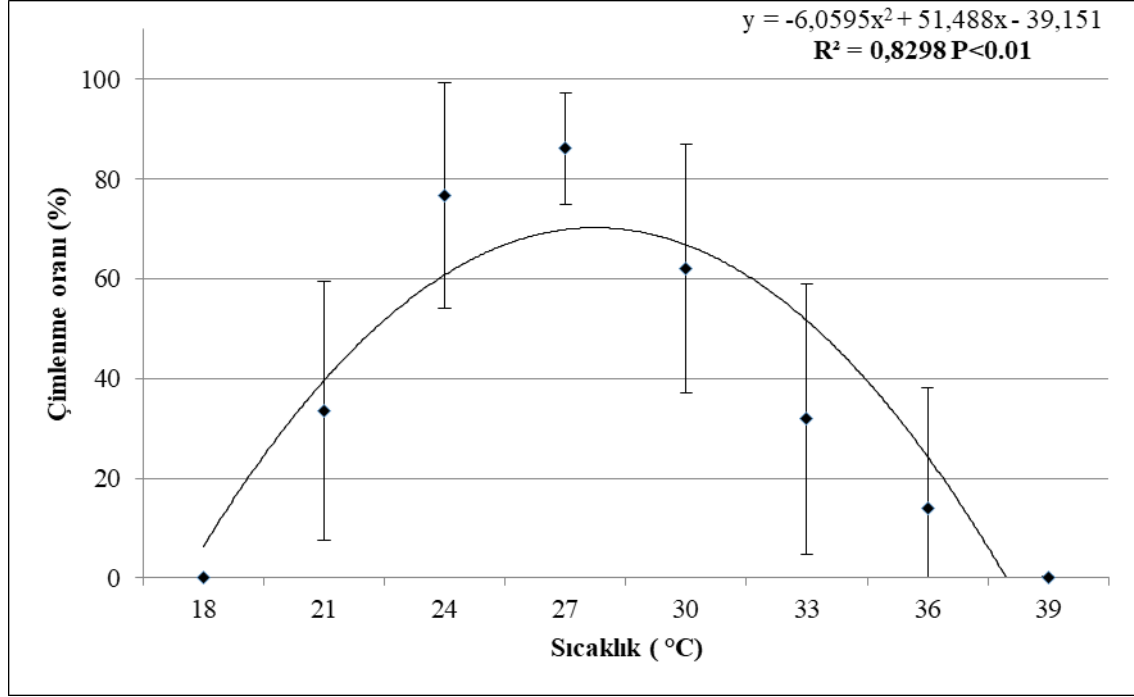


Şekil 4.33. CC-79 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli



Şekil 4.34. CC-82 biber genotipinde çimlenme oranının tahmin edilmesinde kullanılacak kuadratik regresyon modeli

Şekil 4.35 incelendiğinde, sıcaklık ile çimlenme oranı arasında parabolik ilişkilerin olduğu tespit edilmiştir. Buna göre, sıcaklık değeri 27 °C'ye kadar arttığında çimlenme değeri pik değerine ulaşmış, sıcaklık değeri 27 °C' den daha fazla arttığında ise çimlenme oranı parabolik olarak azalış gösterdiği belirlenmiştir.



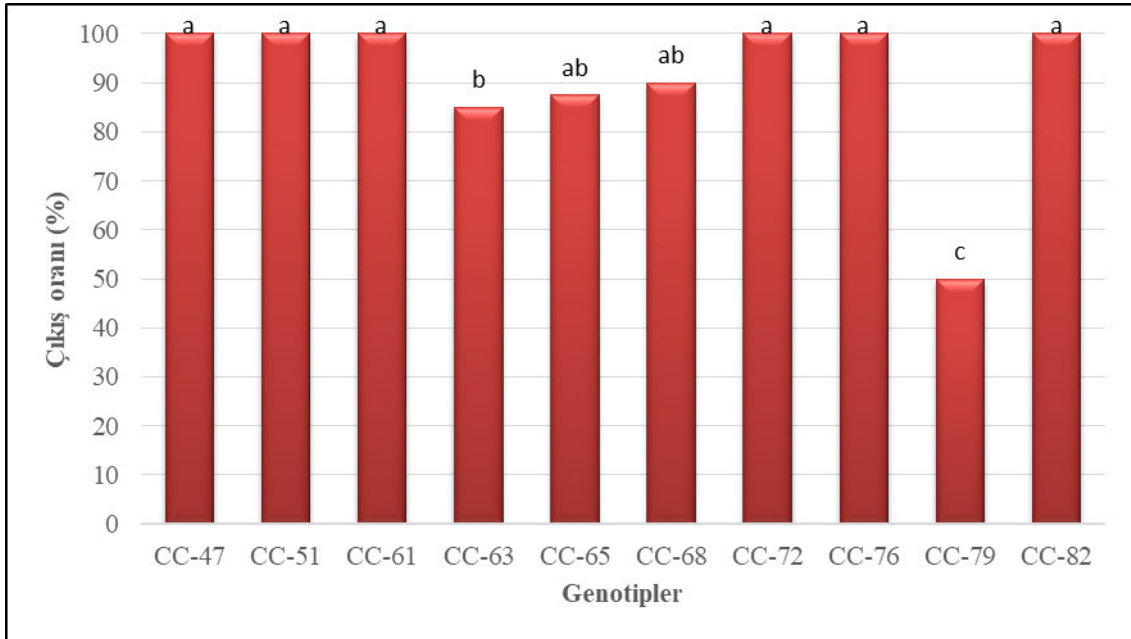
Şekil 4.35. *Capsicum chinense* biber türünde tüm genotiplerin gerçek çimlenme oranı (%) ile $[D = a + (b \times T) + (c \times T^2)]$ modeli ile tahmin edilen çimlenme oranı arasındaki regresyon ilişkisi

4.4. *Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Tohumlarının Optimum Sıcaklıklarda Çıkış Kapasitelerinin Saptanması

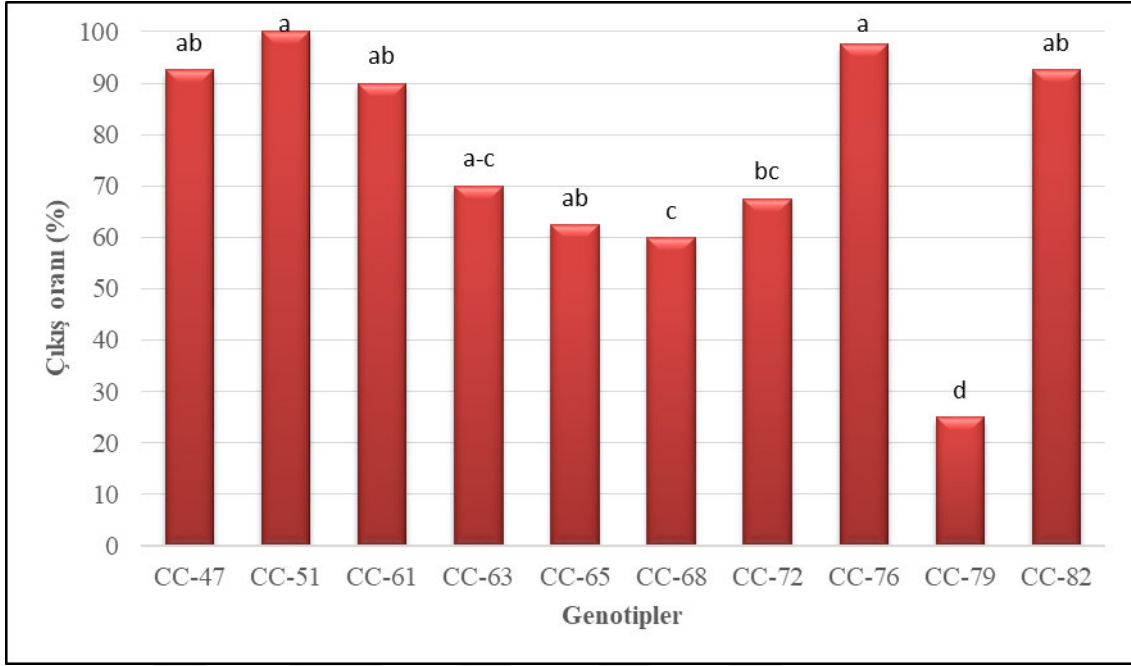
Tez çalışmasında, *C. chinense* türüne ait genetik materyallere ait biber tohumlarının stok sayılarının sınırlı ve farklı sayılarda olması nedeniyle, çıkış testi denemeleri optimum çıkış sıcaklık değerlerini temsilen sadece iki farklı sıcaklık (24 °C, 27 °C) uygulamasında gerçekleştirilmiştir. Çıkış testi denemeleri sonucunda *C. chinense* türüne ait biber tohumlarına ait tohumlarda, %50 çıkış süresi (gün) ve çıkış oranı (%) değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, çıkış analizi testinde 24 °C ve 27 °C sıcaklık uygulaması sonrasında elde edilen tüm fideler normal ve anormal fide sayıları yönünden de karşılaştırılmıştır.

4.4.1. *Capsicum chinense* türüne ait biber tohumlarının optimum sıcaklıklarının çıkış oranı (%) üzerine etkisinin incelenmesi

C. chinense türüne ait yer alan biber genotiplerinde optimum sıcaklık değerlerini temsilen 24 °C - 27 °C sıcaklıklarda yapılan çıkış testine ilişkin sonuçlar, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38 de verilmiştir. Tüm biber genotiplerinde, 24°C'de çıkış oranlarının 27 °C sıcaklık uygulamasına göre daha yüksek değerlerde olduğu saptanmıştır. Çalışmada biber genotipleri içerisinde 24 °C'de yüksek çıkış oranları sırasıyla; %100 değeri ile CC-47, CC-51, CC-61, CC-72, CC-76, CC-82 genotiplerinden elde edilmiştir (Şekil 4.36). Denemede 24 °C de en düşük çıkış oranı gösteren biber genotipi %50 oranı ile CC-79 genotipinde olduğu tespit edilmiştir. Diğer biber genotiplerinde ise %50'nin üzerinde çıkış oranlarının meydana geldiği saptanmıştır. Çalışmada, 27°C sıcaklık uygulamasında ise en yüksek çıkış oranı %100 oranı ile CC-51 genotipinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca 27 °C'de en düşük çıkış oranı gösteren genotip ise %25 ile CC-79 genotipi olarak tespit edilmiştir. Diğer genotiplerde ise %50'nin üzerinde çıkışlar olduğu bulunmuştur. Analiz sonucunda bütün genotiplerin 24 °C ve 27 °C deki çıkış oranının arttığı istatistiki açıdan %1 olasılık düzeyine göre önemli düzeyde farklılıklar gösterdiği saptanmıştır.



Şekil 4.36. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 24 °C de çıkış oranı (%) değerleri yönünden değişimi ($p < 0.01$ $V_k = 6.26$)

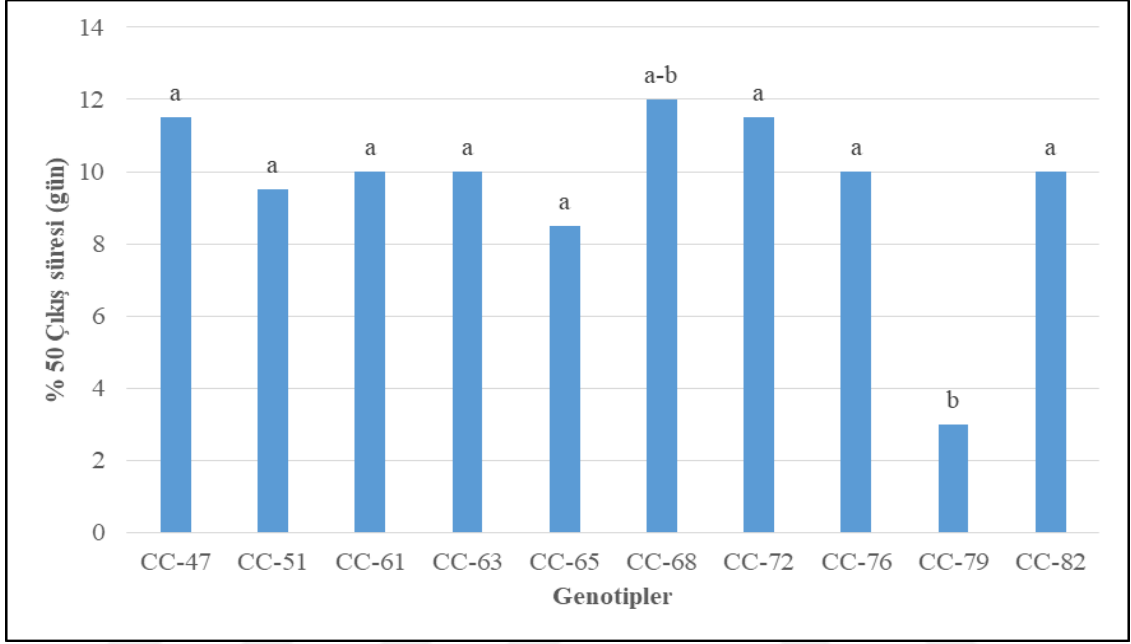


Şekil 4.37. *C. chinense* biber genotiplerinin 27 °C sıcaklığındaki çıkış oranı (%) değerlerinin değişimi ($p < 0.01$ $V_k = 15.26$)

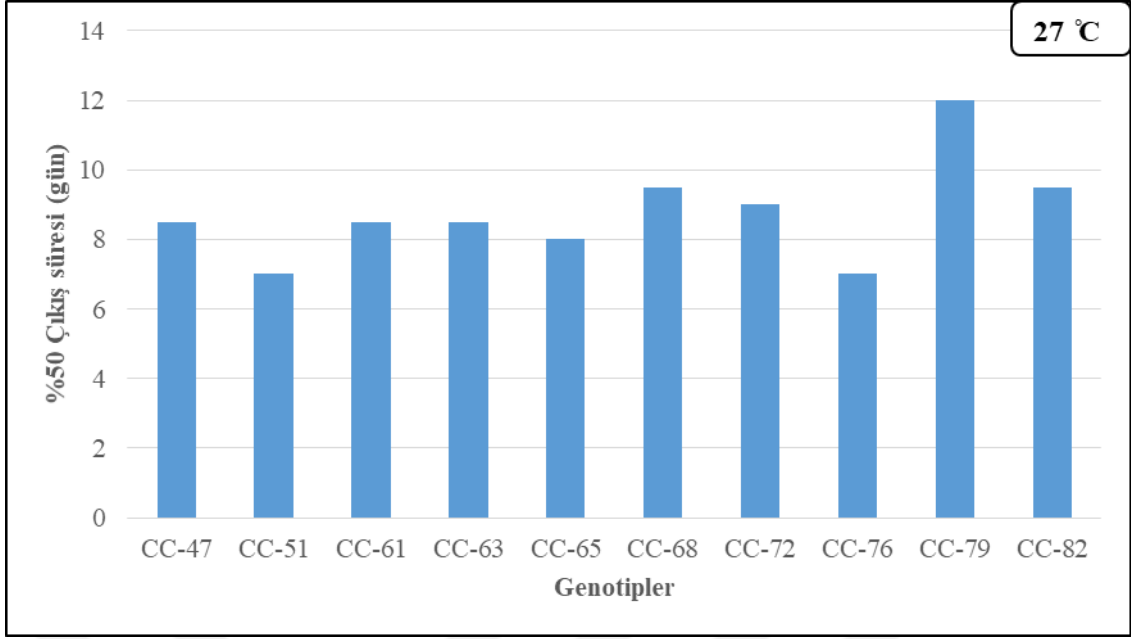
4.4.2. *Capsicum chinense* türüne ait biber tohumlarının optimum sıcaklıklardaki %50 çıkışa kadar geçen gün sayılarının değişimleri

Tez çalışmasında, *C. chinense* türüne ait biber tohumlarında çıkış testleri sonucunda %50 çıkışları için geçen gün sayıları ile optimum sıcaklık değerleri (24 °C-27 °C) arasındaki ilişkilerde incelenmiştir (Şekil 4.39 - Şekil 4.40). Araştırmada, 24 °C sıcaklık uygulamasında biber genotiplerinde %50 oranında çıkışa kadar geçen sürenin, 8 ile 12 gün arasında değiştiği belirlenmiştir. 24 °C de en erken çıkış süreleri (8. gün) CC-51 ve CC-65 biber genotiplerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.38). Ayrıca, 24 °C sıcaklık uygulamasında en geç çıkış süresinin CC-68 genotipinde olduğu bulunmuştur. Denemede, 27 °C de sıcaklıkta genotiplerin %50 çıkışına kadar geçen sürenin, 7 ile 12 gün arasında değiştiği saptanmıştır. 27 °C de en erken %50 çıkış süreleri CC-51 ve CC-76 biber genotipinde bulunmuştur (Şekil 4.39). Ayrıca 27 °C'de en geç çıkış süresi CC-79 biber genotipinde bulunmuştur (Şekil 4.39). Araştırma sonucuna göre; 27 °C de, biber genotiplerinde 24 °C sıcaklık uygulamasına göre daha kısa sürede %50 çıkış süresine

ulaştıkları tespit edilmiştir. Analiz sonucunda bütün genotiplerin 24 °C de %50 çıkış süresinin (gün) arttığı istatistiki açısından %5 olasılık düzeyine göre önemlilik gösterdiği bulunmuştur. 27 °C ise %50 çıkış süresi (gün) istatistiki aından önemsiz olarak bulunmuştur.



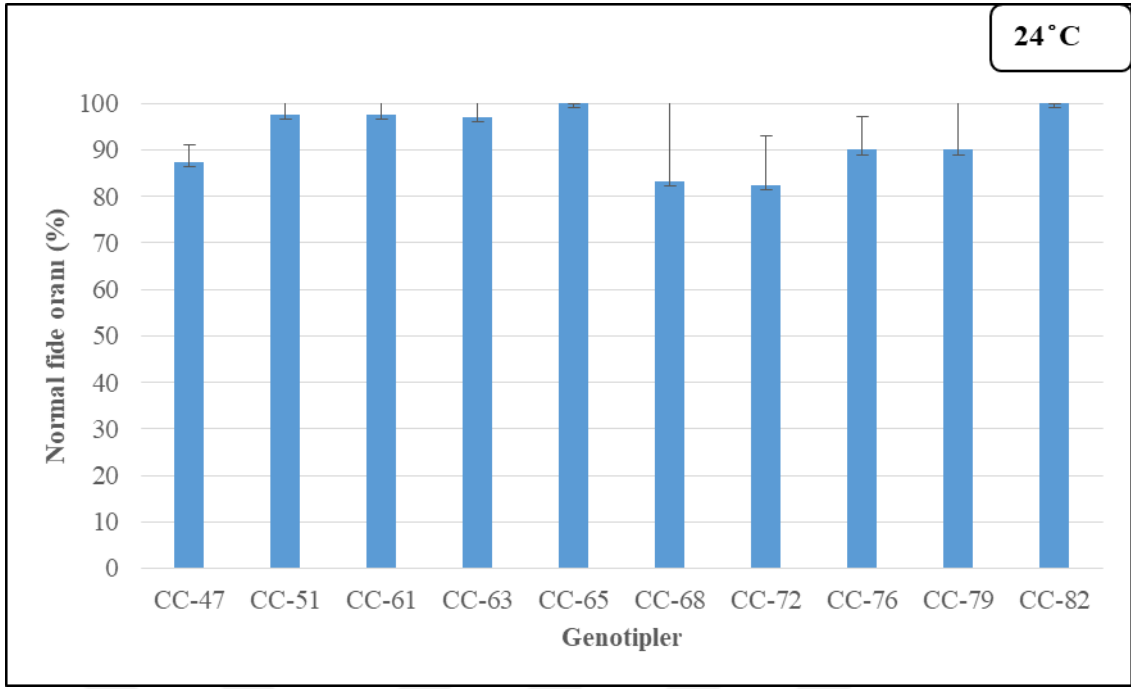
şekil 4.38. *Capsicum chinense* biber genotiplerinin 24 °C sıcaklıkta %50 çıkış süreleri (gün) yönünden dağılışı ($p < 0.05$ VK=30.68).



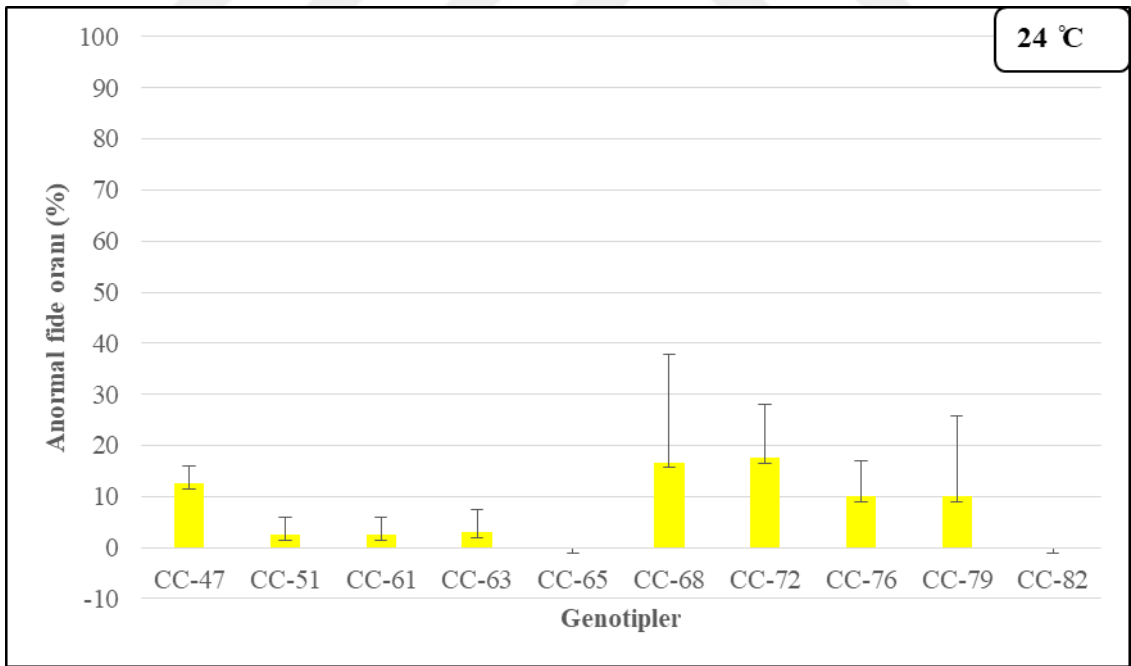
Şekil 4.39. *Capsicum chinense* biber genotiplerinin 27 °C sıcaklıkta %50 çıkış süreleri (gün) yönünden dağılışı ($p < 0.05$ VK=32.76).

4.4.3. *Capsicum chinense* türüne ait biber tohumlarının optimum (24 °C - 27 °C) sıcaklıklarda normal ve anormal fide sayıları yönünden karşılaştırılması

Tez çalışmasında; çıkış testinde 20. gün sonunda oluşan fideler normal (iyi gelişmiş kök ve sürgün) ve anormal (kıvrılma, camsı yapı vs.) olarak ayırt edilmiş, normal çimlenme gösterenlerin sayısı % oranı olarak belirlenmiştir (Şekil 4.41-Şekil 4.42). Araştırma sonucunda; 24 °C de CC-65 biber genotipi ve CC-82 biber genotipinde %100 oranında normal fide çıkışının olduğu saptanmıştır (Şekil 4.40). CC-72 biber genotipinde ise %82.6 oranı ile en düşük normal fide çıkışı meydana gelmiştir. Denemede; 24 °C de CC-65 ve CC-82 biber genotiplerinde anormal fide oluşumu görülmemiştir. Anormal fide oluşumu en fazla görülen genotipler sırası ile % 17.5 oranı ile CC-72, %16.6 oranı ile CC-68 ve %12.5 oranı ile CC-47 olduğu saptanmıştır. (Şekil 4.41).

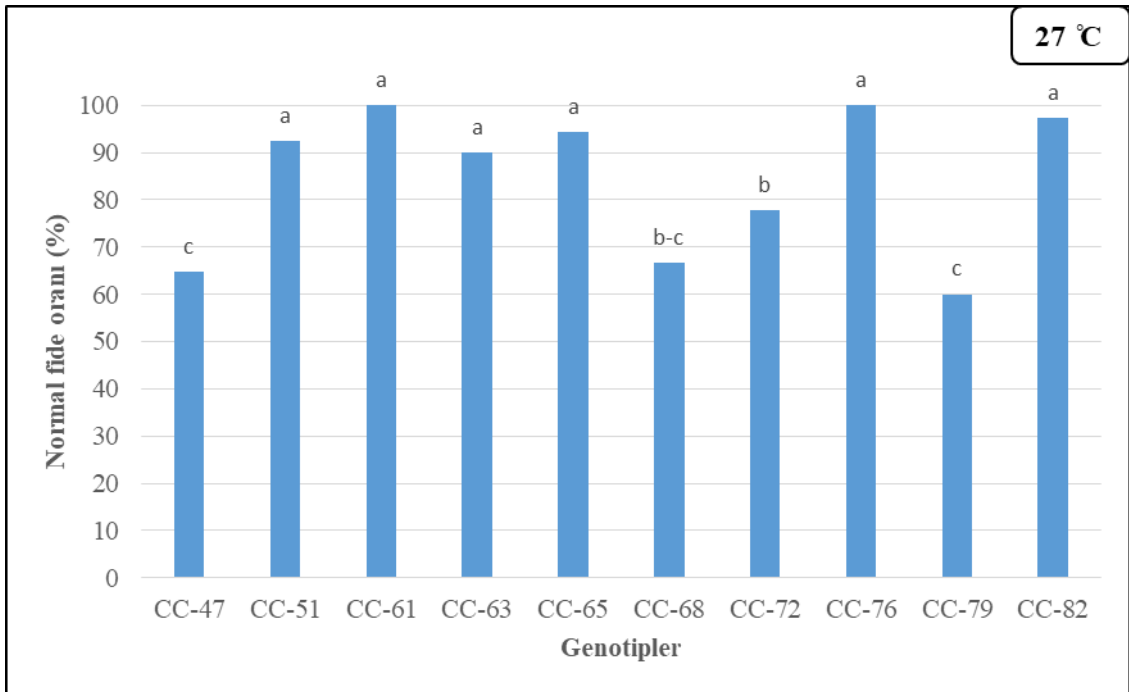


Şekil 4.40. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde 24 °C sıcaklık değerinde normal fide oluşum oranı (%) değerlerinin değişimi ($p < 0.01$ VK = 10.83)

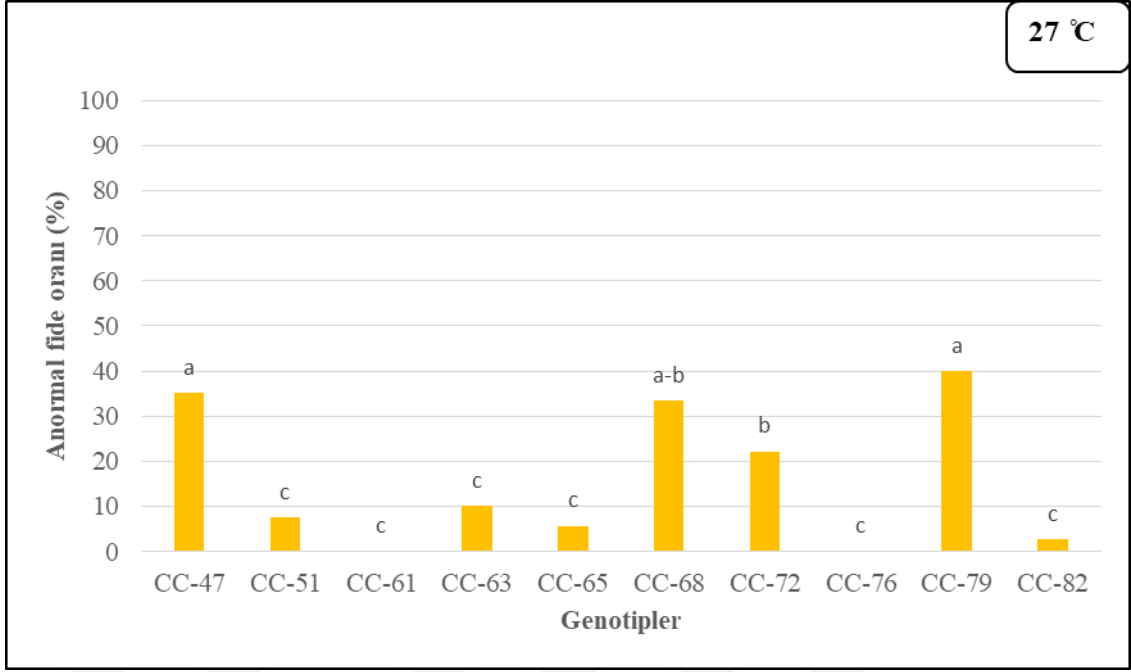


Şekil 4.41. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde 24 °C sıcaklık değerindeki anormal fide oluşum oranı (%) sonuçları ($p < 0.01$ VK = 135.17)

Araştırma sonucunda; 27 °C de CC-61 biber genotipi ile CC-76 biber genotipinde %100 oranında normal fide çıkışı meydana gelmiştir (Şekil 4.42). Bu sıcaklık uygulamasında en düşük normal fide oranı, CC-79 genotipinde %60 oranı ve CC-47 biber genotipinde ise %64.9 oranında normal fide çıkışı olduğu bulunmuştur. 27 °C de CC-61 ve CC-76 biber genotiplerinde ise anormal fide çıkışı görülmemiştir. Araştırma sonucunda, anormal fide çıkışı en fazla görülen genotiplerin sırası ile % 40 ile CC-79 ve %35.1 oranı ile CC-47 genotiplerinde olduğu saptanmıştır. Diğer genotiplerde ise %10 oranı ve altında anormal fide oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.43).

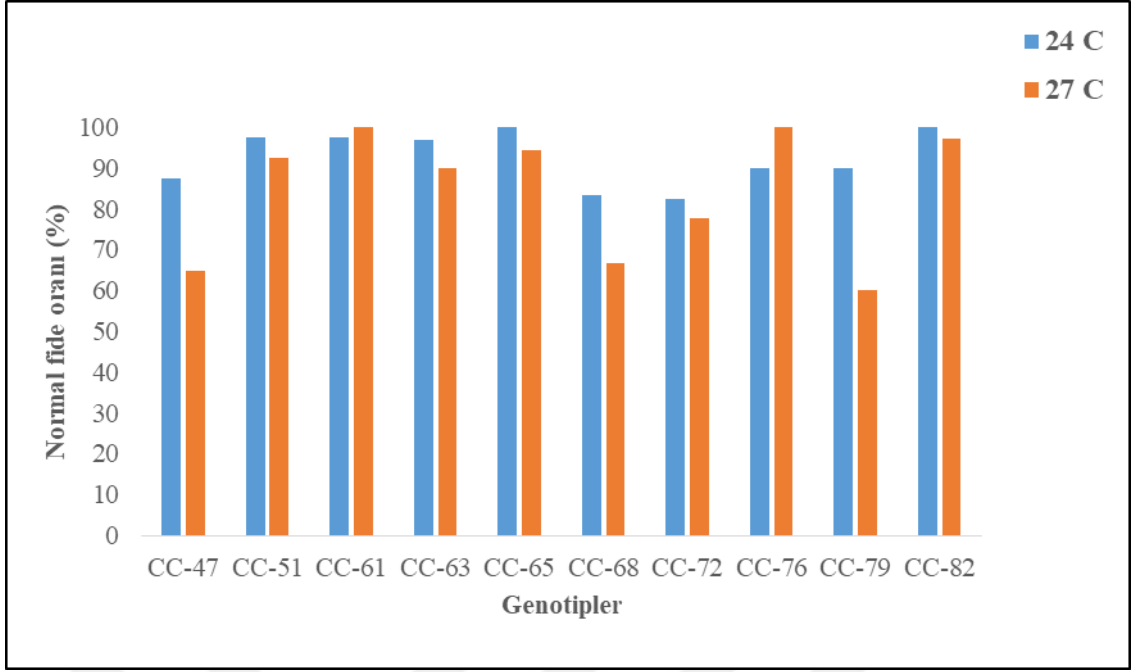


Şekil 4.42. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 27 °C de normal fide oluşum oranı (%) değerlerinin değişimi (P<0.01 VK= 11.37)



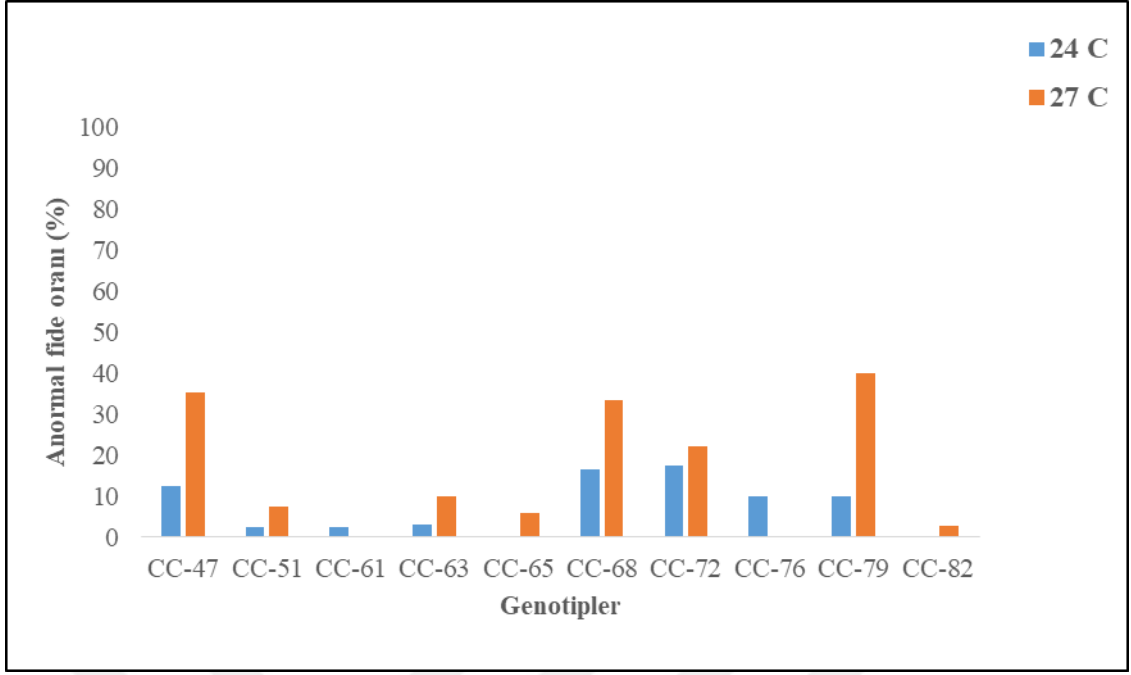
Şekil 4.43. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 27 °C sıcaklığındaki anormal fide oluşum oranı (%) sonuçları (p<0.01 VK = 28.44)

Araştırma sonucunda 24 °C ve 27 °C sıcaklıklarına ait sonuçlar birlikte karşılaştırıldığında genotipler arasında farklılıklar görülmekle birlikte en fazla 24 °C de normal fide oluşumunun meydana geldiği tespit edilmiştir (Şekil 4.44).



Şekil 4.44. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 24 °C ve 27 °C sıcaklık uygulamalarında normal fide oranı (%) değerleri yönünden karşılaştırılması

27 °C sıcaklık uygulamasında ise anormal fide oluşumunun daha fazla olduğu saptanmıştır. Çalışmada *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 24 °C'ye ait normal fide ve anormal fide oransal dağılımları incelendiğinde, istatistiksel olarak önemsiz düzeyde olduğu belirlenmiştir. 27 °C'ye ait biber genotiplerinde ise normal fide ve anormal fide oransal dağılımları incelendiğinde, istatistiksel olarak önemli düzeyde farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.45).



Şekil 4.45. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin 24 °C ve 27 °C de anormal fide oranı (%) değerleri yönünden karşılaştırılması

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Capsicum cinsi içerisinde yer alan kültüre alınmış olan önemli biber türlerinden birisi de *C. chinense* türüdür. Bu tür, Dünya’da en fazla Orta Amerika ve Güney Amerika ülkelerinde yayılış göstermektedir. Ülkemizde ise *C. chinense* türü çok fazla tanınan bir biber türü değildir. Ancak *C. chinense* türü biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklılık yönünden önemli bir genetik kaynaktır. Bu nedenle, ülkemizde gerek aşılı biber fidesi üretiminde anaç olarak kullanımı veya dayanıklı yeni biber çeşitlerinin geliştirilmesinde önemli bir gen kaynağı olarak değerlendirilmesi büyük bir önem taşımaktadır. Biber tohumlarında sıcaklıklara bağlı olarak çimlenme performansları değişkenlikler göstermekte ve kademeli çıkışlar görülmektedir. *C. annuum* türüne ait biber çeşitlerinde çimlenme sıcaklıklarının belirlenmesine yönelik bazı araştırmalar bulunmasına rağmen, *C. chinense* türünde tohum çimlenme ve çıkış performanslarının belirlenmesine yönelik araştırma sayısı oldukça az ve sınırlı düzeydedir. Bu tez çalışması ile ülkemizde ilk defa *C. chinense* türüne ait biber tohumlarında çimlenme için minimum, optimum ve maksimum sıcaklık değerlerinin belirlenmesi ve sıcaklık faktörünün çimlenme ve çıkış kapasiteleri üzerine olan etkileri ayrıntılı olarak incelenmiştir. Tarımda kullanılan matematiksel modeller yardımıyla tohum canlılık parametreleri de tahmin edilebilmektedir. Bu çalışmada *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinin farklı sıcaklık uygulamalarında elde edilen çimlenme parametrelerine göre sıcaklığın etkisi de modellenmiştir. Elde edilen bu sonuçların, tohum fizyolojisi alanında yapılacak yeni çalışmalara temel oluşturma özelliği bulunmaktadır.

Tez çalışması sonucunda elde edilen bazı önemli sonuçlar aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır.

a. Araştırmada, *C. chinense* türüne ait genotiplerin 1000 tane tohum ağırlıklarının 2.4-4.8 g arasında (Şekil 4.1) ve tohum nem miktarlarının ise % 6-8.5 arasında değişim gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4.2). Genotiplerin büyük bir çoğunluğunda 1000 tane tohum ağırlıklarının 3 g ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Tohumlarda nem içeriği, en yüksek CC-61 biber genotipinde % 8.5 ve en düşük ise CC-79 genotipinde %6.0 olarak tespit edilmiştir.

b. *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerinde; 9°C-39°C arasındaki sıcaklıkları arasında 11 farklı sıcaklık uygulamasında çimlenme testi analizleri yapılmıştır.

Denemede 9°C, 12°C, 15°C, 18°C ve 39°C sıcaklık uygulamalarında çimlenmenin hiç meydana gelmediği tespit edilmiştir. Ayrıca, 36°C sıcaklık uygulamasında tohumlarda bazı *C. chinense* genotiplerinde (CC-61, CC-72, CC-76, CC-79, CC-82) çimlenmenin gerçekleşmediği saptanmıştır.

c. Araştırma sonuçlarına göre; 21°C ve 33°C arasındaki sıcaklık değerlerinde artan sıcaklıklara bağlı olarak *C. chinense* türüne ait tüm biber genotiplerinde tohum çimlenme hızı performanslarının belirgin düzeylerde artışlar gösterdikleri saptanmıştır. Belirtilen sıcaklık aralığında en yüksek çimlenme hızı performansının, CC-51 genotipinde %97.7 oranında olduğu belirlenmiştir.

d. Çalışmada tüm çimlendirme testi analizlerinde; sıcaklık artışına bağlı olarak *C. chinense* biber genotiplerinin tamamında çimlenme oranlarının belirgin düzeylerde artışların olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.24). Özellikle 24°C ve 27°C sıcaklık uygulamalarında; CC-47, CC-51, CC-61 ve CC-63 genotiplerinde %90 oranının üzerinde çimlenme oranlarına sahip oldukları saptanmıştır. CC-51 genotipi, 24 °C de %100 ve 27 °C sıcaklıkta %99 oranı ile en yüksek çimlenme oranına ulaşan biber genotipi olarak tespit edilmiştir. Tez çalışmasında 36 °C sıcaklık uygulamasında, bazı biber genotiplerinde çimlenme oranlarının belirgin düzeylerde azalışlar gösterdikleri ve CC-47, CC-61, CC-72, CC-76, CC-79, CC-82 genotiplerinde ise tohumların hiç çimlenmediği belirlenmiştir.

e. Araştırmada farklı sıcaklık uygulamalarının genotiplerin çimlenme oranları üzerine istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğu bulunmuştur. Buna göre en yüksek çimlenme oranı değerleri için 27 C ve 24 C sıcaklık uygulamalarının diğer sıcaklıklara göre optimum çimlenme sıcaklıklar olduğu saptanmıştır (Tablo 4.2). Ayrıca *C. chinense* biber genotipleri farklı sıcaklık değerlerinde göstermiş oldukları çimlenme oranı performansları yönünden varyans analizi ile karşılaştırıldığında CC-63 ve CC-51 genotiplerinin diğer genotiplere göre öne çıktığı belirlenmiştir (Tablo 4.3).

f. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde çimlenme oranlarının sıcaklığa olan tepkisinden elde edilen mevcut veriler, $[D= a + (b \times T) + (c \times T^2)]$ model yardımıyla tahmini olarak hesaplandığında elde edilen regresyon katsayılarının (R^2), 0.33-0.95 arasında değiştikleri saptanmıştır. Araştırma sonucunda, tüm biber genotiplerinin 9 °C-15 °C arasındaki sıcaklık aralığında tohumların çimlenme göstermedikleri tespit edilmiştir.

En yüksek regresyon katsayısı değeri, 0.95 ile CC-51 biber genotipinde hesaplanmıştır (Şekil 4.36).

g. *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde, 24 °C’de çıkış oranlarının 27 °C sıcaklığına göre yüksek değerlerde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, 24 °C de %100 çıkış oranı ile CC-47, CC-51, CC-61, CC-72, CC-76, CC-82 genotipleri en yüksek çıkış oranına sahip olan biber genotipleri olarak belirlenmiştir (Şekil 4.37). Ayrıca, 27 °C sıcaklıkta CC-51 genotipinde, %100 çıkış oranı olduğu saptanmıştır.

h. Tez çalışmasında, 24 °C sıcaklık uygulamasında *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde %50 oranında çıkışa kadar geçen sürenin, 8 ile 12 gün arasında değiştiği 27 °C sıcak uygulamasında ise bu sürenin, 7 ile 12 gün arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırma genel sonucuna göre; *C. chinense* biber genotiplerinin 27 °C’de, 24 °C sıcaklık uygulamasına göre genel olarak daha kısa sürede %50 çıkış süresine ulaştıkları tespit edilmiştir.

ı. *Capsicum chinense* türüne ait biber genotiplerinde; 24 °C de %100 oranında normal fide çıkışı (CC-65 ve CC-82 genotiplerinde) olduğu belirlenmiştir. Anormal fide oluşumu en fazla görülen genotipler ise CC-72 (%17.5), CC-68 (%16.6) ve CC-47 (%12.5) olarak saptanmıştır. (Şekil 4.44). Denemede 27 °C de en fazla (%100 oranında) normal fide oranı CC-61 ve CC-76 genotiplerinde tespit edilmiştir. 27 °C de CC-61 ve CC-76 biber genotiplerinde ise anormal fide çıkışı görülmemiştir. Araştırma sonucunda 24 °C ve 27 °C sıcaklıklarına ait sonuçlar birlikte karşılaştırıldığında genotipler arasında farklılıklar görülmekle birlikte en fazla 24 °C de normal fide oluşumunun meydana geldiği tespit edilmiştir.

Bu tez çalışması ile *C. chinense* türüne ait biber genotiplerinde yüksek ve düşük sıcaklık uygulamaları ile optimum çimlenme sıcaklık performansları birlikte değerlendirilmiş ve pratik değeri olan önemli kazanımlar sağlanmıştır. Bu araştırma sonrasında çimlenme performansı yüksek olan *C. chinense* genotiplerinin anaç ıslahında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece gelecekte aşılı biber anaç ıslahı çalışmalarında *C. annuum* x *C. chinense* melezlerinde ortaya çıkan düşük çimlenme sorunun çözümünde tohum canlılık performansı yönünden seçilen *C. chinense* genotiplerinin kullanılması planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ahmed, Z. Anwar, S. Baloch, A.R. Ahmed, S. Muhammad, F. Alizai, N.A. Ahmed, M. Khan, S. and Faisal, S. (2017). Effect of haloprimering on seed germination and seedling vigor of solanaceous vegetables. *Journal of Natural Sciences Research*, 7:9, 1-9.
- Amjad, M. Ziaf, K. Iqbal, Q. Ahmad, I. Riaz, M.A. and Saqib, Z.A. (2007). Effect of seed priming on some characteristic of seedling and seed vigor of tomato. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 44:3, 408-416.
- Arabacı, Ç. (2015). Kapsaisin Biberde (*Capsicum annuum* L.) Çimlenme, Çıkış ve Bitki Gelişimine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı 54s. Tekirdağ.
- Ashraf, M. and Foolad, M.R. (2005). Pre-Sowing Seed Treatment-A Shotgun Approach To Improve Germination, Plant Growth, and Crop Yield Under Saline and Non-Saline Conditions. *Advances in Agronomy*, 88: 223-271.
- Balkaya, A. (2004). Modelling the Effect of Temperature on the Germination Speed in Some Legume Crops. *Journal of Agronomy*, 3 (3): 179-183.
- Balkaya, A, Kurtar, E.S. and Cemek, B. (2008). Modelling the Effect of Temperature on Germination Power in Some Brassica Species In Turkish. IIIth Seed Congress of Turkey, 25-28 June, 37-41, Cappadocia, Turkey.
- Balkaya, A. Uzun, S. and Odabaş, M.S. (2004). Determination of the Relationship Between Sowing Time and Light Interception in Red Podded Bean Growing. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3 (2): 223-230.
- Balkaya, A. (2009). Türk Tarımında Tohumculuk, *Türk Tarım Dergisi*, (188), 39-45.
- Barboza, G. E. Garcia, C. C. Gonzalez, S. L. Scaldaferrro, M. and Reyes, X. (2019). Four New Species of *Capsicum* (*Solanaceae*) From The Tropical Andes and An Update On The Phylogeny of the Genus. *PloS one*, 14: 1.
- Baskin, C.C and Baskin J.M. (1998). *Seeds: Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, San Diego, CA, USA.
- Başak, Ö. (2006). Kontrollü Yaşlandırma Testinin Biberde Tohum Partilerinin Düşük ve Yüksek Sıcaklıkta Fide Çıkışı ve Depo Ömrünün Tahmininde Kullanılması Yüksek Lisans Tezi Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı 43s. Ankara.
- Başay, S. (2020). Organik Tarımda Sürdürülebilirlik İçin Biberde (*Capsicum annuum* L. var. Kandil Dolma) Organik Tohum Üretiminin Değerlendirilmesi *Alatarım 2020*, 19 (2): 66 - 74 66.
- Bewley, J. and Black, M. (1994). *Seeds: Physiology of Development and Germination*. 2nd Edition Plenum Press, New York.
- Bradford, K.J. (2004). Seed Production and Quality, College of Agricultural and Enviromental Sciences, <http://veghome.ucdavis.edu/>, pp:31-57.
- Cantliffe, D.J. and Abebe, Y. (1993). Priming "Solarset" Tomato Seeds To Improve Germination At High Temperature, *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, (106), 177-183.
- Cengiz, E. (2017). Bazı Kabak Anaçlarında Tohumların Çimlenmesi ve Çıkış Üzerine Sıcaklığın Etkisinin Modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

- Çetin, M. (2004). Ön çimlendirmiş (Priming) Soğan ve Biber Tohumlarının Çimlenme ve Fide Çıkışı Yöntem ve Süresinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Üzerine Depolama Enstitüsü, Bahçe Bitkileri ABD, İzmir, 105s.
- Demir, E. ve Balkaya, A. (2005). Samsun Ekolojik Koşullarında Yaprak Lahana Genotiplerinde (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Tohum Olgunlaşma Dönemlerinin Belirlenmesi. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 20(2), 52-56.
- Demir, I. and Okeu, G. (2004). Aerated Hydration Treatment for Improved Germination and Seedling Growth in Aubergine (*Solanum melongena*) and Pepper (*Capsicum annuum*), Ann Appl. Biol, 144: 121-123.
- Demirkaya, M. (2006). Polietilenglikol İle Ozmotik Koşullandırma ve Hümidifikasyon Uygulamalarının Biber Tohumlarının Çimlenme Hızı ve Oranı Üzerine Etkileri. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22:(1-2), 223-228.
- Demirkaya, M. (2016). Metil Jasmonat ve Deniz Yosunu (*Ascophyllum nodosum*) Ekstraktı ile Ozmotik Koşullandırma Uygulamalarının Düşük Sıcaklıkta Biber Tohumlarının Çimlenme ve Ortalama Çimlenme Süresi Üzerine Etkileri Selçuk Journal of Agriculture and FoodSciences Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi 30(2): 141-146.
- Eken, N.İ. ve Mavi, K. (2014). Çan Biberinde (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) Meyve Olgunluk Dönemleri İle Tohum Gelişimi ve Kalitesi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi Journal of Agricultural Sciences Doi: 10.1501/Tarimbil_0000001369.
- Eshbaugh, W. H. (Vincent M. Russo) (2012). The taxonomy of the genus Capsicum. In: Peppers Botany Production and Uses. CAB International, 14-28.
- Eşiyok, D. (2012). Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İzmir, 402s.
- Evans, L.T. Wardlaw, L.F and Fischer, R.A (1975). "Wheat", In: Evans, L.T. (ed.) Crop Physiology. Cambridge University Press, USA, 101-149.
- Finch-Savage W.E. and Phelps, K. (1993). Onion (*Allium cepa* L.) Seedling Emergence Patterns Can be Explained by the Influence of Soil Temperature and Water Potential on Seed Germination. Journal of Experimental Botany, 44: 407-414.
- Garrido, L. and Laurentin, H. (2021). Germination in a venezuelan type of *Capsicum chinense* Jacq. influence of fruit ripening and seed extraction from the fruit. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 19 (1). 45-53
- Gerson, R. and Honma, S. (1978). Emergence Response of The Pepper At Low Soil Temperature. *Euphytica*, 27(1), 151-156.
- Greenleaf, W. H. (1986). Pepper breeding. Breeding Vegetable Crops. CAP International. The Cambridge University Press, United Kingdom, 76-82.
- Günay, A. (1992). Özel Sebze Yetiştiriciliği.1 (2): 14-15, Ankara.
- Günay, A. (2005). Sebze Yetiştiriciliği. Baskı (1), 502, Türkiye.
- Hay, R.K.M and Walker, A.J (1989). Endogenous and Environmental Factors Effecting Photosynthesis: Water Stress. In: Hay R K M & A J Walker eds. an Introduction to the Physiology of Crop Yield, Longman Scientific & Technical, 48-80, New York.
- Heuvelink, E. (1995). Growth, Development and Yield of a Tomato Crop: Periodic Destructive Measurements in a Greenhouse. *Scientia horticulturae*, 61(1-2), 77-99.
- ISTA. (1993). International rules for seed testing. Seed Science and Technology, 21, 25-30.
- ISTA. (1999): International Rules for Testing Seeds. Seed Sci. and Technol. 27: 155-175.

- ISTA. (2003). Handbook of vigour test methods (Second edition). International Seed Testing Association, Zürich, Switzerland, 49-56.
- ISTA. (2007). International Rules for Seed Testing. Edition 2007. International Seed Testing Association. Bassersdorf, Switzerland.
- Kandemir, D. Özkarman, F. Özer, H. Yücel, H.Ş. Tarım, G. Saka, A.K ve Uzun, S. (2012). Bazı Baklagil Tohumlarının Çimlenme Zamanları Üzerine Sıcaklığın Etkisinin Modellenmesi. 9. Ulusal Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiri Kitabı, 81-92, Konya.
- Kandemir, D. ve Uzun, S. (2019). Farklı Işık ve Sıcaklık Şartlarının Sera Biber Yetiştiriciliğinde Büyüme Parametreleri Üzerine Kantitatif Etkilerinin Modellenmesi Anadolu Tarım Bilim. Derg./Anadolu J Agr Sci, 34 (2019) ISSN: 1308-8750 (Print) 1308-8769 (Online) Doi: 10.7161/Omuanajas.473656.
- Karaca, A. (2013). Dışarıdan Yapılan Melatonin Uygulamaları İle Biberde Çimlenme Sırasında Üşüme Stresine Karşı Toleransın Arttırılması Yüksek Lisans Tezi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 52s. Kahramanmaraş.
- Kaşka, M. (2020). Sıcaklık Stresi Altında Ispanak (*Spinacia oleracea* L.)'ta Çimlenmesi ve Yağ Asidi Kompozisyonu Arasındaki İlişkiler Yüksek Lisans Tezi Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı 59s. Erzurum.
- Kaya, G. (2008). Biber Tohumlarında Kontrollü Nemlendirme Uygulamasının Tohum Kaltesine Etkisi Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 149s. Ankara.
- Kaymak, H.Ç. (2014). Potential Effect of Seed Fatty Acid Profile of Pepper (*Capsicum annuum* L.) Cultivars on Germination at Various Temperatures. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol.101, no.3, pp.321-326,
- Kevseroğlu, K. and Çalışkan, O. (1995). Effect of Different Temperature Degrees Germination of Some Industry Plants Seeds. Ondokuz Mayıs University Journal of Agriculture Faculty, 10, 23-31.
- Khaba, C. I. Luikham, S. Devi, C. P. Singh, N. A. Chandam, M. and Nath, R. K. K. (2020). Enhancing Seed Germination of King Chilli (*Capsicum Chinense* Jacq.) Using Pre-Treatment Solutions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 9(2), 334-338.
- Khan, H.A. Ayub, C.M. Pervez M.A., Bilal, R.M., Shadid, M.A. and Ziaf, K. (2009). Effect of Seed Priming With Nacl on Salinity Tolerance of Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.) at Seedling Stage. *Soil & Environ*, 28:1, 81-87.
- Khoury, C.K. Carver, D. Barchenger, D.W. Barboza, G.E. Zonneveld, M., Jarret, R., Bohs, L., Kantar, M., Uchanski, M., Mercer, K., Nabhan, G.P., Bosland, P.W. and Greene, S.L. (2020). Modelled Distributions and Conservation Status of the Wild Relatives of Chile Peppers (*Capsicum* L.) Diversity and Distributions. 26:209-225 DOI: 10.1111/ddi.13008.
- Korkmaz, A. ve Korkmaz, Y. (2009). Promotion by 5-Aminolevulenic Acid of Pepper Seed Germination and Seedling Emergence Under Low-Temperature Stress. *Scientia Horticulturae*, 119: 98-102.
- Kurtar, E.S. (2010). Modelling the Effect of Temperature on Seed Germination in Some Cucurbits. *African Journal of Biotechnology*, 9 (9): 1343-1353.
- Kurtar, E.S. Balkaya, A. and Uzun, S. (2004) Modelling the Effect of Temperature on the Germination Power in Some Legume Crops. *Journal of Agronomy*, 3 (4): 311-314.
- Mavi, K. (2016). Çan Biberinde (*Capsicum baccatum* var. *Pendulum* Willd.) Tohum Kalitesi Üzerine Kadife Çiçeği Bitki Çayı İle Yapılan Organik Primingin Etkisi Mustafa Kemal

- Mavi, K. ve Mavi, F. (2012). *Capsicum baccatum* var. *pendulum* Türüne Ait Biber Hattının Tohumlarında Çimlenme İçin Uygun Sıcaklığın Belirlenmesi MKU Ziraat Fakültesi Dergisi 17 (2): 79-86, 2012 ISSN 1300-9362.
- Mavi, K. ve Mavi, F. (2016). Bazı Süs Biberi Genotiplerinin Tohumluk Bitki Özellikleri ve Tohum Çıkış Performansları. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4 (1), 31-35.
- Mavi, K. Bozkurt. ve S. Uzunoğlu, F. (2020). Kavun Türünde Yaprak Alanının Matematiksel Modeller İle Tahminlenmesi Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi 25 (3):370-382, 2020 (Mustafa Kemal University Journal of Agricultural Sciences 25 (3):370-382, 2020) e-ISSN: 2667-7733.
- Moscone, E. A. Scadalferro, M. A. and Gabriele M. (2007). The Evolution of Chili Peppers (*Capsicum – Solanaceae*): a Cytogenetic Perspective. Acta Horticulturae, 745, 137–169.
- Nascimento, W.M (2005). Vegetable Seed Priming to Improve Germination at Low Temperature. Horticultura Brasileira, 23 (2): 211-214.
- Neergaard, P. (1988). Seed Pathology. Vols. I and II, MacMillan Press, Hong Kong.
- Noots, I. Delcour, J.A. and Michiels, C.W. (1998). From Field Barley to Malt: Detection and Specification of Microbia Lactivity For Quality Aspects. Critical Reviews in Microbiology, 25: 121-153.
- Odabaş, M.S and Mut, Z. (2007). Modelling the Effect of Temperature on Percentage and Duration of Seed Germination in Grain Legumes and Cereals. American Journal of Plant Physiology, 2 (5): 303-310.
- Özkaplan, M. ve Balkaya, A. (2020). Topraksız Tarımda Domates Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişme Parametreleri ile Sıcaklık ve Işık Arasındaki İlişkilerin Modellenmesi Mediterranean Agricultural Sciences (2020) 33(2): 181-187 Doi: 10.29136/Mediterranean.687082.
- Öztürk, B. (2011). Lahana (*Brassica oleracea* l. var. *capitata*) Tohum Partilerinde Tohum Gücü Performanslarının Belirlenmesinde Kontrollü Bozulma ve Hızlı Yaşlandırma Testlerinin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 42s. Samsun.
- Ramchiary, N. Kehie, M. Brahma, V. Kumaria, S. and Tandon, P. (2014). Application of Genetics and Genomics Towards *Capsicum* Translational Research. Plant Biotechnol Reports, 8, 101-123.
- Roegen, O. (1987). Variation in Minimum Germination Temperature for Cultivars of Bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Cucumber (*Cucumis sativus* L.) and Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Scientia Horticulturae, 33: 57-65.
- Sağsöz, S. (1990). Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniversitesi Yayınları. No:677. Ziraat Fakültesi Yayınları. No:302, Ders Kitapları Serisi. No:54, 273.
- Sağsöz, S. (1995). Tohumluk Bilimi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:677 Ziraat Fakültesi Yayınları No:302, Ders Kitapları Serisi No: 54, 299s.
- Saleh, M.M. Abou-Hadid, A.F. and El-Beltagy. A.S. (1996). Sweet Pepper Emergence Seedling Growth After Seed Pre-Germination, Acta Horticulturae, (434). doi: 10.17660/ActaHortic.1996.434.41.

- Saraçoğlu, T. ve Özarslan, C. (2015). Kiraz Domatesi Meyvesinin Kütle ve Hacminin Matematiksel Modellemesi Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 2015; 12(1) :103 – 108.
- Sivritepe, Ö. ve Şentürk, B. (2011). Biber Tohumlarının Fizyolojik Olarak İyileştirilmesi İçin Su ve Tuz Çözeltileri ile Yapılan Priming ve Kurutma Uygulamalarının Karşılaştırılması, U. Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 25:1, 53-64.
- Süslüoğlu, Z. (2014). Bazı Tohum Ön Uygulamalarının Tatlı Biber Tohumlarının Stres Sıcaklıklarında Çimlenme ve Çıkış Performansları Üzerine Etkileri Yüksek Lisans Tezi, Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 66s. Bingöl.
- Şalk, A. Arın, L. Deveci, M. ve Polat, S. (2008). Özel sebzeçilik, Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 448, Tekirdağ.
- Şehirali, S. (1997). Tohumluk ve Teknolojisi. 422, İstanbul.
- Taş, K. (2020). *Capsicum chinense* Türüne Ait Biber Genotiplerinin Morfolojik ve Moleküler Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 95s. Samsun.
- Taylor, A.G. (1997). Seed Storage, Germination and Quality. in: Wien, H.C. (ed.) The Physiology of Vegetable Crops. 1-36. CAB International, Wallingford, U.K.
- Turhan, A. (2018). Farklı Bor Uygulamalarının Kırmızı Biberin Çimlenmesi ve Fide Gelişimi Üzerine Etkileri Uludağ Üniversitesi, Mustafakemalpaşa Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 16500, Cilt:3 Sayı:2 (2018) 1-11 ©ADÜ.
- Uzun, S. (1997). Sıcaklık ve Işığın Bitki Büyüme, Gelişme ve Verimine Etkisi (I.Büyüme). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 12 (1): 147–156.
- Uzun, S. Marangoz, D. and Özkaraman, F. (2001). Modeling the Time Elapsing from Seed Sowing to Emergence in Some Vegetable Crops. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4 (4): 442-445.
- Vural, H. Eşiyok, D. ve Duman, İ. (2000). Kültür sebzeleri (Sebze Yetiştirme). Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 331-338, İzmir.
- Watkins, J.T. and Cantliffe, D.J. (1983). Hormonal Control of Pepper Seed Germination. Hort Science, 18: 342-343.
- Yadav, P.V. Kumari, M. and Ahmed, Z. (2011). Chemical Seed Priming as Simple Technique to Impart Cold and Salt Stress Tolerance in Capsicum. Journal of Crop Improvement, 25: 497-503.
- Yıldırım, E. and Güvenç, I. (2006). Salt Tolerance Of Pepper Cultivars During Germination And Seedling Growth. Turk. J. Agric. For. 30, 347-353.
- Yiğit, Ü. (2019). Domates Anacı Tohumlarında Bazı Kaliteyi İyileştirici Uygulamaların Çimlenme Ve Çıkış Kapasitesi Üzerine Etkileri Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, 62s. Samsun.
- Yücel, A. Atılgan, A. ve Aktaş, H. (2019). Domates (*Solanum lycopersicum* L.) Bitkisinin Büyüme Derece-Gün Değerlerinin Modellenmesi: Çukurova Yöresi Örneği Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 7(sp2): 23-28, 2019 DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v7isp2.23-28.3095>.