



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BAHÇE BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**FARKLI BİBER TİPLERİNDE PAKLOBUTRAZOL DOZLARININ
FİDE GELİŞMESİ VE KALİTESİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim KARATAŞ

Danışman: Prof.Dr. Naif GEBOLOĞLU

TOKAT- 2024

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU danışmanlığında hazırlamış olduğum “Farklı biber tiplerinde paklobutrazol dozlarının fide gelişmesi ve kalitesine etkisi” adlı Yüksek Lisans tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

29/01/2024

İbrahim KARATAŞ

İmza

JÜRİ KABUL VE ONAY

İbrahim KARATAŞ tarafından hazırlanan “**Farklı biber tiplerinde paklobutrazol dozlarının fide gelişmesi ve kalitesine etkisi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 17/01/ 2024 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen Jüri tarafından Oy Birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzası

Üye (Başkan) : Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül DURUKAN KUM

Üye: Prof. Dr. Haluk Çağlar KAYMAK

ONAY

...../...../2024

Doç. Dr. Yusuf TEMÜR

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEŐEKKÖR

“Farklı biber tiplerinde paklobutrazol dozlarının fide gelişmesi ve kalitesine etkisi” isimli tez çalışmamın belirlenmesi, projelendirilmesi ve yürütülmesinde, denemenin kurulmasından çalışmanın son aşamasına kadar bilgi birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren ve manevi desteğini her zaman hissettiğim kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU’na sonsuz teşekkür ederim.

Yürüttüğüm bu çalışmanın her aşamasında desteğini esirgemeyen doktora öğrencileri Emine POLAT ve Elif YELLİ’ye teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca her türlü fedakarlığı gösteren ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkür ederim.

Tez çalışmamın ülkemiz tarımına ve dünya bilimine katkılar sağlamasını temenni ederim.

İbrahim KARATAŞ
29 Ocak 2024

ÖZET

FARKLI BİBER TİPLERİNDE PAKLOBUTRAZOL DOZLARININ FİDE GELİŞMESİ VE KALİTESİNE ETKİSİ

Karataş, İbrahim

Yüksek Lisans, Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Naif Geboloğlu

Ocak 2024, viii + 61 sayfa

Paklobutrazol (PBZ) fide boyunun kontrol edilmesinde kullanılan en önemli büyüme düzenleyicidir. Paklobutrazol uygulamalarında en önemli sorun uygulama şekli ve dozudur. Biber çok sayıda genotipe sahip bir tür olup, bu genotiplerin çimlenme, çıkış ve fide gelişme kuvvetleri çoğunlukla birbirinden farklıdır. Bu çalışmada farklı biber tiplerinde fide yetiştiriciliğinde en etkili paklobutrazol dozlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu maksatla 4 farklı biber tipinde (dolma biber, sivri biber, kapyra biber ve üç burun biber) 1 hibrit ve 1 standart çeşit veya yerel popülasyon olmak üzere 8 biber genotipi kullanılmıştır. Çalışmada paklobutrazolun 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 ppm dozları fide gelişiminin iki farklı evresinde bitkilere uygulanmıştır. İlk uygulama kotiledon yaprakları yere paralel olacak düzeye geldiklerinde yapılmıştır. İkinci uygulama ise ilk gerçek yapraklar 0.5 cm genişliğe ulaştığında yapılmıştır. Her uygulamada 0.3 ml paklobutrazol yapraktan spreyci şeklinde bitkilere püskürtülmüş, uygulamadan 5 dakika sonra sulama yapılarak paklobutrazolun yapraktan yıkanarak kök bölgesine inmesi sağlanmıştır. Tohum ekiminden 50 gün sonra fidelerde gözlemler yapılmıştır. Deneme bölünmüş parseller deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüş olup, ana parseller genotipler, alt parseller ise paklobutrazol dozlarıdır. Çalışmada paklobutrazol dozu arttıkça fide boyunda önemli düzeyde kısalma görülmüştür. Fide boyu ve diğer kalite parametreleri birlikte değerlendirildiğinde genotiplere göre değişmekle beraber 20 ve 40 ppm PBZ dozları en etkili dozlar olarak belirlenmiştir. Anemon F1 genotipinde 20 ppm, Kandil, Gama F1, Burdem ve Esen F1 genotiplerinde 30 ppm, Postal, Arima F1 ve Tokat biberi genotiplerinde 40 ppm paklobutrazol dozları en etkili dozlar olarak belirlenmiştir. 10, 50 ve 60 ppm paklobutrazol dozları fide kaltesinde önemli kayıplara yol açmıştır. Sonuç olarak, biberde fide yetiştiriciliğinde paklobutrazol dozlarının yetiştirilecek genotipe göre belirlenmesi gerektiği, standart bir dozun bütün genotipler için uygun olmadığı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fide Boyu, Fide Rengi, Gövde Çapı, Kuru Ağırlık, Yaprak Sayısı

ABSTRACT

EFFECT OF PACLOBUTRAZOL DOSES ON SEEDLING GROWTH AND QUALITY IN DIFFERENT PEPPER TYPES

Karataş, İbrahim

Master's Thesis, Horticulture Department

Advisor: Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU

January 2024, viii + 61 pages

Paclobutrazol is the most important plant growth regulator used to control seedling height. The most important problem in paclobutrazol applications is the application method and dosage. Pepper is a species which has many genotypes, and the germination, emergence and seedling development strengths of these genotypes are often different from each other. This study aimed to determine the most effective doses of paclobutrazol in seedling cultivation of different pepper types. For this purpose, 8 pepper genotypes, including 1 hybrid and 1 standard variety or local population, were used in 4 different pepper types (bell pepper, green pepper, capia pepper and three-lobed pepper). In the study, 10, 20, 30, 40, 50 and 60 ppm paclobutrazol doses were applied to plants at two different seedling development stages. The first application was made when the cotyledon leaves reached a level where they were parallel to the ground. The second application was made when the first true leaves reached a width of 0.5 cm. In each application, 0.3 ml of paclobutrazol was sprayed onto the seedlings as a foliar spray, and 5 minutes after the application, irrigation was done to ensure that the paclobutrazol was washed from the leaves and reached the root area. Observations were made on seedlings 50 days after seed sowing. The experiment was conducted in three replications according to the split-plot design, where the main plots are genotypes and the sub-plots are paclobutrazol doses. In the study, as the paclobutrazol dose increased, a significant shortening in seedling height was observed. When seedling height and other quality parameters were evaluated together, 20 and 40 ppm PBZ doses were determined as the most effective doses, although they varied depending on the genotypes. Paclobutrazol doses of 20 ppm in Anemone F₁ genotype, 30 ppm in Kandil, Gama F₁, Burdem and Esen F₁ genotypes, and 40 ppm in Postal, Arima F₁ and Tokat pepper genotypes were determined as the most effective doses. Paclobutrazol doses of 10, 50 and 60 ppm caused significant losses in seedling quality. As a result, it has been understood that paclobutrazol doses in pepper seedling cultivation should be determined according to the genotype to be grown, and a standard dose is not suitable for all genotypes.

Keywords: Seedling Height, Seedling Colour, Stem Diameter, Dry Weight, Leaf Number

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER LİSTESİ	v
GRAFİK LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETLERİ	5
2.1. Türkiye’de Sebze Fidesi Üretimi	5
2.2. Sebze Fidelerinde Kalite ve Önemi	7
2.3. Fidelerde Boy Kontrolü.....	8
2.4. Paklobutrazolun Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Olarak Kullanılması	8
2.5. Sebzelerde Paklobutrazol Uygulamaları.....	10
2.6. Biberde Paklobutrazol Uygulamalarının Etkileri	12
3. MATERYAL ve YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Paklobutrazol dozları ve uygulama şekli	14
3.2.2. Deneme Deseni	15
3.2.3. Fidelerin Gübrenmesi ve Sulanması	18
3.3. Gözlemle ve Ölçümler	18
3.3.1. Fide boyu (cm)	18
3.3.2. Gövde uzunluğu (cm)	18
3.3.3. Gövde çapı (mm)	19
3.3.4. Yaprak sayısı (adet/ bitki)	19
3.3.5. Kök boyu (cm)	19
3.3.6. Fide kuru ağırlığı (%)	20
3.3.7. Kök kuru ağırlığı (%)	20
3.3.8. Biomass(g)	20
3.3.9. Klorofil İndeksi (SPAD)	20

3.3.10. Fide Yaprak Rengi	21
3.3.11. Verilerin değerlendirilmesi	21
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	22
4.1. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Fide Boyuna Etkisi ..	22
4.2. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Gövde Uzunluğuna Etkisi	22
4.3. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Gövde Kalınlığına Etkisi	23
4.4. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Yaprak Sayısına Etkisi	23
4.5. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Kök Boyuna Etkisi ..	24
4.6. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Fide Kuru Ağırlığına Etkisi.....	24
4.7. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Kök Kuru Ağırlığına Etkisi	25
4.8. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Biomas Üzerine Etkisi	25
4.9. Paklobutrazol Uygulamalarının Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD) Üzerine Etkisi	26
4.10. Paklobutrazol Uygulamalarının Yaprak Renk Değerleri (L*, a*, b*) Üzerine Etkisi	26
4.11. Paklobutrazol Uygulamalarının Yaprak Renk Değerleri Hue ve Croma Üzerine Etkisi	28
5. SONUÇ ve TARTIŞMA.....	51
6. KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2.1. Avrupa Birliğinde gıda maddelerinde izin verilen paklobutrazol kalıntı miktarları (Anonim, 2019a)	10
Çizelge 4.1. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide boyuna etkisi	29
Çizelge 4.2. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde gövde uzunluğuna etkisi (mm).....	30
Çizelge 4.3. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde gövde kalınlığına etkisi (mm).....	31
Çizelge 4.4. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde yaprak sayısına etkisi (adet/fide).....	32
Çizelge 4.5. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde kök uzunluğuna etkisi (cm)	33
Çizelge 4.6. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide kuru ağırlığına etkisi (%).....	34
Çizelge 4.7. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide kök kuru ağırlığına etkisi (%).....	35
Çizelge 4.8. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide biomas ağırlığına etkisi (g)	36
Çizelge 4.9. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde klorofil içeriğine (SPAD) etkisi.....	37
Çizelge 4.10. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde L* renk değeri üzerine etkisi.....	38
Çizelge 4.11. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde a* renk değeri üzerine etkisi.....	40
Çizelge 4.12. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde b* renk değeri üzerine etkisi.....	42

GRAFİKLER LİSTESİ

<u>Grafik No</u>	<u>Sayfa No</u>
Grafik 4.1. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde L* renk değerine etkisi..	39
Grafik 4.2. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde a* renk değerine etkisi ..	41
Grafik 4.3. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde b* renk değerine etkisi...	43
Grafik 4.4. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde Hue değerine etkisi.....	44
Grafik 4.5. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde Croma değerine etkisi....	45



ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Sekil No</u>	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Türkiye’de 2008-2019 yılları arasında fide firma sayılarındaki değişim	05
Şekil.2.2. Türkiye’de fide firmalarının illere dağılımı (Anonim, 2023).....	06
Şekil.3.1. Tohum ekiminin yapılışı ve vermikulit kapağı atılmış viyoller.....	16
Şekil 3.2. Fidelere ikinci dönem durdurucu uygulaması	17
Şekil 3.3. Durdurucu uygulaması tamamlanmış fidelerin seradaki görünümü	17
Şekil 3.4. Gözlem yapılmaya hazır yıkanmış fideler.....	19
Şekil 3.5. Fidelerde L*, a* ve b* renk ölçümleri.....	21
Şekil 4.1. Genotiplerin ideal dikime büyüklüğüne gelmiş fidelerinden görünüm.....	46
Şekil 4.2. Paklobutrazol dozlarına göre Postal çeşidinin nihai fide görünümleri.....	47
Şekil 4.3. Paklobutrazol dozlarına göre Arima F1 çeşidinin nihai fide görünümleri ..	47
Şekil 4.4. Paklobutrazol dozlarına göre Burdem çeşidinin nihai fide görünümleri	48
Şekil 4.5. Paklobutrazol dozlarına göre Anemon F1 çeşidinin nihai fide görünümleri..	48
Şekil 4.6. Paklobutrazol dozlarına göre Kandil çeşidinin nihai fide görünümleri	49
Şekil 4.7. Paklobutrazol dozlarına göre Gama F1 çeşidinin nihai fide görünümleri	49
Şekil 4.8. Paklobutrazol dozlarına göre Tokat biberi genotipinin fide görünümleri.....	50
Şekil 4.9. Paklobutrazol dozlarına göre Esen F1 çeşidinin nihai fide görünümleri.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%	Yüzde
m ²	Metrekare
g	Gram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
cm	Santimetre
ppm	Milyonda bir birim
N	Azot
P	Fosfor
K	Potasyum
Ca	Kalsiyum
Mg	Magnezyum

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
FÜDER	Fide Üreticileri Derneği
PBZ	Paklobutrazol

1. GİRİŞ

Sebze yetiştiriciliğinde başarının öncelikli şartlarından biri kaliteli fide kullanmaktır. Fide yetiştiriciliğinde kaliteyi etkileyen birçok faktör vardır. Çeşit seçiminden kaliteli tohum kullanmaya, fide yetiştirme ortamından, bitki besleme, hastalık ve zararlı yönetimine kadar birçok faktör fide kalitesini doğrudan etkilemektedir. Fide yetiştiriciliğinde günümüze kadar yapılmış çalışmalarda birçok materyal denenmiştir. Kompost, Hindistan cevizi lifi (Cocopeat), organik artıklar, vermikompost bunlardan bazılarıdır (Cai ve ark., 2010; Diaz ve ark., 2010; Carmona ve ark., 2012; Gong ve ark., 2016; Abdel-Razzak, 2019). Gerek yapılan bilimsel çalışmalar ve gerekse fidecilik sektörünün tecrübeleri sonucunda sebze fidesi yetiştiriciliğinde torf ve perlit karışımı en etkili ortam olarak belirlenmiş ve dünya genelinde kabul görmüştür. Başarılı bir fide yetiştirmek için Kuzey Avrupa orijinli torflar kullanılmaktadır. Torfun bazı fiziksel özelliklerinin yetersiz olması nedeniyle de torf içine kullanıcı tercihlerine bağlı olarak değişen oranlarda tarımsal perlit ilave edilmektedir (Carrasco ve ark, 2002; Tuzel ve ark., 2014; Kormanek ve ark., 2020).

Fide yetiştiriciliğinde kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biri de gübrelemedir. Bitki beslemenin doğru yapılamaması durumunda fidelerde cılızlaşma, renk oluşumunun zayıf olması ve yaşlanma gibi olumsuzluklar ortaya çıkacağı gibi gereğinden fazla gübre kullanılması maliyeti artırmaktadır (Zhang ve ark., 2008; Choi ve ark., 2001; Liu ve ark., 2012). Sebze fidelerinin yetiştirilmesinde bitki besleme kadar önemli bir konu da hastalık ve zararlı yönetimidir. Fidelere bulaşacak herhangi bir hastalık ve zararlı patojenin etkisi genellikle yetiştiricilikte ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle fideliklerin hastalık ve zararlılardan arı olması çok önemlidir. Sebze fidelerinde zarar yapan birçok patojen söz konusudur. Bu patojenler kök bölgesinde etkili oldukları gibi yeşil aksamda da zarar yapmakta veya yeşil aksama yerleşip çoğalmakta veya yumurta bırakmaktadırlar (Huang, 1992; Zhang ve ark., 2017; Mo ve ark., 2018).

Sebze fidesi yetiştiriciliğinde kaliteyi etkileyen ve bir kısmı daha önce detaylı olarak ele alınan faktörler optimum düzeyde uygulansalar dahi kalite için yeterli olmamaktadır. Fide yetiştiriciliği birim alanda mümkün olan en fazla sayıda fide yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Zira maliyet fide yetiştiriciliğinde en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle fideler mümkün olan en dar gözenekli viyollerde yetiştirilmektedir. Bu durum

bitkilerde aşırı uzamaya neden olmaktadır. Hücre bölünmesinin hızlı olması ve hücrelerin irileşmesi cılız gövdeli, zayıf yapılı ve soluk renkli fidelerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu durumda fidecilikte bitki boyunun kontrol edilmesi önem kazanmaktadır. Fide boyunu kontrol etmek için değişik uygulamalar yapılmıştır. Gölgeleme, ışık filtreleri kullanılması, fırçalama ve sallama gibi mekanik uygulamalar, su stresi ve gübreleme uygulamaları ile fide boyu kontrol edilmeye çalışılmıştır (Latimer, 1994; Rajapakse, 1999; Rajapakse ve Li, 2002; Runcle, 2010; Liu ve ark., 2012). Ancak bu çalışmalarda elde edilen sonuçlar pratikte uygulama alanı bulmamıştır. Stres oluşturan uygulamalar ve ekolojik faktörlerin fidelerde istenen kalite özelliklerini oluşturmaması fide üreticilerini ve araştırmacıları alternatif konulara yönlendirmiştir. Bu süreçte sebzelerde tohumlara ve fidelere erken dönemde bitki büyüme düzenleyici kimyasallar uygulanmaya başlanmıştır.

Fidelere uygulanan büyüme geciktiriciler sentetik bileşiklerdir ve etki mekanizmaları hücre bölünmesini yavaşlatmak ve hücre uzamasını engellemek şeklinde seyretmektedir. Fidelere uygulanan büyüme geciktiriciler bitkide gibberellin sentezini yavaşlatmakta ve/veya geçici olarak durdurmaktadır. Büyüme geciktiriciler kullanıldığında bitkide GA₃ sentezi azalmakta, stres koşullarında olduğu gibi absisik asit (ABA) sentezi artmaktadır (Rademacher, 2000). Fide yetiştiriciliğinde bitki büyüme düzenleyici olarak paklobutrazol, chlormequat chloride, uniconazole, ethephon ve absisik asit kullanılarak fidelere fide boyu ve sürgün gelişmesi kontrol edilebilmektedir (Ergun ve ark., 2008).

Fidelere büyüme geciktirici olarak en çok denenilen kimyasallar daminozid, uniconazole, chlormequatchlorid ve paklobutrazoldur. Büyüme geciktirici kimyasal maddeler arasında günümüzde en çok kabul gören materyal paklobutrazol olup, fide yetiştiriciliğinde alternatifsiz tek bitki büyüme düzenleyicidir (Wang ve Gregg, 1990; Whipker ve Dasoju, 1998; Pasian ve Bennett, 2001; Di Benedetto ve Klasman, 2007).

Paklobutrazol elma, kiraz (Quinlan, 1981), Lolium perenne (Hebhlethwaite ve ark., 1982), lale (Menhenett ve Hanks 1982-1983), kasımpatı (McDaniel, 1983) ve havuç (Thomas ve ark., 1982) gibi geniş bitki yelpazesinde etkili bir bitki büyüme geciktirici olarak kullanılmaktadır. Paklobutrazol süs bitkilerinde çiçek sapını kısaltmak ve raf ömrünü artırmak, meyve ağaçlarında pişkinleştirme ve kök gelişimini teşvik etmek ve sebze fidelinde fide boyunu kontrol etmek için kullanılmış ve başarılı sonuçlar elde

edilmiştir. Mango ve limonda meyve kalitesini arttırdığı (Jain ve ark., 2002; Burondkar ve ark., 2013), tuz stresi altında çileklerde meyve kalitesini artırdığı (Jamalian ve ark., 2008), mango bitkilerinde kök aktivitesinde artış olduğu (Kotur, 2006), mandarinde ise köklerin daha lifli olduğu (Yamashita ve ark., 1997) değişik araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Domates, biber ve hıyarda tohumlara paklobutrazol uygulaması bitkilerin stres toleransını artırdığı bilinmektedir (Fletcher ve ark., 2000; Magnitskiy, 2004).

Paklobutrazol başlangıçta tohumlara emdirme yöntemiyle denenmiş, ancak büyüme geciktirici etkisi göstermekle beraber fidelere uygulandığı zaman ortaya konan etkinin yakalanamaması, tohuma uygulama sonrası tohum ekiminde bazı zorluklara yol açması gibi sebeplerle tohum uygulaması pratikte uygulama alanı bulamamıştır. Paklobutrazol esas olarak bitki kökleri tarafından alınmaktadır. Bu nedenle sulama suyu ile birlikte veya sprey halinde yaprak ve gövdeye uygulandıktan kısa süre sonra (yaklaşık 10 dk) sulama suyu verilmesi tercih edilmektedir. Kökten alınmasının yanında az miktarda gövdeden de alınmaktadır. Fidecilik sektöründe paklobutrazolun uygulanma şekli ve dozu türlere, yetiştirme mevsimine ve fidenin büyüklüğüne göre farklılıklar göstermektedir. Uygulama şekli ve dozları ticari kaygılar nedeniyle fide firmaları tarafından gizli tutulmaktadır. Bunun yanında paklobutrazol uygulamasında doz yetersizliği istenen kontrolü sağlamadığı gibi aşırı doz kullanılması fidelerde kalıcı duraklamaya neden olmaktadır.

Biber, sebze türleri arasında önemli türlerden biri olup, yetiştiriciliğinde hazır fide kullanılmaktadır. Özellikle örtü altında yetiştiricilikte %100 hazır fide kullanılırken, açık alanda yapılan yetiştiriciliklerde de çok büyük oranda hazır fide tercih edilmektedir. Biber dolmalık, sivri, kapy, üçburun, kıl gibi geniş bir tip zenginliğine sahiptir. Biberde fide yetiştiriciliğinde paklobutrazol bütün tiplerde aynı dozda kullanıldığında farklı etkiler ortaya çıkmaktadır. Bazı tiplerde olumlu etki görülürken, bazı tiplerde ya yetersiz kalmakta ya da doz fazla gelmektedir. Her iki durumda da fide kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir. Ayrıca biber durdurucu uygulamasına çok farklı tepkiler verebilmektedir. Dolmalık, sivri, kıl, kapy gibi farklı tiplere aynı dozda durdurucu uygulandığında bazı fidelerin fidelikten çıkıp tarlaya dikildiklerinde durdurucunun etkisini atamadıkları ve 7-20 gün dolayında bir gecikme yaşandığı da

görülmektedir. Buradan da anlaşılabacağı gibi aslında biberde fide yetiştiriciliği ve durdurucu uygulaması son derece hassas bir uygulamadır.

Fide sektörü ile yapılan görüşmelerde (United Genetics, Bafra fide tesisi, Olympos ve Has fide tesisleri, Antalya) biberde fide boyunu kontrol etmek için paklobutrazol kullandıklarını, ancak biberde farklı tiplere aynı konsantrasyonu uygulayamadıklarını, bu nedenle de biberde fide yetiştiriciliğinde paklobutrazol konsantrasyonlarını tiplere göre belirlemeye çalıştıklarını belirtmektedirler. Literatürde de biber fidelerinin yetiştiriciliğinde paklobutrazolun etkisi konusunda çok az çalışma yapılmış olup (Fletcher ve ark., 2000; Caprita, 2005; Sipioni ve ark., 2016), biber tiplerine göre paklobutrazolun etkisi konusunda çalışmaya rastlanılmamaktadır. Ayrıca literatürde bu konuda güncel verilere ihtiyaç olduğu da görülmektedir. Buradan hareketle projelendirilen tez çalışması farklı biber tiplerinde fide yetiştiriciliğinde en etkili paklobutrazol dozlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu maksatla 4 farklı biber tipinde (dolma biber, sivri biber, kapyra biber ve üç burun biber) 1 hibrit ve 1 standart çeşit veya yerel popülasyon olacak şekilde farklı paklobutrazol dozları uygulanmış biber tip ve genotiplerine göre en etkili doz belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETLERİ

2.1. Türkiye’de Sebze Fidesi Üretimi

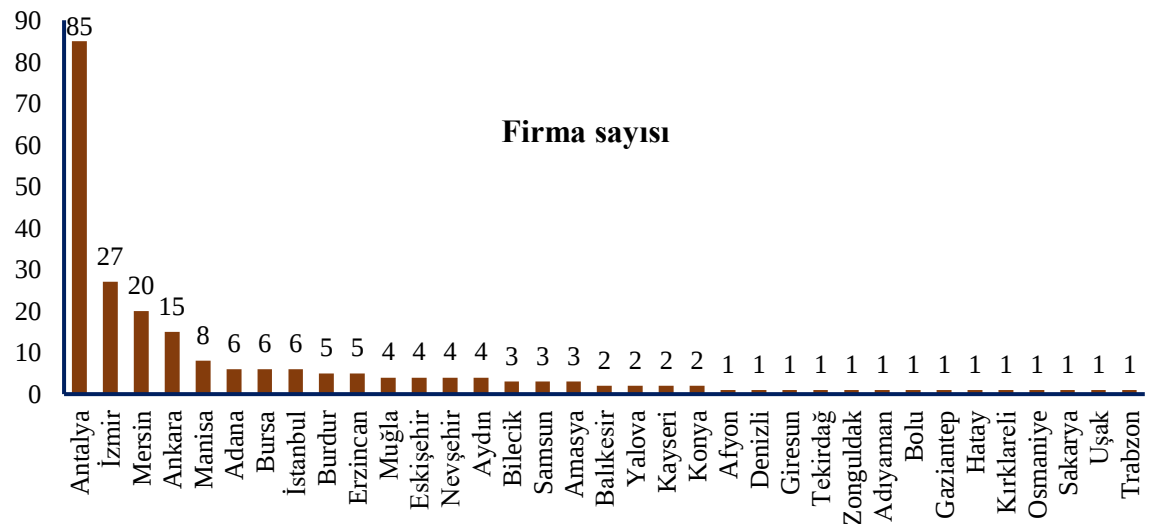
Plastiğin icadı ve seracılıkta kullanılmaya başlanması ile birlikte fidecilik sektörünün de oluştuğunu ve zaman içinde önemli gelişmeler kaydettiğini görmekteyiz. Türkiye’de aslında 1980’li yıllarda sıcak yastık, soğuk yastık gibi basit yapılarda üreticiler kendi fidelerini yetiştirmişlerdir. Ancak ticari anlamda fide yetiştiriciliği 1990’lı yıllarda başlamıştır. Türkiye’de ticari anlamda ilk fide tesisi 1994 yılında Antalya’da kurulmuştur (Demir ve ark., 2010). Ticari sebze fidesi yetiştiren firma sayısı 2008 yılında 41’e, 2019 yılında 151’e, 2023 yılında 224’e ulaşmıştır (Anonim, 2019; 2023). Türkiye’de fide tesislerinde 2019 yılında üretilen fide miktarı 2,6 milyar adede ulaşmıştır (Anonim, 2019). Yayınlanmış bir veri olmamasına karşın 2020 yılında birlik üyesi firmaların ürettikleri toplam fide sayısının 5,5 milyar dolayında olduğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2023). Türkiye’de 2008 – 2019 yılları arasında yıllara göre faal fide firması sayıları Şekil 2.1’de verilmiştir (Anonim, 2019).



Şekil 2.1. Türkiye’de 2008-2019 yılları arasında fide firma sayılarındaki değişim

Fidebirliğin bültenlerinde birliğe üye olan yeni firma sayıları ve üyelikten ayrılan üye sayıları güncellenerek verilmektedir. Buna göre 2022 yılında 30 yeni üye girişine karşılık, 9 üye üyelikten ayrılmıştır. 2023 yılının ilk 3 ayında ise, 15 yeni üye girişi gerçekleşirken 2 üye üyelikten ayrılmıştır. Birlik raporları incelendiğinde her yıl fide üreten firma sayısı değişmektedir. 2023 yılının Mart ayının sonu itibariyle Fidebirliğe üye firma sayısı 224'e, Ekim ayı sonunda ise 230'a ulaşmıştır. 230 firmanın 193'ü sebze, 33'ü çilek, 3'ü doku kültürü, 1'i tıbbi aromatik bitki fidesi üretmektedir (Anonim, 2023).

Fide firmalarının büyük bir çoğunluğu Akdeniz bölgesinde ve ağırlıklı olarak Antalya'da faaliyet göstermektedirler. Bununla beraber ülkemizin birçok bölgesinde fide firmaları kurulmuş ve faaliyet göstermektedir. Sebze ve süs bitkilerinin üretiminde sağladığı katkılar ve avantajlar sonucunda Türkiye'de fide yetiştiriciliği çok önemli gelişmeler göstermiştir. Ülkemiz coğrafyasının büyüklüğü, fidelerin uzun mesafelere taşınmasında ortaya çıkan olumsuzluklar ve nakliye maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle hemen hemen her bölgede fide firmaları faaliyete geçmiştir. Fidebirlik bültenine göre 2019 yılında fide üretimi 25 ilde yapılırken, 2021 yılı sonunda 28, 2023 yılı sonunda 35 ilde dağılım göstermiştir. En fazla firma 85 ile Antalya'da bulunurken, Antalya'yı sırasıyla 27 üye ile İzmir, 20 üye ile Mersin ve 15 üye ile Ankara izlemektedir. 2023 yılı itibariyle firmaların faaliyet gösterdikleri iller Şekil 2.2'de verilmiştir (Anonim, 2023)



Şekil 2.2. Türkiye'de fide firmalarının illere dağılımı (Anonim, 2023)

2.2. Sebze Fidelerinde Kalite ve Önemi

Sebzelerde fidelerinde kalite birçok faktörün etkisi altındadır. Yetiştirme ortamı, ortam bileşenleri, fide yetiştirme kaplarının göz büyüklüğü, sıcaklık rejimi, gübreleme, bitki büyüme düzenleyicileri tek başına veya birkaçı birlikte büyüme ve kalite üzerine etki etmektedir (Balliu ve ark., 2017). Sebzelerde fide kalitesi bitkinin sonraki aşamalarını, verim, kalite ve karlılığını doğrudan etkilemektedir (Prunty ve ark., 2015). Sebze fidelerinde kalite dendiğinde hastalık ve zararlılardan ari, adaptasyon yeteneği yüksek, kök sistemi kuvvetli gelişen, yaprak alanı geniş ve mekanik zarar, kloroz veya nekroz gibi görsel kusurları olmayan, kompakt, iyi gelişmiş ve kendine has koyu renge sahip bitkiler şeklinde tanımlanmaktadır (Balliu ve ark. 2017).

Fidelerde aranan en önemli kalite faktörlerinden biri fide boyunun kontrol edilmesidir. Fide boyunun kontrol edilmesi durumunda fidenin yaprak rengi, gövde kalınlığı, karbonhidrat birikimi ve diğer aksamaları olumlu yönde iyileşmektedir. Hazır fide yetiştiriciliğinde temel amaç en kaliteli fideyi en düşük maliyetle elde etmektir. Bu yüzden birim alanda mümkün olan en fazla sayıda fideyi yetiştirmek, fide yetiştiriciliğinde maliyetin azaltılmasında en sık kullanılan yöntemdir. Maliyetin azaltılması için fide yetiştiriciliğinde kullanılan viyollerin küçük gözlü olması başka problemlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bunların arasında en önemlisi fidelerin aşırı uzaması ve buna bağlı olarak ta cılız gövdeli fideler oluşmaktadır. Ayrıca güneş ışığının zayıf olduğu bölge veya dönemlerde fidelerin sık ortamlarda yetişmesi durumunda boy kontrolü daha da zorlaşmaktadır. Uzun ve cılız gövdeli fideler pazarda tercih edilmediği gibi, nakliyesinden dikimine kadarki süreçte de birçok sıkıntı yaşanmaktadır. Minami (2003), sebze yetiştiriciliğinde kaliteli ve sağlıklı fide kullanımının verim ve ürün kalitesini artırdığını, tohum zayıflığını önlediğini ve üniform bitki gelişimi sağladığını belirtmektedir. Markovic ve ark. (1997), standart sistem ile yetiştirdikleri fideleri ticari fide yetiştirme yapılarında yetiştirdikleri fidelerle karşılaştırdıkları çalışmada kaliteli fidelerin verim, meyve sayısı, meyve ağırlığı ve bitki gelişimini önemli düzeyde artırdığını belirtmektedirler. Qin ve Leskovar (2020), biber, domates, karpuz ve marulda fide kalitesinin su stresi altında bitkilerin yaprak ve kök biyomasını artırdığını, kök uzunluğunu ve kök hacmini artırdığını, stres koşullarının olumsuz etkilerini daha fazla tolere ettiğini belirtmektedirler. Shin ve ark. (2000),

biberde fide kalitesinin verim ve ürün kalitesinin yanında erkenciliği de teşvik ettiğini belirtmektedirler.

2.3. Fidelerde Boy Kontrolü

Ticari sebze yetiştiriciliğinde fide sadece yetiştirme materyali değildir. Hazır fide kullanmanın birçok avantajı bulunmaktadır. Fide yetiştiriciliğinde maliyet önemli bir faktörlerden biri olup, en kısa zamanda ve birim alanda daha fazla sayıda fide yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu durum fidelerde boy kontrolü başta olmak üzere değişik olumsuz gelişmelere yol açmaktadır. Bu nedenle fide yetiştiriciliğinde boy kontrolü önemli bir uygulama haline gelmiştir. Sebze fidelerinin yetiştirilmesinde boy kontrolü için geçmişten günümüze kadar birçok yöntem denenmiştir.

Bu yöntemler arasında gölgeleme, ışık filtreleri kullanılması, fırçalama ve sallama gibi mekanik uygulamalar, su stresi ve farklı gübreleme uygulamaları gibi çeşitli uygulamalar denenmiştir (Latimer, 1994; Rajapakse ve ark., 1999; Rajapakse ve Li, 2002; Liu ve ark., 2012). Ayrıca fide boyunun kontrol edilmesi amacıyla sentetik kimyasallar da kullanılmıştır. Bu maksatla triazole grubu kimyasal bileşikler denenmiş ve başarılı olduğu görülünce kullanımı yaygınlaşmıştır. Bu kimyasal bileşikler içinde günümüzde en yaygın kullanılanı paklobutrazoldur. Birçok yan etkisinin yanında günümüzde paklobutrazol alternatifsiz tek sentetik uygulama olarak görülmektedir (Choi ve ark., 2001; Wu ve ark., 2015; Jalal ve ark., 2020; Roman ve ark., 2022).

2.4. Paklobutrazolun Bitkilerde Büyüme ve Gelişmeyi Düzenleyici Olarak Kullanılması

Paklobutrazol, ilk olarak 1985 yılında ABD’de tescil edilmiştir. Bununla beraber tarım ürünlerinde paklobutrazolun kullanılmasına izin verilmesi yenidir. Avustralya, Yeni Zelanda, Güney Afrika, Hindistan, Filipinler, Vietnam, Kanada, Amerika Birleşik Devletleri (Kaliforniya), Finlandiya, Yunanistan, Güney Kıbrıs, Danimarka ve Hollanda da gıda ürünleri üzerinde kullanımına müsaade edilmiştir (Davis ve Curry 1991). Hindistan da paklobutrazol 2009 yılında bitki büyüme düzenleyicisi olarak tescil edilmiştir (Kegley ve ark., 2010). Ülkemizde ise 2020 yılında Syngenta tarafından

yapılan başvuru sonrasında domateste fide boyunun kontrolünde (4 ml/100 L su) Cultar 25 SC adıyla bitki büyüme düzenleyici olarak ruhsatlandırılmıştır (Anonim, 2020). Paklobutrazol, triazol grubuna ait bitki büyüme düzenleyicisi olup, bitkilerde ksilem aracılığıyla taşınır ve yapraklarda birikir. Gövdeden alınması ve depolanması çok düşüktür (Davis ve ark., 1988; Rademacher, 2000). Gibberellinler bitkilerde büyümeyi düzenleyerek hücre bölünmesi ve hücre büyümesini sağlar (Alabadí ve ark., 2009). Paklobutrazol ise bitkilerde gibberellin biyosentezini inhibe eder ve hücre bölünmesi ve büyümesini yavaşlatır. Gibberellin sentezi engellendiğinde bitkilerde hücre büyümesi düşük düzeyde devam eder ancak bu hücrelerin büyümesi iyice yavaşlar. Bunun sonucunda da yaprak ve boğum sayısı değişmezken sürgün gelişimi iyice yavaşlar. Bunun yanında paklobutrazol bitkilerde absisik asit sentezini ve klorofil oluşumunu artırır. Bunların sonucunda küçük gözenekli stomalar oluşur, yaprak kalınlığı artar. Dolaylı olarak bitkilerde fungusidal etki oluşturduğu için hastalıklara direncini artırır. (Chaney, 2005). Paklobutrazolun değişik süs bitkileri ve meyve türlerinde kaliteyi artırıcı etkileri de bilinmektedir (Adato, 1990; Koukourikou-Petridou, 1996; Nartvaranant ve ark., 2000). Bu maksatla yürütülen çalışmalarda mango ve limonda suda çözünebilir kuru madde ve asit içeriğini artırdığı (Jain ve ark., 2002; Burondkar ve ark., 2013), çilekte ise tuz stresi altında meyve kalitesini arttırdığı belirtilmektedir (Jamalian ve ark., 2008).

Paklobutrazolun tarımda kullanımının sınırlı olması, ruhsatlandırmanın az olması toksik etkisinden kaynaklanmaktadır. Oral yolla alınması durumunda memelilerde akut toksisitenin ortaya çıktığı bununla beraber temas yoluyla toksisitesinin düşük olduğu ancak deney hayvanlarında yapılan çalışmalarda toksik etkilere rastlandığı belirtilmektedir (Anonim, 2012). Paklobutrazol toprakta orta derecede hareketli olup, yarılanma ömrünün uzun olmasına bağlı olarak, topraktan yapılan uygulamalarda uzun süre etkisi devam etmektedir (Costa ve ark., 2012; Kishore ve ark., 2015). Ayrıca bitki bünyesinde de uzun süre kalabilmektedir (Sterrett, 1985). Dünya Sağlık Örgütü'ne göre paklobutrazol, 4. kategoride yer almakta ve insan sağlığı için orta derecede tehlikeli olarak kabul edilmektedir (Dünya Sağlık Örgütü 2010 yılı raporu). Toksik etkisinin yanında optimum dozlarda kullanıldığında paklobutrazolun kontaminasyon olasılığı ve toksik etkisi önemli düzeyde azalmaktadır. Paklobutrazolun önemli risklerinden biri de bilinçsiz kullanıldığı durumlarda yer altı sularına karışma olasılığı bulunmaktadır.

Avrupa Birliği 2019 yılında gıda maddelerinde izin verilen paklobutrazol kalıntı miktarını belirlemiş ve yayınlamıştır (Çizelge 2.1.).

Çizelge 2.1. Avrupa Birliğinde gıda maddelerinde izin verilen paklobutrazol kalıntı miktarları (Anonim, 2019a)

Kod No.	Gıda maddesi	Paklobutrazol miktarı (mg/kg)
110000	Turunçgiller	0.01
120000	Sert kabuklular	0.01
130000	Yumuşak çekirdekli meyveler	0.05
140010	Kayısı	0.15
140020	Kiraz	0.01
140030	Şeftali	0.15
140040	Erik	0.01
150000	Üzümsü meyveler	0.01
210000	Kök ve yumru sebzeler	0.01
220010	Sarımsak	0.01
220020	Soğan	0.01
230000	Meyvesi yenen sebzeler	0.01
240000	Lahanagiller	0.01
250000	Yaprak sebzeler, otlar ve yenilebilir çiçekler	0.01
260000	Baklagiller	0.01
280000	Mantarlar, yosunlar ve likenler	0.01
401000	Yağlı tohumlar	0.01
500000	Tahıllar	0.01
600000	Çay, kahve, kakao	0.05
800000	Baharatlar	0.05

2.5. Sebzelerde Paklobutrazol Uygulamaları

Paklobutrazolun sebzelerdeki etkileri ile ilgili çalışmalar ağırlıklı olarak fide kalitesi üzerine etkisi şeklinde olmasının yanında bitki gelişimi, verim ve kaliteye etkisi üzerinde de çalışmalar yapılmıştır. Domates tohumlarına 16 saat paklobutrazol uygulanması fidelerde stres toleransını artırdığı (Fletcher ve ark., 2000), hıyarda ise tohumların 10-100 ppm aralığında paklobutrazol ile muamele edilmesinin bitkilerin stres koşullarına karşı toleransını artırdığı belirtilmektedir (Magnitskiy, 2004). Domateste paklobutrazolun düşük sıcaklık koşullarında etkisini araştıran Souza-Machado (1999), paklobutrazolun düşük sıcaklık stresine karşı tolerans oluşturduğu;

domatesin veriminde bir farklılık oluşmazken 7-10 günlük bir erkencilik sağladığını belirtmektedir.

Still ve ark., (2003), domates tohumlarını 22 °C sıcaklıkta 0, 50, 500, 1000 ppm paklobutrazol solüsyonlarında 24 ve 48 saat beklettikleri çalışmada uygulamaların tohum çimlenmesine etkisini araştırmışlardır. Araştırmacılar bütün paklobutrazol dozlarının çimlenme ve çıkışı azalttığını, bu etkinin doz arttıkça veya süre 24 saatten 48 saate çıktığında daha da fazla olduğunu, paklobutrazolün sürgün gelişimini baskıladığı, tohumu 50 ppm uygulama ile 14 gün sonra yapraktan 10 ppm paklobutrazol uygulamasının sürgün büyümesinin baskılanmasında aynı etkiyi gösterdiğini belirtmişlerdir.

Domateste paklobutrazolün tohum çimlenmesi, fide kalitesi ve bitki gelişimine etkisini araştırmak maksadıyla yürütülen bir çalışmada; domates tohumları 1 ve 12 saat süreyle 250, 500, 750 ve 1000 ppm paklobutrazol solüsyonunda bekletilmiş, uygulama süresinin fide gelişimi üzerine etkili olmadığı ancak 250 ppm paklobutrazol dozunun domates fidelerinde boy kontrolünde etkili olduğu belirlenmiştir. Daha sonra ikinci bir çalışmada tohumlar 1 saat süreyle 50, 100, 150, 200 ve 250 ppm paklobutrazol solüsyonlarında bekletilmiş ve 100 ppm paklobutrazol dozunun hipokotil uzunluğunu optimum düzeyde kontrol etmiştir (Brigard, 2006). Hıyar tohumlarına 5, 45 ve 180 dakika süreyle 1000-4000 ppm paklobutrazol uygulayana Magnitskiy ve ark (2006), ortalama meyve ağırlığının 1000 ppm uygulamasında kontrole göre daha düşük olduğunu, 180 dakika 1000 ppm paklobutrazol uygulamasının meyve boyunda %40 azalmaya neden olduğunu, domates meyvelerinde ise meyve çapının azaldığını, paklobutrazol uygulamasının hıyar ve domates meyvelerinde herhangi bir kalıntıya neden olmadığını belirtmektedir. Domateste 1 ve 25 ppm paklobutrazolün yapraktan ve topraktan uygulanmasının domateste fide gelişimine etkisini araştıran (Berova ve Zlatev (2000), paklobutrazol uygulamasının bitki boyunu azalttığı, genç bitki köklerinin kalınlığını arttırdığı, kök oluşumunu hızlandırdığı, fide kalitesini iyileştirdiğini belirlemişlerdir. Domateste fotosentezi artırdığı ve erkenciliği teşvik ettiğini belirten araştırmacılar, meyvelerde insan sağlığını tehdit edecek bir kalıntı oluşmadığını belirlemişlerdir.

Yılmaz ve ark. (2002), marulda 10 ve 20 ppm GA₃ uygulanmasının fidelerin gövde uzunluğunu arttırdığı, paklobutrazol uygulamasının ise gövde uzunluğunda azalmaya neden olduğunu belirtmektedirler.

Hıyarda fide boy kontrolü üzerine paklobutrazol (400-800 ppm) ve bakırsülfatın (4000-8000 ppm) etkisini araştıran Çopur (2011), paklobutrazolün bütün dozlarının hıyar fidelerinde boy kontrolünde etkili olduğunu, ancak CuSO₄'ın yeterli düzeyde etki etmediğini belirlemişlerdir.

Flores ve ark. (2018), paklobutrazolün (150 ppm) sprey halinde yapraklara uygulanmasının hıyar, kabak, kavun ve karpuzda klorofil, bitki boyu, yaprak alanı, kök kuru madde miktarı ve fide kalitesi üzerine etkisini araştırdıkları çalışmada, paklobutrazolün hıyar, kabak, kavun ve karpuzda sırasıyla klorofil içeriğini %26.0, 14.9, 19.4, 26.5 oranında artırdığını, bitki boyunu %24.0, 34.7, 16.3, 23.4 oranında azalttığını, yaprak alanını ise %40.1, 0.5, 30.4 ve 16.2 oranında azalttığını, kök kuru madde oranını %20.0, 62.5, 85.7 ve 19.7 oranında azalttığını belirlemişlerdir. Araştırmacılar fide döneminde uygulanan paklobutrazolün fide kuru ağırlığı üzerine pozitif etki ettiğini, hıyarda %12,3, kabakta %5,3, karpuz ve kavunda ise %22,9 ve %3,3 oranında artış sağladığını belirtmektedirler.

Paklobutrazolün soğan ve havuçta çiçeklenme üzerine etkisini araştıran Globerson ve ark. (1988), soğanda 1000 ppm, havuçta 500-1000 ppm dozlarını kullanmış ve paklobutrazolün her iki türde de bitki boyunu baskılayarak, meyve ve tohum sayısına etki etmediğini belirlemiştir.

2.6. Biberde Paklobutrazol Uygulamalarının Etkileri

Literatürde biber fidelerinin yetiştirilmesinde paklobutrazolün fide boyunun baskılanması ve kalitesine etkisinin yeterince araştırılmadığı, bu konuda çok az çalışma yapıldığı görülmektedir. Oysa, Türkiye'de olduğu gibi birçok sebze üreticisi ülkede sebze fideleri arasında ilk 3 içinde yer alan biber fidelerinin yetiştiriciliğinde paklobutrazol kullanılmaktadır. Domates ve hıyar gibi sebzelerle karşılaştırıldığında biberde bu alanda yapılmış çalışma yok denecek düzeydedir. Biberde paklobutrazolün stres toleransına etkisini araştıran Fletcher ve ark., (2000), biber tohumlarını 10-100

ppm paklobutrazol dozlarında 16 saat süreyle bekletmişler ve paklobutrazolun biber fidelerinde stres toleransını artırdığını belirlemişlerdir.

Süs biberinde bitki gelişmesi ve meyve oluşumuna farklı paklobutrazol dozlarının etkisini araştıran Grossi ve ark. (2005), biberlere 0, 5, 10, 15, 30 ve 60 ppm konsantrasyonlarında paklobutrazol uygulamışlar ve çalışma sonunda paklobutrazolun bitki boyu, gövde çapı ve bitki biyomasını azalttığını, yaprak klorofil içeriğini artırdığını, kontrole göre yaprakların daha koyu renge sahip olduğunu, 30 ve 60 ppm uygulanan dozlarda bitkilerde fitotoksiteye yol açtığı, yapraktan yapılan uygulamalarda konsantrasyonlarının artması ile meyve çapının arttığı, meyve ağırlığının ise etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Dikimden sonra 12 cm boya ulaşan süs biberlerinin kök bölgelerine 20, 40 ve 60 ppm paklobutrazol enjekte eden França ve ark. (2018), uygulanan PBZ konsantrasyonundan bağımsız olarak bitki boyunun azaldığını ve klorofil içeriğinin arttığını belirlemişlerdir. Süs biberlerinde aranan kaliteyi yakalamada en etkili dozun 20 ppm olduğunu belirtmektedirler.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışma Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümünde çatı örtüsü polietilen, yan örtüsü polikarbon olan, sulama ve gübreleme sistemi tam otomasyonlu fide serasında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü sera ticari fide üreten firmaların seraları ile aynı özelliklere sahiptir.

Çalışmada bitkisel materyal olarak farklı biber tipine sahip hibrit, standart çeşit ve lokal popülasyonlar kullanılmıştır. Denemede demre sivri biber tipi olarak Anemon F1 (Axia tohum) ve standart çeşit Burdem (Bursa Tohum); dolmalık biber tipi olarak Gama F1 (Takii Seed) ve standart çeşit Kandil (Bursa Tohum); kapyra tipi olarak Arima F1 (Invictus Tohumculuk) ve standart çeşit Postal (Asgen Tohum); üç burun biber tipi olarak Esen F1 (Reformist Tohum) ve standart genotip Tokat Biberi popülasyonu kullanılmıştır.

Paklobutrazol kaynağı olarak Syngenta firması tarafından bitki büyüme düzenleyici olarak pazarlanan ve ülkemizde 2020 yılında domates fidelerinin yetiştirilmesinde kullanılabilir ruhsatı verilen Cultar (250 g/l paklobutrazol, %23 w/w) ticari isimli preparat kullanılmıştır. Fide yetiştirme ortamı olarak torf+perlit karışımı kullanılmıştır. Karışımın oranı %70 torf ve %30 perlit olacak şekilde ayarlanmıştır. Ayrıca nem muhafazası için tohum ekiminden sonra kapak materyali olarak 2 numara vermikulit kullanılmıştır. Fideler 216 gözlü viyoller içine yerleştirilmiş insörtlerde yetiştirilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Paklobutrazol dozları ve uygulama şekli

Çalışmada bütün genotiplerin tohumları 1 Nisan 2023 tarihinde ekilmiştir. Tohumlar fide kaplarına otomatik tohum ekme makinesi ile ekilmiştir. Tohum ekiminden sonra viyoller streç film ile sarılmış ve 18 °C'de 3 gün bekletildikten sonra fide yetiştirme serasına alınarak fide sehplarına yerleştirilmiştir. Fidelerin yetiştirildiği seranın

sıcaklığı sıcaklık kontrol otomasyonu olmadığı için manuel olarak 23 ± 5 °C dolayında tutulmuştur.

Denemede bitkilere paklobutrazol uygulamasında ticari fide yetiştiren firmaların kullandıkları yöntem uygulanmıştır. Buna göre biber bitkilerine paklobutrazol uygulaması 2 dönemde yapılmıştır. İlk uygulama kotiledon yaprakları yere paralel olacak düzeye geldiklerinde yapılmıştır. İkinci uygulama ise ilk gerçek yapraklar 0,5 cm genişliğe ulaştığında yapılmıştır. Genotiplerin çıkış tarihlerinin birbirinden farklı olması ve benzer şekilde gelişmelerinin de farklı olması nedeniyle paklobutrazol uygulamaları da farklı zamanlarda yapılmıştır. Paklobutrazol dozları uygulanırken bitki başına 0,3 ml olacak şekilde hazırlanan solüsyonlar yapraktan spreyl şeklinde bitkilere püskürtülmüştür. Paklobutrazol püskürtme işleminden 5 dakika sonra sulama yapılarak paklobutrazolun yapraktan yıkanarak kök bölgesine inmesi sağlanmıştır. Paklobutrazol dozları belirlenirken aşırı düşük ve yüksek dozlar da kullanılarak bu dozların biber fidelerinde oluşturacağı olumsuz etkilerin de (cılız gövde, aşırı uzama, fitotoksite ve büyümenin durması gibi) gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Hazır fide sektöründe biber için 30-50 ppm arasındaki dozlar kullanılmaktadır. Buradan hareketle çalışmada paklobutrazolun 10, 20, 30, 40, 50 ve 60 ppm dozları fide gelişiminin iki farklı evresinde bitkilere uygulanmıştır. Fide yetiştirme aşamasında durdurucu veya geciktirici kullanılmadığı zamanlarda istenen kalite ve özelliklerde fide elde edilemediği için sıfır doz kullanılmamıştır. Burada amaç genotiplere göre en uygun dozun belirlenmesi ve genotiplere göre doz farkının etkili olup olmayacağı araştırıldığından, ayrıca standart bir doz ölçü alınmadığından kontrol muamelesi kullanılmamıştır.

3.2.2. Deneme deseni

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Her tekerrürde 50 bitki yetiştirilmiş ve bu bitkilerin içinden tesadüfi olarak seçilen 10 bitkide gözlemler yapılmıştır. Böylece denemede her genotip için 900 tohum ekilmiştir (6 paklobutrazol dozu x 3 tekerrür x 50 bitki = 900 bitki). Çalışmada 8 genotip kullanılmıştır. Böylece toplamda 900 bitki x 8 genotip = 7200 tohum ekimi yapılmıştır.



Şekil 3.1. Tohum ekiminin yapılışı ve vermikulit kapağı atılmış viyoller



Şekil 3.2. Fidelere ikinci dönem paklobutrazol uygulaması



Şekil 3.3. paklobutrazol uygulaması tamamlanmış fidelerin seradaki görünümü

3.2.3. Fidelerin gübrelenmesi ve sulanması

Tohum ekiminden sonra günde iki kez bitkiler boom sulama sistemiyle gübre kullanılmadan sulanmış, çimlenmeden 7 gün sonra sulama, besin çözeltisi ile yapılmıştır. Besin çözeltisi ilk 1 hafta 10:52:10:10:10 (N:P:K:Ca:Mg) gübre dozları kullanılarak hazırlanmıştır. 1 haftadan sonra 20:10:20:10:10 (N:P:K:Ca:Mg) gübre dozları kullanılarak hazırlanmıştır. Sulama suyu konsantrasyonu ilk 15 gün EC 1.4 dS/m, sonraki 1 hafta 1.8 dS/m ve bundan sonra 2.0 dS/m olacak şekilde ayarlanmıştır. Hazır fide yetiştiriciliğinde biber fidelerinin 5. ve 6. gerçek yaprakları yaklaşık 1 cm genişliğe ulaştığında yetiştiricilik sonlandırılmakta ve fideler dikim için seradan çıkarılmaktadır. Bu da genotip ve yetiştirme zamanına göre yaklaşık 40 ile 50 gün sürmektedir. Çalışmada genotiplere göre değişmekle beraber tohum ekiminden itibaren yaklaşık 45. günde yetiştiricilik sonlandırılmaya başlanmıştır. Gelişimi yavaş seyreden genotiplerde ise yetiştiricilik 50. günde sonlandırılmıştır. Yetiştiriciliği sonlandırılan genotiplerin fidelerinde zaman geçirilmeksizin ölçüm ve gözlemlere başlanmıştır.

3.3. Gözlem ve Ölçümler

3.3.1. Fide boyu (cm)

Yetiştiriciliği tamamlanan genotiplerde fideler sökülmeden önce viyoller üzerinde her uygulama için tesadüfi olarak seçilen 10 adet fide kök boğazından bitkinin büyüme noktasına kadarki kısmı ölçülmüş ve fide boyu kaydedilmiştir.

3.3.2. Gövde uzunluğu (cm)

Fide boyu ölçümü yapılan fidelerde aynı zamanda gövde uzunlukları da ölçülmüştür. Bunun için 10 adet fidenin kök boğazından kotiledon yapraklarına kadar olan kısmı ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

3.3.3. Gövde çapı (mm)

Fide boyu ve gövde uzunluğu ölçümleri yapılan aynı fidelerde gövde çapları da ölçülmüştür. Bunun için 10 adet fidede kök boğazının üstünden gövde çapları dijital kumpas ile ölçülmüş ve kaydedilmiştir.

3.3.4. Yaprak sayısı (adet/ bitki)

Fide boyu, gövde uzunluğu ve gövde çapı ölçümü için kullanılan fidelerde yaprak sayıları da belirlenmiştir. Bunun için 10 adet fidede gerçek yapraklar sayılmış ve fide başına yaprak sayısı belirlenmiştir.

3.3.5. Kök boyu (cm)

Denemede her parselde tesadüfi olarak 10 adet fide belirlenmiş, bu fideler insörtlardan çıkarıldıktan sonra bir süre su içinde bekletilerek kök bölgesindeki yetiştirme ortamının yumuşaması sağlanmış ve daha sonra çeşme suyu altında köklerde kopma olmayacak şekilde yavaş ve dikkatlice kökler yıkanmış ve temiz bir zemin üzerinde cetvel kullanılarak fidelerin kök boyları ölçülmüştür.



Şekil 3.4. Gözlem yapılmaya hazır yıkanmış fideler

3.3.6. Fide kuru ağırlığı (%)

Kök boyu ölçümü için sökülen fidelerde kök boyu ölçüldükten sonra kökleri ayrılmış, toprak üstü aksam 0,001 gram hassasiyete sahip terazide tartılmış ve yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. Yaş ağırlık ölçümü yapılan bitkiler etüvde 65 °C sıcaklıkta ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuş aynı terazide kuru ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra fidelerin kuru ağırlıkları yaş ağırlıklarına oranlanarak % kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

3.3.7. Kök kuru ağırlığı (%)

Kök boyu ölçümü için sökülen fidelerde kök boyu ölçüldükten sonra kökleri kök boğazından kesilerek ayrılmış ve bu kökler 0,001 gram hassasiyete sahip terazide tartılmış ve yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. Yaş ağırlık ölçümü yapılan kökler etüvde 65 °C sıcaklıkta ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuş ve aynı terazide kuru ağırlıkları ölçülerek kaydedilmiştir. Daha sonra fide köklerinin kuru ağırlıkları yaş ağırlıklarına oranlanarak % kuru kök ağırlıkları belirlenmiştir.

3.3.8. Biomas (g)

Kök boyu ve kuru ağırlıkları ölçülmek üzere sökülen ve temizlenen fidelerde biomas ölçümleri yapılmıştır. Bunun için kökleri temizlenen fideler oda sıcaklığında üzerindeki nem uçuncaya kadar bekletilmiş ve daha sonra 0,001 gram hassasiyete sahip bir terazide ağırlıkları ölçülmüştür.

3.3.9. Klorofil indeksi (SPAD)

Fideler sökülmeden hemen önce her parselde 10 bitkide ve her bitkide ilk 2 gerçek yaprakta klorofil indeksi ölçümü yapılmıştır. Ölçümde yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502) kullanılmıştır.



Şekil 3.5. Fidelerde L*, a* ve b* renk ölçümleri

3.3.10. Fide yaprak rengi

Her parselde sökümünden hemen önce 10 bitkide ve her bitkide ilk 2 gerçek yaprakta renk ölçümü yapılmıştır. Yaprak rengi renkölçer ile (CR-400, Minolta Co., Tokyo, Japan) L*, a*, b* olarak ölçülmüştür (Şekil 3) L*, siyah:0'dan beyaz:100 olacak şekilde rengin açıklık veya koyuluğunu, a* ve b* ise L*'ye dik bir renk düzleminde rengi belirler. Eksenin tam ortasında renk (a*:0, b*:0) renksiz (gri-akromatik)'dir. Yatay ekseninde pozitif a* kırmızıyı, negatif a* yeşili; dikey eksenindeki 440 pozitif b* sarıyı ve negatif b* ise maviyi göstermektedir. Rengin temel bileşenlerini belirleyen hue açısı (h°) (0°:kırmızı-pembe, 90°:sarı, 180°:yeşil ve 270°:mavi) ve rengin doygunluğunu, canlılığını belirleyen kroma (C*) değerleri a* ve b*'den aşağıdaki formüllere göre hesaplanarak elde edilmiştir (McGuire, 1992).

$$h^{\circ} = 180 + \tan^{-1} (b^*/a^*)$$

$$C^* = [(a^{*2} + b^{*2})]^{1/2}$$

3.3.11. Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen verilerin istatistiki analizi IBM SPSS v.25.0 paket programı ile yapılmıştır. Gruplar arası farkın önem kontrolü tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile belirlenmiş, veriler ortalama $\pm$ standart hata şeklinde alınmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Fide Boyuna Etkisi

Fide boyu biberde fide kalitesi bakımından en önemli parametredir. Fide yetiştiriciliğinde paklobutrazol kullanılmasının nedeni de fide boyunun istenen düzeyde oluşturulmasıdır. Denemede hem paklobutrazol dozlarına hem de genotiplere bağlı olarak fide boyu önemli farklılıklar oluşturmuştur. Fide boyu farklılıkları paklobutrazol dozlarında çok daha belirgin çıkmıştır. Denemede fide boyu 3,50 cm ile 10,05 cm arasında değişmiştir. Dikime hazır bir biber fidesinin ideal fide boyunun genotiplere göre değişmekle beraber 5,8-6,5 cm arasında olması tercih edilmektedir. Fide boyu tek başına % 100 geçerli bir kriter olmamakla beraber diğer parametrelerde bir sapma veya anormallik olmadıkça fide boyu dikkate alınabilir. Bu bağlamda denemede Kandil, Gama F1, Burdem ve Esen F1 genotiplerinde 30 ppm, Postal, Arima F1 ve Tokat biberi genotiplerinde 40 ppm, Anemon F1 genotipinde ise 20 ppm paklobutrazol en etkili dozlar olarak öne çıkmıştır. Çalışmada paklobutrazol dozları arttıkça fide boyu linear olarak azalmıştır. Genotiplerin dozlara göre gösterdikleri tepkiler farklı olmuştur. Fide boyu bakımından genotipler ve dozlar arasındaki farklılıklar $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli çıkarken, genotipi x doz interaksyonu da 0,01 düzeyinde önemli çıkmıştır. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının fide boyuna etkileri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

4.2. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Gövde Uzunluğuna Etkisi

Biber fidelerinde önemli kalite özelliklerinden biri de gövde uzunluğudur. Fidelerde gövde boyunun ne kısa ne de uzun olması istenmeyen bir durumdur. Biber fidesi için standart bir fide boyundan söz etmek de doğru değildir. Genotiplere göre değerlendirmek daha doğrudur. Denemede gövde boyu 13,91 mm (Burdem-60 ppm PBZ) ile 34,33 mm (Tokat biberi-10 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Fidelere uygulanan paklobutrazol dozu arttıkça fidelerde gövde boyunda linear olarak azalma meydana gelmiştir. En yüksek fide boyu en düşük paklobutrazol dozundan elde edilirken, en düşük fide boyu en yüksek dozda elde edilmiştir. Fide gövde boyu genotiplere göre de farklı sonuç vermiştir. Ortalama gövde boyu bakımından en düşük

gövde boyları düşükten büyüğe doğru sırasıyla Burdem, Anemon F₁, Kandil, Gama F₁, esen F₁, Arima F₁, Postal ve Tokat biberi şeklinde sıralanmıştır. En yüksek gövde boyunun Tokta biberinden elde edilmesi Tokat biberinin güçlü tohum çimlenmesi ve kuvvetli fide gelişiminden kaynaklanmaktadır. Gövde boyu dolmalık ve sivri tiplerde F₁ genotipler, kapyra ve üçburun tiplerinde standart çeşitler daha yüksek çıkmıştır. Denemede genotipler ve paklobutrazol dozları arasındaki farklılıklar ve genotip x doz interaksyonu $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde gövde uzunluğuna etkileri Çizelge 4.2’de verilmiştir

4.3. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Gövde Kalınlığına Etkisi

Biber fidelerinde önemli kalite parametrelerinden biri de gövde kalınlığıdır. Gövdenin orta kalınlıkta ve esnek olması istenir. Denemede fidelerin gövde kalınlıkları 2,46 mm (Kandil-50 ppm PBZ) ile 3,61 mm (Tokat biberi-10 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Gövde kalınlığı paklobutrazol dozlarına ve genotiplere göre önemli farklılıklar gösterirken ($P \leq 0,01$), paklobutrazol dozları ile gövde kalınlığı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Genel olarak paklobutrazol dozu arttıkça gövde kalınlığı azalmıştır. Standart çeşitlerin ve Tokat biberinin gövde kalınlığı hibrit çeşitlere daha yüksek çıkmış ve aynı zamanda farklılıklar da önemli bulunmuştur. Denemede genotipler arasında en yüksek gövde kalınlığı sırasıyla Tokat biberi, Postal, Burdem, Esen F₁, Arima F₁, Anemon F₁, Kandil ve Gama F₁ şeklinde gerçekleşmiştir. Denemede aynı zamanda genotip x doz interaksyonunda $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının gövde kalınlığına etkileri Çizelge 4.3’te verilmiştir.

4.4. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Yaprak Sayısına Etkisi

Yaprak sayısı biber fidelerinde önemli kalite parametreleri arasında kabul edilmekle beraber, yaprak sayısı paklobutrazol dozunun yanında fidenin fidelikte kalma süresi, genotipin gelişme kuvveti ve çimlenme süresi gibi faktörlere bağlı olarak ta değişmektedir. Denemede yaprak sayıları 3,63 (Arima F₁-60 ppm PBZ) ile 7,30 (Tokat biberi-20 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Paklobutrazol uygulama dozu arttıkça

genelde yaprak sayısı azalmıştır. Ortalama yaprak sayılarına bakıldığında linear bir azalma söz konusudur. Bununla beraber Burdem genotipinde yaprak sayısı paklobutrazol uygulamasından etkilenmemiştir. Denemede en yüksek yaprak sayısı sırasıyla Burdem, Tokat biberi, Anemon F₁, Esen F₁, Postal, Gama F₁, Kandil ve Arima F₁ şeklinde sıralanmıştır. Dolmalık genotiplerde yaprak sayısı hibrit çeşitte daha yüksek bulunurken, diğer genotiplerde yaprak sayısı standart çeşitlerde daha yüksek çıkmıştır. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının yaprak sayısına etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir.

4.5. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Kök Boyuna Etkisi

Biber fidelerinde kök uzunluğu fide kalitesi bakımından birinci öncelikte kriterlerden olmamakla beraber kaliteli bir fidede kök gelişiminin yeterli düzeyde olması beklenir. Denemede paklobutrazol dozları ile kök uzunluğu arasında istatistiki olarak önemli bir fark çıkmamıştır. Ayrıca doz ile kök uzunluğu arasında anlamlı bir ilişki de çıkmamıştır. Denemede kök uzunluğu 7,52 cm (Esen F₁-50 ppm PBZ) ile 10,29 cm (Postal-20 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Kök uzunluğu bakımından genotipler arasında fark önemli bulunmuştur ($P \leq 0,01$). Dolmalık ve sivri biber tiplerinde hibrit çeşitlerin kök uzunluğu standart çeşitlerden daha yüksek olurken, kapy ve üç burun biber tiplerinde standart çeşitleride kök uzunluğu daha yüksek çıkmıştır. Çalışmada kök uzunluğu x genotip interaksyonu önemli bulunmamıştır. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının bitkilerin kök boyuna etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

4.6. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Fide Kuru Ağırlığına Etkisi

Biber fidelerinde kuru ağırlık oransal olarak hesaplanmış ve % 8,77 (Kandil-60 ppm PBZ) ile 14,04 (Burdem-60 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Düşük paklobutrazol dozlarında fide kuru ağırlığı azalırken, paklobutrazol dozu arttığında kuru ağırlık oranı da artmıştır. Ancak bu artış veya azalış genotiplere göre farklılıklar göstermiştir. Gama F₁, Burdem, Anemon F₁, Postal, Arima F₁ ve Esen F₁ genotiplerinde kuru ağırlık bakımından paklobutrazol dozları arasında önemli bir fark çıkmamıştır. Denemede kuru ağırlık bakımından 10-30 ppm arası PBZ dozlarında ve 40-60 arası PBZ dozlarında fark

önemli bulunmamıştır. Bununla beraber genotiplerin fide kuru ağırlıkları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Çalışmada kuru ağırlık bakımından paklobutrazol dozları ve genotipler arasındaki farklılıklar ve doz x genotip interaksyonu $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının bitkilerin yaprak kuru ağırlığına etkileri Çizelge 4.6’da verilmiştir.

4.7. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Kök Kuru Ağırlığına Etkisi

Fidelerde kök kuru ağırlığı kök yaş ağırlığının kuru ağırlıklarına oranlanmasıyla hesaplanmış ve oransal olarak değerlendirilmiştir. Buna göre kök kuru ağırlığı % 5,74 (Postal- 40 ppm PBZ) ile 16,20 (Kamdil- 60 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Oransal kök kuru ağırlıkları dozlara göre önemli farklılıklar göstermiştir. Ortalama en yüksek kök kuru ağırlığı 10 ve 20 ppm PBZ dozlarından elde edilirken, genotiplerin kök kuru ağırlıkları oldukça değişken çıkmıştır. Denemede kullanılan bütün genotiplerde kök kuru ağırlığı doz arttıkça azalmıştır. Ancak bu azalma linear bir azalma şeklinde değildir. Örneğin Kandil genotipinde 10 ppm PBZ dozundan 40 ppm PBZ dozuna kadar kök kuru ağırlığı sürekli azalırken, 50 ve 60 ppm PBZ dozlarında artış gözlenmiştir. Ayrıca genotiplerin hibrit veya standart çeşit olması ile kök kuru ağırlığı arasında bir ilişki kurulamamıştır. Her ne kadar kök kuru ağırlığı farklılıkları doz ve genotiplere göre $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli farklılıklar ortaya koysa da uygulamalar ile kök kuru ağırlıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının bitkilerin kök kuru ağırlığına etkileri Çizelge 4.7’de verilmiştir.

4.8. Paklobutrazol Uygulamalarının Biber Genotiplerinde Biomas Üzerine Etkisi

Biomas biber fidelerinde temizlenmiş kök ve gövde ağırlıklarının tartımı ile hesaplanmıştır. Paklobutrazol uygulaması genelde kaliteli ve kompakt yapıda fideler elde edilmesini sağlarken, fidelerde biomasın azalmasına neden olmaktadır. Denemede paklobutrazol dozları arttıkça fidelerin biomas ağırlıkları azalmıştır. Ancak bu azalış ortalama değerlerde linear olurken, genotiplerde dozlara göre değişiklikler görülmüştür. Bununla beraber denemede kullanılan bütün genotiplerde biomas ağırlıkları düşük paklobutrazol dozlarında yüksek çıkarken, yüksek paklobutrazol dozlarında düşük

çıkıştır. Genotiplerin biomas ağırlıkları farklı çıkarken, standart çeşitlerin biomas ağırlıkları hibrit çeşitlerden daha yüksek bulunmuştur. Tokat biberi biomas ağırlığı bakımından en iyi genotip olurken, diğer genotiplere oranla % 100'e varan bir fark oluşmuştur. Çalışmada biomas ağırlığı bakımından dozlar ve genotipler arasındaki farklılıklar ve doz x genotip interaksyonu $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının bitkilerin bioması üzerine etkileri Çizelge 4.8'de verilmiştir.

4.9. Paklobutrazol Uygulamalarının Yaprak Klorofil İçeriği (SPAD) Üzerine Etkisi

SPAD değeri biber fidelerinde yaprak klorofil içeriğini belirlemek için kullanılmıştır. Denemede fidelere uygulanan paklobutrazol dozu arttıkça görsel olarak fide yapraklarının daha kalın ve renklerinin daha koyu olduğu değerlendirilmiştir. Bu durum SPAD metre değerlerinde de ortaya çıkmış, paklobutrazol dozu arttıkça SPAD değeri de artmış ve dozlar arasındaki farklılıklar $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Genotipler arasındaki farklılıklarda $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli çıkmakla beraber farklılıklar dozlardaki kadar olmamıştır. Genotiplerdeki farklılıkların nedeni daha çok genotipin yaprak renginden kaynaklanmıştır. Örneğin Tokat biberi yaprak rengi sarımtırak yeşile daha yakın olduğundan genotipler arasında SPAD değeri en düşük genotip olmuştur. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının yaprak klorofil içeriğine (SPAD) etkileri Çizelg 4.9'da verilmiştir.

4.10. Paklobutrazol Uygulamalarının Yaprak Rengine Etkisi (L^* , a^* , b^*)

Siyahtan beyaza doğru rengi ifade eden L^* renk değeri fidelerde paklobutrazol dozlarına ve genotiplere bağlı olarak değişmiştir. Denemede L^* değerleri 33,03 (Postal-30 ppm PBZ) ile 38,51 (Burdem-60 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Paklobutrazol dozları ile L^* renk değerleri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Örneğin 10 ppm ile 60 ppm paklobutrazol dozları arasında fark önemli çıkmazken, diğer dozlar bu iki dozdan daha düşük çıkmıştır. Genotiplerin L^* renk değerleri farklılıklar göstermiştir. Arima F₁, Anemon F₁ ve Burdem genotiplerinin L^* renk değerleri en yüksek çıkarken bu genotipler arasında renk değeri farkı önemli çıkmamıştır. L^* renk değeri bakımından

paklobutrazol dozları arasındaki farklılıklar ve genotipler arasındaki farklılıklar ile genotip x doz interaksyonu $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Genotipler arasındaki farklılıklar genotipin kendine has yaprak renginden kaynaklandığı için oluşan farklılıklar anlamlı olurken, paklobutrazol dozları arasındaki farklılığın nedeni açıklanamamaktadır. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde yaprak L* rengine etkileri Grafik 4.1 ve Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Kırmızı ile yeşil arasındaki renk değişimini ifade eden a* renk değeri sıfıra yaklaştıkça yeşil rengin arttığını ifade etmektedir. Denemede a* renk değeri 8,96 (Burdem-30 ppm PBZ) ile 5,52 (Postal-60 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Kandil ve Burdem çeşidi dışında diğer genotiplerde standart ya da hibrit çeşitler arasında a değeri bakımından fark önemli çıkmamıştır. Bitkilere uygulanan paklobutrazol dozu arttıkça a değeri azalmış, 10-20 ppm, 30-40 ppm, 50-60 ppm dozları arasında fark önemli çıkmamıştır. Genotiplere göre a değerlerinin farklı olması genetik yapıdan kaynaklanmıştır. En yüksek a değerinin Burdem çeşidinde elde edilmesi çeşidin genetik yapısından kaynaklanmıştır. Paklobutrazol dozundaki artışa bağlı olarak fidelerin daha kompakt ve kalın yapraklara sahip olması a miktarının da artmasına etki etmiştir. Denemede paklobutrazol dozları, genotipler ve doz x genotip interaksyonu bakımından uygulamalar arasındaki farklılıklar $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli çıkmıştır. Genotiplere göre paklobutrazol dozlarının yaprak renk değeri a* üzerine etkileri Grafik 4.1 ve Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Sarıdan maviye rengi ifade eden b* renk değeri uygulamalara bağlı olarak 11,25 (Gama F1-20 ppm PBZ) ile 5,84 (Postal-60 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Çalışmada hem uygulanan dozlar, hem de genotipler bakımından $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli farklılıklar oluşmuştur. Linear olmamakla beraber çalışmada düşük paklobutrazol dozlarından b* değeri de yüksek çıkarken, yüksek paklobutrazol dozlarında b* değeri düşük çıkmıştır. Bununla beraber genotip düzeyinde bu değişimler Postal, Arima F1 ve Tokat biberi dışında diğer genotiplerde anlamlı bir değişim belirlenmemiştir. Genotiplerin b* renk değerleri de önemli farklılıklar göstermiştir ($P \leq 0,01$). Genotiplerin hibrit ya da standart çeşit olması ile b* değeri arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde yaprak b* renk değerine etkileri Grafik 4.3 ve Çizelge 4.12'de verilmiştir.

4.11. Paklobutrazol Uygulamalarının Yaprak Hue ve Croma Üzerine Etkisi

Renk ölçümlerinde rengin yoğunluğunu gösteren Hue değeri denemede uygulamalara bağlı olarak 53,91 (Kandil-30 ppm PBZ) ile 44,09 (Kandil-20 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Çalışmada Hue değeri ile paklobutrazol dozları arasında bir ilişki bulunamamış, dozların Hue değeri üzerine etkisi olmamıştır. Bununla beraber genotiplere göre Hue değeri farklılıklar göstermiştir. Dolmalık tip dışında diğer biber tiplerinde hibrit çeşitlerde Hue değeri daha yüksek çıkmıştır. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde yaprak Hue renk değerine etkisi Grafik 4.4'te verilmiştir.

Rengin matlık veya parlaklığını ifade eden Croma değeri uygulamalara bağlı olarak 8,04 (Postal-60 ppm PBZ) ile 13,90 (Anemon-40 ppm PBZ) arasında değişmiştir. Paklobutrazol dozu arttıkça Croma değeri azalmıştır. Aynı zamanda Croma değeri genotiplere göre de farklı çıkmıştır. Sivri biber tipi dışında diğer biber tiplerinde hibrit çeşitlerin Croma değerleri standart çeşitlere göre daha yüksek çıkmıştır. Denemede kullanılan bütün genotiplerde yüksek paklobutrazol dozları Croma değerlerinin azalmasına neden olmuştur. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde yaprak Croma renk değerine etkisi Grafik 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide boyuna etkisi (cm)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F ₁	Burdem	Anemon F ₁	Postal	Arima F ₁	Tokat biberi	Esen F ₁	
10	8,69±0,64 ^{a-d}	8,44±0,15 ^{a-e}	8,90±0,62 ^{abc}	8,26±0,17 ^{b-f}	8,71±0,41 ^{a-d}	9,12±0,29 ^b	10,05±0,40 ^a	10,01±0,96 ^a	9,02 ^a
20	7,55±0,32 ^{b-h}	6,61±0,32 ^{f-m}	6,77±0,33 ^{e-l}	5,63±0,20^{j-s}	8,07±0,48 ^{b-g}	7,36±0,14 ^{c-j}	8,64±0,17 ^{a-d}	7,54±0,20 ^{b-h}	7,27 ^b
30	6,48±0,46^{g-n}	5,78±0,29^{j-s}	6,50±0,39^{g-n}	4,69±0,54 ^{o-t}	7,46±0,32 ^{b-i}	7,18±0,54 ^{d-k}	7,88±0,16 ^{b-g}	6,07±0,27^{i-p}	6,51 ^c
40	4,49±0,31 ^{m-t}	5,14±0,11 ^{l-t}	5,20±0,39 ^{l-t}	4,73±0,51 ^{o-t}	6,52±0,33^{g-n}	5,69±0,21^{j-s}	6,70±0,12^{f-m}	4,98±0,49 ^{m-t}	5,43 ^d
50	4,57±0,32 ^{o-t}	3,86±0,15 st	4,81±0,24 ^{n-t}	4,05±0,26 ^{r-t}	5,87±0,31 ^{i-r}	5,19±0,14 ^{l-t}	6,12±0,46 ^{h-o}	4,47±0,36 ^{o-t}	4,87 ^e
60	4,56±0,14 ^{o-t}	3,50±0,30 ^t	4,38±0,18 ^{p-t}	3,62±0,31 ^t	5,10±0,67 ^{l-t}	4,99±0,08 ^{m-t}	5,43±0,29 ^{k-s}	4,16±0,42 ^{r-t}	4,47 ^f
Ortalama	6,06 ^d	5,55 ^e	6,10 ^d	5,16 ^f	6,96 ^b	6,59 ^c	7,47 ^a	6,21 ^d	

Önem Düzeyi

Genotip: **

Doz: **

Genotip x Doz: **

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.2. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde gövde uzunluğuna etkisi (mm)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	23,33±1,01 ^{f-k}	22,68±0,64 ^{g-k}	20,22±0,46 ^{k-n}	21,44±1,17 ^{i-l}	31,47±0,71 ^{ab}	31,63±0,82 ^{ab}	34,33±1,26 ^a	28,52±1,35 ^{bcd}	26,70 ^a
20	22,79±0,75 ^{g-k}	22,41±0,67 ^{h-k}	17,68±0,75 ^{mno}	17,63±0,41 ^{mno}	29,20±0,31 ^{bc}	26,38±0,80 ^{c-f}	33,16±1,03 ^a	25,50±0,80 ^{d-h}	24,34 ^b
30	17,63±0,69 ^{mno}	20,02±0,29 ^{k-n}	18,15±0,62 ^{l-o}	17,69±0,54 ^{mno}	28,56±0,65 ^{bcd}	25,99±0,84 ^{c-g}	33,84±0,72 ^a	23,81±0,59 ^{f-j}	23,21 ^c
40	16,78±1,05 ^{nop}	17,89±0,57 ^{mno}	17,05±0,84 ^{nop}	17,15±0,93 ^{nop}	27,74±0,88 ^{cde}	24,81±0,86 ^{e-i}	31,95±0,61 ^{ab}	22,19±0,63 ^{h-k}	21,95 ^d
50	14,83±0,48 ^{op}	17,77±0,78 ^{mno}	14,92±0,55 ^{op}	15,32±0,68 ^{op}	26,20±0,85 ^{c-g}	23,46±0,66 ^{f-k}	28,78±0,70 ^{bcd}	21,88±0,47 ^{i-k}	20,40 ^e
60	13,96±0,29 ^p	17,69±0,28 ^{mno}	13,91±0,88 ^p	15,04±0,76 ^{op}	25,95±0,83 ^{c-g}	24,16±0,71 ^{f-j}	26,17±0,81 ^{c-g}	20,94±0,66 ^{j-m}	19,73 ^f
Ortalama	18,22 ^f	19,74 ^e	16,99 ^g	17,38 ^g	28,19 ^b	26,07 ^c	31,37 ^a	23,81 ^d	
Önem Düzeyi									
Genotip:		**							
Doz:		**							
Genotip x Doz:		**							

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.3. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde gövde kalınlığına etkisi (mm)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	2,83±0,09 ^{c-j}	2,63±0,10 ^{f-j}	2,93±0,19 ^{b-j}	2,82±0,17 ^{c-j}	3,15±0,14 ^{a-j}	2,75±0,13 ^{d-j}	3,61±0,10 ^a	2,84±0,12 ^{c-j}	2,95 ^a
20	2,71±0,10 ^{d-j}	2,64±0,19 ^{f-k}	2,92±0,15 ^{b-j}	2,71±0,11 ^{d-j}	3,25±0,13 ^{a-g}	2,63±0,06 ^{f-j}	3,30±0,18 ^{a-f}	2,84±0,11 ^{c-j}	2,87 ^{ab}
30	2,51±0,09 ^{ij}	2,60±0,09 ^{g-j}	2,89±0,08 ^{c-j}	2,89±0,11 ^{c-j}	3,19±0,12 ^{a-i}	2,70±0,10 ^{d-j}	3,32±0,16 ^{a-d}	2,66±0,10 ^{e-j}	2,84 ^{bc}
40	2,54±0,15 ^{hij}	2,58±0,10 ^{g-j}	2,88±0,07 ^{c-j}	2,64±0,21 ^{f-j}	2,83±0,12 ^{c-j}	2,70±0,10 ^{d-j}	3,20±0,14 ^{a-h}	2,73±0,15 ^{d-j}	2,76 ^{cd}
50	2,46±0,17 ^j	2,54±0,11 ^{hij}	2,81±0,12 ^{c-j}	2,54±0,14 ^{hij}	2,91±0,09 ^{c-j}	2,63±0,21 ^{f-j}	3,41±0,14 ^{abc}	2,64±0,10 ^{f-j}	2,74 ^d
60	2,77±0,10 ^{c-j}	2,58±0,15 ^{g-j}	2,63±0,24 ^{f-j}	2,47±0,12 ^j	3,05±0,12 ^{a-j}	2,82±0,07 ^{c-j}	3,53±0,19 ^{ab}	2,70±0,17 ^{d-j}	2,82 ^{bcd}
Ortalama	2,64 ^{de}	2,59 ^e	2,84 ^c	2,68 ^{de}	3,06 ^b	2,71 ^d	3,39 ^a	2,74 ^d	
Önem Düzeyi									
Genotip:		**							
Doz:		**							
Genotip x Doz:		**							

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.4. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde yaprak sayısına etkisi (adet/fide)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	5,20±0,17 ^{e-h}	5,87±0,24 ^{b-f}	7,03±0,31 ^{ab}	4,90±0,36 ^{f-j}	5,60±0,24 ^{c-g}	4,60±0,10 ^{f-j}	7,27±0,15 ^a	5,30±0,17 ^{d-g}	5,72 ^a
20	5,30±0,17 ^{d-g}	4,83±0,23 ^{f-j}	7,07±0,31 ^{ab}	5,27±0,15 ^{d-h}	5,50±0,26 ^{d-g}	4,40±0,35 ^{g-j}	7,30±0,10 ^a	5,87±0,06 ^{b-f}	5,69 ^a
30	5,11±0,15 ^{f-i}	4,53±0,25 ^{f-j}	7,37±0,15 ^a	5,60±0,20 ^{c-g}	5,10±0,10 ^{f-i}	4,53±0,23 ^{f-j}	6,90±0,17 ^{abc}	4,90±0,10 ^{f-j}	5,51 ^b
40	4,73±0,29 ^{f-j}	4,47±0,21 ^{f-j}	7,03±0,29 ^{ab}	5,47±0,32 ^{d-g}	5,00±0,30 ^{f-j}	3,73±0,16 ^{ij}	7,03±0,29 ^{ab}	5,17±0,06 ^{e-h}	5,33 ^c
50	3,87±0,15 ^{hij}	4,63±0,25 ^{f-j}	7,13±0,38 ^{ab}	5,03±0,32 ^{f-j}	4,87±0,21 ^{f-j}	3,87±0,16 ^{hij}	6,53±0,25 ^{a-e}	4,93±0,40 ^{f-j}	5,11 ^d
60	3,67±0,21 ^j	4,33±0,15 ^{g-j}	7,17±0,23 ^{ab}	4,93±0,31 ^{f-j}	4,63±0,32 ^{f-j}	3,63±0,25 ⁱ	6,60±0,10 ^{a-d}	4,67±0,06 ^{f-j}	4,95 ^d
Ortalama	4,65 ^c	4,78 ^c	7,13 ^a	5,20 ^b	5,12 ^b	4,13 ^d	6,94 ^a	5,14 ^b	

Önem Düzeyi

Genotip:	**
Doz:	**
Genotip x Doz:	**

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.5. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde kök uzunluğuna etkisi (cm)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	8,45±0,45	9,61±0,14	8,03±0,71	8,00±0,40	9,70±0,73	8,17±0,57	9,11±0,19	7,71±0,09	8,60
20	8,04±0,13	9,49±0,16	8,56±0,15	8,35±0,55	10,29±0,38	8,69±0,22	9,18±0,30	7,84±0,56	8,81
30	7,70±0,18	9,34±0,20	8,20±0,41	8,26±0,48	9,56±0,19	8,16±0,47	8,68±0,31	7,68±0,32	8,45
40	8,19±0,36	9,93±0,23	8,49±0,18	8,31±0,16	9,88±0,55	8,28±0,53	9,06±0,67	7,63±0,24	8,72
50	8,79±0,15	9,71±0,38	8,32±0,50	8,96±0,66	9,37±0,47	8,01±0,17	8,84±0,68	7,52±0,44	8,69
60	7,97±0,51	9,01±0,42	8,57±0,46	9,14±0,68	9,54±0,43	8,49±0,25	8,75±0,25	7,94±0,17	8,68
Ortalama	8,19 ^d	9,52 ^a	8,36 ^{cd}	8,50 ^c	9,72 ^a	8,30 ^{cd}	8,94 ^b	7,72 ^e	
Önem Düzeyi									
Genotip:		**							
Doz:		ö.d.							
Genotip x Doz:		ö.d.							

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

**.: Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

ö.d.: Uygulamalar arasındaki farkın önemli olmadığını gösterir.

Çizelge 4.6. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide kuru ağırlığına etkisi (%)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	11,99±0,51 ^{a-d}	12,23±0,56 ^{a-d}	11,99±0,52 ^{a-d}	11,52±0,56 ^{a-e}	11,79±0,45 ^{a-e}	11,55±0,60 ^{a-e}	10,74±0,71 ^{b-e}	11,62±0,63 ^{a-e}	11,68 ^b
20	12,06±0,56 ^{a-d}	11,93±0,59 ^{a-e}	12,23±0,56 ^{a-d}	12,43±0,44 ^{a-d}	12,21±0,49 ^{a-d}	12,14±0,65 ^{a-d}	11,07±0,80 ^{a-e}	11,05±0,76 ^{a-e}	11,89 ^b
30	12,14±0,53 ^{a-d}	11,94±0,74 ^{a-d}	12,77±0,52 ^{abc}	11,55±0,42 ^{a-e}	11,65±0,69 ^{a-e}	12,85±0,67 ^{abc}	10,53±0,62 ^{cde}	12,18±0,78 ^{a-d}	11,95 ^b
40	11,07±0,54 ^{a-e}	12,50±0,59 ^{a-d}	13,75±0,56 ^{abc}	12,30±0,62 ^{a-d}	13,87±0,60 ^{ab}	13,26±0,74 ^{abc}	11,92±0,58 ^{a-e}	12,34±0,64 ^{a-d}	12,63 ^c
50	9,41±0,51 ^{de}	12,16±0,52 ^{a-d}	13,81±0,51 ^{abc}	12,47±0,40 ^{a-d}	13,55±0,69 ^{abc}	13,08±0,62 ^{abc}	12,55±0,72 ^{a-d}	12,07±0,66 ^{a-d}	12,39 ^c
60	8,77±0,41 ^e	13,25±0,51 ^{abc}	14,04±0,60 ^a	12,41±0,49 ^{a-d}	13,76±0,49 ^{abc}	12,42±0,80 ^{abc}	12,92±0,82 ^{abc}	12,39±0,75 ^{a-d}	12,50 ^c
Ortalama	10,91 ^f	12,34 ^{bcd}	13,10 ^a	12,11 ^{cd}	12,81 ^{ab}	12,55 ^{bc}	11,62 ^e	11,94 ^{de}	

Önem Düzeyi

Genotip:	**
Doz:	**
Genotip x Doz:	**

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.7. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide kök kuru ağırlığına etkisi (%)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	14,23±1,09 ^{ab}	8,38±0,74 ^{e-l}	12,48±0,47 ^{bcd}	11,14±0,54 ^{b-g}	9,09±0,81 ^{d-k}	11,63±1,15 ^{b-f}	8,61±1,15 ^{e-l}	12,41±0,73 ^{bcd}	11,00 ^a
20	14,17±0,11 ^{abc}	8,21±0,59 ^{e-l}	10,62±0,44 ^{c-i}	8,97±0,69 ^{e-l}	9,26±0,60 ^{d-k}	10,81±0,70 ^{g-h}	7,32±0,38 ^{h-l}	7,54±1,13 ^{g-l}	9,61 ^b
30	14,14±0,62 ^{abc}	8,34±0,81 ^{e-l}	10,65±0,68 ^{c-i}	7,77±0,86 ^{g-l}	7,37±1,36 ^{h-l}	9,85±0,13 ^{d-j}	6,28±0,33 ^{ijkl}	7,11±0,74 ^{i-l}	8,94 ^c
40	11,80±1,12 ^{b-e}	8,11±0,85 ^{f-l}	8,94±0,62 ^{e-l}	8,03±0,85 ^{f-l}	5,74±1,18 ^{kl}	7,96±0,26 ^{g-l}	5,77±0,54 ^{kl}	6,69±0,55 ^{ijkl}	7,88 ^d
50	13,44±1,10 ^{abc}	5,37±0,81 ^l	9,59±0,40 ^{d-j}	8,54±0,61 ^{e-l}	7,24±0,71 ^{h-l}	7,12±0,94 ^{i-l}	6,73±1,22 ^{ijkl}	7,06±0,66 ^{i-l}	8,14 ^d
60	16,20±1,64 ^a	5,71±0,53 ^{kl}	8,58±0,14 ^{e-l}	8,82±0,36 ^{e-l}	7,29±0,51 ^{h-l}	6,99±0,58 ^{i-l}	6,28±0,23 ^{ijkl}	6,92±0,40 ^{ijkl}	8,35 ^d
Ortalama	14,00 ^a	7,35 ^e	10,14 ^b	8,88 ^c	7,67 ^{de}	9,06 ^c	6,83 ^f	7,96 ^d	

Önem Düzeyi

Genotip: **

Doz: **

Genotip x Doz: **

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.8. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde fide biomas ağırlığına etkisi (gr)

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	2,79±0,20 ^{f-j}	2,53±0,21 ^{g-j}	3,70±0,25 ^{e-i}	2,62±0,38 ^{f-j}	4,79±0,36 ^{cde}	2,60±0,21 ^{f-j}	6,87±0,51 ^{ab}	3,66±0,42 ^{e-i}	3,70 ^a
20	2,58±0,19 ^{f-j}	2,39±0,22 ^{g-j}	3,59±0,24 ^{e-i}	2,71±0,22 ^{f-j}	4,08±0,32 ^{def}	2,93±0,23 ^{f-j}	7,02±0,56 ^{ab}	3,91±0,39 ^{d-g}	3,65 ^a
30	2,23±0,18 ^{hij}	2,23±0,30 ^{hij}	3,55±0,26 ^{e-j}	2,59±0,18 ^{f-j}	4,75±0,34 ^{cde}	2,35±0,30 ^{g-j}	7,12±0,53 ^a	3,35±0,30 ^{e-j}	3,52 ^a
40	2,54±0,32 ^{f-j}	1,99±0,20 ^j	3,16±0,25 ^{f-j}	2,36±0,31 ^{g-j}	3,79±0,33 ^{d-h}	2,43±0,21 ^{g-j}	6,78±0,51 ^{ab}	3,18±0,26 ^{f-j}	3,28 ^b
50	2,35±0,23 ^{hij}	2,36±0,23 ^{g-j}	3,40±0,40 ^{e-j}	2,52±0,42 ^{g-j}	3,36±0,32 ^{e-j}	2,64±0,23 ^{f-j}	5,66±0,54 ^{bc}	3,60±0,48 ^{e-i}	3,24 ^b
60	2,18±0,20 ^{ij}	2,54±0,25 ^{f-j}	3,33±0,26 ^{e-j}	2,37±0,40 ^{g-j}	3,18±0,31 ^{e-j}	2,65±0,19 ^{f-j}	5,23±0,46 ^{cd}	3,39±0,37 ^{e-j}	3,11 ^b
Ortalama	2,45 ^{de}	2,34 ^e	3,46 ^c	2,53 ^{de}	3,99 ^b	2,60 ^d	6,45 ^a	3,52 ^c	

Önem Düzeyi

Genotip: **

Doz: **

Genotip x Doz: **

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.9. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde klorofil içeriğine (SPAD) etkisi

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	55,93±1,15 ^{a-h}	51,35±0,99 ^{fg}	54,70±1,12 ^{a-h}	52,60±1,05 ^{d-h}	53,52±1,12 ^{b-h}	51,67±1,09 ^{e-h}	49,24± 1,45 ^h	59,33±1,79 ^{a-g}	53,54 ^a
20	52,60±2,02 ^{d-h}	51,63±1,21 ^{e-h}	55,67±1,12 ^{a-h}	55,70±1,25 ^{a-h}	54,06±1,53 ^{a-h}	56,00±1,55 ^{a-h}	53,64± 1,90 ^{b-h}	55,17±1,07 ^{a-h}	54,31 ^a
30	53,27±2,63 ^{c-h}	53,60±1,08 ^{b-h}	56,08±1,18 ^{a-h}	57,80±1,18 ^{a-g}	55,19±1,41 ^{a-h}	55,70±1,14 ^{a-h}	51,24± 0,38 ^{fg}	59,80±1,60 ^{a-e}	55,34 ^b
40	54,87±1,46 ^{a-h}	55,95±1,12 ^{a-h}	58,69±1,23 ^{a-g}	55,73±0,90 ^{a-h}	56,94±1,21 ^{a-h}	56,63±1,12 ^{a-h}	51,08± 0,43 ^{gh}	56,23±1,12 ^{a-h}	55,76 ^b
50	57,10±1,61 ^{a-h}	57,65±1,06 ^{a-g}	61,80±1,02 ^{ab}	60,47±1,36 ^{a-d}	59,47±1,70 ^{a-f}	58,10±1,25 ^{a-g}	55,84± 0,89 ^{a-h}	61,30±1,50 ^{abc}	58,97 ^c
60	55,07±0,93 ^{a-h}	59,36±1,23 ^{a-g}	60,46±1,14 ^{a-d}	58,73±1,63 ^{a-g}	62,20±1,68 ^a	60,23±1,36 ^{a-d}	55,39± 0,83 ^{a-h}	59,05±2,11 ^{a-f}	58,81 ^c
Ortalama	54,81 ^d	54,92 ^d	57,90 ^{ab}	56,84 ^{bc}	56,90 ^{bc}	56,39 ^c	52,74 ^e	58,48 ^a	
Önem Düzeyi									
Genotip:		**							
Doz:		**							
Genotip x Doz:		**							

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Çizelge 4.10. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde L* renk değeri üzerine etkisi

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	38,43±1,14 ^{ab}	35,40±0,76 ^{a-d}	36,91±0,45 ^{abc}	37,17±1,13 ^{abc}	37,15±0,50 ^{abc}	38,36±0,66 ^{ab}	36,13±1,20 ^{a-d}	35,90±0,69 ^{a-d}	36,93 ^a
20	36,10±1,27 ^{a-d}	35,76±0,77 ^{a-d}	37,07±0,42 ^{abc}	37,05±0,64 ^{abc}	37,29±0,60 ^{abc}	38,06±0,83 ^{a-c}	36,39±0,86 ^{a-d}	34,65±0,62 ^{bcd}	36,55 ^{abc}
30	36,31±0,81 ^{a-d}	35,46±0,68 ^{a-d}	37,10±0,44 ^{abc}	36,62±0,61 ^{a-d}	33,03±0,65 ^d	37,84±0,72 ^{abc}	36,34±0,63 ^{a-d}	34,91±0,56 ^{a-d}	35,95 ^d
40	35,98±0,83 ^{a-d}	35,04±0,65 ^{a-d}	36,64±0,58 ^{a-d}	37,41±0,69 ^{abc}	36,41±1,05 ^{a-d}	36,75±0,82 ^{a-d}	36,28±0,65 ^{a-d}	35,21±0,73 ^{a-d}	36,21 ^{cd}
50	36,57±0,96 ^{a-d}	35,15±0,51 ^{a-d}	36,92±0,75 ^{abc}	37,81±1,14 ^{abc}	36,33±0,45 ^{a-d}	37,08±0,91 ^{abc}	36,12±0,62 ^{a-d}	34,87±0,85 ^{a-d}	36,36 ^{bcd}
60	36,10±1,11 ^{a-d}	35,24±0,71 ^{a-d}	38,51±0,62 ^a	37,60±0,19 ^{abc}	37,46±1,13 ^{abc}	38,50±0,71 ^a	36,00±0,72 ^{a-d}	34,52±0,72 ^{cd}	36,74 ^{ab}
Ortalama	36,58 ^b	35,34 ^c	37,19 ^a	37,28 ^a	36,28 ^b	37,77 ^a	36,21 ^b	35,01 ^c	

Önem Düzeyi

Genotip: **

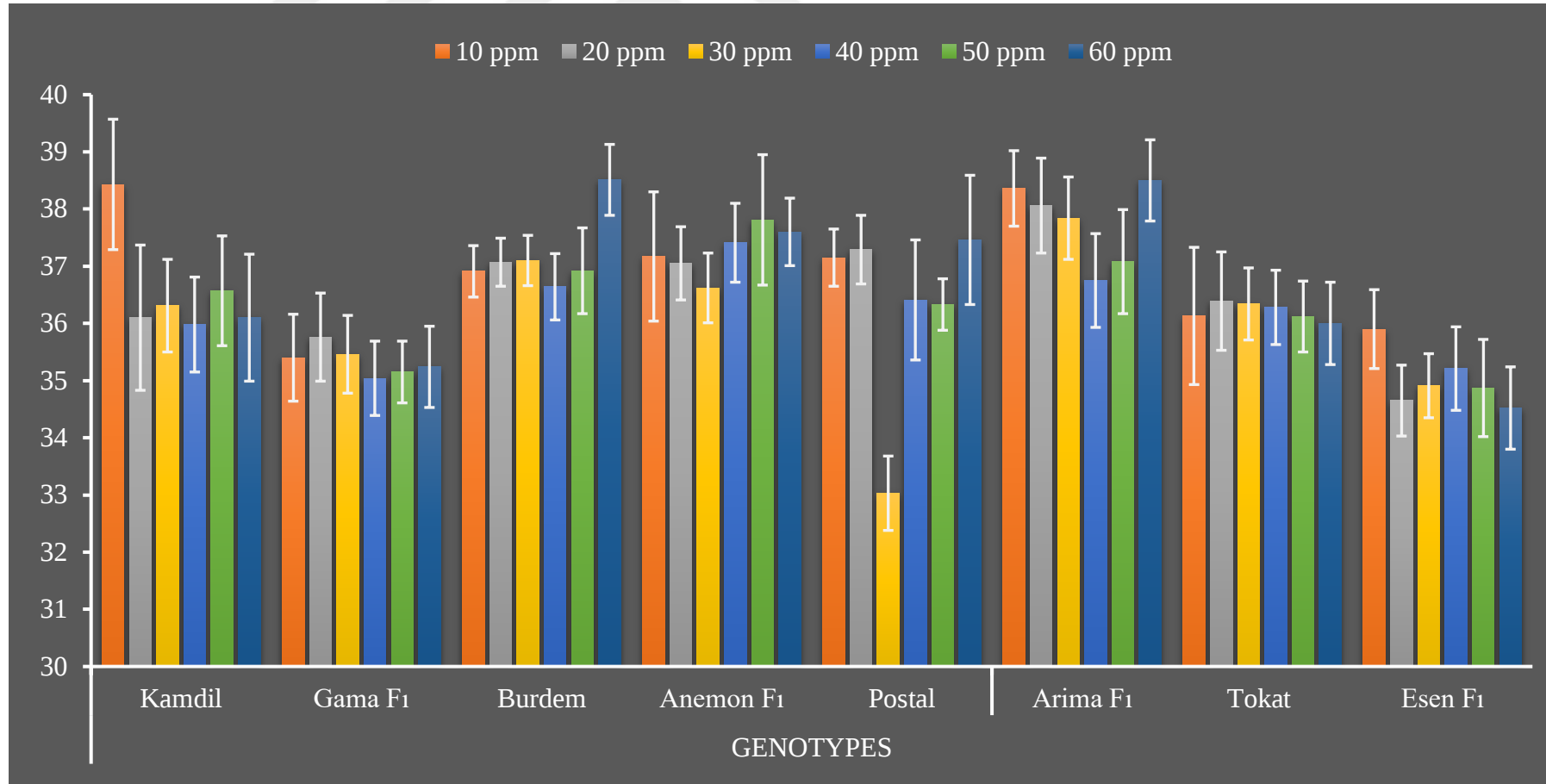
Doz: **

Genotip x Doz: **

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Grafik 4.1. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde L* renk değerine etkisi



Çizelge 4.11. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde a* renk değeri üzerine etkisi

Doz	Genotipler								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	6,77±0,41 j-o	8,85±0,23 a	8,26±0,05 a-f	8,80±0,14 ab	7,25±0,68 g-k	8,65±0,46 abc	6,65±0,31 j-o	8,02±0,22 c-f	7,91 ^a
20	7,69±0,34 e-h	8,70±0,58 abc	8,87±0,47 a	8,55±0,36 a-d	6,91±0,40 i-n	8,55±0,09 a-d	6,51±0,11 k-p	7,23±0,10 g-k	7,88 ^a
30	6,32±0,53 m-p	8,49±0,13 a-d	8,96±0,13 a	8,27±0,35 a-f	6,53±0,45 k-p	8,76±0,26 abc	6,33±0,07 m-p	7,21±0,28 g-l	7,61 ^b
40	6,76±1,26 j-o	8,36±0,21 a-e	8,69±0,45 abc	8,72±0,21 abc	6,46±0,16 lp	8,23±0,32 a-f	6,44±0,15 m-p	7,00±0,14 hm	7,58 ^b
50	6,64±0,46 j-o	8,32±0,07 a-f	8,52±0,09 a-d	6,70±0,58 j-o	6,03±0,18 opr	8,06±0,20 b-f	6,21±0,14 nop	6,33±0,40 m-p	7,10 ^c
60	6,72±0,94 j-o	7,88±0,04 d-g	7,62±0,05 f-i	7,31±0,06 g-j	5,52±0,66 r	6,94±0,27 i-n	5,79±0,29 pr	6,36±0,17 m-p	6,77 ^c
Ortalama	6,82 ^d	8,44 ^{ab}	8,49 ^a	8,06 ^c	6,45 ^e	8,20 ^{bc}	6,32 ^e	7,02 ^d	

Önem Düzeyi

Genotip: **

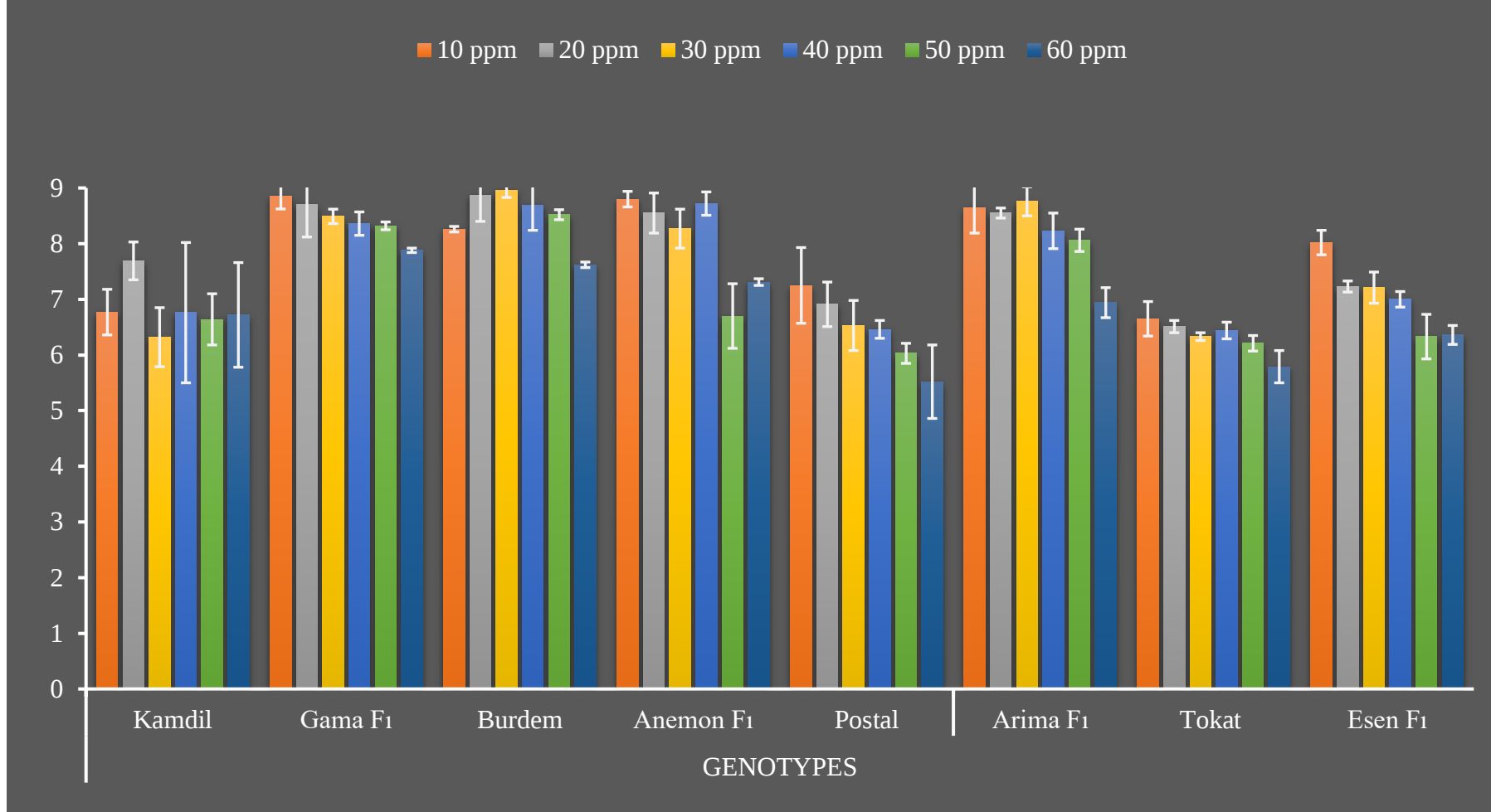
Doz: **

Genotip x Doz: **

Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

Grafik 4.2. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde a* renk değerine etkisi



Çizelge 4.12. Farklı paklobutrazol dozlarının biber genotiplerinde b* renk değeri üzerine etkisi

Doz	Genotip								Ortalama
	Kandil	Gama F1	Burdem	Anemon F1	Postal	Arima F1	Tokat biberi	Esen F1	
10	7,56±0,75 ^{g-n}	9,66±0,48 ^{a-f}	9,32±0,30 ^{a-g}	9,68±0,42 ^{a-f}	7,47±0,38 ^{g-n}	9,37±0,47 ^{a-g}	7,12±0,21 ^{h-n}	8,65±0,34 ^{b-i}	8,60 ^a
20	7,45±0,32 ^{g-n}	11,25±1,00 ^a	10,03±0,46 ^{abc}	9,80±0,53 ^{a-e}	7,40±0,29 ^{g-n}	9,90±0,19 ^{a-d}	7,04±0,24 ⁱ⁻ⁿ	7,78±0,23 ^{e-n}	8,83 ^a
30	8,67±0,23 ^{c-k}	9,36±0,33 ^{a-g}	10,08±0,31 ^{abc}	9,18±0,25 ^{b-h}	7,05±0,55 ⁱ⁻ⁿ	9,75±0,56 ^{a-e}	6,62±0,23 ^{k-n}	8,12±0,29 ^{c-l}	8,61 ^a
40	6,64±0,32 ^{c-k}	9,37±0,29 ^{a-g}	8,91±0,87 ^{c-j}	10,83±0,94 ^{ab}	6,82±0,49 ^{k-n}	9,23±0,51 ^{a-g}	6,94±0,21 ^{j-n}	7,67±0,40 ^{f-n}	8,30 ^b
50	8,58±0,80 ^{c-k}	9,10±0,34 ^{b-i}	9,43±0,23 ^{a-g}	7,38±0,78 ^{g-n}	6,44±0,25 ^{lmn}	9,03±0,18 ^{b-i}	6,41±0,22 ^{lmn}	6,73±0,32 ^{k-n}	7,89 ^c
60	8,03±0,21 ^{c-m}	8,65±0,32 ^{c-k}	8,14±0,30 ^{c-l}	8,08±0,62 ^{c-m}	5,84±0,54 ⁿ	7,86±0,22 ^{d-n}	6,02±0,41 ^{mn}	6,95±0,24 ^{j-n}	7,45 ^d
Ortalama	7,82 ^c	9,57 ^a	9,32 ^{ab}	9,16 ^b	6,84 ^d	9,19 ^b	6,69 ^d	7,65 ^c	

Önem Düzeyi

Genotip: **

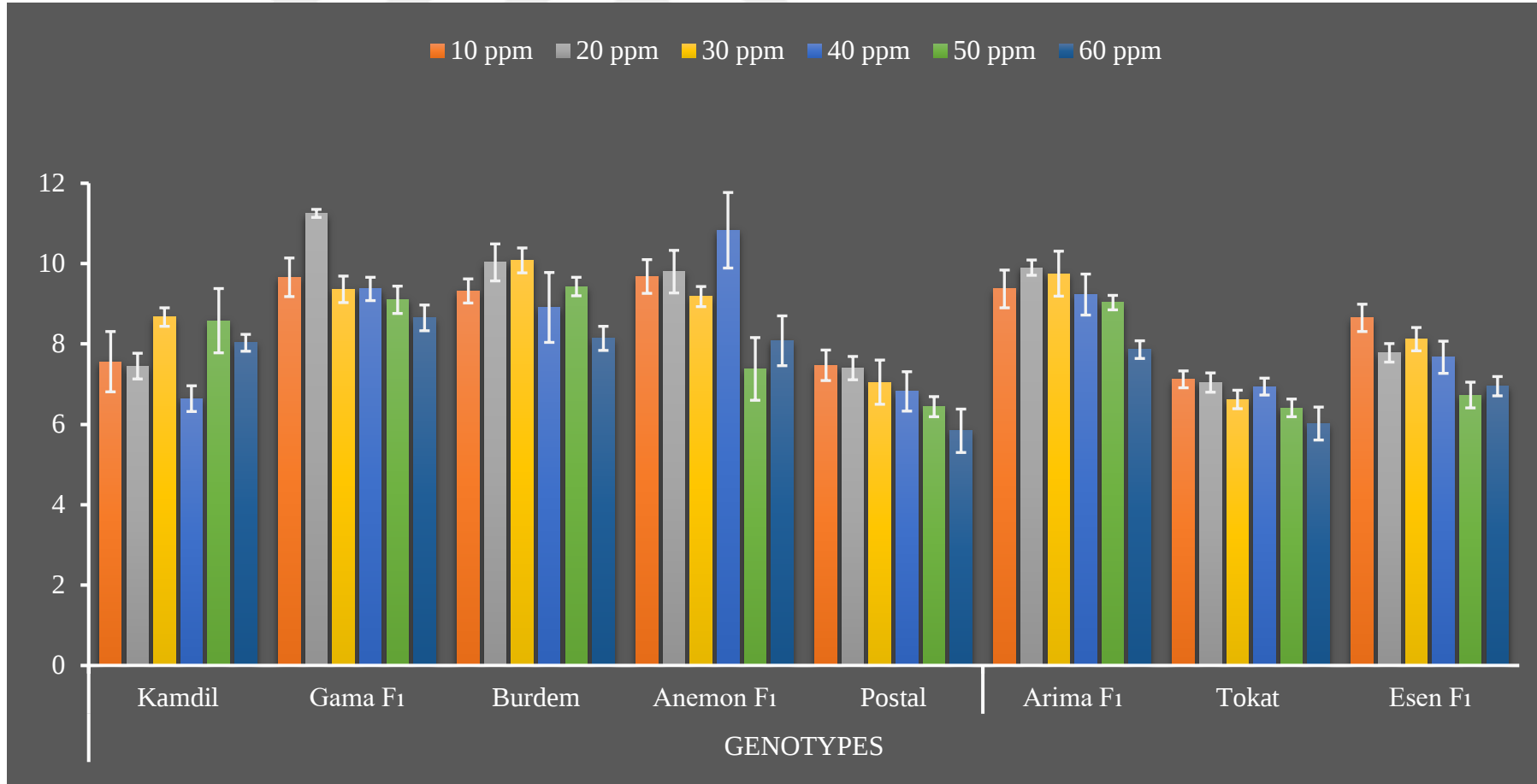
Doz: **

Genotip x Doz: **

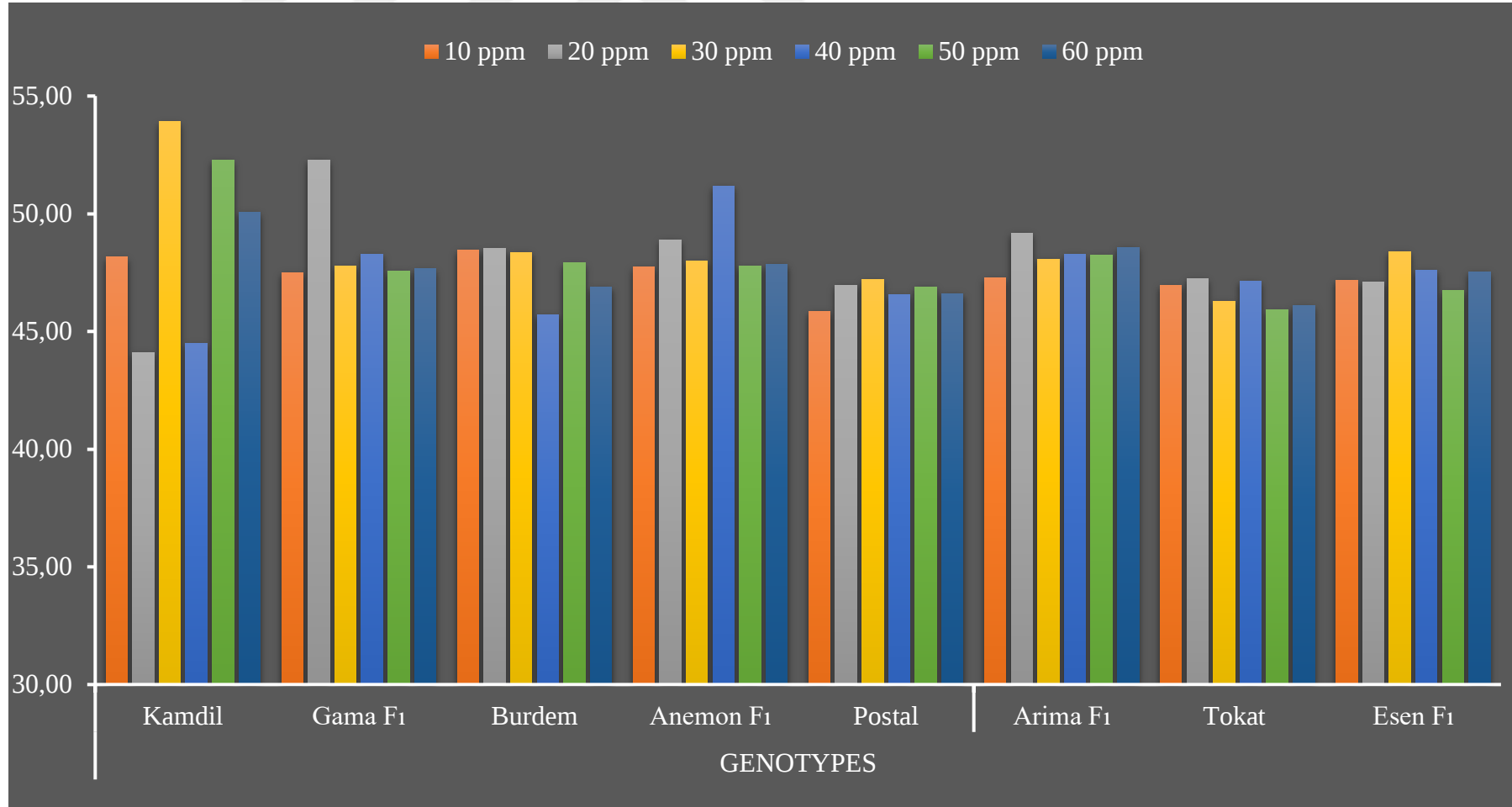
Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemli değildir (Duncan, $P \leq 0,05$)

** : Uygulamalar arasındaki farklılıkların $P \leq 0,01$ düzeyinde önemli olduğunu gösterir

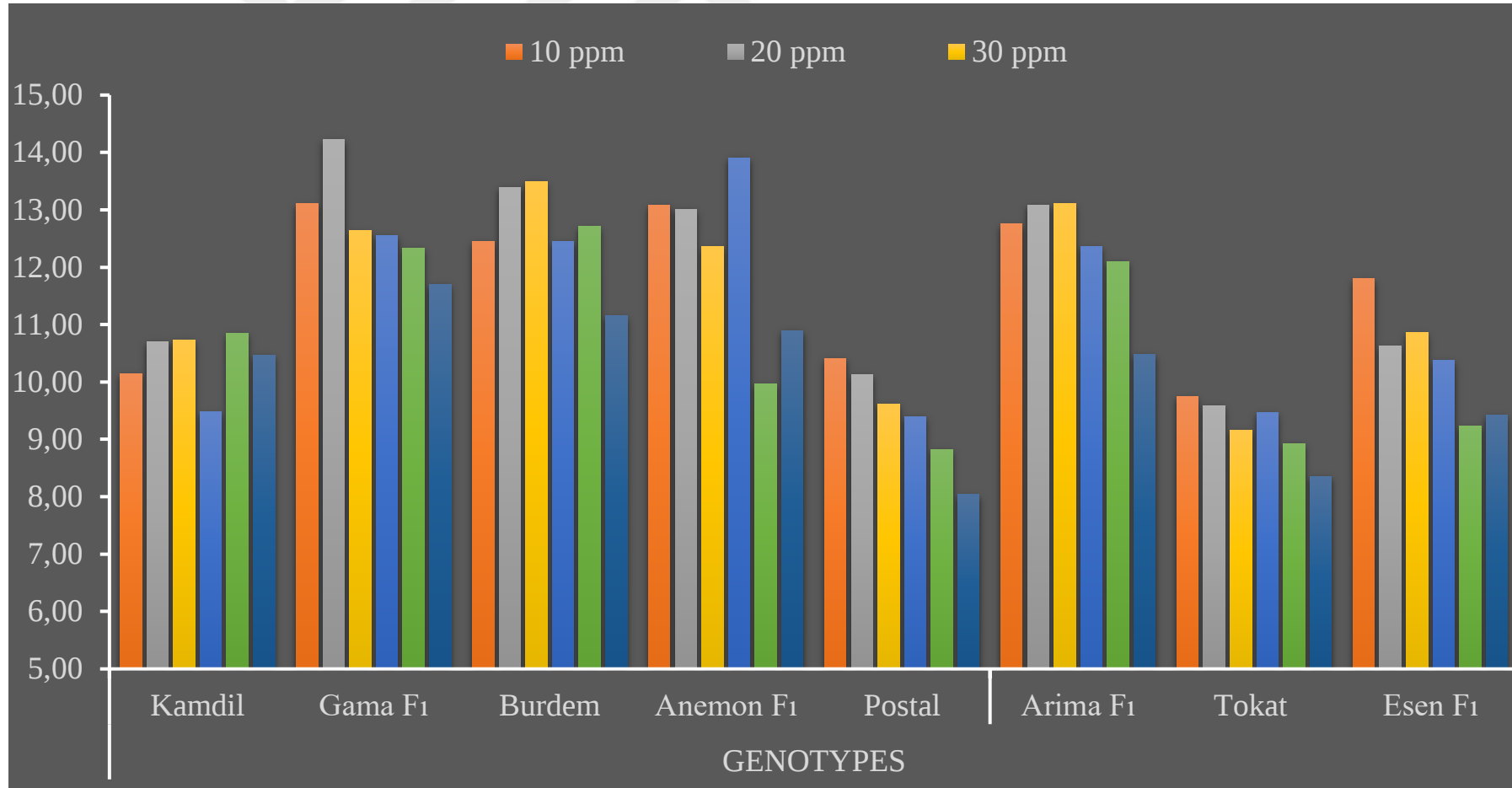
Grafik 4.3. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde b* renk değerine etkisi

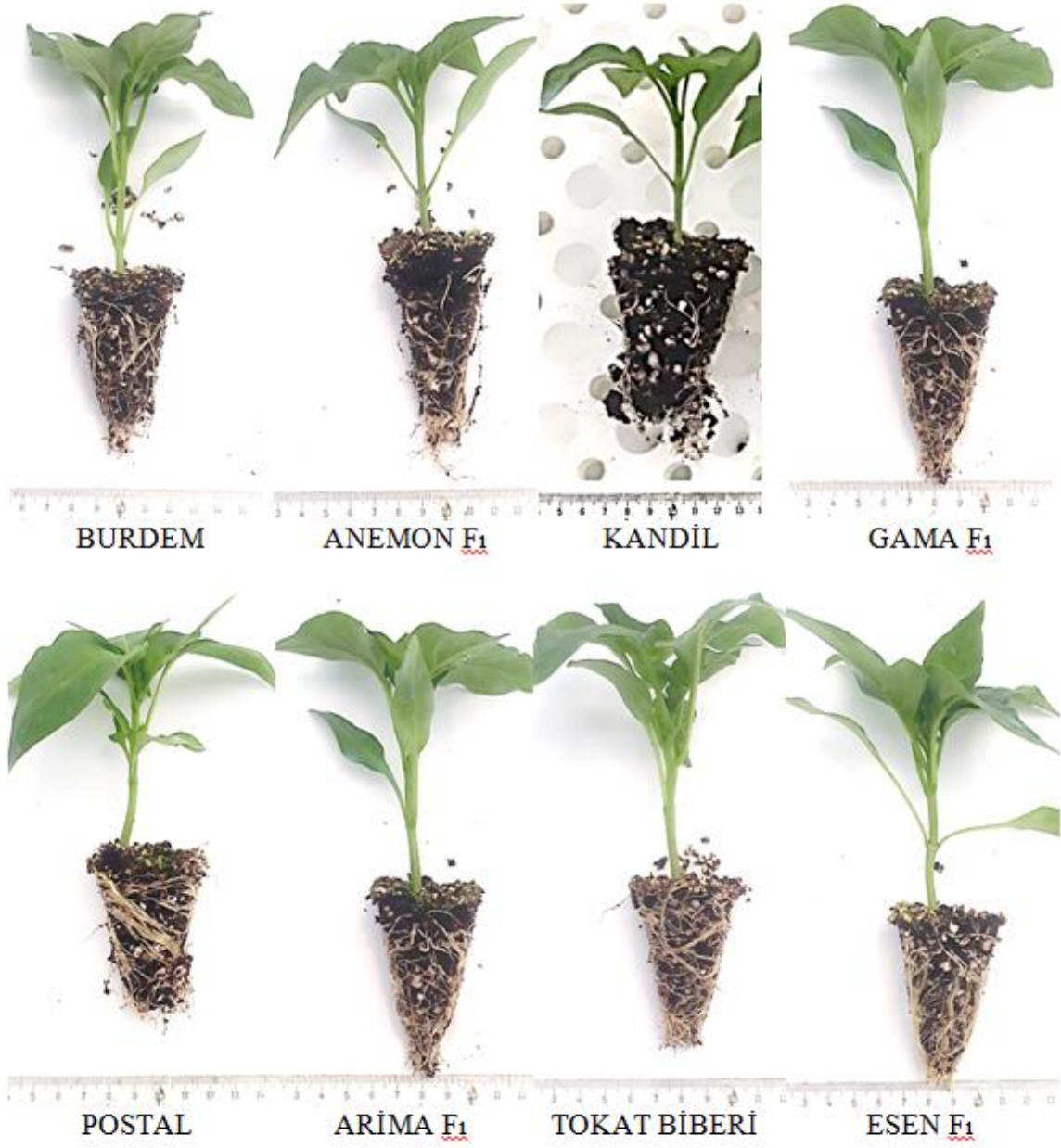


Grafik 4.4. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde Hue renk özelliğine etkisi

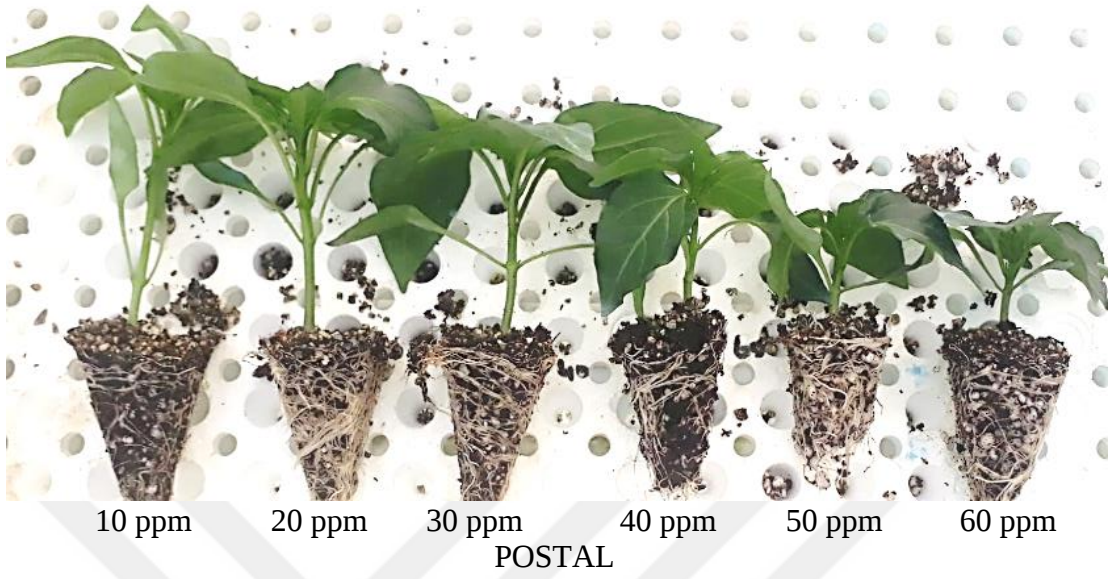


Grafik 4.5. Paklobutrazol uygulamalarının biber fidelerinde Croma değerine etkisi

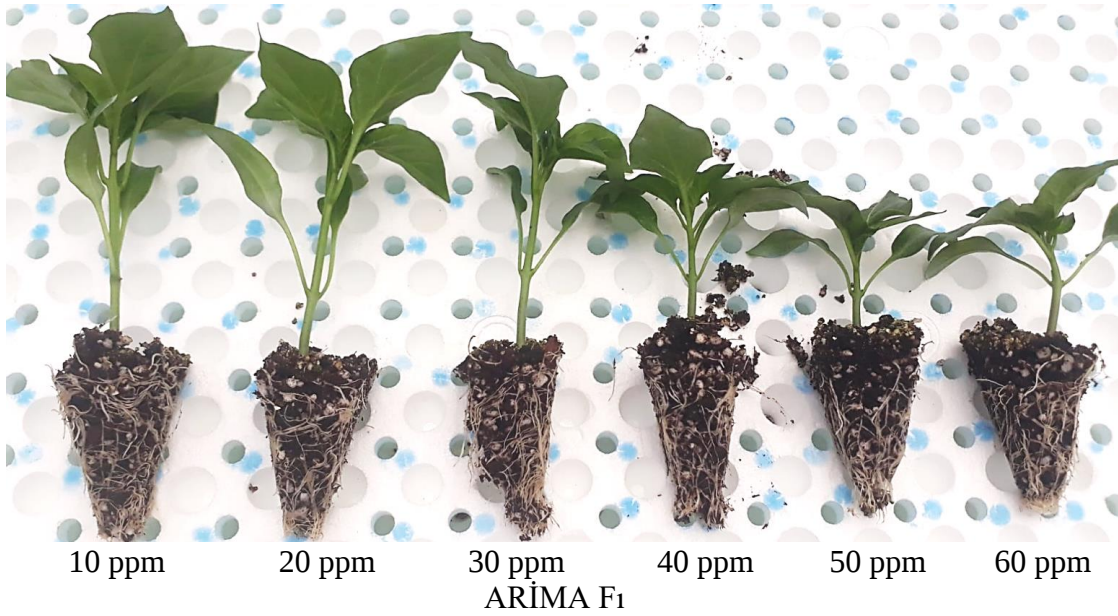




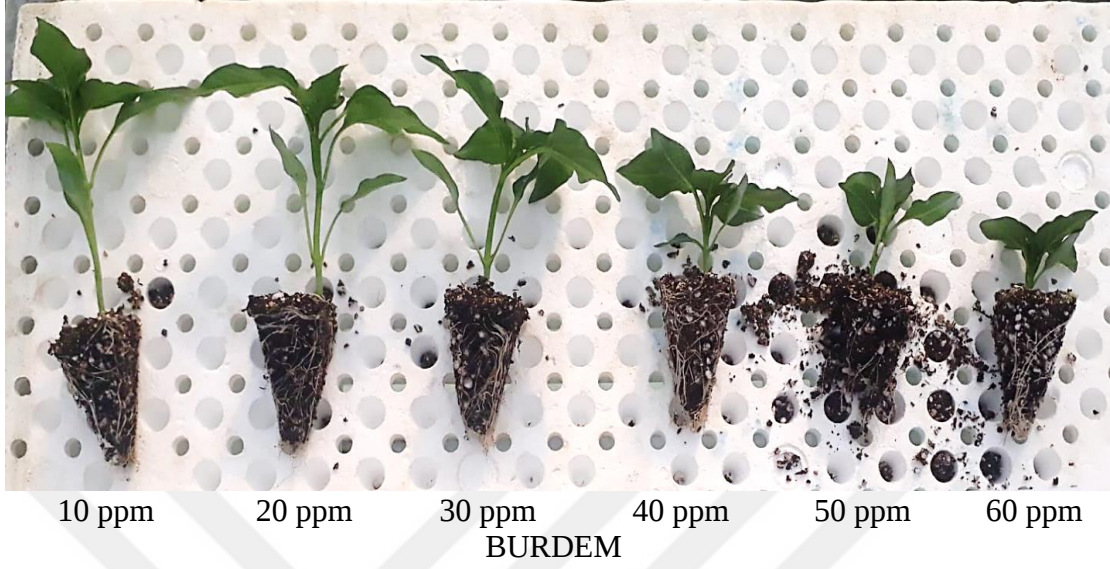
Şekil 4.1. Genotiplerin ideal dikime büyüklüğüne gelmiş fidelerinden görünüm



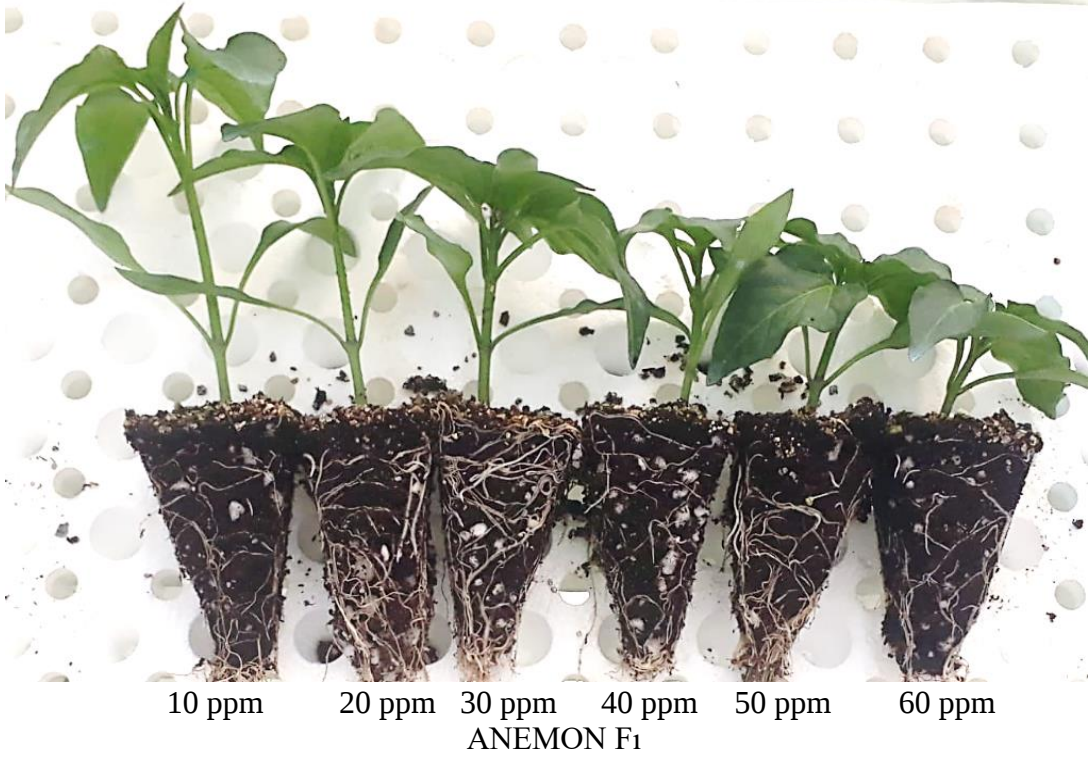
Şekil 4.2. Paklobutrazol dozlarına göre Postal çeşidinin nihai fide görünüşleri



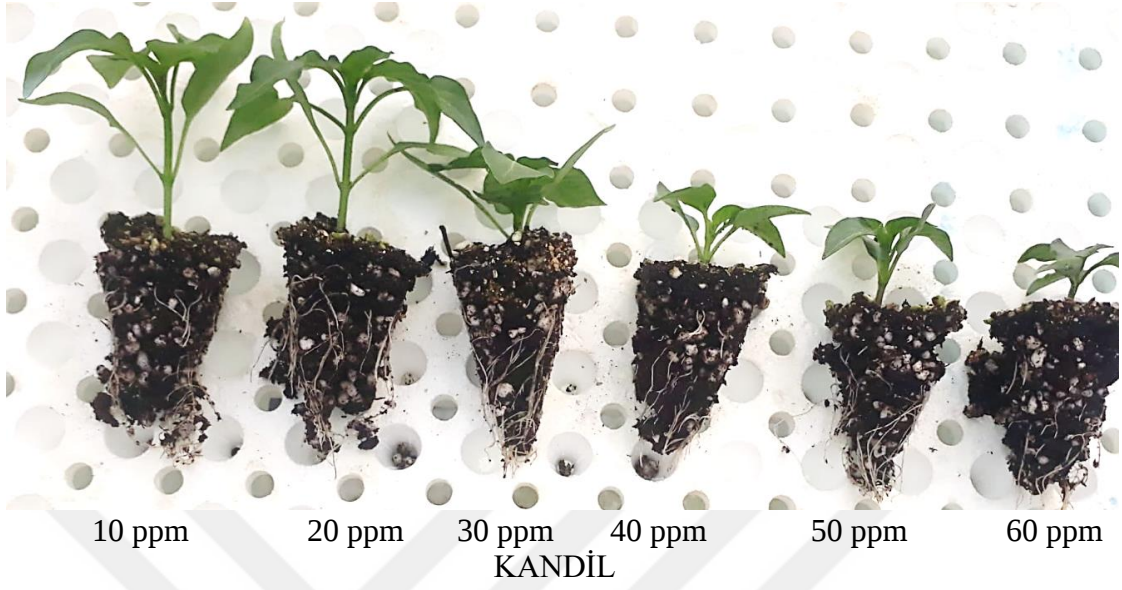
Şekil 4.3. Paklobutrazol dozlarına göre Arima F₁ çeşidinin nihai fide görünüşleri



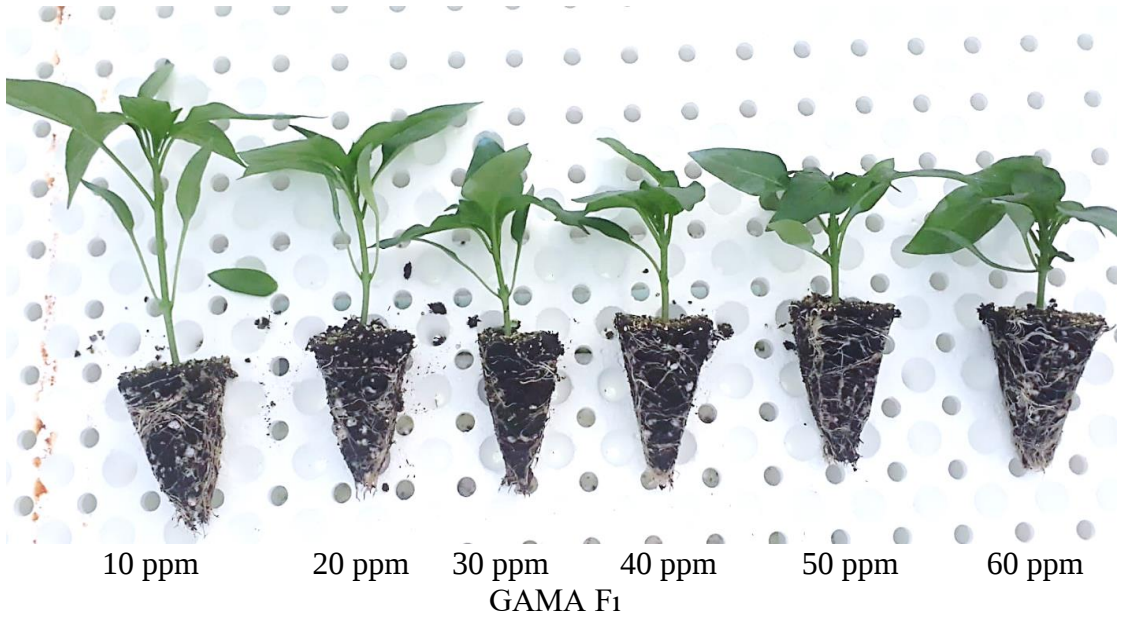
Şekil 4.4. Paklobutrazol dozlarına göre Burdem çeşidinin nihai fide görünüşleri



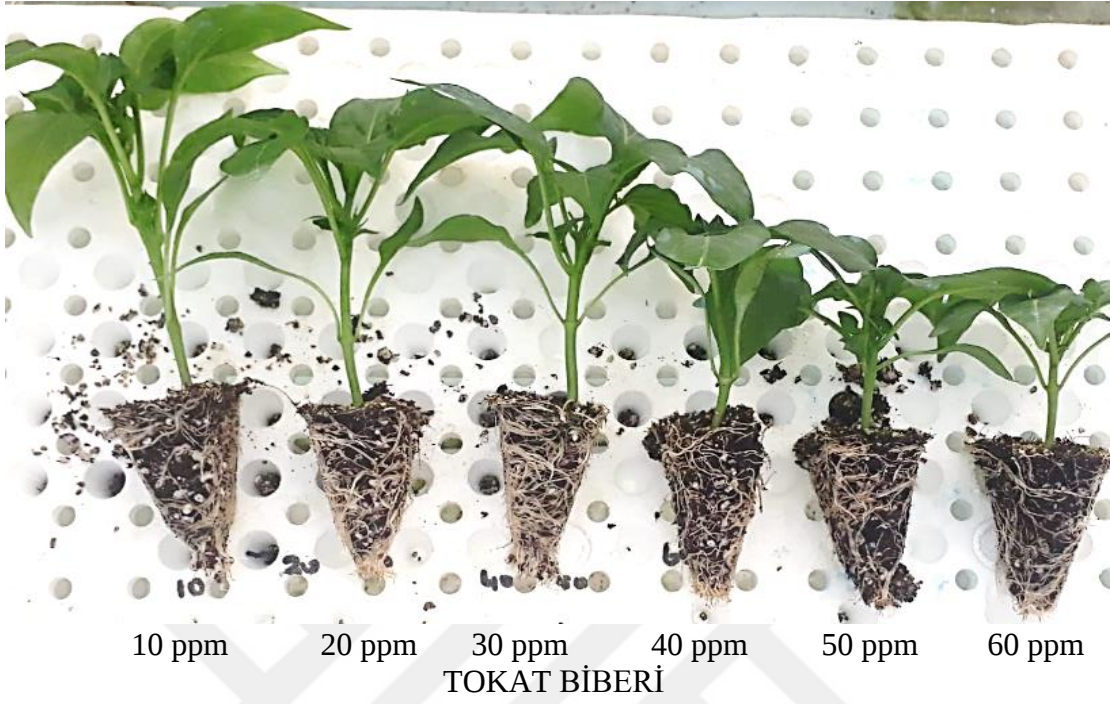
Şekil 4.5. Paklobutrazol dozlarına göre Anemon F1 çeşidinin nihai fide görünüşleri



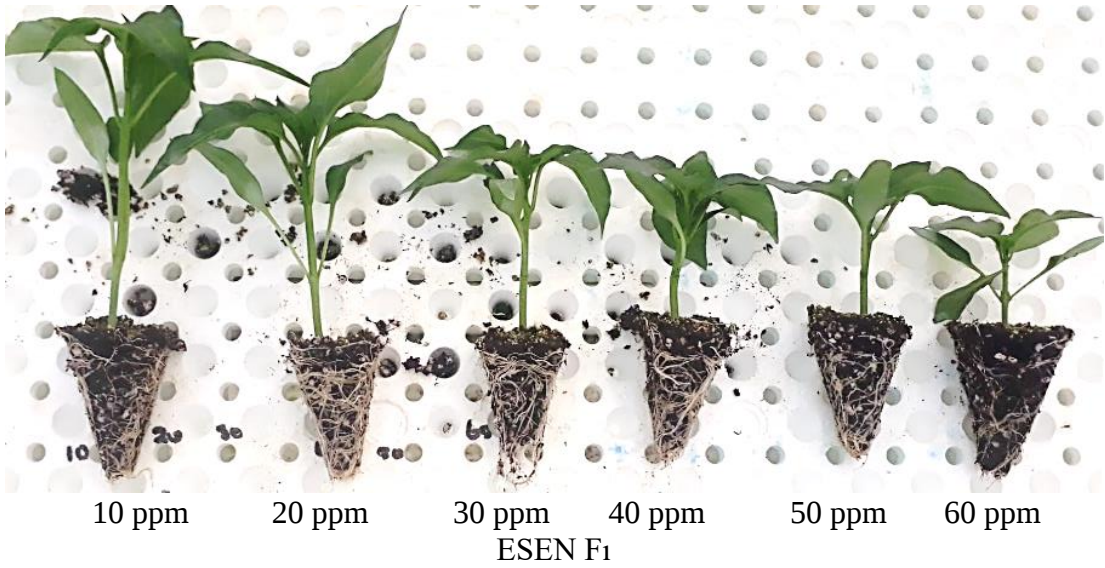
Şekil 4.6. Paklobutrazol dozlarına göre Kandil çeşidinin nihai fide görünüşleri



Şekil 4.7. Paklobutrazol dozlarına göre Gama F1 çeşidinin nihai fide görünüşleri



Şekil 4.8. Paklobutrazol dozlarına göre Tokat biberi genotipini nihai fide görünüşleri



Şekil 4.9. Paklobutrazol dozlarına göre Esen F1 çeşidinin nihai fide görünüşleri

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Çalışmada paklobutrazol dozu arttıkça fide boyunda önemli düzeyde kısalma görülmüştür. Genotiplere göde değişmekle beraber 20 ve 40 ppm PBZ dozları en etkili dozlar olarak belirlenmiştir. Anemon F₁ genotipinde 20 ppm, Kandil, Gama F₁, Burdem ve Esen F₁ genotiplerinde 30 ppm, Postal, Arima ve Tokat biberi genotiplerinde 40 ppm paklobutrazol dozları en etkili dozlar olarak belirlenmiştir. Literatürde sebzelerde fide boyunun kontrol edilmesinde değişik uygulamalardan söz edilmesine rağmen en etkili uygulamanın paklobutrazol olduğu konusunda fikir birliği oluşmuş durumdadır. Bununla beraber biber fidelerinin yetiştirilmesinde paklobutrazol uygulamalarının etkisi konusunda literatürde bilgi bulunamamıştır. Ancak, França ve ark. (2017) ve França ve ark. (2018), süs biberlerinde paklobutrazol uygulamalarının bitki boyunda önemli düzeyde kısılmaya neden olduğunu, doz arttıkça boy kısalmasının da devam ettiğini belirlemişlerdir. Bu sonuçlar ile deneme sonuçları benzerlik gösterdiği gibi, Flores ve ark. (2018)'nin kavun, karpuz ve kabakta, Geboloğlu ve ark. (2015)'nin patlıcanda, Geboloğlu ve ark. (2016)'nin marulda, Still (2004), Still ve ark. (2003) ve Miguel-Zarate ve ark. (2021)'nin domateste fide yetiştiriciliğinde paklobutrazol uygulamalarının fide boyunda önemli düzeyde kısılmaya neden olduğunu belirtmeleri de deneme sonuçları ile uyum göstermektedir.

Biber fidelerinde paklobutrazol dozlarının gövde uzunluğuna etkisi fide boyuna benzer şekilde oluşmuştur. Paklobutrazol dozu arttıkça gövde uzunluğu azalmıştır. Genotiplere göre fide boyu için önerilen dozlar gövde uzunluğu bakımından da geçerlidir. Denemede kullanılan bütün genotiplerde doz arttıkça gövde uzunluğu azalmıştır. Bununla beraber genotiplerin gövde boyları birbirinden farklı çıkmıştır. Biberde fide yetiştiriciliğinde paklobutrazolun gövde uzunluğuna etkisi konusunda bir bilgi bulunamamıştır. Değişik sebze türlerinde yapılmış çalışmalarda paklobutrazolun gövde uzunluğunu azalttığı belirtilmektedir. Geboloğlu ve ark. (2015) patlıcanda, Still (2004), Still ve ark. (2003) ve Miguel-Zarate ve ark. (2021)'nin domateste paklobutrazolun fide gövde uzunluğunu azalttığını belirtmektedirler. Ayrıca, Brigard (2006), domateste tohumlara 250, 500 ve 750 ppm paklobutrazol uygulandığında her üç dozun da fide boyunu kısalttığı ve doz arttıkça kısılmanın da arttığını, Million ve ark. (1999f), brokolide ve Bennet (2014) domateste yaptıkları çalışmalarda paklobutrazolun gövde

uzunluğunu baskıladığını bildirmektedirler. Literatürdeki bulgular deneme sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Fide yetiştiriciliğinde durdurucu kullanılmasının gövde kalınlığı üzerine etkisi konusunda farklı veriler olmakla beraber çoğunlukla paklobutrazolun gerek fidelerde gerekse diğer bitkilerde gövde kalınlığında azalmaya neden olduğunu göstermektedir. Denemede özellikle 10 ve 20 ppm PBZ dozları ile 40 ve 50 ppm PBZ dozları karşılaştırıldığında gövde kalınlığında azalma meydana gelmiş ve fark önemli çıkmıştır. Genotiplerin gövde kalınlıkları da farklı çıkmıştır. Fide kalitesini belirlemede gövde kalınlığı önemli bir parametre değildir. Zira gövdenin kalınlığının yanında elastik yapısı ve fidenin diğer aksamaları ile uyumlu olması da önemlidir. Denemede paklobutrazol dozları ile gerek ortalama gövde kalınlıkları ve gerekse genotip bazında gövde kalınlıkları arasında kesin bir bağlantı veya etki şekli belirlenememiştir. Bununla beraber paklobutrazol dozu arttıkça genotiplerin önemli bir bölümünde gövde kalınlıklarının azaldığı görülmektedir. Literatür çalışmalarında biber fidelerinde paklobutrazolun etkisi ile ilgili veriye ulaşılamamıştır. Bununla beraber bazı meyve türlerinde paklobutrazolun gövde kalınlığında azalmaya neden olduğu Burch ve ark., 1996; Navarro ve ark., 2007). Ayrıca Miguel-Zarate (2021) domates fidelerinde, Çopur (2011) hıyar fidelerinde, Grossi ve ark. (2005) süs biberlerinde paklobutrazolun gövde kalınlığında azalmaya neden olduğunu belirtmektedirler.

Burdem dışındaki genotiplerde paklobutrazol dozları ile yaprak sayısı arasında anlamlı bir etki ortaya çıkmış ve doz arttığında yaprak sayısı azalmıştır. Aynı zamanda genotiplerin yaprak sayılarında farklılık göstermiştir. Ortalama yaprak sayısına baktığımızda paklobutrazol dozu arttıkça yaprak sayısında linear bir azalma meydana gelmiştir. Fidelerde kalite parametresi olarak yaprak sayısından çok yaprakların kalınlığı rengi ve gelişmesi daha önemli kriterlerdir. Fidelerin fidelikte bekletilmesine ve paklobutrazolun etkisinin azalmasına bağlı olarak yaprak sayısı artmaya başlamaktadır. Paklobutrazolun hücre bölünmesi ve büyümesini sınırlandırması nedeniyle yaprak sayısının da azalması beklenen bir sonuçtur. Benzer pakloburazol uygulamaların patlıcanda deneyen Geboloğlu ve ark. (2015), yaprak sayısının azaldığını, Miguel-Zarate (2021) domateste paklobutrazolun yaprak sayısını azalttığını belirlemişlerdir.

Paklobutrazolun biber fidelerinde kök uzunluğuna etkisi konusunda anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Kandil, Gama F₁ ve tokat biberinde kök uzunluğu azalırken, diğer genotiplerde kök uzunluğu artmış, ancak bu artış doz arttıkça artış şeklinde olmamakla beraber genelde yüksek dozlarda artış şeklinde görülmektedir. Doz ortalamalarına baktığımızda da örneğin 20 ppm PBZ dozunda kök uzunluğu 8,81 cm iken, 10 ppm dozda 8,60 cm, 60 ppm dozda 8,68 cm olarak belirlenmiştir. Berava ve Zlatev (2000), domates fidelerinde paklobutrazol uygulamalarının kök gelişimini teşvik ettiğini, Geboloğlu ve ark. (2016) marul fidelerinde kök uzunluğunun paklobutrazolun uygulama şekline ve dozuna bağlı olarak değiştiğini, kök uzunluğunun bazı uygulamalarda artarken, bazı uygulamalarda da azaldığını belirtmektedirler.

Biber fidelerinin yetiştirilmesinde paklobutrazol uygulaması fide kuru ağırlığında artış sağlamış, paklobutrazol dozu arttıkça kuru ağırlıkta artmıştır. Genotiplerde de genelde doz arttıkça fide kuru ağırlığı artmıştır. Bu durum paklobutrazolun fidelerde assimilat maddesi birikimini teşvik etmesinden kaynaklanmaktadır. Hücre bölünmesi ve büyümesi yavaşlarken bitkinin ürettiği assimilat maddeleri yaprak ve gövdelerde birikmekte, bunun sonucunda da kuru ağırlık oranı artmaktadır. Ancak literatürde değişik sebze türlerinde farklı sonuçlarla karşılaşılmaktadır. Burada birim fidenin kuru ağırlığı ile bir fidenin kuru ağırlığının yaş ağırlığa oranı şeklinde değerlendirmeler de farklı sonuçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Bennet (2014), 50, 100 ve 150 mg/l paklobutrazol dozlarını uyguladığı domates fidelerinde kuru ağırlığın azaldığını, Özgür (2011), paklobutrazolun hıyar fidelerinde kuru ağırlığın azalmasına neden olduğunu belirtmektedirler. Bununla beraber Geboloğlu ve ark. (2015), patlıcanda oransal fide kuru ağırlığının paklobutrazol uygulandığında arttığını, Geboloğlu ve ark. (2016), marulda ise birim fide kuru ağırlığının paklobutrazol ile azaldığını belirtmektedirler.

Denemede biber fidelerinde biomasın paklobutrazole bağlı olarak azaldığı, doz arttıkça ağırlığın linear olarak azaldığı belirlenmiştir. Genotiplerin biomas ağırlıkları da farklılıklar göstermiştir. Bununla beraber paklobutrazol dozlarının biomas üzerine etkileri genotiplere göre farklılıklar göstermiş, Anemon F₁, Postal gibi genotiplerde doz x biomas korelasyonu daha anlamlı olurken, Esen F₁ ve Gama F₁ gibi genotiplerde doz-biomas ilişkisi bakımından anlamsız verilere rastlanmaktadır. Literatürde süs

biberlerinde paklobutrazolun etkisini araştıran Grossi ve ark. (2005), paklobutrazolun süs biberlerinde biomasta azalmaya neden olduğunu belirlemişlerdir.

Fide yapraklarının klorofil içeriği hakkında fikir veren SPAD değeri biber fidelerinde paklobutrazol uygulamasına bağlı olarak artmış, doz arttıkça SPAD değeri de linear olarak artmıştır. Genotiplerin SPAD değerleri farklı olup, genotiplerin paklobutrazol dozlarına gösterdikleri tepkiler de SPAD değeri bakımından farklı olmuştur. Örneğin Kandil genotipinde 10 ppm PBZ uygulamasında SPAD 55,93 olurken, 60 ppm PBZ dozunda 55,07 olmuştur. Budurum Esen F₁ genotipinde de benzer olup, diğer genotiplerde doz arttıkça SPAD miktarında da anlamlı artışlar ölçülmüştür. Paklobutrazol fidelerde hücre bölünmesi ve büyümesini azaltırken, bu süre zarfında yapraklarda klorofil birikimini artırmaktadır (Khalil ve Rahman, 1995). Birçok çalışmada triazol grubu büyüme düzenleyici ile muamele edilmiş bitkilerde klorofil içeriğini artırdığı belirtilmektedir (Berova ve Zlatev, 2000; Fletcher ve ark., 2000). Değişik sebze türlerinde de paklobutrazolun klorofil eriğini artırdığı bildirilmektedir Flores ve ark. (2018), Grossi ve ark. (2005). Bunların dışında değişik bitkilere uygulanan paklobutrazol konsantrasyonlarının artırılmasının, toplam yaprak klorofil içeriğinin belirgin olarak artmasına neden olduğu bildirilmektedir (Magnitskiy, 2004, Elfving ve Proctor, 1986; Steffens ve Wang, 1986; Panneerselvam, 2007). Biber fidelerinde renk değerleri rengin ifadesine göre farklı sonuçlar ortaya koymuştur. Yeşil rengi ve rengin koyuluğunu ifade eden birimler paklobutrazola bağlı olarak artmıştır. Özellikle a* renk değerinde anlamlı bir artış görülmektedir. nceki yorumlardan da anlaşılacağı gibi paklobutrazol fidelerde yaprak kalınlığını artırmış ve aynı zamanda birim alandaki klorofil miktarında da artışa neden olmuştur. Buna bağlı olarak denemede kullanılan fidelerin yapraklarında daha koyu renk oluşmuştur. Nitekim Setia ve ark. (1996), süs bitkilerinde paklobutrazolun yeşil renk yoğunluğunu artırdığını belirtmektedir. Ayrıca denemede kullanılan biber genotiplerinin yaprak renkleri de farklılıklar göstermiştir. Bu durum genotiplerin yaprak renginden kaynaklanmaktadır. Sonuç olarak farklı biber genotiplerinde 10-60 ppm arasında değişik paklobutrazol dozlarının denediğimiz çalışmada paklobutrazolun fidelerde boy kontrolünde olduğca etkili olduğu, boy kontrolünün dozlara göre değiştiği belirlenmiştir. Boy kontrolü dışında paklobutrazolün diğer fide kalite parametrelerini de etkilediği ve bu etkinin olumlu yönde oluştuğu, her genotip için değişmekle beraber 20-40 ppm arasındaki

dozların esnek, kompakt ve albenisi yüksek fideler üretmek için uygun olduğu belirlenmiştir. Çalışmanın başlangıcında ortaya koyduğumuz hipoteze göre biber genotiplerinin fideleri için farklı paklobutrazol dozlarının belirlenmesine ihtiyaç duyulduğu şeklindeydi ve denemede elde edilen sonuçlar bu hipotezimizi desteklemiştir. Genelde biber fidelerinin yetiştirilmesinde kotiledon dönemi ve gerçek yaprak dönemi olmak üzere iki dönemde 40 ppm paklobutrazol dozunun uygun olduğu düşüncesi bu çalışma sonucunda boşa çıkmış, genotiplere göre farklı dozların kullanılması gerektiği ortaya konmuştur. Bizim çalışmamızda kullandığımız genotipler için 20, 30 ve 40 ppm paklobutrazol dozları en etkili dozlar olarak öne çıkmıştır. Fide üretim tesislerinde farklı biber genotiplerinin fidelerinin üretilmesi durumunda mutlaka genotipe uygun paklobutrazol dozunun belirlenmesi için ön çalışmaların yapılması yararlı olacaktır. Böylece daha kaliteli ve kompakt biber fideleri yetiştirilebilecektir.

6. KAYNAKLAR

- Abdel-Razzak, H., Alkoaik, F., Rashwan, M., Fulleros, R. ve Ibrahim, M., 2019. Tomato waste compost as an alternative substrate to peat moss for the production of vegetable seedlings. *Journal of Plant Nutrition*, 42(3), 287-295.
- Adato, I., 1990. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. 'Fuerte'. *Scientia Horticulturae*, 45 (1-2), 105-115.
- Alabadí, D., Blázquez, M. A., Carbonell, J., Ferrándiz, C. ve Pérez-Amador, M. A., 2009. Instructive roles for hormones in plant development. *International Journal of Developmental Biology*, 53 (8), 1597.
- Anonim, 2012. MDAR. 2012. Paclobutrazol. Massachusetts Department of Agricultural Protection, Boston.
- Anonim, 2019. Fidebirlik'in yıllara ve illere göre üye sayısı. <http://www.fidebirlik.org.tr/uyelik/fidebirlikin-yillara-ve-illere-gore-uye-sayisi/> 15.06.2019.
- Anonim, 2019a. Commission Regulation (Eu), 2019/89 of 18 January 2019 amending Annexes II, III and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for 144 bromadiolone, etofenprox, paclobutrazol and penconazole in or on certain products. Official Journal of the European Union. <https://eurlex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0089&from=EN>. 13.07.2019
- Anonim, 2020. Tarım ve Orman Bakanlığı Bkü Veri Tabanı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/AktifMadde/Details/1578>
- Anonim, 2022. E-bülten. Sayı 47. <http://www.fidebirlik.org.tr/wp-content/uploads/2022/03/E-B%C3%9CLTEN-%C5%9EBT-2022.pdf>
- Anonim, 2023. FİDEBİRLİK'in Yıllara ve İllere Göre Üye Sayısı. <http://www.fidebirlik.org.tr/uyelik/fidebirlikin-yillara-ve-illere-gore-uye-sayisi/>
- Balliu A., Marsic N.K., Gruda, N., 2017. Seedling Production. In: Good Agricultural Practices For Greenhouse Vegetable Production In The South East European Countries - Principles For Sustainable Intensification Of Smallholder Farms, Edition: Plant Production And Protection Paper. 230:189-206.
- Benett S., 2014. Use of paclobutrazol in the production of tomato seedlings. *Comunicata Scientiae* 5 (2), 164-169.
- Berova, M. ve Zlatev, Z., 2000. Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Growth Regulation*, 30 (2), 117-123.
- Brigard, J. P., 2006. Tomato early seedling height control using a paclobutrazol seed soak. *Hortscience*, 41 (3), 768-772.
- Burch, P.L., Wells, R.H. and Kline, W.N. 1996. Red Maple and Silver Maple Growth Evaluated 10 Years after Application of Paclobutrazol Tree Growth Regulator. *Journal of Arboriculture*, 22, 61-66.
- Burondkar, M. M., Rajan, S., Upreti, K. K., Reddy, Y. T. N., Singh, V. K., Sabale, S. N., Naik, M. M., Ngade, P. M. ve Saxena, P., 2013. Advancing Alphonso mango harvest season in lateritic rocky soils of Konkan region through manipulation in time of paclobutrazol application. *Journal of Applied Horticulture*, 15, 178-82.
- Cai, H., Chen, T., Liu, H., Gao, D., Zheng, G., ve Zhang, J., 2010. The effect of salinity and porosity of sewage sludge compost on the growth of vegetable seedlings. *Scientia Horticulturae*, 124(3), 381-386.

- Caprita, A. ve Caprita R., 2005. Plant growth retardants for the treatment of vegetables used as raw materials for the food Industry. *Agroalimentary Processes and Technologies*, Volume 11 (1), 173-178.
- Carmona, E., Moreno, M. T., Avilés, M. ve Ordovás, J., 2012. Use of grape marc compost as substrate for vegetable seedlings. *Scientia Horticulturae*, 137, 69-74.
- Carrasco, G., Martínez, A. C., Márquez, O., OsorioDept, D., Urrestarazu, M. ve Salas, M. C., 2002. Vegetable seedlings grown in a float system. In VI International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climate: Product and Process Innovation 614 pp. 241-245.
- Chaney, W. R., 2005. Growth retardants: A promising tool for managing urban trees. Purdue Extension document FNR-252-W. <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FNR/FNR-252-W.pdf> (10.07.2018).
- Choi, Y.H., Lee, H.C., Park, D.K., Kwon, J.K. ve Lee, J.H., 2001. Effects of mechanical stimulation and chemical treatments on growth of seedlings and yield of tomato. *Kor. J. Hortic. Sci. Tehcnol.* 19, 320-324.
- Costa, M. A., Torres, N. H., Vilca F. Z., Nazato, C. ve Tornisiello, V. L., 2012. Residue of 14C paclobutrazol in mango. *IOSR Journal of Engineering* 2 (1), 165–7.
- Çopur H., 2011. Sera Hıyar Fidesi Üretiminde Paclobutrazol ve Bakır Sülfat Uygulamalarının Fide Büyümesi ve Çift Ürün Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- Davis, T. D., Steffens, G. L. ve Sankhla, N., 1988. Triazole plant growth regulators. *Hort. Rev.* 10, 63-105.
- Davis, T., Curry, E., 1991. Chemical regulation of vegetative growth. *Critical Review in Plant Science* 10, 204–16.
- Demir, İ., Balkaya, A., Yılmaz, K., Onus, A. N., Uyanık, M., Kaycıoğlu, M., & Bozkurt, B. 2010. Sebzelede tohumluk ve fide üretimi. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, VII. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, 11, 15.
- Di Benedetto, A. ve Klasman, R., 2007. The effects of plug cell volume, paclobutrazol height control and the transplant stage on the post-transplant growth of *Impatiens wallerana* pot plant. *European Journal of Horticultural Science*, 193- 197.
- Díaz, L. A., Fischer, G., ve Pulido, S. P., 2010. Cocopeat as a substitute for peat moss in the production of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) seedlings. *Revista Colombiana de Ciencias Horticolas*, 4(2), 153-162.
- Elfving, D.C. ve Proctor, J.T.A., 1986. Long term effects of paclobutrazol (cultural) on apple tree shoot growth, cropping and fruit-leaf relations. *Acta Hortic.*, 179, 473-480.
- Ergun, N., Caglar, G., Ozbay, N. ve Ergun, M., 2008. Hıyar fide kalitesi ve bitki gelişimi üzerine prohexadione-calcium uygulamalarının etkileri. *Bahçe*, 36 (1- 2), 49 – 59.
- Fletcher, A., Gilley, A., Sankhla, N. ve Davies T., 2000. Triazoles as plant growth regulators and stress protectants. *Hort. Rev.* 24, 55-138.
- Flores, L. L. C., Alcaraz, T. D. J. V., Ruvalcaba, L. P., Valdés, T. D., Tafoya, F. A., Torres, N. D. Z. ve Juárez, M. G. Y., 2018. Paclobutrazol applied on cotyledonal leaves and quality of cucumber, squash, melon and watermelon seedlings. *Agricultural Sciences*, 9 (3), 264-271.
- França, C. D. F. M., da Costa, L. C., Ribeiro, W. S., Mendes, T. D. C., de Sousa Santos, M. N., Finger, F. L. 2017. Evaluation of paclobutrazol application method on

- quality characteristics of ornamental pepper. *Ornamental Horticulture*, 23(3), 307-310.
- França, C. D. F. M., Ribeiro, W. S., Santos, M. N. S., Petrucci, K. P. D. O. S., Rêgo, E. R. D., & Finger, F. L. (2018). Growth and quality of potted ornamental peppers treated with paclobutrazol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 53, 316-322.
- Geboloğlu, N., Durukan, A., Sağlam, N., Doksöz, S. 2015. Patlıcanda Fide Gelişimi ve Fide Kalitesi ile Paclobutrazol Uygulamaları Arasındaki İlişkiler. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1), 62-66.
- Geboloğlu, N., Kum, A. D., Şahin, S., Boncukçu, S. D. 2016. Paklobutrazolun Marulda Fide Boyu ve Kalite Özelliklerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 9(2), 26-29.
- Globerson, D., Mills, M., Ben Yehuda, J. R. W., Levy, M., & Eliassy, R. (1988, September). Effects of paclobutrazol (PP333) on flowering and seed production of onion, cucumber and carrot. In *IV International Symposium on Seed Research in Horticulture* 253 (pp. 63-72).
- Gong, X., Li, S., Li, Y. ve Sun, X., 2016. Compost and vermicompost from green wastes as substrates for vegetable seedlings cultivation. *Journal of Zhejiang A ve F University*, 33(2), 280-287.
- Grossi, J. A. S., de Moraes, P. J., de Araújo Tinoco, S., Barbosa, J. G., Finger, F. L. ve Cecon, P. R., 2005. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting characteristics of 'Pitanga' ornamental pepper. *Acta Horticulturae*, 683, 333.
- Hebbhethwaite, P.D., Hampton, J. G. ve McLaren J. S., 1982. The chemical control of growth, development and yield of *Lolium perenne* grown for seed. J.S. McLaren (Editor), *Chemical Manipulation of Crop Growth and Development*, Butterworths, pp. 505-523, London.
- Huang, J. W., 1992. Integrated management of vegetable seedling pests with a formulated plant nutrition. *Plant Protection Bulletin*, 34 (1), 54-63.
- Jain, S. K., Singh, R. ve Mishra K. K., 2002. Effect of paclobutrazolon growth, yield and fruit quality of lemon (*Citrus limon*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 72, 488-489.
- Jalal, M., Nchioua, Z., Chouham, S., ve Ez-Zaher, L., 2020. Triazole fungicides induce hepatic lesions and metabolic disorders in rats. *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 10(2), 40-47.
- Jamalian, S., Tafazoli, E., Tehranifar, A., Eshghi, S. ve Davarynejad, G. H., 2008. The effect of paclobutrazol on fruit yield, leaf mineral elements and proline content of strawberry cv. Selva under saline condition. *Amer. Eurasian J. Agr. Environ. Sci*, 3 (1), 118-122.
- Kegley, S. E., Hill, B. R., Orme, S., ve Choi, A. H., 2010. PAN Pesticide Database. Pesticide Action Network, North America, San Francisco.
- Khalil, I. A. ve Rahman, H., 1995. Effect of paclobutrazol on growth, chloroplast pigments and sterol biosynthesis of maize (*Zea mays* L.). *Plant Sci.*, 105, 15-21.
- Kishore, K., Singh, H. S. Vvee Kurian, R. M. (2015). Paclobutrazol use in perennial fruit crops and its residual effects: A review. *Indian J. Agric. Sci.*, 85 (7), 863- 872.
- Kormanek, M., Małek, S., Banach, J., Durło, G., Jagiełło-Leńczuk, K. ve Dudek, K., 2020. Seasonal changes of perlite–peat substrate properties in seedlings grown in different sized container trays. *New Forests*, 1-13.
- Kotur, S. C., 2006. Effect of paclobutrazol on root activity of mango (*Mangifera indica*). *Indian Journal of Agricultural Science*, 76 (3), 143-144.

- Koukourikou-Petridou, M. A., 1996. Paclobutrazol affects growth of almond fruits and germination of almond seeds. *Plant Growth Reg.*, 20, 267-269.
- Latimer, J. G., 1994. Brushing Reduces Thrips and Aphid Populations on Some Greenhouse-grown Vegetable Transplants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 29 (11). 1279 -1281.
- Liu, J., Leatherwood, W. R. ve Mattson, N. S., 2012. Irrigation method and fertilizer concentration differentially alter growth of vegetable transplants. *Hort Technology*, 22(1), 56-63.
- Magnitskiy, S. V., 2004. Controlling Seedling Height by Treating Seeds With Plant Growth Regulators. (Doctoral dissertation), The Ohio State University.
- Magnitskiy, S. V., Pasian, C. C., Bennett, M. A. ve Metzger, J. D., 2006. Effects of soaking cucumber and tomato seeds in paclobutrazol solutions on fruit weight, fruit size, and paclobutrazol level in fruits. *HortScience*, 41 (6), 1446-1448.
- Markovic, V., Djurovka, M., ve Ilin, Z., 1997. The effect of seedling quality on tomato yield, plant and fruit characteristics. *Acta Hortic.* 462, 163-170
- McDaniel, G.L., 1983. Growth retardation activity of paclobutrazol on chrysanthemum. *Hort Science*, 18, 199-200.
- Mcguire, R.G. 1992. Reporting of Objective Color Measurements. *Hortscience*, 27(12):1254-1255.
- Menhenett, R. ve Hanks, G. R., 1982/83. Comparisons of a new triazole retardant PP333 with ancymidol and other compounds on pot-grown tulips. *Plant Growth Regul.*, 1, 173-181.
- Miguel-Zarate, N., Ayala-Garay, O. J., Sánchez-del Castillo, F., Magdaleno-Villar, J. J. 2021. The use of plant growth retardants in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seedlings. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 27(3), 157-169.
- Million, J. B., Barrett, J. E., Nell, T. A. ve Clark, D. G., 1999. Paclobutrazol distribution following application to two media as determined by bioassay. *HortSci.*, 34, 1099-1102.
- Minami, K., 2003. High quality of seedling in vegetable production. *Acta Hortic.* 607, 63-66.
- Mo, T., Cai, X., Jiang, Q., Zhong, Y. ve Huang, T., 2018. Developmental trend and influencing factors of vegetable seedling cultivation researches in China. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 30(4), 48-58.
- Nartvaranant, P., Subhadrabandhu, S. ve Tongumpai, P., 2000. Practical aspects in producing off-season mango in Thailand. *Acta Horticulturae*, 509, 661–8.
- Navarro, A., Sanchez-Blanco, M. J., & Bañon, S. 2007. Influence of paclobutrazol on water consumption and plant performance of *Arbutus unedo* seedlings. *Scientia Horticulturae*, 111(2), 133-139.
- Özgür, M. 2011. Growth control in cucumber seedlings by growth regulators application. *Bulgarian Journal Agriculture Science*, 17, 99-106.
- Panneerselvam R., 2007. Paclobutrazol enhances photosynthesis and ajmalicine production in *Catharanthus roseus*. *Process Biochemistry*, 42, 1566-1570.
- Pasian, C. C. ve Bennett, M. A., 2001. Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. *HortScience*, 36 (4), 721-723.
- Prunty, R.M., Agent, E., ve George, K., 2015. Characteristics of Good Quality Transplants. Virginia Cooperative Extension. 2906-1383

- Qin, K., ve Leskovar, D. I., 2020. Humic substances improve vegetable seedling quality and post-transplant yield performance under stress conditions. *Agriculture*, 10(7), 254.
- Quinlan, J. D., 1981. New chemical approaches to the control of fruit tree form and size. *Acta Hort.*, 120, 95-106.
- Rademacher, W., 2000. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 51, 501–31.
- Rajapakse, N. C. ve Li, S., 2002. Exclusion of far red light by photoselective greenhouse films reduces height of vegetable seedlings. In XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Transplant Production and Stand Establishment Research 631 (pp. 193-199).
- Rajapakse, N. C., Young, R. E., McMahon, M. J. ve Oi, R., 1999. Plant height control by photoselective filters: current status and future prospects. *HortTechnology*, 9(4), 618-624.
- Roman, D. L., Voiculescu, D. I., Ostafe, V., Ciorsac, A., ve Isvoran, A., (2022). A review of the toxicity of triazole fungicides approved to be used in European Union to the soil and aqueous environment. *Ovidius University Annals of Chemistry*, 33(2), 113-120.
- Runcle, E., 2010. Height control for vegetable transplants. *Greenhouse Product News*, 2, 50.
- Setia, R. C., Kaur, P., ve Setia, N., 1996. Influence of paclobutrazol on growth and development of fruit in *Brassica juncea* (L.) Czern and Coss. *Plant Growth Regulation*, 20 (3), 307-316.
- Shin, Y., Kim, K., Kim, Y., Seo, T., Chung, J., ve Pak, H. 2000. Effect of plug cell size and seedling age on seedling quality and early growth after transplanting of red pepper. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science*, 41(1), 49-52.
- Sipioni, M. S., Firmino, Junior, J. L., Dias, P. H. R., Steiner, F. 2016. Paclobutrazol and cattle manure use improves the quality of pepper seedlings. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15(3), 332-337.
- Souza-Machado, V., 1999. Paclobutrazol in tomato (*Lycopersicon esculentum*) for improved tolerance to early transplanting and earlier harvest maturity. *Acta Hort.*, 48, 17.
- Steffens G.L. ve Wang S.Y., 1986. Biochemical and physiological alterations in apple trees caused by a gibberellin biosynthesis inhibitor, paclobutrazol. *Acta Hort.*, 179: 433-442.
- Sterrett, J. P., 1985. Paclobutrazol: A promising growth inhibitor for injection into woody plants. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110, 4–8.
- Still j. R., 2004. Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, ISSN 1462-0316, 197-203.
- Still, J. R. ve Pill, W. G., 2003. Germination, emergence, and seedling growth of tomato and impatiens in response to seed treatment with paclobutrazol. *Hortscience*, 38 (6), 1201–1204.
- Thomas, T. H., Barnes, A. ve Hole, C. C. 1982. Modification of plant part relationships in vegetable crops. *Proceedings-Easter School in Agricultural Science*, University of Nottingham, 297- 311.

- Tuzel, Y., Öztekin, G. B. ve Tan, E., 2014. Use of different growing media and nutrition in organic seedling production. In XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC2014): 1107 (pp. 165-175).
- Wang, S. Y., Sun, T. ve Faust, M., 1986. Translocation of paclobutrazol, a gibberellin biosynthesis inhibitor, in apple seedlings. *Plant physiology*, 82 (1), 11-14.
- Wang, Y. T. ve Gregg, L. L., 1990. Uniconazole controls growth and yield of greenhouse tomato. *Scientia Horticulturae*, 43(1), 55-62.
- Whipker, B. E. ve Dasoju, S., 1998. Potted sunflower growth and flowering responses to foliar applications of daminozide, paclobutrazol, and uniconazole. *HortTechnology*, 8 (1), 86-88.
- Wu, S., Yu, M., Zhang, H., Han, J., ve Qian, M., 2015. Enantioselective Degradation of (2RS, 3RS)-Paclobutrazol in Rat Liver Microsomes. *Chirality*, 27(5), 344-348.
- Yamashita, K., Kitazono, K., ve Iwasaki, S., 1997. Flower bud differentiation of Satsuma mandarin as promoted by soil-drenching treatment with IAA, BA or paclobutrazol solution. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 66 (1), 67-76.
- Yılmaz, C., Yetişir, H. ve Sarı N., 2002. Bazı Kimyasal Uygulamalarının Lital Marul (*Lactuca Sativa L.*) Çeşidinde Baş Oluşumu Üzerine Etkileri. *Alatarım 1* (2), 36.
- Zhang, F., Wang, X. F., Zhang, M. ve Wei, M., 2008. Effects of controlled-release and common compound fertilizers on growth and fertilizer use efficiency of pepper seedlings [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Occidentalis Sinica*, 4.
- Zhang, Z., Dong, C. ve Shang, Q., 2017. Research progress on chemical regulation technology for vegetable seedling. *China Vegetables*, (9), 22-25.