



**HIYARDA PAKLOBUTRAZOL UYGULAMALARI İLE  
FİDE KALİTESİ, BİTKİ GELİŞİMİ, GİBERELLİK ASİT  
VE ABSİSİK ASİT SENTEZİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

**YASEMİN AKTAŞ**

**DOKTORA TEZİ**

**BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**

**Prof. Dr. Naif GEBOLOĞLU**

**Şubat - 2021**

T.C  
TOKAT GAZİOSMANPAŞA  
ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ  
ENSTİTÜSÜ  
BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

**HIYARDA PAKLOBUTRAZOL UYGULAMALARI İLE FİDE  
KALİTESİ, BİTKİ GELİŞİMİ, GİBERELLİK ASİT VE ABSİSİK ASİT  
SENTEZİ ARASINDAKİ İLİŞKİLER**

**YASEMİN AKTAŞ**

TOKAT  
Şubat - 2021

## **TEZ BEYANI**

Tez yazım kuralları doğrultusunda hazırlanan bu tezin yazımında bilimsel etik kurallarına riayet edildiğini, başka kaynaklardan faydalanılması halinde bilimsel normlar dikkate alınarak atıf yapıldığını, tez içerisindeki yeni bulgu ve sonuçların başka herhangi bir yerden alınmadığını, tez verilerinde tahrifat yapılmadığını, tezin tamamının veya herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

**Yasemin AKTAŞ**

**22 Şubat 2021**

**ÖZET**  
**DOKTORA TEZİ**  
**HIYARDA PAKLOBUTRAZOL UYGULAMALARI İLE FİDE KALİTESİ,**  
**BİTKİ GELİŞİMİ, GİBERELLİK ASİT VE ABSİSİK ASİT SENTEZİ**  
**ARASINDAKİ İLİŞKİLER**  
**YASEMİN AKTAŞ**  
**TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**  
**BAHÇE BİTKİLERİ ANA BİLİM DALI**  
**(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. NAİF GEBOLOĞLU)**

Ticari hıyar fidesi yetiştiriciliğinde paklobutrazol (PBZ) en önemli bitki büyüme geciktiricidir. PBZ, hıyar fidelerinde en önemli kalite kriteri olan fide boyunu etkin şekilde kontrol eder. Bununla birlikte, fidelere paklobutrazol uygulanmasının fide kalitesi, meyve verimi ve meyvelerde PBZ kalıntı düzeyini nasıl etkilediği ile alakalı yeterli bilgi bulunmamaktadır. Hıyar fidesi yetiştiriciliğinde PBZ kullanıldığı zaman meyvedeki kalıntı durumu önemli bir güvenlik konusudur. Bu çalışma, paklobutrazolun hıyar (*Cucumis sativus* L. cv. Maya F1) fidelerinin kalitesi üzerine paklobutrazolun etkisini belirlemek için yapılmıştır. Çalışma 2018 yılında Sonbahar döneminde, 2019 yılında İlkbahar döneminde yürütülmüştür. Denemede paklobutrazolun farklı konsantrasyonları (sonbahar döneminde 0, 20, 30, 40, 50 ve 60 ppm ve ilkbahar döneminde 30, 40, 50 ve 60 ppm), uygulama miktarları (0,5 ve 1,0 ml) ve uygulama zamanları denenmiştir. PBZ uygulaması bitkilerin kotiledon yapraklarının yere paralel hale geldiği (tohum ekiminden 7-10 gün sonra-birinci uygulama) ve ilk gerçek yaprakların çıktığı dönemde (tohum ekiminden 10-12 gün sonra – ikinci uygulama) sprey şeklinde yapılmıştır. Kontrol bitkilerine saf su verilmiştir. Çalışmada fide boyu, hipokotil uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, fide yaş ve fide kuru ağırlığı, kök yaş ve kök kuru ağırlığı, fide % kuru ağırlığı, fidelerde absisik asit miktarı ile fide ve meyvelerde PBZ kalıntı miktarı ölçülmüştür. Sonuç olarak PBZ uygulaması fide boyunu etkili şekilde kontrol etmiştir. Artan paklobutrazol konsantrasyonları fide boyunda azalmaya neden olmuştur. En iyi fide kalitesi paklobutrazolun 30 ppm + 5 ml konsantrasyonunun kotiledon ve gerçek yaprak oluşum döneminde olacak şekilde çift uygulamasından elde edilmiştir. Absisik asit miktarı kontrol bitkilerinde  $0,065 \mu\text{g.kg}^{-1}$  olurken, fidelerde  $0,117 - 0,165 \mu\text{g.kg}^{-1}$  arasında ölçülmüştür. PBZ kalıntısı kontrol bitkilerinde  $0,013 \mu\text{g.kg}^{-1}$  olurken, PBZ uygulanan fidelerde  $0,94 - 5,68 \mu\text{g.kg}^{-1}$  arasında değişmiştir. Hıyar meyvelerinde PBZ kalıntı miktarı  $0,013 \mu\text{g.kg}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Bu değer Avrupa Birliği Komisyonunun belirlediği kalıntı sınırının (0,01 ppm) altında kalmıştır. Kontrol bitkilerinde meyve verimi 7134,03 g/bitki olurken, PBZ uygulanan fidelerin meyve verimi en iyi uygulamada 9414,40 g/bitki olmuştur.

**2021, 111 sayfa**

**ANAHTAR KELİMELELER:** Absisik Asit, Fide Boyu, Kalıntı, Paklobutrazol, Verim,

**ABSTRACT**  
**DOCTORATE THESIS**  
**INTERACTION BETWEEN PACLOBUTRAZOL AND GIBBERELIC ACID,**  
**ABISIC ACID, PLANT GROWTH, YIELD AND SEEDLING QUALITY OF**  
**CUCUMBER**  
**YASEMİN AKTAŞ**  
**TOKAT GAZİOSMANPAŞA UNIVERSITY**  
**GRADUATE SCHOOL**  
**DEPARTMENT OF HORTICULTURE**  
**(SUPERVISOR: PROF. DR. NAİF GEBOLOĞLU)**

Paclobutrazol (PBZ) is the most important plant growth reterdand for commercial cucumber seedling production. PBZ effectively control seedling height which is the most important quality factor in cucumber seedlings. However, there are no enough available data on how treating seedlings with PBZ affects seedling quality, fruit yield parameters and PBZ level in cucumber fruits. Determination of PBZ accumulations in cucumber fruits is an important safety issue when it is applied to seedlings. This study was conducted to determine the effects of PBZ on the quality of cucumber (*Cucumis sativus* L. cv. Maya F1) seedlings. The study was conducted in the autumn season in 2018 and in the spring season in 2019. In the study, different concentrations (0, 20, 30, 40, 50 and 60 ppm for autumn season and 30, 40, 50 and 60 ppm for spring season), application quantities (0,5 and 1,0 ml) and application times of PBZ were used. PBZ applications were carried out as spray while the cotyledon leaves of the plants became parallel with the ground (7-10 days after sowing-first application) and the first true leaves appeared (10-12 days after sowing-second application). The control plants were treated with distilled water. Seedling height, hypocotyl length, stem diameter, leaf number, seedling fresh and dry weight, root fresh and dry weight, seedling dry matter (%), fruit yield , absisic acid level and the residue level of PBZ in seedlings and fruits were investigated. As a result, PBZ application controlled seedling height effectively. The increased paclobutrazol concentrations caused a decrease in seedling height. The best seedling quality was obtained by applying of PBZ two times at cotyledonary and first true leafy stage with 30 ppm + 0,5 ml. Absisic acid was determined between 0,117 – 0,165  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  in seedlings while it was 0,065  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  in control plants. PBC residue was detected between 0,94 – 5,68  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  in seedlings and 0,013  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  in cucumber fruits. Its residue could not be detected above quantifiable level (0.01 ppm) in cucumber fruits according to European Union Commission. While the fruit yield was 7134,03 g/plant in the control plants, the fruit yield of PBZ applied seedlings was 9414,40 g in per plant in the most appropriate PBZ application.

2021, 111 pages

**KEYWORDS: Absisic Acid, Gibberellic Acid, Paclobutrazol, Seedling Quality**

## ÖNSÖZ

Dünyada ve Türkiye’de son yıllarda fide ile üretim giderek yaygınlaşırken, fidecilik çok büyük bir sektör haline gelmiştir. Dolayısıyla kaliteli fide üretimi ön plana çıkmış ve gelişen teknoloji ile birlikte yeni tekniklerde geliştirilmiştir. Fide kalitesi ve verimini artırmaya yönelik birçok yöntem kullanılmıştır. Çalışmamızda Kullandığımız bir bitki büyüme düzenleyici olan Paklobutrazolun fide ve meyve kalitesini nasıl etkilediği, kalıntı durumu, hangi doz ve miktarların hangi dönemde kullanılması gerektiği araştırılmıştır. Çalışmamızın hazır fide sektörüne katkı sağlamasını ümit ediyorum.

Bu süreçte çok değerli katkı ve destekleriyle, sabır ve anlayışlarıyla yanımda olan, bilgi ve birikimleriyle yoluma ışık tutan, kıymetli danışman hocam Prof. Dr Naif GEBOLOĞLU’na Tez izleme komitesindeki değerli hocalarım Prof. Dr Hakan AKTAŞ’ a, Doç. Dr. Onur SARAÇOĞLU’na ve Doç. Dr. Abdurrahman ONARAN’ a olumlu katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. Sera denememde yardımlarını esirgemeyen Doç Dr. Sezer ŞAHİN hocama teşekkürlerimi sunarım. Pozitif katkılarından dolayı Dr. Öğretim üyesi Abdul Vahap KORKMAZ’ a, tezimin laboratuvar çalışmalarında yardımcı olan Dr. Öğretim Üyesi Tarık BALKAN’ a teşekkür ederim. Tez çalışmamda yardımını gördüğüm Erkan KUM’a teşekkür ederim.

2018 ve 2019 yıllarında sera denemelerinde birlikte çalıştığım lisansüstü ve stajyer öğrenci arkadaşlarıma yürekten teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince bu yolda benimle bıkmadan sevgiyle yürüyen değerli eşim Gökhan AKTAŞ’ a teşekkür ederim. Bir kız çocuğunun başına gelebilecek dünyanın en harika ebeveynleri annem Bilgehan Lütfiye Korkmaz’ a ve her zaman fikirleri ile ufkumu açan, desteğini hep yüreğimde hissettiğim babam Sezai Korkmaz’a teşekkür ederim. Başta kız kardeşlerim olmak üzere kalbi ve sevgisiyle yanımda olan herkese sonsuz teşekkürler....

## İÇİNDEKİLER

|                                                                                                                 | <u>Sayfa</u> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| ÖZET.....                                                                                                       | i            |
| ABSTRACT .....                                                                                                  | ii           |
| ÖNSÖZ.....                                                                                                      | iii          |
| 1. GİRİŞ.....                                                                                                   | 1            |
| 2. GENELBİLGİLER.....                                                                                           | 6            |
| 2.1. Dünyada ve Türkiye’de Sebzeciliğin Genel Durumu .....                                                      | 6            |
| 2.2. Türkiye’de Sebze Üretimi .....                                                                             | 6            |
| 2.3. Hıyar Hakkında Genel Bilgiler .....                                                                        | 9            |
| 2.4. Bitki Büyüme Düzenleyiciler.....                                                                           | 12           |
| 2.4.1. Tanımı ve sınıflandırılması.....                                                                         | 12           |
| 2.4.2. Bitki büyüme düzenleyicilerin uygulama yöntemleri .....                                                  | 27           |
| 2.5. Hıyarda Paklobutrazol Kullanımı ile İlgili Çalışmalar .....                                                | 28           |
| 2.6. Sebzelerde Paklobutrazol Uygulamaları ile İlgili Çalışmalar.....                                           | 31           |
| 2.7. Meyve ve Diğer Bitkilerde Paklobutrazol Kullanımıyla İlgili Çalışmalar .....                               | 35           |
| 2.8. Paklobutrazol, GA <sub>3</sub> ve ABA ile İlgili Çalışmalar .....                                          | 39           |
| 3. MATERYAL ve YÖNTEM.....                                                                                      | 41           |
| 3.1. Materyal .....                                                                                             | 41           |
| 3.2. Yöntem.....                                                                                                | 42           |
| 3.2.1. Paklobutrazol uygulamaları.....                                                                          | 43           |
| 3.3. Fide Yetiştirme Ortamının Hazırlanması: .....                                                              | 45           |
| 3.4. Tohum Ekimi .....                                                                                          | 45           |
| 3.5. Fide Yetiştirme .....                                                                                      | 46           |
| 3.6. Gübreleme - Sulama Uygulamaları.....                                                                       | 46           |
| 3.7. Deneme Deseni .....                                                                                        | 47           |
| 3.8. Topraksız Ortamda Uygulamalara Göre Verimin Belirlenmesi .....                                             | 47           |
| 3.9. Fidelerde ve Hıyar Meyvelerinde Paklobutrazol, GA <sub>3</sub> ve ABA İçeriklerinin<br>Belirlenmesi: ..... | 48           |
| 3.10. Gibberellik Asit ve Absisic Asit Analizleri: .....                                                        | 48           |
| 3.11. Gözlemler:.....                                                                                           | 51           |
| 3.11.1. Gövde uzunluğu (cm) .....                                                                               | 51           |

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.11.2. Gövde çapı (mm) .....                                                    | 51         |
| 3.11.3. Fide boyu (cm).....                                                      | 51         |
| 3.11.4. Yaprak sayısı (adet/ bitki).....                                         | 51         |
| 3.11.5. Fide yaş ağırlığı (gr) .....                                             | 51         |
| 3.11.6. Fide kuru ağırlığı (gr) .....                                            | 52         |
| 3.11.7. Kök yaş ağırlığı (gr).....                                               | 52         |
| 3.11.8. Kök kuru ağırlığı (gr).....                                              | 52         |
| 3.11.9. Klorofil miktarı (mg) .....                                              | 52         |
| 3.11.10. Pazarlanabilir verim (sayı/bitki ve kg/bitki) .....                     | 53         |
| 3.11.11. Iskarta verim (sayı/bitki ve kg/bitki) .....                            | 53         |
| 3.11.12. Verilerin değerlendirilmesi .....                                       | 53         |
| <b>4. BULGULAR .....</b>                                                         | <b>54</b>  |
| 4.1. Yaprak Sayısı .....                                                         | 56         |
| 4.2. Gövde Çapı.....                                                             | 58         |
| 4.3. Gövde Uzunluğu.....                                                         | 60         |
| 4.4. Fide Boyu .....                                                             | 62         |
| 4.5. Fide Yaş Ağırlığı .....                                                     | 64         |
| 4.6. Fide Kuru Ağırlığı .....                                                    | 66         |
| 4.7. Kök Yaş Ağırlığı .....                                                      | 68         |
| 4.8. Kök Kuru Ağırlığı .....                                                     | 70         |
| 4.9. Klorofil.....                                                               | 72         |
| 4.10. Paklobutrazol Uygulamaları ile Fide Parametreleri Arasında Korelasyonlar . | 73         |
| 4.11. Fide ve Hıyar Meyvelerinde Paklobutrazol Kalıntı Düzeyleri.....            | 86         |
| 4.12. Fidelerde Absisik Asit Birikimi.....                                       | 87         |
| 4.13. Paklobutrazol Uygulamalarının Verim Parametrelerine Etkisi.....            | 87         |
| <b>5. SONUÇ .....</b>                                                            | <b>93</b>  |
| <b>6. KAYNAKLAR.....</b>                                                         | <b>101</b> |
| <b>7. ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                          | <b>111</b> |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|                                                                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 2.1. Dünya Sebze (yaş) üretim verileri .....                                                                         | 14 |
| Çizelge 2.2. Dünyada önemli ilk 10 sebze üreticisi ülke.....                                                                 | 15 |
| Çizelge 2.3. Türkiye’de bazı önemli sebze türlerinin 2001-2019 yılları arasındaki üretim miktarları .....                    | 16 |
| Çizelge 2.4. Hıyarın biyokimyasal içeriği.....                                                                               | 18 |
| Çizelge 2.5. Dünya’ da hıyar üretimi, verimi ve ürün miktarları.....                                                         | 18 |
| Çizelge 2.6. Dünyada 2019 yılı hıyar ve kornişon üreten ilk 10 ülke.....                                                     | 19 |
| Çizelge 2.7. Türkiye de 2010 - 2019 yılları arasında hıyar üretim miktarı.....                                               | 19 |
| Çizelge 2.8. Bitkilerde bulunan doğal hormonlar oluşumu ve etkileri .....                                                    | 21 |
| Çizelge 2.9. Paklobutrazolun doğada hareketliliği .....                                                                      | 33 |
| Çizelge 2.10. Avrupa Birliğinde bazı ürünler için izin verilen paklobutrazol kalıntı miktarı .....                           | 35 |
| Çizelge 3.1. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları.....                                                                 | 53 |
| Çizelge 3.2. Paklobutrazolun uygulama şekli, zamanı ve dozları.....                                                          | 54 |
| Çizelge 4.1. Sonbahar döneminde paklobutrazol dozlarının fide parametrelerine etkisi.....                                    | 86 |
| Çizelge 4.2. İlkbahar döneminde paklobutrazol dozlarının fide parametrelerine etkisi.....                                    | 86 |
| Çizelge 4.3. Sonbahar döneminde paklobutrazol miktarlarının fide parametrelerine etkisi.....                                 | 87 |
| Çizelge 4.4. İlkbahar döneminde paklobutrazol miktarlarının fide parametrelerine etkisi.....                                 | 87 |
| Çizelge 4.5. Sonbahar döneminde paklobutrazol uygulama zamanlarının fide parametrelerine etkisi.....                         | 88 |
| Çizelge 4.6. İlkbahar döneminde paklobutrazol uygulama zamanlarının fide parametrelerine etkisi.....                         | 88 |
| Çizelge 4.7. Sonbahar döneminde paklobutrazolun doz x miktar interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi.....               | 89 |
| Çizelge 4.8. İlkbahar döneminde paklobutrazolun doz x miktar interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi.....               | 90 |
| Çizelge 4.9. Sonbahar döneminde paklobutrazolun doz x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi .....     | 91 |
| Çizelge 4.10. İlkbahar döneminde paklobutrazolun doz x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi .....    | 92 |
| Çizelge 4.11. Sonbahar döneminde paklobutrazolun miktar x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi ..... | 92 |
| Çizelge 4.12. İlkbahar döneminde paklobutrazolun miktar x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi.....  | 93 |

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Çizelge 4.13. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları ve fide parametreleri arasındaki korelasyonlar ve önem düzeyleri..... | 95 |
| Çizelge 4.14. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları ve fide parametreleri arasındaki korelasyonlar ve önem düzeyleri..... | 96 |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

|             |                                                                                               |    |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1.  | Oxsin kimyasal formülü.....                                                                   | 14 |
| Şekil 2.2.  | Stokininkimyasalyapısı.....                                                                   | 24 |
| Şekil 2.3.  | Gibberellinlerin kimyasal formülü.....                                                        | 16 |
| Şekil 2.4.  | Gibberellin inhibitörlerinin etki mekanizmaları.....                                          | 19 |
| Şekil 2.1.  | Bitki büyüme engelleyicilerinin (gibberellin biyosentez inhibitörleri) kimyasal yapıları..... | 20 |
| Şekil 2.6.  | Absisik asit (ABA) kimyasal formülü.....                                                      | 21 |
| Şekil 2.7.  | Etilen kimyasal formülü.....                                                                  | 22 |
| Şekil 2.8.  | Paklobutrazolun kimyasal formülü.....                                                         | 23 |
| Şekil 2.9.  | Paklobutrazolun kalıntılarının ekosistemdeki hareketi.....                                    | 25 |
| Şekil 3.1.  | Denemede kullanılan Kekkila torfunun özellikleri.....                                         | 41 |
| Şekil 3.2.  | Denemenin yürütüldüğü seranın panoramik görünümü.....                                         | 42 |
| Şekil 3.3.  | Fidelerin kotiledon yapraklarının yere paralel olduğu evre.....                               | 43 |
| Şekil 3.4.  | PBZ uygulamalarından görünüm.....                                                             | 44 |
| Şekil 3.5.  | Uygulamalar bağlı olarak fide gelişimindeki farklılıklar.....                                 | 45 |
| Şekil 3.6.  | Deneme alanından görünüm.....                                                                 | 49 |
| Şekil 3.7.  | Fide gözlemlerinden görünüm.....                                                              | 53 |
| Şekil 4.1.  | Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde yaprak sayısına etkileri....                 | 56 |
| Şekil 4.2.  | Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde yaprak sayısına etkileri.....                | 57 |
| Şekil 4.3.  | Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde gövde çapına etkileri.....                   | 58 |
| Şekil 4.4.  | Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde gövde çapına etkileri.....                   | 59 |
| Şekil 4.5.  | Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde gövde uzunluğuna etkileri.                   | 60 |
| Şekil 4.6.  | Paklobutrazol uygulamalarının ilkbahar döneminde gövde uzunluğuna etkileri...                 | 61 |
| Şekil 4.7.  | Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde fide boyuna etkileri.....                    | 62 |
| Şekil 4.8.  | Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde fide boyuna etkileri.....                    | 63 |
| Şekil 4.9.  | Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde fide yaş ağırlığına etkileri...              | 64 |
| Şekil 4.10. | Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde fide yaş ağırlığına etkileri....             | 65 |
| Şekil 4.11. | Paklobutrazol uygulamalarının sonbahar döneminde fide kuru ağırlığına etkileri..              | 66 |
| Şekil 4.12. | Paklobutrazol uygulamalarının ilkbahar döneminde fide kuru ağırlığına etkileri...             | 67 |
| Şekil 4.13. | Paklobutrazol uygulamalarının sonbahar döneminde kök yaş ağırlığına etkileri...               | 68 |
| Şekil 4.14. | Paklobutrazol uygulamalarının ilkbahar döneminde kök yaş ağırlığına etkileri.....             | 69 |
| Şekil 4.15. | Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde kök kuru ağırlığına etkileri                 | 70 |

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.16. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde kök kuru ağırlığına etkileri..   | 71 |
| Şekil 4.17. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde klorofil içeriğine etkileri..... | 72 |
| Şekil 4.18. Uygulamalara göre fide ve meyvelerde paklobutrazol kalıntı düzeyleri.....         | 85 |
| Şekil 4.19. Fidelerde absisik asitin uygulamalara bağlı olarak değişimi.....                  | 86 |
| Şekil 4.20. Paklobutrazol uygulamalarının meyve ağırlığına etkisi.....                        | 87 |
| Şekil 4.21. Paklobutrazol uygulamalarının meyve sayısına etkisi.....                          | 88 |
| Şekil 4.22 Paklobutrazol uygulamalarının meyve verimine etkisi.....                           | 89 |



## 1. GİRİŞ

Dünya’da sebzelerin kültüre alındığı ilk yıllarda yetiştiricilik tohumların doğrudan toprağa ekilmesiyle yapıldı. Günümüze kadar uzanan süreçte tohumla yetiştiricilikte, tohumların çıkış sürelerinin farklı olması, tohum çimlenme oranının düşük olması, erkenciliği sağlamaması, toprak kaynaklı hastalık ve zararlılarla mücadelede yaşanan zorluklar, iyi ve kaliteli olan tohumların maliyetinin yüksek olması gibi birtakım olumsuzluklar fide ile yetiştiriciliği üreticiler için daha cazip hale getirmiştir. Bilindiği üzere sebze yetiştiriciliğinde sağlıklı ve kaliteli üretim materyali kullanmak elde edilecek ürünün kalitesi ve verimini de artıracaktır. Sebze yetiştiriciliğinde fide ile üretim ilk zamanlarda geleneksel olarak yapılmaktaydı. Dolayısıyla homojen, sağlıklı, pişkin fide yetiştirmek mümkün olmamıştır. Örtü altı yetiştiriciliğinin yaygınlaşmasıyla birlikte fide yetiştiriciliği için gerekli uygun koşullar sağlanmış ve fide yetiştiriciliğinde teknolojik yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda hem açık alanda hem de örtü altı sebze yetiştiriciliğinde üreticiler teknolojinin sunduğu fırsatlardan yararlanarak yetiştiricilikte hazır fide kullanmaya başlamışlardır. Özellikle son 20 yılda hem daha ekonomik hem de işgücü bakımından daha avantajlı olması nedeniyle hazır fide kullanımı sebze tarımında öncü olan ülkeler başta olmak üzere dünya genelinde yaygın hale gelmiştir.

Başarılı bir yetiştiricilik için olmazsa olmaz şartlardan biri kaliteli fide kullanmaktır. Fide yetiştiriciliğin de kaliteyi etkileyen birçok faktör vardır. Kaliteli tohumluk kullanmak, fide yetiştirme ortamı, ortam bileşenleri, bitki besleme, hastalık ve zararlı yönetimi, tekleme ve boylama, fidelerin pişkinleştirilmesi gibi konular fidecilikte kalite üzerine doğrudan etki etmektedir. Başarılı bir fide yetiştiriciliği için kullanılan tohumun çimlenme gücünün yüksek ve çimlenmenin homojen olması gerekir. Bu da tohumun kalitesi ile alakalıdır. Günümüze kadar yapılmış çalışmalarda fide yetiştirme ortamı olarak birçok materyal denenmiştir. Kompost, kokopeat, organik artıklar, vermikompost bunlardan bazılarıdır (Hadar ve ark., 1985; Cai ve ark., 2010; Diaz ve ark., 2010; Raviv ve ark., 1998; 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. Günümüzde başarılı bir fide yetiştirmek için Kuzey Avrupa menşeli torflar kullanılmaktadır. Torfun bazı fiziksel özelliklerinin yetersiz olması

nedeniyle de torf içine kullanıcı tercihlerine bağlı olarak değişen oranlarda tarımsal perlit ilave edilmektedir (Eltez ve ark., 1993; Carrasco ve ark, 2002; Tuzel ve ark., 2014; Kormanek ve ark., 2020).

Fide yetiştiriciliğinde kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biri de fidelerin gübreleme programıdır. Tohum ekiminden fidelerin seradan çıkarılmasına kadar geçen sürede fidelere bitki besin elementi uygulaması gerekmektedir. Bitki beslemenin doğru yapılamaması durumunda fidelerde cılızlaşma, renk oluşumunun zayıf olması ve yaşlanma gibi olumsuzluklar ortaya çıkacağı gibi gereğinden fazla gübre kullanılması maliyeti artırmaktadır (Pertuit ve ark., 2001; Hualing ve ark., 2003; Zhang ve ark., 2008; Choi ve ark., 2012; Liu ve ark., 2012). Sebze fidelerinde 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 (Zhang ve ark., 1990; Huang, 1992; Doolan ve ark., 1999; 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 yetiştiriciliğinde geçmişte fide boyunu kontrol etmek için değişik uygulamalar yapılmıştır. Işık şiddetinin ayarlanması, gölgeleme, ışık filtreleri kullanılması, fırçalama ve sallama gibi mekanik uygulamalar ve sulama suyu ve gübreleme uygulamaları ile fide boyu kontrol edilmeye çalışılmıştır (Latimer, 1994; Rajapakse, 1999; Rajapakse ve Li, 2002; Cerny ve ark., 2004; Runcle, 2010; Liu ve ark., 2012). Çevresel faktörlerin kontrol

edilmesi ve mekanik uygulamalar dışında fide boyunu kontrol etmek maksadıyla değişik bitki büyüme düzenleyiciler de denenmiştir.

Stres oluşturan uygulamalar ve ekolojik faktörlerin fiderde 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. Bu bağlamda fiderde büyüme geciktirici olarak nikotin türevleri denenmiştir (Mitchell ve ark., 1949; Magnitskiy, 2004).

Bitki büyüme düzenleyiciler veya geciktiriciler sebze fidesi yetiştiriciliğinin yanında bazı meyve türlerinde karbonhidrat birikimini artırmak ve süs bitkilerinde çiçek sapı uzunluğunu kontrol etmek maksadıyla da kullanılmaktadır. Bitkilerde herbisit olarak kullanılan kimyasallardan bazıları fide boyunu kontrol etmek maksadıyla düşük dozlarda denenmiş ve fide boyunu kısaltmada etkili olan bu kimyasalların verimde önemli kayıplara yol açtığı görölmüştür. Fidelere uygulanan büyüme geciktiriciler sentetik bileşikler olup, bu bileşikler bitkilerde fitotoksik etki oluşturmamakta, verim ve kalitede kayıplara neden olmamaktadır. Etki mekanizmaları hücre bölünmesini yavaşlatmak ve hücre uzamasını engellemek şeklinde seyretmektedir. Fidelere uygulanan büyüme geciktiriciler bitkide gibberellin sentezini yavaşlatmakta ve/veya geçici olarak durdurmakta ve antagonistik etki oluşturmaktadır. Uygun koşullar altında bitkiler büyümelerini sürdürürken GA sentezlemektedir. Büyüme geciktiriciler kullanıldığında bitkide GA sentezi azalmakta, stres koşullarında olduğu gibi absisik asit (ABA) sentezi artmaktadır (Rademacher, 2000).

Bitkilerde fide döneminde bitki büyüme düzenleyici olarak paklobutrazol, chlormequat chloride, uniconazole, ethephon ve absisik asit kullanılarak fiderde fide boyu ve sürgün gelişmesi kontrol edilebilmektedir (Ergun ve ark., 2008). Bu kimyasallar fide boyunun kontrol edilmesi dışında tahıllarda yatmaya karşı, üzümde meyve tutumunu artırmak, elmada antosiyanin sentezini artırmak ve depo ömrünü uzatmak, değişik bitki türlerinde vejetatif büyümeyi yavaşlatmak ve boğum arasını kısaltmak için kullanılmaktadır (Rademacher, 2000).

Fidelerde büyümeyi geciktirici olarak en çok denenilen kimyasallar Daminozid, Unicazol, Cloromequatclorid ve Paklobutrazol olmuştur. Büyümeyi geciktirici kimyasal maddeler arasında günümüzde gerek araştırma sonuçları ve gerekse pratikte en çok kabul göreni Paklobutrazol olmuştur. Sebze fidesi yetiştiriciliğinde Paklobutrazol alternatifsiz tek BBG olarak kullanılmaktadır (Wang ve Gregg, 1990; Latimer, 1992; Whipker ve Dasoju, 1998; Pasian ve Bennett, 2001; Di Benedetto ve Klasman, 2007).

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.

Paklobutrazol birçok bitki türünde değişik amaçlarla kullanılmaktadır. Bununla beraber paklobutrazolun kanserojen etkilerinden de söz edilmektedir. Sebze fidelерinde paklobutrazol kullanılmasının insan ve çevre sağlığına etkisi konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca fidelere paklobutrazol uygulanması durumunda fidelерden alınan meyvelerde kalıntı oluşturup oluşturmadığı, kalıntı oluşturmuşsa bu miktarın kabul edilebilir sınırlar içinde olup olmadığı konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Literatürde bazı deney hayvanlarında toksik etkiler oluşturduğu, toprakta ve bitki dokularında uzun süre kaldığı ile ilgili bilgiler bulunmaktadır (Woodruff ve ark. 1994; Berova ve Zlatev, 2000; Sun ve ark. 2013; Zheng ve ark. 2016; Gollagi ve ark., 2019; Jiang ve ark., 2019; Kamble, 2020).

Bu çalışmada hıyarda fide yetiştiriciliğinde fide boyunun kontrol edilmesi ve fide kalitesi üzerine paklobutrazolun etkisi araştırılmıştır. Fide yetiştiriciliğinde paklobutrazolun farklı dozları ve değişik uygulama şekilleri denenmiştir. Paklobitrazol uygulaması ile gibberelik asit ve absisik asit arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Ayrıca paklobutrazol uygulamasının hıyar meyvelerinde kalıntıya neden olup olmadığı da araştırılmıştır.



## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1. Dünyada ve Türkiye’de Sebzeciliğin Genel Durumu

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından açıklanan 2019 yılı verilerinde; dünyanın 59 milyon hektarlık alanında 1 milyar ton sebze üretilmektedir. (Çizelge 2.1).

Çizelge 2. 1. Dünya sebze (yaş) üretim verileri (Anonim, 2019a).

| Üretim alanı (ha) | Üretim miktarı (ton) |
|-------------------|----------------------|
| 596 891 74        | 1 130 203 768        |

Dünyada 2020 yılı sebze üretimde ilk sırayı 590 milyon tonluk üretim miktarıyla Çin alırken, 132 milyon tonluk üretim miktarıyla Hindistan ikinci sırada yer almaktadır, 30 milyon ton üretim miktarıyla üçüncü sırada yer alan ABD’ yi 25 milyon ton üretim miktarıyla Türkiye takip etmektedir. 2020 yılında dünyada en fazla sebze üretim alanına sahip ülkeler; Çin, Hindistan, ABD ve Türkiye’dir. Bu ülkelerin haricinde Vietnam, Nijerya, Meksika ve Mısır gibi ülkeler de sebze üretim alanı açısından dünyada önemli paya sahiptir. Dünyada önemli sebze üreticisi ülkeler, üretim alanları ve üretim miktarları Çizelge 2.2.’ de verilmiştir.

### 2.2. Türkiye’de Sebze Üretimi

Türkiye İstatistik Kurumuna göre (TÜİK) 2020 yılı itibarıyla, Türkiye’de 31.196.717 milyon ton yaş sebze üretilmiştir.

Türkiye 31 milyon tonluk yıllık sebze üretimi ile Dünyada Çin, Hindistan ve ABD’den sonra dördüncü sırada yer almaktadır. Üretimin büyük çoğunluğu eski yöntemlerle yapılıyor olmasına rağmen Türkiye kişi başına sebze üretimi bakımından Dünyada ilk sırada yer almaktadır, çoğu sebze türünün üretiminde ise ilk beş ülke arasında bulunmaktadır.

Çizelge: 2.2. Dünyada önemli ilk 10 sebze üreticisi ülke (kökü yenilen sebzeler hariç)  
(Anonim, 2019b)

| Ülkeler   | Üretim Alanı<br>Ha | Üretim Miktarı Ton |
|-----------|--------------------|--------------------|
| Çin       | 25164 183          | 590 676 143        |
| Hindistan | 8483 717           | 132 026 555        |
| ABD       | 849 758            | 29 999 514         |
| Türkiye   | 747 417            | 25 338 974         |
| Vietnam   | 1 020 612          | 16 966 279         |
| Nijerya   | 7 631 012          | 16 670 642         |
| Mısır     | 636 001            | 15 419 841         |
| Meksika   | 681 630            | 15 226 085         |
| Rusya     | 2 104 172          | 14 153 617         |
| İspanya   | 183 819            | 13 259 340         |

Türkiye 50'nin üzerinde sebze türünün ve bu türlere ek olarak egzotik bazı sebze türlerinin de üretilebilme şansı bulduğu bir coğrafyadır (Açıkgöz Eryılmaz, 2012). Dolayısıyla ülkemiz yetiştirilen sebze türlerinin sayısı ve çeşitliliği bakımından da Dünya ülkeleri arasında ilk sıralarda yerini almıştır.

Türkiye'de iklim avantajlarından dolayı ve seracılık bölgesi olması nedeniyle en yüksek verim Akdeniz Bölgesi'nden alınmaktadır. İç Anadolu, Doğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri için birim alandan elde edilen verim oldukça düşüktür (Akan ve ark., 2020). Ayrıca Akdeniz, Karadeniz, Ege ve Marmara bölgelerinde sebzecilik açıkta, örtü altında ve sanayi sebzeciliği şeklinde yapılmaktadır. Marmara, Ege, İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde ise açıkta yetiştiricilik, sofralık ve sanayi sebzeciliği yaygınlaşmaya başlamıştır (Yanmaz ve ark, 2020).

Ülkemizde sebzecilik sektörü; birim alana düşen gelir bakımından tarımın diğer bazı kollarına nazaran daha avantajlı olması, teknolojik gelişmelere uyum sağlayabilmesi,

endüstri sebzeçiliğinin önem kazanması ve Dünya’da yeni sebze tür ve çeşitlerine tüketim talebinin artmasıyla 1980’li yıllardan günümüze gelinceye kadar ilerleme kaydetmiştir. Dünya genelinde Sebze tüketimine ilginin artması, farklı sektörlerden yatırımcı sanayicileri sebzeçilik sektörüne yönlendirmiştir. Dolayısıyla aile işletmesi sebzeçilik modelinden modern sebzeçilik modeline geçmiştir.

Sebzeçilik sektöründe teknolojinin tarımda daha yaygın ve etkili bir şekilde kullanılması, teknolojinin gerekli kıldığı kimyasal girdilerin kullanılması, modern sulama yöntemlerinin uygulanışı, verim ve kalite bakımından yüksek tür ve çeşitlerin geliştirilmesi üretim ve kalitede artış sağlamıştır. Üretim ve kalitede sağlanan bu artışı Türkiye’nin dış pazarlarda ki rekabet gücünü artırmaktadır. Türkiye’de sebzeçilik sektörü tohumculuk, fideçilik, örtü altı sistemleri, tarım makineleri teknolojisi, gübre ve ilaç sektörü, ambalaj, kozmetik ve ilaç endüstrisi gibi farklı endüstri dallarını kapsamaktadır. Dolayısıyla üreticilikte teknolojinin kullanılması bu yan sektörlerin gelişimini desteklemektedir (Akan ve ark., 2020). Türkiye’de yetiştirilen bazı sebzelerin 2001-2019 yılları arasındaki üretim miktarları Çizelge 2.3’ te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Türkiye’de bazı önemli sebze türlerinin 2001-2019 yılları arasındaki üretim miktarları (1000 Ton) (Anonim, 2020a).

| <b>Yıllar</b> | <b>Domates</b> | <b>Hıyar</b> | <b>Kavun</b> | <b>Karpuz</b> | <b>Soğan (Kuru)</b> |
|---------------|----------------|--------------|--------------|---------------|---------------------|
| <b>2001</b>   | 8 425          | 1 740        | 1 775        | 4 020         | 2 150               |
| <b>2002</b>   | 9 450          | 1 670        | 1 820        | 4 575         | 2 050               |
| <b>2003</b>   | 9 820          | 1 783        | 1 735        | 4 215         | 1 750               |
| <b>2004</b>   | 9 440          | 1 725        | 1 750        | 3 825         | 2 040               |
| <b>2005</b>   | 10 050         | 1 745        | 1 825        | 3 970         | 2 070               |
| <b>2006</b>   | 9 855          | 1 799        | 1 766        | 3 805         | 1 765               |
| <b>2007</b>   | 9 937          | 1 670        | 1 661        | 3 796         | 1 859               |
| <b>2008</b>   | 10 985         | 1 683        | 1 749        | 4 002         | 2 007               |
| <b>2009</b>   | 10 746         | 1 735        | 1 679        | 3 810         | 1 849               |
| <b>2010</b>   | 10 052         | 1 739        | 1 612        | 3 683         | 1 900               |
| <b>2011</b>   | 11 003         | 1 749        | 1 648        | 3 864         | 2 141               |
| <b>2012</b>   | 11 350         | 1 742        | 1 689        | 4 022         | 1 735               |
| <b>2013</b>   | 11 820         | 1 755        | 1 699        | 3 887         | 1 904               |
| <b>2014</b>   | 11 850         | 1 780        | 1 707        | 3 885         | 1 790               |
| <b>2015</b>   | 12 615         | 1 823        | 1 719        | 3 918         | 1 879               |
| <b>2016</b>   | 12 600         | 1 812        | 1 854        | 3 928         | 2 120               |
| <b>2017</b>   | 12 750         | 1 828        | 1 813        | 4 011         | 2 175               |
| <b>2018</b>   | 12 150         | 1 848        | 1 754        | 4 031         | 1 930               |
| <b>2019</b>   | 12 842         | 1 917        | 1 777        | 3 870         | 2 200               |

### 2.3. Hıyar Hakkında Genel Bilgiler

Ülkemizde hıyar üretimi örtü altı yetiştiricilik ile kış ayları dahil olmak üzere tüm yıl yapılabilmektedir. Ülkemizde hızla artan örtü altı yetiştiriciliği aynı zamanda fidecilik sektörünün gelişmesine de öncülük etmektedir.

Hıyarın anavatanı Hindistan'dır. M.Ö. 3000 yıllarında Hindistan'da yetiştirildiği ve buradan bir taraftan Çin'e yayılırken bir taraftan da batıya doğru yayılarak Mısır'a getirildiği ve Anadolu üzerinden Yunanistan'a ve Balkanlara kadar ulaştığı bilinmektedir. Romalılar döneminde o zamanki örtü altı materyallerinde yetiştirildiği tarihi kayıtlardan anlaşılmaktadır (Şalk ve ark., 2008).

Hıyar vazgeçilmez aroması ile sofralarda salata malzemesi olarak kullanılmaktadır. Meyvesi taze olarak tüketildiğinde hem meyve ihtiyacı karşılanmakta, hem de susuzluğu giderebilmektedir. Meyve öz suyu insan cildi için faydalıdır ve kozmetik sanayisinin vazgeçilmez ürünlerinden biridir. Ayrıca A, B, C vitaminlerini içerir. Karbonhidrat içeriği ve glisemik indeksi düşüktür. Hıyarın biyokimyasal içeriği (Şark ve ark., 2008) Çizelge 2.4'te verilmiştir.

FAO kaynaklarına göre 2019 yılı dünya hıyar üretim verileri incelendiğinde; son on yılda üretim alanı, verim ve üretim miktarının önemli derecede attığı görülmektedir (Çizelge 2.5.).

FAO 2019 verilerine göre dünyada hıyar yetiştiriciliği yapan ülkeler arasında yaklaşık 70 milyon ton üretim miktarıyla Çin ilk sırayı alırken, Türkiye ise iki milyona yaklaşan üretimiyle 2. Sırada yer almaktadır. Rusya federasyonu, Ukrayna ve İran da üretim miktarı bakımından üst sıralardadır (Çizelge 2.6.).

Çizelge 2.4. Hıyarın biyokimyasal içeriği (Şark ve ark., 2008).

| Besin Maddeleri (gr/100gr)  |               |      |         |        |                  |    |
|-----------------------------|---------------|------|---------|--------|------------------|----|
| Kuru madde                  | Enerji        | Su   | Protein | Yağ    | Toplam hidratlar |    |
| 4                           | 12            | 96   | 0.6     | 0.1    | 2.2              |    |
| Vitaminler (gr/100gr)       |               |      |         |        |                  |    |
|                             | Vit. A IU     | B1   | B2      | Niacin | Vit.C            |    |
| Kabuklu                     | 250           | 0.03 | 0.04    | 0.2    | 11               |    |
| Kabuksuz                    | Eser miktarda | 0.03 | 0.04    | 0.2    | 11               |    |
| Mineral Maddeler (gr/100gr) |               |      |         |        |                  |    |
|                             | Ca            | Fe   | Mg      | P      | K                | Na |
| Kabuklu                     | 25            | 1.1  |         | 27     | 160              | 6  |
| Kabuksuz                    | 17            | 0.3  |         | 18     | 160              | 6  |

Çizelge 2.5. Dünya’ da hıyar üretimi, verimi ve ürün miktarları (Anonim, 2020b).

| Yıllar | Üretim alanı<br>(1000 ha) | Verim<br>(ton/ha) | Ürün miktarı<br>(Milyon ton) |
|--------|---------------------------|-------------------|------------------------------|
| 2010   | 2020                      | 30,93             | 62,50                        |
| 2011   | 2090                      | 32,46             | 67,86                        |
| 2012   | 2115                      | 33,44             | 70,74                        |
| 2013   | 2111                      | 34,69             | 73,23                        |
| 2014   | 2138                      | 35,58             | 76,08                        |
| 2015   | 2160                      | 36,27             | 78,34                        |
| 2016   | 2188                      | 36,59             | 80,09                        |
| 2017   | 2167                      | 37,79             | 81,89                        |
| 2018   | 2153                      | 39,39             | 84,83                        |
| 2019   | 2231                      | 39,35             | 87,81                        |

Çizelge 2.6. Dünyada 2019 yılı hıyar ve kornişon üreten ilk 10 ülke (Anonim, 2020c )

| Ülkeler           | Üretim Miktarı (Ton) |
|-------------------|----------------------|
| Çin               | 70288130             |
| Türkiye           | 1916645              |
| Rusya Federasyonu | 1626360              |
| Ukrayna           | 1034170              |
| İran              | 871692               |
| Özbekistan        | 855058               |
| Meksika           | 826485               |
| İspanya           | 739200               |
| Amerika           | 677880               |
| Japonya           | 548100               |

Çizelge 2.7. Türkiye de 2010 - 2019 yılları arasında hıyar üretim miktarı (Ton) (Anonim, 2020 d).

|      | Hıyar (Ton) |           |          |        |
|------|-------------|-----------|----------|--------|
|      | Toplam      | Sofralık  | Turşuluk | Acur   |
| 1990 | 1 000 000   | -         | -        | -      |
| 1995 | 1 250 000   | -         | -        | -      |
| 2000 | 1 825 000   | -         | -        | -      |
| 2005 | 1 745 000   | 1 617 000 | 128 000  | 23 500 |
| 2006 | 1 799 613   | 1 665 201 | 134 412  | 26 400 |
| 2007 | 1 670 459   | 1 524 003 | 146 456  | 24 358 |
| 2008 | 1 682 776   | 1 524 105 | 158 671  | 33 862 |
| 2009 | 1 735 010   | 1 582 396 | 152 614  | 33 400 |
| 2010 | 1 739 191   | 1 593 844 | 145 347  | 25 621 |
| 2011 | 1 749 174   | 1 605 319 | 143 855  | 23 266 |
| 2012 | 1 741 878   | 1 603 110 | 138 768  | 27 886 |
| 2013 | 1 754 613   | 1 613 771 | 140 842  | 30 606 |
| 2014 | 1 780 472   | 1 636 431 | 144 041  | 33 238 |
| 2015 | 1 822 636   | 1 687 301 | 135 335  | 33 082 |
| 2016 | 1 811 681   | 1 676 897 | 134 784  | 36 006 |
| 2017 | 1 827 782   | 1 687 927 | 139 855  | 41 863 |
| 2018 | 1 848 273   | 1 701 735 | 146 538  | 42 631 |
| 2019 | 1 916 645   | 1 748 157 | 168 488  | 43 204 |

Türkiye de yaş sebze ihracatı denilince akla ilk gelen ürün domatestir. Domatesi sırasıyla; Biber, Hıyar, Kornişon, Kabak, Patates, Soğan, Şalot ve Patlıcan takip etmektedir. (Anonim, 2019c).

2019 yılı Sebze üretim miktarı bir önceki yıla göre yaklaşık olarak %3,5 artarak 31,1 milyon ton olmuştur. Sebzelerde alt gruplar için üretim miktarlarına bakıldığında, yumrusu ve kökü tüketilen sebzeler %8,4, meyvesi tüketilen sebzeler %2,7, sınıflandırılmamış diğer sebzeler ise %5,5 oranında artmıştır. Sebzeler grubunun önemli ürünlerinden, domateste %5,7, kuru soğanda %13,9, hıyarda %3,7 oranında artış olurken, karpuzda %4, sivri biberde %3, patlıcanda %1,6 oranında azalış oldu (Anonim, 2019d).

## **2.4. Bitki Büyüme Düzenleyiciler**

### **2.4.1. Tanımı ve sınıflandırılması**

Bitki büyüme düzenleyiciler bitki bünyesinde oluşturulan veya bitkiye dışarıdan uygulanan, çok düşük konsantrasyonda dahi faaliyet gösterebilen, bitki bünyesindeki fizyolojik olayları tek başına veya diğer bitki büyüme düzenleyicilerle birlikte pozitif ya da negatif olarak etkileyebilen, oluşturdukları dokularda faaliyet gösterebilen aynı zamanda diğer bitki kısımlarına da taşınabilen, taşındıkları yerde ve diğer organlarda da etkin olabilen organik maddelerdir. Bitkiler bir takım temel fizyolojik faaliyetlerini devam ettirmek için gereksinim duydukları bu maddeleri kendi bünyelerinde üretirler. Bitki bünyesinde oluşan, fizyolojik olayları yöneten bu maddeler hormon veya bitki hormonları olarak adlandırılırlar (Kumluay ve Eryiğit,2011).

Bitki büyüme düzenleyiciler ilk olarak 1930'lu yıllarda önem kazanmıştır. Bu tarihten itibaren BBD' nin tarım ürünlerindeki rolü araştırılmıştır. Bitki fizyolojisi alanında yapılan çalışmalar, BBD' nin bitki büyümesinde ve gelişimindeki rolünü ortaya çıkarmış ve bitkide yalnızca büyümeyi teşvik etmedikleri tam tersi büyümeyi engelleyen etkilerinin de olduğu görülmüştür. (Güleryüz, 1982; Raven et al., 1992; Kumluay ve Eryiğit, 2011). Bitki büyüme düzenleyiciler bitkinin çimlenme aşamasından hasada kadar hatta hasat sonrası depo ve muhafaza ya kadar olan süreçte dolaylı olarak rol oynarlar (Budak ve ark., 1994; Kumluay ve Eryiğit, 2011). Bitkilere BBD'nin dışardan uygulanması halinde uygun kimyasalın uygun konsantrasyonda ve uygun zamanda

uygulanması verim açısından oldukça önemlidir (Palavan-Ünsal, 1993, Buban, 2000; Kumluay ve Eryiğit, 2011).

Doğal Bitki Büyüme Düzenleyiciler arasında yaygın kullanım açısından etilen %23'lük payla ilk sırayı alırken oksin %20 ile onu takip etmektedir, Gibberellinler ise %17 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Sitokinin ve dorminlerin kullanımı dünya genelinde henüz yaygın değildir (Barut, 1995; Kumluay ve Eryiğit, 2011). BBD'lerden oksinler, sitokininler ve gibberellinler büyümeyi teşvik ediciler; dorminler engelleyiciler olarak gruplandırılabilir, etilen ise genellikle meyve olgunlaşmasında etkili rol oynamaktadır (Fırat, 1998; Walsh, 2003; Kumluay ve Eryiğit, 2011).

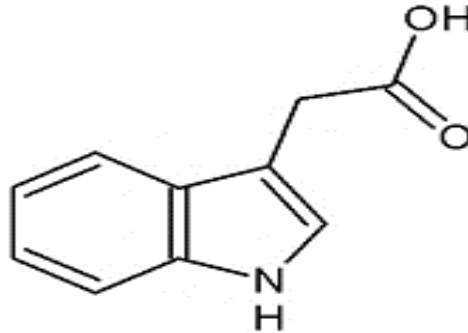
Çizelge 2.8. Bitkilerde bulunan doğal hormonlar oluşumu ve etkileri (Kumluay ve Eryiğit, 2011).

| Hormon       | Tabiatı                                                                    | Sentezi                                                                  | Taşınımı                          | Etkileri                                                                                                                                          |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Oksinler     | IAA3 doğal oluşan tek oksindir.                                            | Tohumun embriyosu<br>Apikal tomurcukların meristemleri<br>Genç yapraklar | Hücreden hücreye<br>Polar taşınma | Gövde uzaması, kök büyümesi, hücre farklılaşması ve dallanmanın teşviki.<br>Meyve gelişiminin düzenlenmesi.<br>Fototropizm                        |
| Stokininler  | Zeatin bitkide yaygın bulunandır.                                          | Kökler                                                                   | Diğer organlara                   | Köklerde büyüme ve farklılaşmayı düzenler.                                                                                                        |
| Etilen       | C2H4 metioninden sentezlenir<br>Hormon etkili tek karbonhidrattır          | Çoğu dokularda stres anında ortaya çıkar.                                |                                   | Meyvede olgunlaşma<br>Bazı oksinleri baskılama<br>Türe göre kök, yaprak ve çiçek, büyümesini teşvik eder.                                         |
| Absisik asit | Mevolonik asitten sentezlenir.                                             | Su stresine bağlı olarak yapraklarda Tohumlarda                          | Yapraklarda floem aracılığıyla    | Büyümenin engellenmesi, su stresi anında stomaların kapanması.<br>Dormansinin kırılmasını önler.                                                  |
| Giberelline  | <i>Gibberella fujikuroi</i> adlı mantarda keşfedilmiş ve izole edilmiştir. | Apikal tomurcuk ve kök meristemleri.<br>Genç yapraklar ve Embriyo        | Floem ve ksilem içerisinde        | Tohum ve Tomurcuklarda çimlenme, gövde de uzama ve yaprakta büyüme, çimlenme ve meyve gelişiminin teşvik edilmesi, kök büyümesi ve farklılaşması. |

#### 2.4.1.1 Oksinler

Bitkisel üretimde hormon kullanımında ilki temsil eden oksinler, bitkilerde hücre bölünmesi ve hücre uzamasını kontrol altına alan hormon olarak bilinirler (Halloran ve Kasım, 2002). Oksinler kallus oluşumu, hücre süspansiyonları ve organ büyümesi gibi işlevleri sitokininlerle kombine çalışarak teşvik ederler. Ayrıca morfogenezisin düzenlenmesinde de rol oynarlar. Hücre bölünmesini başlatma yeteneğine sahip oldukları için; meristem, organize dokularda polaritenin kurulması ve muhafazasında rol oynarlar. Bitkilerde bilinen en belirgin özellikleri apikal baskı ve tropizm aracılıklarının sürdürülmesidir. Bilinen en doğal oksin formu indol-3-asetik asit (IAA)' tir. Oksinlerin doğal olan birçok formu yanında çok sayıda sentetik analogu da mevcuttur. (George ve ark., 2008).

Araştırmacılar IAA'nın doğal oluşan tek oksin olduğunu bildirmişlerdir. Doğal oksinler çoğunlukla tepe tomurcukları ve yapraklarda oluşur ve bitkide yukardan aşağı doğru taşınırlar. IAA bitkide büyüme gösteren uç kısımlarda (koleoptil ucu, tomurcuk, yaprak ve kök ucu) fazla miktarda bulunmaktadır. Oksinin kimyasal özelliklerinin çözülmesinden sonra, yapısal olarak IAA'ya az veya çok benzeyen çok sayıda kimyasal maddenin var olduğu bilinmekle beraber bunların bitkilerde oksin benzeri etki gösterdiği belirlenmiştir. IAA dışında en yaygın bulunan oksinler; indol bütirik asit (IBA), naftalin asetik asit (NAA), naftoksi asetik asit (NOAA), fenoksi asetik asit (FOAA), 2,4-D, fenil asetik asit (FAA), parakloro fenoksi asetik asit (4-CPA) ve 2,4,5-triklorofenoksi asetik asit (2,4,5-T)'lerdir (Seçer, 1989; Kumluay ve Eryiğit 2011).

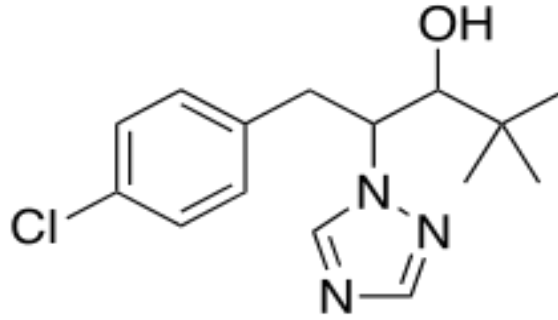


Şekil 2.1. Oksin kimyasal formülü (Anonim, 2019e).

#### 2.4.1.2. Sitokininler

Bitki büyümesinde teşvik edici rol oynayan bir başka hormon gurubu ise sitokininlerdir. (George ve ark., 2008). Sitokininler hayvansal hücrelerde bulunduğu gibi bitkisel hücrelerde de bulunurlar ve bitki dokularında hücre bölünmesi esnasında sentezlenmektedirler (Kumluay ve Eryigit, 2011).

Sağlıklı bitkilerde sitokinin uygulamasının, protein sentezini uyardığı, kloroplastların olgunlaşmasında hızlanma sağlayabildiği ve yapraklarda yaşlanmanın geciktirilebildiği de bildirilmektedir. Bitkide sadece belirli bir alana (örneğin bir yaprağa) sitokinin uygulandığında, muamele edilen organa amino asitlerin çevre bölgelerden göç ettiği bildirilmiştir. Sitokininlerin etki mekanizması, çoğunlukla oksinler ile birlikte çalışarak hücre bölünmesinin uyarılmasında ve morfogenezisi kontrol altına almakta işlevseldir. Sürgün kültürü ortamına uygulandığında, bu bileşikler apikal baskınlığı kırar ve yanıl tomurcukları uyku halinden çıkarırlar (George ve ark., 2008). Sitokininlerde de oksinlerde olduğu gibi doğal bileşiklerinin yanı sıra sentetik analoglar da mevcuttur. Kinetin keşfedilen ilk sitokininidir (George ve ark., 2008).



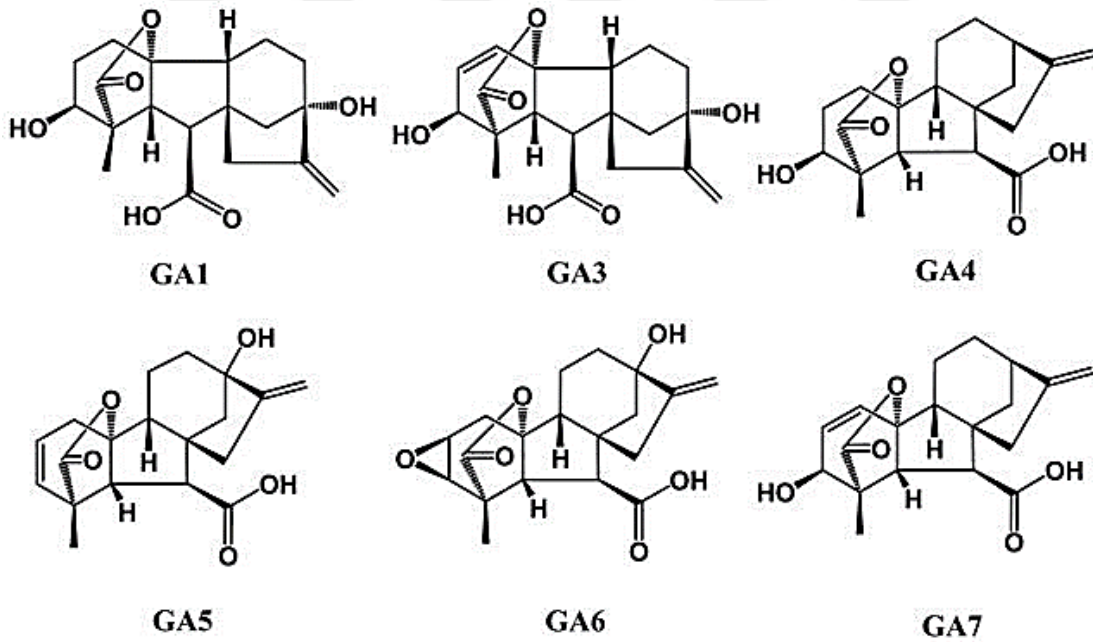
Şekil 2.2. Sitokinin kimyasal yapısı (Anonim, 2019 f)

#### 2.4.1.3. Gibberellinler

Gibberellinlerin İlk olarak Japonya’da *Gibberella fujikuroi* adında mantar çeşidinden izole edildiği bilinmektedir, bu mantar çeşidinin çeltikte aşırı boylanmaya neden olduğu gözlemlenmiştir (Seçer, 1989). Tarımsal üretim ve özellikle bahçe bitkilerinde yaygın kullanılan gibberellin hormonu, çoğunlukla *Gibberella* fungusundan fermentasyon

yoluyla elde edilmektedir. Halihazırda bilinen yaklaşık 100 GA serisi bulunmakla birlikte ticari maksatla en fazla GA3 kullanılmaktadır (Güleryüz, 1982; Westwood, 1993; Walsh, 2003; Kumluay ve Eryiğit, 2011).

Gibberellinler hücre büyümesi ve bölünmesi (meristem oluşumu) üzerinde etkileri olan büyüme düzenleyicilerdir. Bu nedenle büyüme ve gelişmede etki gösterirler. Bazı bitkiler için dormansinin kırılması amacıyla kullanılırlar. Gibberellinler bitkilerde birtakım fonksiyonlara sahiptirler; (Budak, 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997; Kaynak ve İmamgiller, 1997; Kaynak ve Memiş, 1997; Kumluay ve Eryiğit, 2011) boylanmayı teşvik ederken gövde uzamasınıda sağlarlar. Bazı bitkilerde çiçeklenme ve melezleme erkene alınabilmekte ve bu durum ıslah çalışmalarında kolaylık sağlamaktadır. Apikal tohumlarda dormansinin kırılmasını ve çimlenmenin artmasını sağlar. Bazı meyve türleri için partenokarpik meyve gelişiminde etkilidir. Üzümlerde dane iriliğini ve salkım büyüklüğünü artırmak maksadıyla kullanıldığı bilinmektedir (Kumluay ve Eryiğit, 2011).



Şekil 2.3. Gibberellinlerin kimyasal formülü (Han ve ark., 2018)

#### 2.4.1.4 Gibberellin Biyosentezi

Hâlihazır da yüksek bitkiler ve gibberellin üretme özelliğine sahip mantarlar tarafından sentezlenen 125 farklı gibberellin bulunmaktadır. Bu gibberellinlerin birçoğu öncü ya da katabolit olmasına rağmen sadece birkaçı biyolojik aktivite gösterir. GA'ların temel hormonal işlevleri, bitkide boy uzamasının teşviki, tohumların çimlenme esnasında hidrolitik enzimlerin indüksiyonunda, uzun gün bitkileri için çiçeklenme indüksiyonunda, meyve oluşumunda ve gelişiminde teşvik edicidir. Bununla beraber, birçok GA'nın işlevsel özellikleri henüz muallaktır (Rademacher, 2000).

Gibberellinler toplamda 19 ila 20 karbon atomunun bileşiminden oluşan diterpenoidlerdir. Gibberellin biyosentezi, ilgili enzimin niteliği ve hücredeki lokalizasyon durumu dikkate alındığında üç aşamada değerlendirilebilir; bunlardan ilki proplastidlerde aktivite gösteren terpen siklazlar, ikincisi enzimatik retikül ile ilişkilendirilen monooksijenazlar, üçüncüsü ise sitozolda mevcut olan dioksijenazlardır (Rademacher, 2000). Gibberellin biyosentezinin oldukça karmaşık olduğu bilinmektedir.

Gibberellin sentezi ilk olarak plastidlerde izopentenil difosfattan başlar ve çözünebilir siklazlara bir yanıt olarak, ent- kauren'den üretilir. Hidroksilazları ve oksidazları içine alan işlem silsilesinden sonra membran monoksijenazlar müşterek öncül-madde olan GAB12B aldehide dönüştürülür (Hedden, 1999) sonrasında ise aktif gibberellinler elde edilmiş olur. Gibberellin sentezinde ilk aşamalar için sinyal iletimi hususunda çok az bilgi mevcutken sonraki aşamalarda selektif gen transkripsiyonunun olduğu ve novo protein sentezini içerdiği bildirilmektedir (George ve ark., 2008).

#### 2.4.1.5 Gibberellin biyosentez inhibitörleri

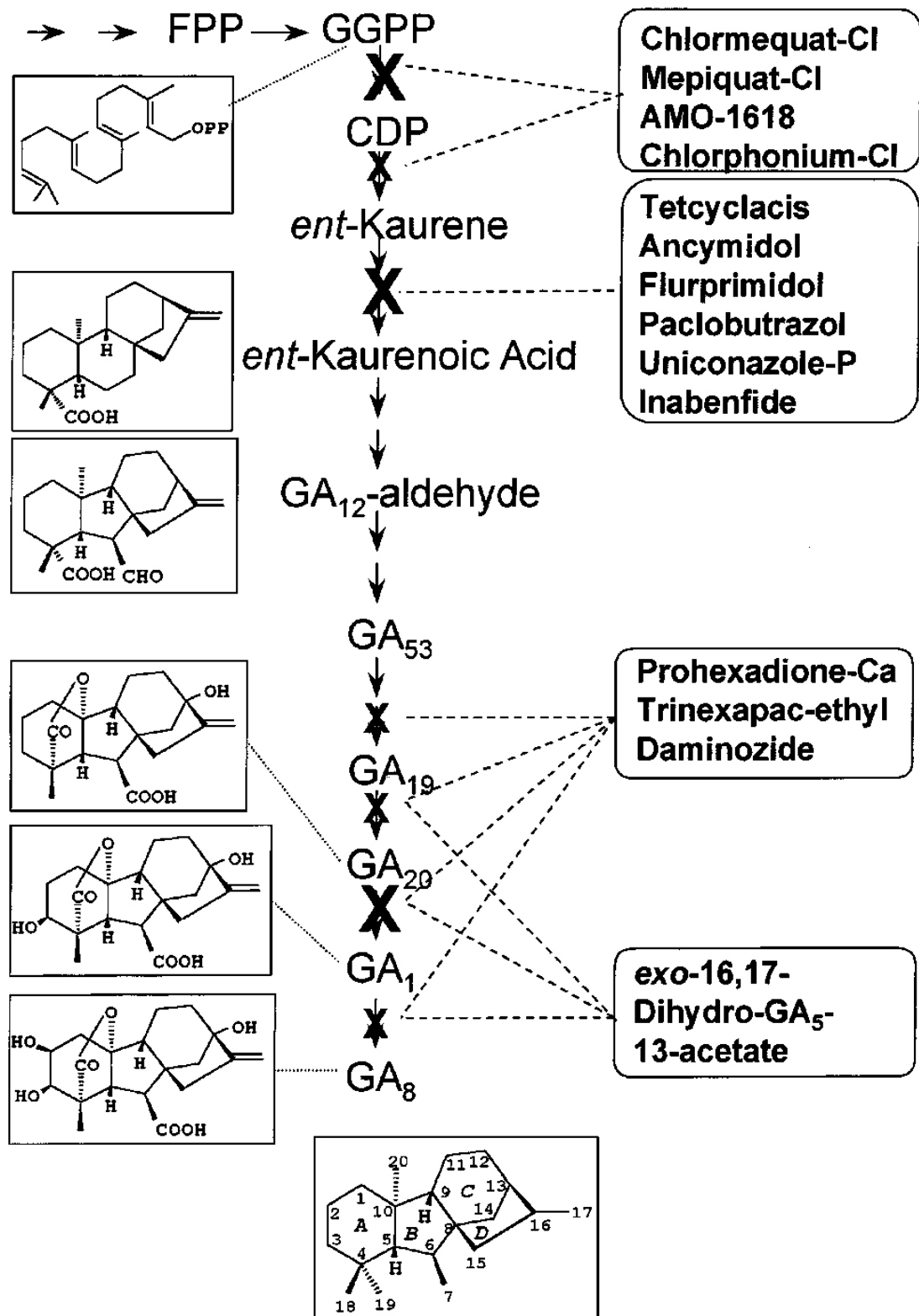
GA biyosentez inhibitörlerinden dört grup hakkında bilgi mevcuttur; "onium" bileşikleri, N ihtiva eden heterosiklüs bileşikler, 2-oksoglutarik asidin yapı bakımından taklitleri ve 16, 17- dihidro-GA'lar. Bunlardan her bir grup farklı aşamalardaki GA metabolizmasının işleyişine engel olur. GA biyosentezi ve etkileşim durumlarına genel bir bakış Şekil 2.4.'ün sağ kısmında görülmektedir (Rademacher, 2000).

Triazol gurubu bitki büyüme düzenleyiciler, gibberellin biyosentez mekanizmasını inhibe ederek etkili olurlar (Rademacher, 2000). Triazol gurubu bitki büyüme düzenleyicilerin hedefinde ilk olarak terpenoid metabolizması vardır (Grossman, 1989). Gibberellinlerde biyosentez reaksiyonu ilk aşamada; üç adım olarak ent-kaurenoik asitten ent-kauren okside olur. Triazoller tam olarak bu aşamada monooksijenazları inhibe eder (Hedden ve Kamiya, 1997; Rademacher, 2000). Triazoller monooksijenazların sitokrom P450 hedef alırlar (Rademacher, 2000). P450 ye bağlanmada gerekli olan ve Triazol moleküllerinde bulunan heterosiklik halka sitokrom ve üzerindeki  $sp^2$  hibritlenmiş azot atomu üzerindeki tek elektron çifti ile etkileşime girer. Böylece monooksijenazların oksijene bağlaması engellenir, aktivasyon normal olarak devam eder ve substrata aktarım olur (Grossman,1990; Sadhu ve Gupta, 1997).

Büyüme düzenleyicilerin diğerleri gibberellin biyosentezinin farklı adımlarında etkili olmaktadır. Onium bileşik chlormequat klorür, GA sentezi gerçekleştiren bitkilerde ve mantarlarda kopalil difosfat sentezinin inhibe edilmesinde etkili olurken ent-kaurenoik asit sentezi inhibisyonu daha düşüktür (Rademacher, 2000).

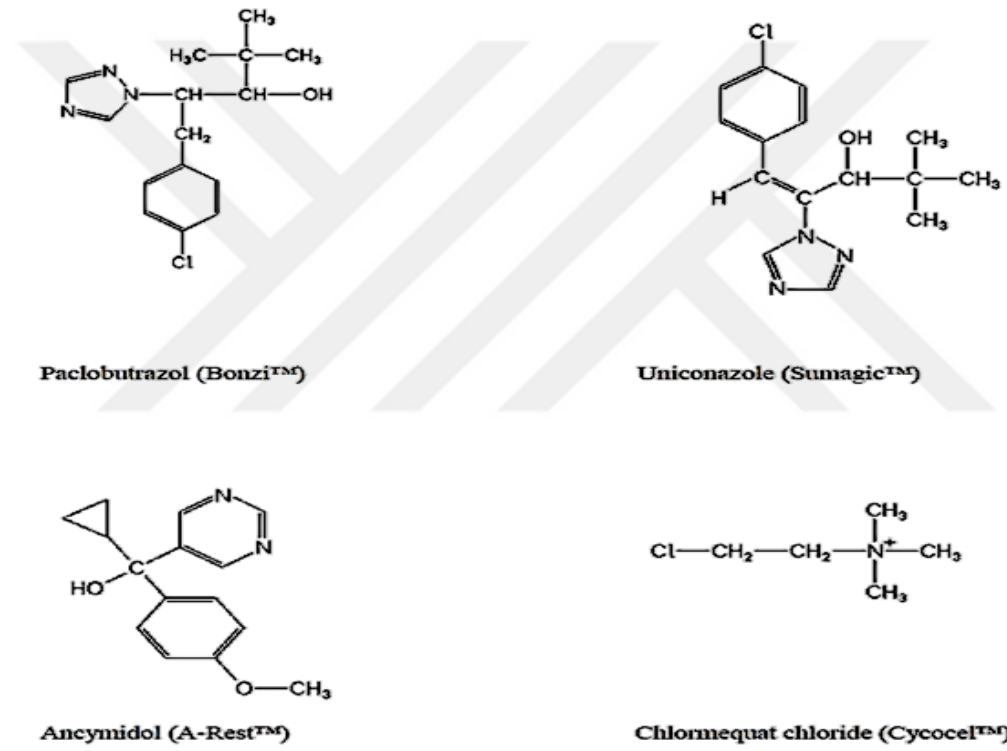
Bitkilerde BBD uygulamalarının indol-3-asetik asit (IAA) seviyelerinin düşmesine neden olur ve indol-3-asetik asit (IAA) sentezi gibberellik asit tarafından indüklenir (Koukourikou-Petridou, 1996).

Büyüme düzenleyicileri, klorofil biyosentezinde sitokrom P450'ye bağlı hidroksilasyon reaksiyonlarının inhibisyonu ile klorofil içeriğini azaltırlar (Davis ve ark., 1988). Aynı zamanda, birçok çalışma, triazol ile muamele edilmiş bitkilerde klorofil içeriğinde artış olduğunu göstermiştir (Fletcher ve ark., 2000; Berova ve Zlatev, 2003). Bitki düzenleyicilerin büyüme düzenleyiciyle yaptığı yeşillenme etkisi, yaprak yüzey alanında azalmaya istinaden yaprakta birim alan başına klorofil içeriğinin artışıyla açıklanabilir (Khalil ve Rahman, 1995).



Şekil 2.4. Gibberellin inhibitörlerinin etki mekanizmaları (Rademacher, 2000)

Büyüme düzenleyiciler bitkileri düşük sıcaklık (Dwyer ve ark., 2001), yüksek sıcaklık, herbisit parakuat, fotoinhibisyon gibi farklı stres unsurlarından koruyan askorbat peroksidaz, glutatyon redüktaz, katalaz ve peroksidaz gibi antioksidan enzimlerin aktivitesini artırır (Sopher ve ark., 1999; Fletcher ve ark., 2000). Bunun yanı sıra SO<sub>2</sub>, tuzluluk (Sadhu ve Gupta, 1997), kadmiyum toksisitesi (Beltagi ve ark., 2002) ve ozon tahribatı (Fletcher ve ark., 2000) gibi olumsuz durumlara karşı da bitkinin toleransını artırır. Bitkilerde büyüme düzenleyicilerin başka bir aktivitesi ise sitokinin, etilen ve poliaminlerin içeriğinde değişiklikler yapmaktır (Fletcher ve ark., 2000).



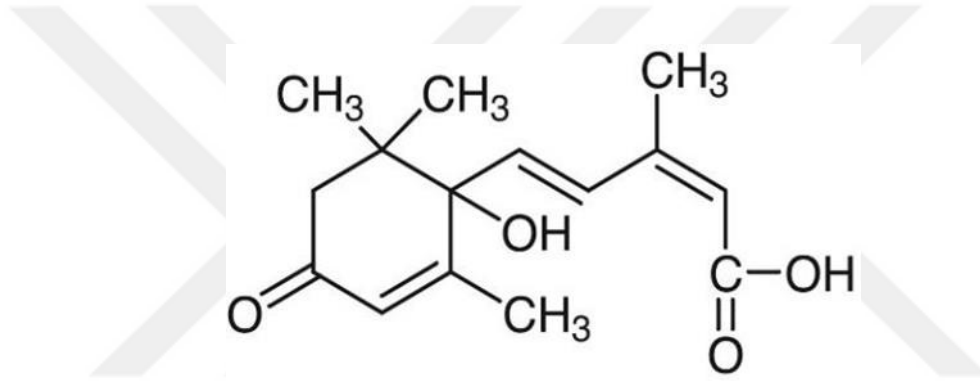
Şekil 2.5. Bitki büyüme engelleyicilerinin (gibberellin biyosentez inhibitörleri) kimyasal yapıları (Rademacher, 2000).

Sterollerin biyosentezi, hücrenin bölünmesi açısından önemli bir adımdır. İnhibisyonun triazol ile uygulama yapılmış bitkilerde, başka bir büyüme geriliği mekanizmasına öncülük ettiği belirtilmiştir (Asami ve Yoshida, 1999).

#### 2.4.1.6. Absisik asit

Absisik Asit (ABA) Sesquiterpen yapıda olan bir BBE'dir. Oksinler, gibberellinler ve sitokininler gibi bitkide büyümeyi teşvik eden hormonların doğal engelleyicisidir.

Bitkilerde hemen her yerde ve her daim mevcuttur. Dormansi durumundaki tohumlarda ve tomurcuklarda bulunmakla birlikte dormansinin devamı için etkili olduğu düşünülmektedir. Ticari olarak kullanımı pek yaygın değildir. Tarımsal üretimde ABA'nın doğal ve sentetik olarak üretimi yapılabilmektedir. Bitkilerde bazı fonksiyonlara sahiptirler (Seçer, 1989; Raven et al., 1992; Kaynak ve Ersoy, 1997), ABA bitkilerde stomaların kapanmasında etkilidir. Tek yıllık bitkilerde tohum, çok yıllık bitkilerde ise tomurcuk ve yumru gibi depo organlarında büyümeyi engeller. Tohumların erken çimlenmesini önler.

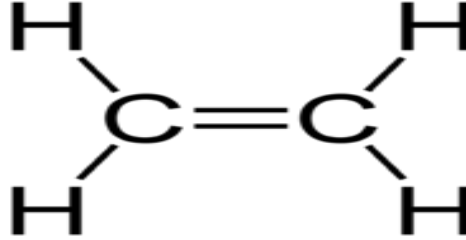


Şekil 2.6. Absisik asit (ABA) kimyasal formülü (George ve ark., 2008)

#### 2.4.1.7. Etilen

Normal şartlarda gaz formunda bulunan ve basit bileşik yapıda olan etilen ( $C_2H_4$ ); uçucu özelliğe sahiptir ve kısmen inaktif halde bulunur. Etilen ( $C_2H_4$ ) bitkinin kendi bünyesi tarafından üretilir ve gaz formundadır, oldukça etkili bir bitki büyüme düzenleyicidir (Westwood, 1993). Etilen bitkilerin bütün dokularında, büyüme ve gelişmenin her aşamasında üretilmektedir. Etilen bir diğer adıyla olgunlaştırma hormonu (gazi) yeterli havalandırmanın olmadığı depolarda, meyve ve sebzelerde ürünlerde daha çabuk olgunlaşma, gevşeme ve bozulmaya neden olur. Olgunlaşmadan koparılmış muzlar etilen salgısı oluşumunu sağlayan bir madde (karbit) ile aynı ortamda tutulup olgunlaşması sağlanır. Etilen ticari amaçlı sentetik olarak üretilir ve etephone veya ethrel' olarak isimlendirilir (Kumluay ve Eryiğit, 2011). Etilen, meyvede olgunlaşmayı ve yaşlanmayı teşvik eder, enzim faaliyetlerini artırır hasadı kolaylaştırır, adventif kök oluşumunu uyarır, çiçek açmayı düzenler ve bitkilerde cinsiyet belirlenmesinde etkili olur (Seçer,

1989; Raven ve ark., 1992; Kaynak ve Ersoy, 1997). Etilen sentezi çoğunlukla stres altında yaşanan ve olgunlaşan dokularda olurken, bitki köklerinde sentez en az miktardadır (Çetin, 2002; Öktüren ve Sönmez, 2005; Baktır, 2010).

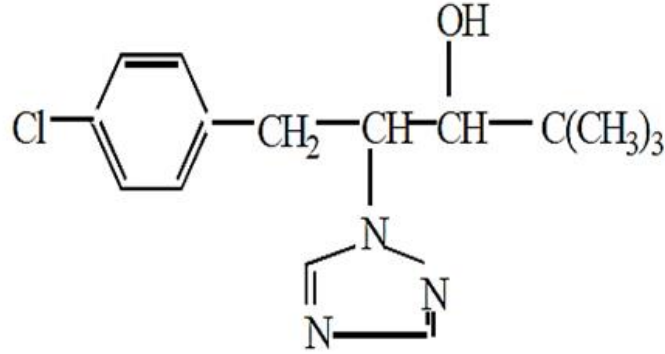


Şekil 2.7. Etilen kimyasal formülü (Anonymus, 2020)

#### 2.4.1.8. Paklobutrazol (PPP 333)

Paklobutrazolun ilk olarak tescili Amerika Birleşik Devletleri'nde 1985 yılında US EPA (Environmental Protection Agency) tarafından olmuştur (US EPA,2007a). Paklobutrazolun gıda ürünlerinde kullanımı henüz yeni bir durum olduğu için bazı dünya ülkelerinde kullanımına müsaade edilirken Ülkemizin de aralarında bulunduğu birçok ülke de tescilli bir ürün değildir ve kullanımı yasaktır (US EPA, 2007a).

Paklobutrazol triazol gurubu bir bitki büyüme düzenleyicidir (US EPA,2007b). Paklobutrazol ksilem yoluyla mobil olduğu, yapraklarda biriktiği ve dallarda daha az mobil olduğu bildirilmiştir (Davis ve ark., 1988; Rademecher, 2000). Paklobutrazolun az miktarda kalıntısına tohum ve meyvede rastlamak mümkündür (Davis ve ark., 1988). Paklobutrazol saf haldeyken beyaz ve kristal bir yapıdadır. (M= 293,8, C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>N<sub>3</sub>ClO). Erime sıcaklığı:165-166 C, yoğunluğu: 1.22 gcm<sup>-3</sup>, Buhar basıncı 20 C:1x10<sup>-4</sup> Pa. Fotoliz karalı≥10 G (Ph 7.0). Termal karalılık 50 C0: ≥ 6 d. Çözünürlük 20 C0: su 35 mg /l methanol 150 mg/l, aseton 110 mg/l, sikloheksanon 180mg/l diklorometan 100mg/l, ksilen 60 mg/l, hekzan 10mg/l, propilene glycol 50mg/l olduğu bildirilmiştir (Jia ve ark., 2001). Paklobutrazolun doğada hareketliliği Çizelge 2.9' da verilmiştir.



Şekil 2.8. Paklobutrazolun kimyasal formülü (Paklobutrazol un yapısı ve kimyasal karakteristiği (β-[(4-chlorophenyl) methyl]-α-(1,1-dimethylethyl)-1H-1,2,3-triazole-1-ethanol (Magnitskiy, 2004)

#### 2.4.1.9. Paklobutrazolun etkileri

Paklobutrazol tahıl, sebze, meyve ve süs bitkileri gibi farklı ürünlerde agronomik özelliklerin düzenlenmesi konusunda yararlılığını göstermiştir (Rademacher ve Bucci 2002). Çok yıllık meyvelerde çiçek düzeni, verim ve kaliteyi iyileştirmek için etkin bir şekilde kullanılmıştır (Adato 1990, Koukourikou-Petridou 1996, Nartvaranant ve ark. 2000). Paklobutrazol, VP (Vegetatif prometer) seviyesini düşüren bir gibberellin inhibitörüdür. Paklobutrazol VP seviyesinin azalmasını sağlar ve böylece çiçekli sürgünleri zayıf bir şekilde uyaran FP / VP oranı artırır (Voon ve ark.1991, Yeshitela vd. 2004, Iglesias ve ark. 2007, Adil ve ark. 2011). Paklobutrazol yalnızca tek yıllık bitkiler için değil çok yıllık bitkilerin vejetatif büyümesinin düzenlenmesinde de etkilidir (Kishore ve ark., 2015).

#### 2.4.1.10. Paklobutrazolun toksik etkileri

Paklobutrazolun toksisitesi üzerine yapılan araştırmalarda memelilerin oral yoldan almaları durumunda akut toksisitenin ortaya çıktığı; ancak düşük dermal etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Fareler, sıçanlar, domuzlar ve tavşanlar üzerinde yapılan çalışmalarda (Erkek/Dişi), 490 – 1219 mg/kg, 1854 – 1336 mg/kg ve 835 – 937 mg/kg olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada paklobutrazolun ciltte hafif tahrişe neden olduğu, tavşanlarda gözde iritasyon meydana geldiği, domuzlarda ise herhangi bir etkisinin

olmadığı belirtilmiş olup akut dermal LC50 değerinin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Anonim, 2012a). Paklobutrazol yavaş metabolizma hızı nedeniyle bitkide uzun süreli kalıcılığa sahiptir (Sterrett, 1985). Bununla birlikte, farklı bitki parçaları farklı translokasyon oranına sahiptir. (Neidhart ve ark., 2006) ve Costa ve ark. (2012).

Çizelge 2.9. Paklobutrazolun doğada hareketliliği (EFSA, 2006).

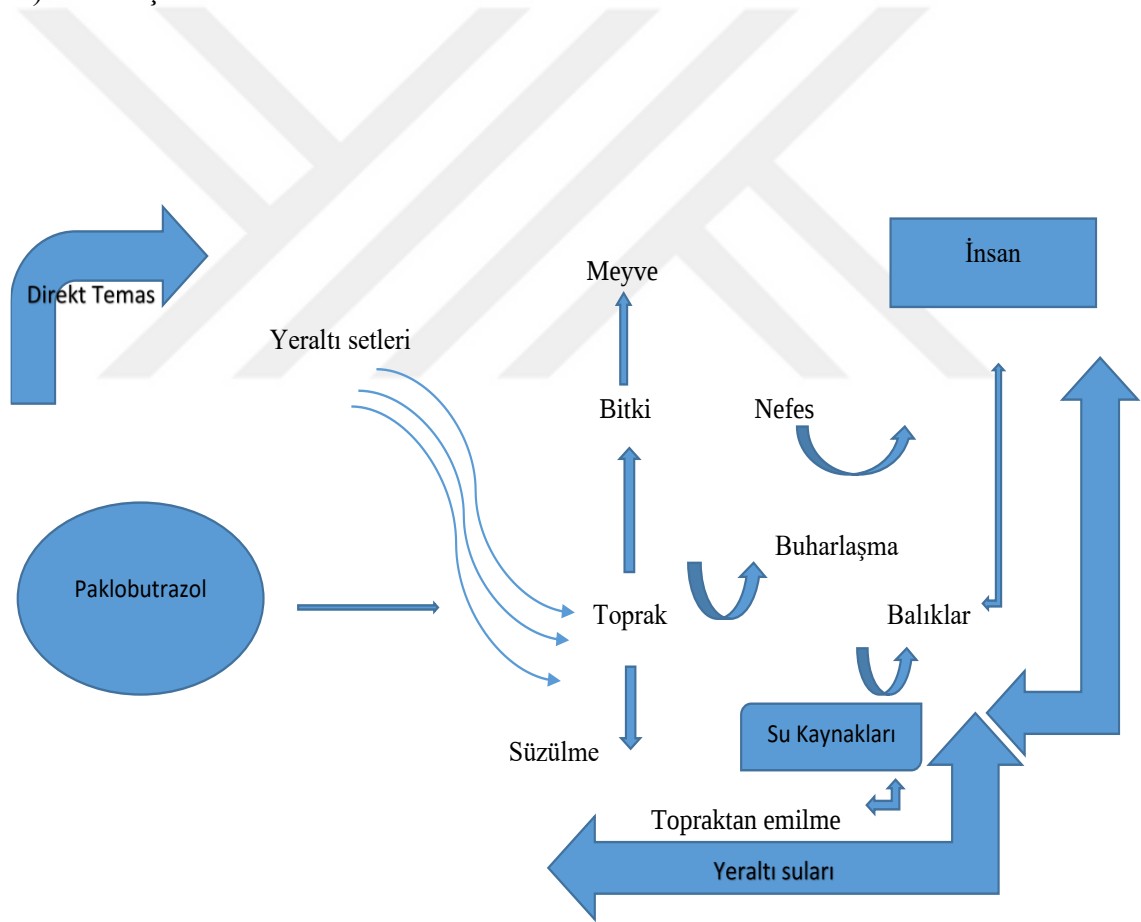
| Parametre                                   | Değer                                                      |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Hidroliz                                    | Stabil < % 6, ph 4.7 ve 9 arasında 30 günden sonra bozulma |
| Suda fotoliz                                | Stabil < %6, ph 7 de 10 günden sonra bozulma               |
| Aerobik toprak metabolizması yarılama ömrü  | > 1 yıl 43-618 gün                                         |
| Anerobik toprak metabolizması yarılama ömrü | >1 yıl                                                     |
| Su metabolizması                            | 164 gün                                                    |
| Toprak adsorpsiyon katsayısı                | 1.3 – 23.0                                                 |
| KD Mg/l                                     | 0.8 – 21.3                                                 |

Paklobutrazol toprakta ve suda hareketlilik bakımından orta derece de bir potansiyele sahiptir (30 -35mg/l) ve diğer bitki büyüme düzenleyiciler gibi toprağa uygulanabilirler (Costa ve ark. 2012). Ancak toprak tipine bağlı olarak hareketliliği değişkenlik gösterir. ABD'de yapılan çalışmalar gösteriyor ki paklobutrazol kalıntılarının yarılanma ömürleri 450-950 gün arasında değişmektedir. Tarım topraklarında 175-252 gündür.

Paklobutrazol düşük toprak adsorpsiyon katsayısı (KD) = 1.3 ila 23.0 ml / g), adsorpsiyon toprak organik maddesi ve toprak ph'sinde bir azalma ile birlikte artmıştır. Paklobutrazol su yaşamı için tehlikeli bulunmuştur. Brezilya da nehirlerde balıklarda yapılan bir araştırmada paklobutrazola 28 gün boyunca maruz bırakılan balıkların ciğerlerinde Laktatın dehidrojenez. (LDH)' nin enzimatik aktivitesinde ve glutatyon S-transferaz (GST) enzimatik seviyesinde önemli bir artış gözlemlenmiştir. Ayrıca maruz bırakılan sürenin sonunda balık kasında bulunan paklobutrazol kalıntıları 166mg/kg'a ulaşmıştır ve bu balıkları tüketen insanlar için önemli derecede risk oluşturmaktadır (Jonsson 2002).. PBZ'nin cildi ve gözü hafifçe tahriş ettiğini ve cilt hassaslaştırıcı olmadığı belirtilmiştir. Öte yandan, paklobutrazol genotoksik ve kanserojen değildir (U.S. EPA, 2007). İn vitro ve in vivo mutajenite testlerine göre paklobutrazolun

genotoksik olmadığı görülmüştür ve biyoakümülyasyonu ve biyo tutulumu olduğuna dair bir delil yoktur. Aynı zamanda yaklaşık olarak 2 günden daha kısa atmosferik yarı ömrü ile buharlaşması için düşük potansiyele sahiptir. Bu nedenle atmosferde uzun mesafe yayılımı beklenmemektedir (EFSA, 2010). Paklobutrazol toprağın içine nüfuz ettikten sonra çok yönlü hareket edebilir.

- a) bitkiler tarafından emilme,
- b) toprak adsorbsiyonu,
- c) yeraltı suyuna doğru eğilim ve sızma,
- d) su kütlelerine doğru akış ve alt yüzey akışı ile hareket,
- e) buharlaşma.



Şekil 2.9. Paklobutrazolün kalıntılarının ekosistemdeki hareketi (Kishore ve ark., 2015).

Paklobutrazol kalıntılarının insana ulaşma yolları aşağıda belirtilmiştir.

- a) Direkt temas ile
- b) Yeraltı suyu kirliliği ile
- c) Kirlenmiş su kitleriyle
- d) Kalıntı bulunduran balık tüketmek
- e) Kalıntı bulunan meyve sebze tüketmek
- f) İnhalasyon yoluyla (Kishore ve ark., 2015).
- g) Paklobutrazolun uygun dozda kullanılmasının kontaminasyon riskini oldukça azalttığı belirtilmiştir, fakat doz fazlalığında insan sağlığı açısından risk teşkil edebilir (Anonim, 2012a ).

Çizelge 2.10. Avrupa Birliğinde bazı ürünler için izin verilen paklobutrazol kalıntı miktarı (Anonim, 2019 g).

| Kod numarası | Ürün                            | Paklobutrazol<br>(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 yumrulu sebzeler         | 0.01                     |
| 220010       | Sarımsak                        | 0.01                     |
| 220020       | Soğan                           | 0.01                     |
| 230000       | Meyvesi yenen sebzeler          | 0.01                     |
| 240000       | Lahanagiller                    | 0.01                     |
| 250000       | Yaprak sebzeler                 | 0.01                     |
| 260000       | Baklagiller                     | 0.01                     |
| 280000       | Mantarlar, yosunlar ve likenler | 0.01                     |
| 401000       | Yağlı Tohumlar                  | 0.01                     |
| 500000       | Tahıllar                        | 0.01                     |
| 600000       | Çay                             | 0.05                     |

#### 2.4.2. Bitki büyüme düzenleyicilerin uygulama yöntemleri

Bitkiler için büyüme düzenleyicilerin uygulandığı bölge çoğunlukla kök ve yaprak bölgesidir (Gent, 1997; Smith, 1998). Odun formunda olan süs bitkilerinde ve meyve ağaçlarında BBD'lerin direkt olarak gövdeye enjekte edilerek kullanıldığı uygulamalarda mevcuttur (George ve Nissen, 2002).

Köke uygulama gerektiren durumlarda, BBD'ler doğrudan toprağa uygulanabilir, fakat killi ve organik madde bakımından zengin, adsorpsiyon kapasitesi yüksek topraklarda bitki büyüme düzenleyiciler bağlandığı için bu durum dezavantaj oluşturabilir. Şöyle ki; bitki büyüme düzenleyicilerin köklerle teması sınırlanır ve toprakta triazol parçalanması meydana gelir. Sonuçta toprağa yapılan uygulamanın; verimliliği düşürdüğü ve uygulama maliyetini arttırdığı belirtilmektedir (Magnitskiy, 2004).

Toprak veya yapraktan yapılacak BBD uygulamalarının yüksek konsantrasyonda (7500 mg/l) çözelti şeklinde kullanılması gerekir, fakat bu durumda üründe ve ortamda kalıntı seviyesini arttıracacağı için insan sağlığını etkilediği bildirilmiştir (Orzolek ve Kaplan, 1988; Davis ve ark., 1988).

Yapraktan uygulanan bitki büyüme düzenleyicilerin dezavantajı, bitkinin muayyen kısımlarında büyüme regülatörlerinin hareketinin kısıtlanmasıdır (Davis ve ark., 1988; Fletcher ve ark., 2000).

BBD'ler toprak ve yaprak uygulamasının yanı sıra bitki tohumlarına da uygulanabilir (Fletcher ve ark., 2000). Tohuma uygulamanın diğer uygulamalara kıyasla avantajı; bitki büyüme düzenleyicilerin miktar olarak az kullanılması, elde edilen üründe daha az sapma görülmesidir (Pasian ve Bennett, 1999; Fletcher ve ark., 2000). Tohumlara bitki büyüme düzenleyici uygulamasının çimlenme de azalmaya, fide oluşumunda gecikmeye neden olduğu saptanmıştır (Bausher ve Yelenosky, 1984; Mäge ve Powell, 1990; Kar ve Gupta, 1991; Giba ve ark., 1993; Hathout, 1995; Pill ve Gunter, 2001).

## 2.5.Hıyarda Paklobutrazol Kullanımı ile İlgili Çalışmalar

Hıyar ve kabak fidelerine bir biyo-düzenleyici olan paklobutrazol (P333) uygulanarak soğuga duyarlılık durumu araştırılmıştır. Paklobutrazolun 1mg, 5mg ve 10 mg dozlarda toprağa uygulanması, hıyar ve kabak bitkilerinde yaprak disklerinin büyümesini ve klorofil içeriğinin artmasını engellemiştir. Uygulamalar ayrıca 5 ° C'de fidelerin hasar semptomlarını önemli ölçüde ertelemiştir. Devam eden düşük sıcaklıklarda zarardan korunma derecesi, paklobutrazol uygulama süresi arttıkça artmıştır. Hıyar fideleri soğuk hasarına ve paklobutrazol uygulamasına, kabak fidelerinden daha duyarlı çıkmıştır (Wang, 1985).

Paklobutrazolün, don sıcaklıklarına maruz bırakılmış hıyar fidelerinde (*Cucumis sativus* ve Zafer) yaprak membran lipid bileşimi üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği çalışmada; don zararı oluşturmeyen sıcaklıkta (12,5 °C), paklobutrazol uygulanan ve uygulanmayan bitki yapraklarında polar lipid yağ asidi bileşiminde, glikolipid, fosfolipid veya serbest sterol içeriğinde analizden 7 gün önce hiçbir farkın olmadığı görülmüştür. 7 günlük ön işlem sonunda paklobutrazolün bitki büyümesi ve morfolojisi ile yaprak klorofil içeriği üzerinde açık etkileri olduğu görülmüştür. Don zararına neden olan sıcaklık ta (5 °C), yaprak polar lipid yağ asitlerinin desatürasyonu hem paklobutrazol uygulanmış hem de uygulamamış fidelerde önemli ölçüde azalmıştır. 5 °C'de her iki bitki grubunun yapraklarında ağırlık ve membran lipid kaybına neden olmuştur. Bu kayıplar, üşüme süresine ve paklobutrazol ile ön muameleye bağlı olarak geri dönüşümlü veya geri dönüşümsüzdür (Whitaker ve Wang, 1987).

Hıyar bitkisi üzerinde yapılan bir çalışmada PA'ların ön işleminin, çimlenme yüzdesi ve kök uzunluğunu arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu durumun azalan ABA biyogenezinden ve artan GA üretiminden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca, GA'nın iyileştirilmesi, antioksidan enzimlerin aktivitelerinin daha fazla indüklenmesinde rol oynamıştır. Bulgular PA'ların tohum çimlenmesinde yeni bir rolünü ortaya çıkarmakta ve tohum çimlenmesi sırasında ROS, ABA, GA ve etilen arasındaki ilişkileri açıklığa kavuşturmaktadır (Zhu, ve ark., 2016).

Hıyar fidelerin de bitki boyunun kontrolü için yürütülen bir çalışmada paklobutrazolun 400 ila 800 Mg/L dozu ile CuSO<sub>4</sub> ün 4000 ila 8000 Mg/L dozu sprey olarak kullanılmıştır. Çalışma sonun da paklobutrazolun uygulanan tüm dozları fide boyunu baskılarken CuSO<sub>4</sub> ün yeterince etkili olmadığı görülmüştür (Çopur, 2011).

Paklobutrazol ve kalsiyum kloridin hıyarda büyüme ve verim özellikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada paklobutrazolun 3 farklı dozu (2.5, 5 ve 10mg/l) ve kalsiyum kloridin 2 farklı dozu kullanılmıştır. Paklobutrazolun vejetatif büyüme ve meyve (boyu, çapı, ağırlığı) de azalmalara neden olduğu görülmüştür. Paklobutrazol 10mg/l +kalsiyum klorid 7.5mM birlikte kullanımının meyve kalitesini olumlu etkilemiştir. (Kazemi, 2013).

Hıyar fidelerinde kalite ve boy gözlemlerinde dominozid ve chlormaquat chloridin daha düşük etki yaptığı buna karşın paklobutrazolun daha fazla etkili olduğu görülmüştür. (Özgür, 2011).

Çopur ve Sarı (2011), hıyar fidelerinde kontrolsüz boylanmanın baskılanması ile ilgili yürüttükleri bir araştırmada paklobutrazol ve bakır sülfat yaprakdan iki ayrı yetiştirme dönemi için iki farklı dozda ve üç farklı zamanda uygulanarak fide boyunun kontrol altına alınması amacıyla çalışılmıştır. İlkbahar döneminde uygulanan paklobutrazolun tüm dozları fidelerde aşırı boylanmayı kontrol altına alırken, bakır sülfatta benzer bir etki görülmemiştir. Sonbahar döneminde uygulanan paklobutrazolun 800+800+800 ppm dozu hariç diğer uygulamalar için herhangi bir etki görülmemiştir. Paklobutrazolun 800+800+800 ppm uygulamasından elde edilen fideler 2,64 cm ile en kısa boylu fideler olmuştur. Araştırma sonucunda hıyar fidelerinde boy kontrolü için paklobutrazolun etkili olarak kullanılabileceği, bakır sülfatın ise boy kontrolü için herhangi bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

Hıyar bitkisinde yapılan bir çalışmada tohumların 10 ila 100 mg/l paklobutrazol uygulamasına tabi tutulduğu takdirde bitkilerin stres koşullarına daha fazla mukavemet gösterdiği tespit edilmiştir (Magnitskiy, 2004).

Hıyar fidelerinde paklobutrazol uygulamasının büyüme ve boy uzunluğu üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada “Maraton F1” hıyar çeşidinin tohumları 500 mg/l ve 1000 mg/l paklobutrazol solüsyonu ile 12 ve 24 saat süre ile muamele edilmesinin, fide boyunu baskıladığı, 24 saat uygulamasının 12 saat uygulamasına göre daha etkili olduğu, paklobutrazol ile muamelenin kök çapı üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir (Özgür, 2011),

Paklobutrazolun hıyar, kavun, kabak ve karpuzda klorofil miktarı, bitki boyu, yaprak alanı, kök kuru madde miktarı ve fide kalitesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada paklobutrazolun 150 mg/l dozu ve kontrol grubunda ise distile su kotiledon yapraklara el atomizeri yardımı ile 25 atış şeklinde uygulanmıştır. Paklobutrazol uygulaması klorofil içeriğinde %26, 14.9, 19.4, 26.5 oranda, bitki boyunda %24, 34.7, 16.3, 23.4 oranda artma sağlarken yaprak alanında %40,1, 0.5, 30,4 ve 16,2 oranında, kök kuru madde oranında %20, 62.5, 85.7 ve 19.7 azalmaya neden olmuştur. Fide de kuru madde miktarının hıyarda %12,3, kabakta %5,3 karpuz ve kavunda ise %22,9 ve %3,3 oranda arttığı görülmüştür (Flores ve ark, 2018).

Paklobutrazol uygulamalarının hıyar, havuç ve soğanda çiçeklenme üzerinde etkilerinin çalışıldığı bir araştırmada hıyarlar 4-6 yapraklı döneme geldiğinde 500-1000 ppm, havuçta çiçek sapının görüldüğü dönemde ve soğanlarda ise yaprakların %3-5'i görüldüğü dönemde 1000 ppm, sprey şeklinde uygulamalar yapılmıştır. Uygulamaların bitki boyunu baskıladığı fakat meyve sayısında ve tohum sayısında herhangi bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür (Globerson, 2012).

Yapılan bir çalışmada Paklobutrazolun Hıyar, domates, kırmızıbiber ve soğanda farklı dozları farklı dönemlerde çalışılmıştır. Hıyar bitkileri 5-6 gerçek yapraklı döneme ulaştığında 250, 500 ve 750 ppm paklobutrazol ürün miktarında ve dişi çiçek sayısında artış sağlamak amacıyla çalışılmıştır. Domates meyveleri 2.5- 3 cm ye ulaştığında 250 ve 500 ppm paklobutrazol sprey şeklinde uygulanmıştır. Kırmızıbiberlerde meyveler olgunlaşmaya başladığı dönemde 250 ve 500 ppm dozda sprey şeklinde meyvelere uygulanmıştır. Soğanda ise 50 ve 100 ppm dozluk paklobutrazol ile tohumlar 12 saat süresince ıslatılmıştır. Sera ve açıkta yetiştiricilikte erkenci domateste paklobutrazolun

250 ppm' lik dozda uygulanmasının erkencilikte ve toplam verimde artış sağladığı, daha yüksek dozların özellikle 500 ppm'lik dozun, domateste ve kırmızıbiberde meyve kalitesine etki etmeden uniform ve hızlı olgunlaşma sağladığı; hıyarda 250 ppm'lik uygulama ile dişi çiçek sayısını arttırarak verimi arttırdığı; soğanda ise 100 ppm'lik uygulamaların çimlenmeyi hızlandırmasının yanı sıra sürgün artışı ile verimi de arttırdığı tespit edilmiştir (Caprita, 2005).

## **2.6. Sebzelerde Paklobutrazol Uygulamaları ile İlgili Çalışmalar**

Patateste yapılan bir çalışmada %60 bağıl nemde paklobutrazol uygulamasının  $34\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$  ve  $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3$ , gündüz ve gece sıcaklıklarında patatesin ("BP1" ve "Dinamonda") büyüme, verim ve kalite üzerine etkisi araştırılmıştır, dikim sonrası 28, 35 ve 42. günlerde 250 gr/ha paklobutrazol uygulaması yapılmış, paklobutrazol'un erken uygulanması kök uzunluğunu, bitki başına yumru sayısını, şeker içeriğini azaltırken geç uygulama nişasta içeriğini ve verimi arttırmıştır. Paklobutrazol'un dikim sonrası 28. gün uygulaması verim ve kalite üzerinde olumlu etki yaptığı için tavsiye edilmiştir (Mabvongwe ve ark., 2016).

Yapılan bir çalışmada Marglobe domates çeşidinde domates tohumları 50 mg/l paklobutrazol çözeltisinde  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat ve 7 gün süre ile bekletilmiş; tohum uygulaması yapılmayan bitkilere ise dikimden 14 gün sonra 10 mg/l paklobutrazol sprey şeklinde uygulanmıştır. Dikimi takip eden 24. günde  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 4 saat sıcaklık stresine maruz bırakılmışlardır. Paklobutrazol uygulanan bitkilerin kök kuru ağırlıkları paklobutrazol uygulanmayan bitkilere oranla daha düşük çıktığı halde, yüksek sıcaklık stresine karşı paklobutrazol uygulanan bitkilerin dayanımlarının daha yüksek olduğu görülmüştür (Still, 2004).

Mariana ve Hamdani, (2016) yaptıkları çalışmada 4 farklı patates çeşidi (Granola, Atlantik, Spunta, dan Raja) üzerinde farklı derecelerde (%0, %30 ve %50) gölgelendirme ve paklobutrazolün farklı miktarlarının (0 ppm, 50 ppm ve 100 ppm) yetiştiricilik üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda gölgelendirme ve paklobutrazolün birlikte kullanılmasının bitki boylanması üzerinde etkili olduğu görülmüştür.

Soğanda (*Allium cepa* L.) yapılan bir çalışmada, uniconazole çözeltisi ile muamele edilen bitki tohumlarının çimlenme oranının, kontrol gurubuna nazaran %10 daha düşük olduğu görülmüştür. (Abu-Grab ve Ebrahim, 2000).

Domates (*Lycopersicon esculentum*) ve biber (*Capsicum* sp.) tohumlarının 16 saat süresince; soya fasulyesi (*Glycine max.* L.) ve kanola (*Brassica napus* L.) tohumlarının ise 1 ila 4 saat süresince paklobutrazol solüsyonuyla muamele edilmesinin fidelerde stres koşullarına karşı mukavemeti arttırdığı tespit edilmiştir (Fletcher ve ark., 2000).

Domates tohumlarında yapılan bir çalışmada 22 °C sıcaklıkta 0, 50, 500, 1000 mg/l paklobutrazol veya polyetilen glikol 8000 solüsyonunda domates tohumlarının (*Lycopersicon esculentum* Mill) 24 ve 48 saat muamele edilmesinin tohum çimlenmesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır, tüm dozlar için paklobutrazol çimlenmede ve çıkışta azalmalara neden olmuştur, paklobutrazolün herhangi bir konsantrasyonunda 48 saat boyunca tohum ıslatma işleminin 24 saat uygulamasına nazaran daha az çimlenmeye ve çıkış yüzdesine neden olduğu gözlemlenmiştir. Tohumlar paklobutrazolün 50 mg/l dozda solüsyonuyla 24 saat muamele edildiğinde sürgün uzamasını baskılandığı; dikimi müteakiben 14. günden sonra 10 mg/l paklobutrazol ve 31. günden sonra 1 mg/l paklobutrazol solüsyonu sürgünlere sprey şeklinde uygulandığında benzer etkiye sebep olduğu belirtilmiştir. Ayrıca dikimi müteakiben 31. günden sonra, paklobutrazol solüsyonunda bekletilen tohumlardan meydana gelen bitkilerde büyümenin baskılanma durumunun ortadan kalktığı da saptanmıştır (Still ve ark., (2003).

Paklobutrazolün fide boyu, fide kalitesi, gövde çapı, yaprak yüzey alanı, kök ve sürgün oranları üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada Paklobutrazolün 50, 100, 150 mg/L olmak üzere 3 farklı dozu fidelere uygulamıştır. Sonuçlar paklobutrazolün fide boyunu kısalttığı, yaprak yüzey alanı ve kuru ağırlığı azalttığı fakat kök gelişimini olumlu yönde etkilediği göstermiştir (Bennet, 2014).

Paklobutrazolün domateste tohum çimlenmesi, fide ve bitki gelişimine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada; domates tohumları, 250, 500, 750 ve 1000 mg/L paklobutrazol solüsyonlarında 1-12 saat bekletilmiştir. Uygulama süresinin fide

gelişimi üzerine etkili olmadığı ancak 250 mg/l paklobutrazolun fidelerde boy kontrolü üzerine etkili olduğu görülmüştür. Yapılan ikinci denemede 50, 100, 150, 200 ve 250 mg/l paklobutrazol solüsyonlarında, tohumlar 1 saat süre ile bekletilmişlerdir. Deneme sonucunda 100 mg/l paklobutrazolun minimum kalıntı etkisi ile hipokotil uzamasını optimum seviyede kontrol ettiği görülmüştür. Yapılan üçüncü bir denemede, farklı paklobutrazol dozlarında bekletilen tohumlar çimlendirilmiş ve farklı ışık şiddetleri (0.09, 50, 70 ve 120  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) uygulanmıştır. 0.09  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  de fidelerde herhangi bir etki görülmezken, 50  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 'in daha yüksek iki uygulamadan da daha fazla etki göstermiştir (Brigard, 2006).

Paklobutrazol, bitkilerde giberellik asit sentezini inhibe ettiği için önemli bir büyüme geciktiricidir. Uygulama zamanı ve dozunun doğru ayarlanamaması durumunda herbisit etkisi göstermektedir. Bu çalışmada paklobutrazol un farklı dozları, uygulama şekli ve uygulama zamanlarının patlıcanda fide gelişim ve fide kalitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Denemede, Anamur F1 patlıcan çeşidi kullanılmıştır. Tohum uygulamasında paklobutrazolun ppm dozları belirlenen saat süresince ekim öncesinde tohumlara uygulanmıştır. Diğer uygulamada bitkilerin yapraklarına sprey şeklinde paklobutrazolun ppm dozları ve sulama suyu ile yapılan uygulamada ise paklobutrazol un ppm dozları iki farklı fide gelişim evresinde uygulanmıştır. İlk uygulama kotiledon yapraklarının tam oluştuğu dönemde, ikinci uygulama ilk gerçek yapraklar 0,5 cm çapa ulaştığında yapılmıştır. Çalışma da gövde uzunluğu, fide boyu, gövde çapı, yaprak sayısı ve % fide kuru ağırlığı incelenmiştir. Paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak patlıcanda fide kalitesi önemli farklılıklar göstermiştir. En yüksek fide boyu kontrol uygulamasından elde edilmiştir. Paklobutrazol uygulamaları fide boyu ve gövde uzunluğunu önemli düzeyde baskılamıştır. Fide kuru ağırlığı ve yaprak sayısı paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak artmıştır. Paklobutrazol uygulanan bitkilerde kontrol bitkilerine oranla fide kalitesinde önemli artışlar sağlamıştır (Geboloğlu ve ark., 2015).

Yapılan bir çalışmada domates tohumlarına 0, 25, 50 ve 100 ppm paklobutrazol 2 saat uygulanmıştır. Uygulama yapılmış tohumlar 3/1 oranında torf/perlit karışımı ile doldurulmuş 42 cc hücre hacmine sahip viyollere ekilmişlerdir. Deneme 3 tekerrürlü

tesadüf parselleri deneme deseninde kurulmuş, her bir viyol parsel kabul edilmiştir. Çalışmada 45 gün sonra GA3'ün 0, 50 ve 100 ppm dozları ile salisilik asitin 0, 1.0 mM ve 2.0 mM dozları yapraktan sprey şeklinde uygulanmıştır. Kalite parametreleri 50., 60., 67., 74. ve 81. günlerde belirlenmiştir. Kalite parametreleri olarak bitki boyu (cm), gövde çapı (mm), boy/gövde çapı oranı, yaprak sayısı (adet/bitki), yaprak SPAD değeri, gövde kuru madde oranı (%), yaprak kroma değeri ve yaprak hue açısı değeri belirlenmiştir. Çalışmada GA3 ve SA deneme sonuçları ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Paklobutrazol bitki boylarında gözlem dönemine ve uygulama dozuna bağlı olarak %24-84 arasında boy kontrolü sağlamıştır. Paklobutrazol etkilerinin zamanla azaldığı belirlenmiştir. Paklobutrazolun geriletilici etkilerini gidermede GA3 uygulamaları SA uygulamalarına göre daha etkili olmuştur. Yaprak renk değerleri üzerine paklobutrazol daha koyu bir renk oluşumuna neden olurken, GA3 ve SA daha doymuş yeşil renk oluşumunu sağlamışlardır. Paklobutrazol, GA3 ve SA etkilerine ters yönde boy/gövde çapı oranını azaltarak daha güçlü fide oluşumunu teşvik etmiştir (Uçan, 2019).

Yapılan bir çalışmada bitki gelişiminde destekleyici role sahip olan rizobakterilerin (Plant Growth Promoting Rhizobacteria-PGPR) brokoli bitkisinde (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) fidelerin gelişim ve kalitesi açısından önemi araştırılmıştır. Araştırmada, *Bacillus megaterium* TV-3D, *Bacillus megaterium* TV-91C, *Pantoea agglomerans* RK- 92 ve *Bacillus megaterium* KBA-10 bakteri ırkları ile çalışılmıştır. Brokoli fidelerine tohumlar çimlendikten sonra süspansiyon halinde birer hafta arayla iki defa uygulama yapılmıştır. Çalışmada, PGPR uygulamalarının kontrole göre fide boyunda %7,85, gövde çapında %42,56, yaprak alanında %18,12 yaprak kuru madde miktarında ise % 41,98 oranında artışa sebep olduğu görülmüştür. PGPR uygulamaları fidede besin elementi miktarını Na dışında arttırmıştır. Fidede organik asit içerikleri PGPR uygulamalar ile çoğunlukla ciddi bir artış göstermiştir. En yüksek giberellik asit (GA), salisilik asit (SA) ve absisik asit (ABA) içeriği *P. agglomerans* RK-92 uygulamasında saptanmıştır. Araştırma sonucuna göre çalışılan PGPR uygulamaları brokoli fidelerinde mineral madde, aminoasit, organik asit ve hormon içeriklerini etkileyerek fide gelişim ve kalitesi üzerinde etkiler göstermiştir (Ekici ve ark., 2015).

Paklobutrazolun fizyolojik etkilerinin, domateste verim üzerine olan etkisinin araştırıldığı bir çalışmada fidelere 1 ve 25 mg/l paklobutrazol solüsyon halinde yapraktan ve topraktan uygulanmıştır. Çalışma sonunda paklobutrazol uygulaması bitki boyunda azalmalara neden olurken, genç bitki köklerinde kalınlaşmalar artmıştır ve kök oluşumunun hızlandığı, fide kalitesinin iyileştiği görülmüştür. Paklobutrazolun topraktan ve yapraktan uygulanmasının fotosentez aktivitesi ve meyve oluşumunu hızlandırdığı, erken meyve verimini arttırdığı, kullanılan dozların bitki ve insan sağlığı açısından olumsuz bir etkiye neden olmadığı belirtilmiştir (Berova ve Zlatev, 2000).

Marul bitkisinde uygulanan bazı kimyasalların baş oluşumunu etkileme durumunun araştırıldığı bir çalışmada, marul bitkilerinin baş ağırlık ve gövde uzunluk ölçümleri yapılmıştır. Sonuçta, yaprak gübresi, gibberellik asit ve mepiquat chloride uygulamasının baş ağırlığı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Paclobutrazol ve chlormequat chloride uygulamasının baş ağırlığında azalmaya neden olduğu tespit edilmiştir. 10 ve 20 ppm GA3'ün gövde uzunluğunda artmaya neden olduğu, paclobutrazol ve chlormequat chloride'in azalmaya neden olduğu, yaprak gübresi ve mepiquat chloride'in ise herhangi bir etki göstermediği saptanmıştır (Yılmaz ve ark., 2002).

## **2.7. Meyve ve Diğer Bitkilerde Paklobutrazol Kullanımıyla İlgili Çalışmalar**

Bir bitki büyüme düzenleyicisi olan paklobutrazolun tuz stresine maruz kalan bitkilerde (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don antioksidan savunma sistemi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 80 mM tuz muamelesi altında büyüme parametrelerinin önemli ölçüde azaldığı bununla birlikte paclobutrazol ile muamele edilmiş bitkilerde bu azalmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar paklobutrazolun, antioksidan savunma sisteminin bileşenlerini geliştirerek *C. roseus'un* tuz stres toleransına katkıda bulunmasında önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir (Jaleel ve ark., 2007).

Elma ağaçlarında yapılan bir çalışmada Paklobutrazol uygulamasının çiçeklenme ve hasat zamanının gecikmesiyle ilgili olarak kayda değer bir gecikme sağlamadığı, bitkisel büyümede azalmalara neden olduğu ve elmalarda çiçek açma oranını ve meyve verimini arttırdığı bildirilmiştir (Lolaei, 2013).

Kiraz ağaçlarına paklobutrazolun 100 ppm dozda uygulanmasının ağaçlarda çiçeklenme süresini 2 gün geciktirdiği, uygulama dozunun arttırılmasıyla gecikme süresinin arttırılabileceği ve aynı zamanda, çiçek sayısının arttırılabileceği belirtilmektedir (Engin, 2004).

Orkide bitkilerinde aşırı boylanmanın kontrolü amacıyla 0, 5, 10 ve 20 mg/l paklobutrazol uygulamaları denenmiştir. Bu uygulama dozları arasından yalnızca 5 mg/l konsantrasyonun bitki boyunu kontrol etmede etkili olduğu, daha yüksek konsantrasyonların bitkiler için toksik etki gösterdiği bildirilmiştir (Wanderley ve ark. 2014).

Ticari lavanta yetiştiriciliğinde büyüme geciktiricilerle yapılan uygulamaların etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, bitkiler 200, 400 ve 600 mg/l paklobutrazol ile ve 4000, 6000 ve 8000 mg/L chlormequat ile muamele edilmiştir. Uygulamalar sprej şeklinde ve 13 günde bir yapılmıştır. Paklobutrazol sürgün uzamasını azaltırken; yan sürgünlerdeki boğum sayısını da arttırmıştır. Fakat tozlanmada gecikmeler saptanmıştır. Chlormequat ise bitki boyunda azalmalara neden olmuş ancak çiçeklenme açısından hiçbir etkisinin olmadığı görülmüştür. Çalışma sonucuna göre, paklobutrazolun 200, 400 mg/l oranlarında, chlormequatın ise 4000, 6000 mg/l dozlarında kullanılabileceği önerilmiştir (Papageorgiou ve ark., 2002).

Zeytinde yapılan bir çalışmada Paklobutrazol uygulamasının bitki boyu, boğum arası uzunluğu, boğum sayısı ve toplam yaprak alanı miktarında azalmaya neden olduğu görülürken, meyve sayısı ve büyüklüğünde artış sağladığı saptanmıştır (Antognozzi ve Preziosi, 1986). Kızılcık (McArthur ve Eaton, 1989) ve elmada (Steflens ve ark., 1985) ise paklobutrazol uygulamasının meyve büyüklüğünü azalttığını bildirmişlerdir. Muzlarda paklobutrazol uygulamasının, yaprak alanını önemli ölçüde azalttığı, klorofil içeriğini arttırdığı ve sürgün boyunu azalttığı bildirilmiştir (Lolaei ve ark., 2013).

Jatropha tohumları, yüksek yağ içerikleri nedeniyle yüksek kaliteli biyodizel üretmek için kullanılabilir. Ancak, Jatropha tohum verimini sınırlayan az sayıda dişi çiçek

 retir. Bitki büyüme geciktirici Paclobutrazol (PCB), *Jatropha* di i  i ek sayısını ve tohum verimini artırabilir. Bununla birlikte, PCB uygulamasından sonraki  i ek gelişiminin mekanizması yeterince anlaşılır değildir. PCB uygulamasını takiben  i ek ile ilişkili kritik genleri tanımlayabilmek amacıyla  i ek tomurcuklarının transkriptomu elektron mikroskobu yoluyla analiz edilmiştir. PCB uygulamasından sonraki  i ek tomurcuklarıyla kontrol gurubu  i ek tomurcukları benzerdir. Bu  alı ma, PCB ile muamele edilmiş *Jatropha*  i ek tomurcuklarının  i ek gelişiminin farklı aşamalarında SEM bazlı morfoloji, qRT-PCR ve transkriptom analizini birleştiren ilk raporu temsil etmektedir (Seesangboon ve ark., 2018).

Clementine (*Citrus reticulata* [Hort.]  rn. *Tanaka* cv. *Oroval*), meyve büyümesi yavaş, meyve tutma oranı ise yüksek olan bir mandalina çeşididir. Çekirdeksiz Satsuma (*Citrus unshiu* [Mak] Marc. Cv. *Clausellina*) doğal partenokarpi gösterir ve daha yüksek meyve kümesi oluşturur. Gibberellin biyosentezinin bir inhibitörü olan paklobutrazol (PP333) uygulaması, her iki  e itte de büyüme oranını ve hızlandırılmış meyve emilimini azaltmıştır. Buna karşılık, gibberellin A3 (GA3) meyve gelişimini sadece kendisiyle uyumlu olmayan mandalinada uyarmı tır. Paclobutrazol muamelesi Satsuma meyvelerinde ABA'da 3 kat artı a neden olmuştur, ancak Clementine'de ABA birikimi önemli ölçüde etkilenmemiştir. Bu  e itlilikte GA3, i lenmemi  meyvelerde görülen ABA artı ını bastırmı tır. Bu etkiler uygulamadan 24 saat sonra gözlenmiştir. Bununla birlikte, Satsuma meyvelerinde, GA3' n ABA içeriği üzerindeki etkisi ihmal edilebilir düzeydedir.

Gibberellic asit ile kesilmiş g l çiçeklerinde *Botrytis* yanıklı ının bastırılmasına ilişkin yapılan bir çalışmada Absisik asit ve paklobutrazolun ekzojen uygulanmasının etkileri, g l çiçeklerinde (*Rosa   hybrida* cv. *Mercedes*) *Botrytis* yanıklı ının hasat sonrası gelişimi takip edilmiştir.  i ek tomurcuklarına 1 mM gibberellik asit   zeltisi (GA3) p sk rt ld  nde baskılayıcı bir etki göstermiştir. Hastalığın gelişimi absisik asit (ABA) uygulanarak GA3   zeltisi ABA ile desteklendi inde GA3' n baskılayıcı etkisinin azaldığı g r lm  tur. GA3 tarafından uygulanan *Botrytis* yanıklı ının baskılanmasının, GA3 çözeltisine paclobutrazol (PBZ) ilavesiyle artış gösterdiği g r lm  tur (Shaul ve ark.,1996).

Yatma, dünya genelinde buğday (*Triticum aestivum* L.) üretiminde sapları bükerek veya kırarak buğday verimini ve kalitesini sınırlayan önemli bir faktördür. Bununla ilgili kış buğdayının lignin birikiminin ve lokalizasyon direncinin, kök uzama aşamasında (DC 3.0) paclobutrazol (PP333) veya gibberellin asit (GA3) uygulanmasından etkilenip etkilenmeyeceğini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır. İki kış buğday çeşidi, Jimai22 (yatmaya toleranslı kùltivar; JM22) ve Shannong16 (yatmaya duyarlı; SN16) kullanılmıştır. Sonuçlar, PP333 uygulamasının bitki yüksekliğini ve ikinci bazal internodun uzunluğunu önemli ölçüde azalttığını, GA3'ün ise tam tersi bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Peng ve ark.,2014).

Mangoda yapılan bir çalışmada paklobutazolun hem topraktan hem de yapraktan uygulanmasının bitki büyümesinin baskı altına alınmasında etkili olduğu ve çiçeklenme verimi, meyve kalitesi ve hermafrodit çiçek sayısının artırılmasında etkili olduğu belirtilmiştir (Yeshitela, 2004). Bitkinin paklobutrazola olan yanıtı çeşit ve meyve yüküne göre değişiklik göstermektedir. Paklobutrazolun orta ve düşük meyve yüklü ağaçlarda, filizlenen tomurcukların ve çiçek sürgünlerinin yüzdesini önemli ölçüde arttırdığı, bitkisel filizlerin sayısını azalttığı bildirilmiştir (Martínez-Fuentes ve ark., 2013).

*Catharanthus roseus* (Pervane Çiçeği) türü ile yapılan bir çalışmada, bitkilere 5, 10, 15 ve 20 mg/l konsantrasyonlarda paklobutrazol uygulanmıştır. Paklobutrazol uygulanan bitkilerin kontrole göre boylarının baskılandığı, yaprak kalınlığında, fotosentez hızında ve klorofil miktarında artışlar olduğu; ancak transpirasyon oranında azalmanın olduğu belirtilmiştir (Panneerselvam, 2007).

Biyoyakıt yapımında kullanılan jatropha çalılarında yapılan bir çalışmada, paklobutrazol kullanımının tohum verimini, kontrol bitkilerine göre %1.127 kadar artırdığı bildirilmiştir (Ghosh, 2010).

## 2.8. Paklobutrazol, GA3 ve ABA ile İlgili Çalışmalar

Paklobutrazolun diastereoizomerleri ve enantiomerleri ve biyolojik aktivitesi üzerine yapılan bir çalışmada Paklobutrazolun, çok iyi mantar öldürücü aktiviteye sahip, oldukça aktif bir bitki büyüme düzenleyici olduğu tespit edilmiştir. Paklobutrazol ve diastereoizomerinin sentezinin boyutları tartışılmış, paklobutrazolun iki enantiyomerine çözünürlüğü tarif edilmiştir. İlk kez bitki büyüme düzenleyici aktivitesinin fungisidal aktiviteden çözünürlükle ayrılmasının mümkün olduğu gösterilmiştir (Suguvanam, 1984).

Kırmızı ışığın toprağa nüfuz ettiği ve tohum çimlenmesini geciktirdiği bilinmektedir. Tiametoksamın tohumla muamele edildiğinde çimlenmeyi arttırdığı gözlenmiştir. Tiametoksam, GA'yı uyararak ve ABA sentezini inhibe ederek uzak kırmızılardan tohum çimlenmesi üzerindeki etkisini değiştirdiği görülmüştür. Bu, tiametoksamın etki tarzının hem GA sentezini hem de ABA inhibisyonunu içerdiğini öne süren ilk çalışmadır. (Kimya Endüstrisi Derneği, 2014).

Bazı çim çeşitlerinde (*Lolium perenne* 'Ovation' ve *Cynodon dactylon* x *Cynodon transvaalensis*) paklobutrazolun uygulama yöntemi ve zamanının belirlenmesi amacıyla yapılan bir çalışmada, 50 ve 100 gr/da paklobutrazol, topraktan ve yapraktan uygulanmıştır. Çalışmada paklobutrazol uygulama yöntemlerinin önemli bir fark ortaya çıkarmadığı, bitkilerde; boy, boğum arası uzunluk, yaprak boyu ve eni ve kök uzunluk değerleri doz artışıyla birlikte önemli ölçüde azalma göstermiştir (Baysal ve Karagüzel, 2005).

Bir bitki büyüme düzenleyicisi olan paklobutrazolun, tuz stresine maruz kalan bitkilerde (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don antioksidan savunma sistemi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada 80 mM tuz muamelesi altında büyüme parametrelerinin önemli ölçüde azaldığı, bununla birlikte paklobutrazol ile muamele edilmiş ( $15 \text{ mgL}^{-1}$  bitki<sup>-1</sup>) bitkilerde bu azalmanın daha az olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar paklobutrazolun, antioksidan savunma sisteminin bileşenlerini geliştirerek *C. roseus*'un tuz stres toleransına katkıda bulunmasında önemli bir role sahip olduğunu göstermiştir (Jaleel ve ark., 2007).

Hindistan’da oksin, gibberellin ve sitokininler çoğunlukla bitki büyüme düzenleyicileri olarak kullanılır ve bitki büyüme geciktiricilerinin kullanımı sınırlıdır, ancak birçok ülkede bitkisel üretim sisteminin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Amerikan Bahçe Bitkileri Bilimi Derneği, kimyasal büyüme düzenlemesini bahçe bilimleri için sekiz ana araştırma önceliğinden biri olarak listelemiştir. Son derece aktif büyüme geciktiricilerinin yakın zamandaki gelişimi, bahçecilikteki kimyasal büyüme düzenlemesinin potansiyelini daha da artırmıştır. Paclobutrazol (PP333), triazol grubunun en önemli temsilcilerden biridir. Bitki büyümesini ve gelişmesini kontrol etme potansiyeli yüksek olduğu için yoğun olarak çalışılmaktadır. Paklobutrazolun tohum muamelesi ve tohum çimlenmesi, vejetatif büyüme, çiçeklenme, meyve tutumu ve gelişimi üzerindeki mevcut literatürler; bahçe bitkilerinde meyve verimi, meyve kalitesi ve biyotik ve abiyotik streslere karşı direnç gibi konuların değerlendirilmesine dair bir çalışma yapılmıştır (Yadav ve ark., 2005).

Gibberellini antagonize ettiği bilinen absisik asit ve gibberellin sentez inhibitörü paclobutrazol, CHRC ekspresyonu üzerinde benzer negatif etki göstermişlerdir. Bu verilere dayanarak, CHRC'nin, ekspresyonu birincil olarak gibberellik asit tarafından düzenlenen ilk yapısal gen olduğu öne sürülmüştür. Kromoplastın yapısal bütünlüğü korunurken, CHRC'nin gibberellik aside hızlı yanıtının kritik rolü tartışılmaktadır (Vishnevetsky ve ark., 1997)

Paklobutrazolun meyve ve sebzelerde kalıntı durumu, insan sağlığı üzerine etkileri ve gıda güvenliği açısından değerlendirilmesi üzerine yapılan bir çalışmada hıyar (*Cucumis sativus L.*, cv. 'Poinsett 76 SR') tohumları 1000Mg/L ila 4000 Mg/l paklobutrazol çözeltisinde 5. 45, ve 180 dk boyunca bekletilmiştir. 1000Mg/l paklobutrazol da bekletilen tohumlardan yetişen hıyar meyvelerinin ağırlıkları kontrol grubuna göre daha düşük çıkmıştır. Hıyar tohumlarının 180 dk boyunca ve 1000Mg/L paklobutrazol ile muamele edilenlerinden gelişen meyvelerde ise meyve boyunun %40 oranında azaldığı görülmüştür (Magnitskiy, 2006).

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Tez çalışması 2018-2019 yıllarında Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme arazisinde kurulu 2000 m<sup>2</sup> alana sahip, boom sulama sistemli, gübre ve sulama otomasyonlu ve kısmi klima kontrollü polikarbon serada yürütülmüştür.

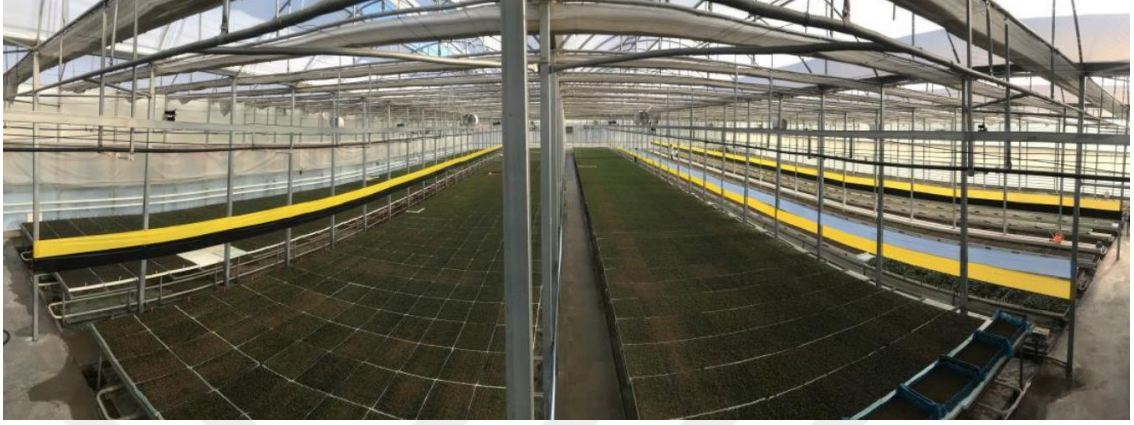
Çalışmada bitkisel materyal olarak Dörtel F1 hıyar çeşidi kullanılmıştır. Paklobutrazol kaynağı olarak Syngenta firması tarafından bitki büyüme düzenleyici olarak pazarlanan Cultar (250 g/L paclobutrazol, 23% w/w) kullanılmıştır. Fide yetiştirme ortamı olarak 70:30 oranında torf:perlite karışımı kullanılmıştır. Ayrıca nem muhafazası için tohum ekiminden sonra kapak materyali olarak No:2 vermikulit kullanılmıştır. Torf seçiminde materyalin Baltık menşeli olmasına dikkat edilmiştir. Taneleri ince elenmiş, homojen yapılı, nem tutma kapasitesi yüksek ve fideliklerde 5 cm'ye kadar derinlik için önerilen ve ticari kullanımı yaygın Kekkila torfu kullanılmıştır. Torfun özellikleri Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Denemede kullanılan Kekkila torfunun özellikleri

Fideler 150 gözlü viyoller içine yerleştirilmiş insörtlerde yetiştirilmiştir. Hıyar bitkisinde paklobutrazol, absisik asit ve gibberellik asit analizleri için LC/MS/MS (Sıvı Kromatografisi- Kütle- Kütle Spektrometresi – Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya),

ve HPLC cihazı kullanılmıştır. C18 inertsil ODS-4, HP 3 uM, 2.1 x 150mm (GL sciences, Japonya) boyut ve özelliğe sahip kolon kullanılmıştır.



Şekil 3.2. Denemenin yürütüldüğü seranın panoramik görünümü

### 3.2. Yöntem

Tez çalışmasında hıyar fidelerine paklobutrazol uygulamaları Sonbahar ve İlkbahar dönemi olmak üzere iki farklı vejetasyon döneminde yapılmıştır. Tohum ekimleri Sonbahar dönemi için 15 Ağustos 2018 tarihinde, İlkbahar dönemi için 25 Mayıs 2019 tarihinde yapılmıştır. Tohumların çimlenmesini takip eden dönemde kotiledon yaprakları yere paralel olacak düzeye geldiklerinde (Şekil 3.3.) birinci uygulama yapılmıştır. Aynı bitkilerde ikinci uygulama ise ilk gerçek yapraklar 0,5 cm çapa ulaştığında yapılmıştır. Paklobutrazol uygulamasından 10 ile 15 dakika sonra bitkilere sulama suyu verilerek uygulanan paklobutrazolün kök bölgesine ulaşması sağlanmıştır. Bu uygulama ticari fide firmalarının fide üretiminde yaygın olarak kullandıkları yöntemdir. Bu nedenle tez çalışmasında paklobutrazol uygulamasında ticari yöntem tercih edilmiştir. Uygulamada 5 farklı paklobutrazol konsantrasyonu (20, 30, 40, 50 ve 60 ppm) kullanılmıştır. Kontrol parsellerinde sadece saf su uygulaması yapılmıştır. Paklobutrazol uygulamasında 2 farklı miktar (0,5-1,0 ml) uygulanmıştır.



Şekil 3.3. Fidelerin kotiledon yapraklarının yere paralel olduğu evre.

### 3.2.1. Paklobutrazol uygulamaları

Fidelere paklobutrazol uygulaması 3 farklı şekilde yapılmıştır. Birinci uygulama kotiledon yaprakları yere paralel olduğu dönemde yapılmış ve sonrasında herhangi bir uygulama yapılmamıştır (1+0). İkinci uygulama fidelerde ilk gerçek yapraklar 0,5 cm çapa ulaştığında yapılmıştır (0+1). İkinci uygulamada kotiledon yaprakları yere paralel olduğu dönemde uygulama yapılmamıştır. Üçüncü uygulama ise hem kotiledon yaprakları yere paralel olduğu dönemde, hem de ilk gerçek yapraklar 0,5 cm çapa ulaştığında olacak şekilde iki sefer yapılmıştır (1+1).

#### 3.2.1.1. Sonbahar dönemi denemesi

Sonbahar döneminde yürütülen çalışmada paklobutrazolün 20, 30, 40, 50 ve 60 ppm dozları fide gelişiminin iki farklı evresinde uygulanmıştır. Kontrol bitkilerine aynı miktarlarda paklobutrazol içermeyen saf su verilmiştir. Paklobutrazol bitkilere yapraktan sprey şeklinde uygulanmıştır.

Birinci uygulama, tohumların çimlenmesini takip eden dönemde kotiledon yaprakları yere paralel olacak düzeye geldiklerinde yapılmıştır (kotiledon dönemi). İkinci uygulama, bitkilerde ilk gerçek yapraklar 0,5 cm çapa ulaştığında yapılmıştır (gerçek yaprak dönemi).



Şekil 3.4. PBZ uygulamalarından görünüm

Paklobutrazol dozları laboratuvar koşullarında hazırlanmıştır ve bitkilere uygulamalar sabah erken saatlerde veya akşam geç saatlerde yapılmıştır. Denemede her parselde 30 fide yetiştirilmiş ve 10 fide üzerinde gözlemler yapılmıştır. Sonbahar döneminde paklobutrazolun uygulama zamanı, uygulama miktarı ve uygulama dozları Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları

| UygulamaZamanları    | Miktar (ml)  |    |    |    |    |    |        |    |    |    |    |    |
|----------------------|--------------|----|----|----|----|----|--------|----|----|----|----|----|
|                      | 0,5 ml       |    |    |    |    |    | 1,0 ml |    |    |    |    |    |
|                      | Dozlar (ppm) |    |    |    |    |    |        |    |    |    |    |    |
| Kotiledon dönemi     | 0            | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 0      | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
| Gerçek yaprak dönemi | 0            | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 0      | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |

#### 3.2.1.2. İlkbahar dönemi denemesi

İlkbahar döneminde uygulamalar belirlenirken Sonbahar dönemindeki uygulamaların etkileri dikkate alınmıştır. Sonbahar dönemi uygulamasında 20 ppm paklobutrazol dozu ve 0+1 uygulamaları fidelerde boy kontrolünde etkili olmadığı için denemeden çıkarılmıştır. Böylece çalışmanın İlkbahar döneminde paklobutrazolun 30, 40, 50 ve 60 ppm dozları fide gelişiminin iki farklı evresinde (1+0 ve 1+1) kullanılmıştır. Kontrol bitkilerine aynı miktarlarda paklobutrazol içermeyen saf su verilmiştir. Paklobutrazol bitkilere yapraktan sprey şeklinde uygulanmıştır. Sonbahar döneminde paklobutrazolun uygulama şekil ve miktarları Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3. 2. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları

| UygulamaZamanları    | Miktar (ml)  |    |    |    |    |       |    |    |    |    |
|----------------------|--------------|----|----|----|----|-------|----|----|----|----|
|                      | 0,5          |    |    |    |    | 1,0ml |    |    |    |    |
|                      | Dozlar (ppm) |    |    |    |    |       |    |    |    |    |
| Kotiledon dönemi     | 0            | 30 | 40 | 50 | 60 | 0     | 30 | 40 | 50 | 60 |
| Gerçek yaprak dönemi | 0            | 30 | 40 | 50 | 60 | 0     | 30 | 40 | 50 | 60 |



Şekil 3.5. Uygulamalar bağlı olarak fide gelişimindeki farklılıklar

### 3.3. Fide Yetiştirme Ortamının Hazırlanması:

Fide yetiştirme ortamı hazırlanırken torf ve tarımsal perlit materyalleri %70 ve %30 oranlarında karıştırılmıştır. Homojen bir karışım elde edildikten sonra ortam fide yetiştirme kaplarına yerleştirilmiştir.

### 3.4. Tohum Ekimi:

Hıyar tohumları fide kaplarına otomatik tohum ekme makinası ile ekilmiştir. Tohum ekiminde 39x39 mm genişlik, 60 mm yükseklik ve 45 ml hacimli hücrelere sahip 150'lik

viyoller kullanılmıştır. Tohum ekiminden sonra viyoller 16-18±2 °C sıcaklıkta 2 gün bekletilmiş ve daha sonra gece/gündüz sıcaklığı 22/25±2 °C olan seraya yerleştirilmiştir.

### **3.5. Fide Yetiştirme:**

Tohum ekiminden sonra kapak materyali atılmış ve sulama yapılmıştır. Viyoller streç film ile sarılarak çimlendirme odasında 2 gün bekletilmiştir. Daha sonra viyoller fide bençlerine yerleştirilmiştir. Yetiştirme yerleri yerden 80 cm yükseklikte bençlerden oluşmaktadır. Bençlerin üstünden 50 cm yükseklikte sulama boamları geçmektedir. Fidelerin sulanması, gübrenmesi, boylama ve tekleme gibi işlemler ticari fide yetiştiriciliğine uygun şekilde yapılmıştır.

### **3. 6. Gübreleme - Sulama Uygulamaları**

Fidelerin yetiştirilmesinde en önemli faktörlerden biri gübrelemedir. Özellikle makro besin elementleri doğru zaman ve doğru oranlarda verilmezse fide kalitesinde önemli kayıplar ortaya çıkmaktadır. Bu konuda incelenen literatür bilgilerinde farklı önerilerle karşılaşılmaktadır (Mortley ve Ntibashirwa, 2012; Liu ve ark., 2012; Haddanshahian ve ark., 2014). Projede gübreleme programı literatür verileri ve bölümde yapılan çalışmalardan edinilen tecrübeler doğrultusunda hazırlanmıştır. Bunun için Hoogland ve Arnon (1950)'nin önerdiği konsantrasyonlar modifiye edilerek gübreleme programı uygulanmıştır. Denemede gübreleme sulama suyu ile beraber verilmiştir. Dolayısıyla her sulamada gübreleme de yapılmıştır. Fidelerde çıkış tamamlanıncaya kadar gübreleme yapılmamıştır. Besin solusyonları tohum ekiminden 7 gün sonra vermeye başlanmıştır. İlk gerçek yapraklar oluşuncaya kadar EC 1,3 mS/cm; ilk gerçek yapraklardan 3 yapraklı döneme kadar EC 1,6 mS/cm ve bundan sonra fide evresinin sonuna kadar EC 2,2 mS/cm olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Fide yetiştirme dönemi boyunca çözeltinin pH'si 6,0-6,5 arasında tutulmuştur. Gübrenmede ticari fide yetiştiriciliğinde en çok tercih edilen ve etkisi oldukça iyi olan özel şelatlı Peter's gübreler kullanılmıştır. Gübreleme programında besin elementlerinin konsantrasyonları Çizelge 3.3' deki gibi hazırlanmıştır. Gübreleme programı her sulamada uygulanmıştır. Sulama günde 2 veya 3 kez boom sulama sistemi ile yapılmıştır.

Çizelge 3.3. Fidelere uygulanan gübre dozları (ppm)

| N   | P  | K   | Ca  | Mg | S  | B   | Fe  | Mn  | Zn   | Cu   | Mo   |
|-----|----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|------|------|------|
| 220 | 50 | 240 | 120 | 50 | 60 | 0,5 | 3,0 | 0,5 | 0,05 | 0,02 | 0,01 |

### 3.7. Deneme Deseni

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede her parselde 30 fide yetiştirilmiş ve 10 fidede gözlem yapılmıştır. Böylece (2 uygulama miktarı x 3 uygulama zamanı x 6 uygulama dozu = 36) deneme 36 parsel 3 tekerrür şeklinde kurulmuştur. Toplamda ise 1080 bitki kullanılmıştır (36 x 3 x 10 = 1080). Çalışmanın 2018 yılı Sonbahar dönemi ve 2019 yılı İlkbahar dönemi şeklinde yapıldığı dikkate alındığında 2160 bitki kullanılmıştır.

### 3.8. Topraksız Ortamda Uygulamalara Göre Verimin Belirlenmesi

Denemede her uygulama için 6 bitki 3 tekerrürlü olarak topraksız tarım ortamında yetiştirilmiştir. Çalışmada 25 x 25 x t5 cm ölçülerde ayaklı yetiştirme saksıları kullanılmıştır. Denemede fideler 01.06.2019 tarihinde saksılara dikilmiştir. Yetiştirme ortamı olarak 1:1 oranında kokopeat:perlit karışımı kullanılmıştır. Bitkiler fertigasyon yöntemi ile gübrelenmiştir. Gübre dozları Hoogland ve Arnon (1950)'a göre hazırlanan besin solüsyonları sulama suyu ile karıştırılarak uygulanmıştır. Gübrelemede sulama suyu elektriksel iletkenliği EC 2,2 mS/cm olacak şekilde hazırlanmış ve otomasyon sistemiyle günde 8 defa ve her sulama başlangıçta 2 dakika, ilerleyen zamanlarda bitkinin su ihtiyacına göre 3 ve 4 dakika olarak verilmiştir. Bitkiler üzerinde hasat başladığında ilk hasatta alınan meyveler analiz için -20 °C'de muhafaza edilmiştir. Hasatlar 30 Ekim 2019 tarihinde sonlandırılmıştır.

Deneme tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada pazarlanabilir ve ıskarta meyve sayıları ve verim ile ortalama meyve ağırlıkları ölçülmüştür.

### **3.9. Fidelerde ve Hıyar Meyvelerinde Paclobutrazol, GA<sub>3</sub> ve ABA İçeriklerinin Belirlenmesi:**

Denemenin 2018 yılı Sonbahar dönemi için 15 Ağustos 2018 tarihinde tohum ekimi yapılmıştır. Tohum ekiminin 14, 21, 28. günlerinde bitkiler kökleri ile birlikte sökülerek temizlenmiş ve analiz için -20 °C’de muhafaza edilmiştir. Böylece kontrol dahil bütün uygulamalarda 3 farklı dönemde alınan bitki örneklerinde paklobutrazol, GA<sub>3</sub> ve ABA içerikleri belirlenmiştir. Denemenin 2019 yılı İlkbahar dönemi için 26 Mayıs 2019 tarihinde tohum ekimi yapılmıştır. Tohum ekimini takip eden 14, 21, 28. günlerde bitkiler kökleri ile birlikte sökülerek temizlenmiş ve analiz için -20 °C’de muhafaza edilmiştir. Meyvede kalıntı düzeyini belirlemek için topraksız ortamda yetiştirilen bitkilerde ilk hasatta alınan meyve örnekleri analiz için -20 °C’de muhafazaya alınmıştır. Böylece çalışmanın her iki dönemi için kontrol dahil bütün uygulamalarda 3 farklı dönemde alınan bitki örneklerinde ve çalışmanın ikinci yılı için ilave olarak ilk hasat meyvelerinde paklobutrazol, GA<sub>3</sub> ve ABA ölçümleri yapılmıştır.

### **3. 10. Gibberellik Asit ve Absisik Asit Analizleri:**

Örneklerin Ekstraksiyon işlemi Quechers metodu referans alınarak yapılmıştır. Bu metoda göre; analiz işlemi için laboratuvarında -20 °C de bekletilen örnekler ilk işlem olarak örnekte homojenliği sağlamak amacıyla cam blenderdan geçirilerek püre kıvamına getirilmiştir. Homojenliği sağlanan örnekten 15 gr alınarak darası alınmış steril bir tüpe aktarılmıştır. Örneklerin üzerine asetronitril (15 ml %1 lik) ilave edilmiştir. Çalkalanarak 6 gr magnezyum sülfat, 1,5 gr sodium asetat eklenmiştir. Sonrasında 5000 rpm de 1dk satrifüj edilmiştir. Daha sonra tüp içerisinde üst kısımda toplanan sıvıdan 8 ml pipet yardımıyla çekilmiştir. Daha sonra içerisinde 1.2 gr magnezyum sülfat ve 0.4 gr psa (primer seconder amin) bulunan 2. bir satrifüj tüpüne 8 ml ilave edilmiş ve 5000 rpm’de 1 dk satrifüj edilmiştir. Elde edilen süzükten 5ml alınarak vial konulmuştur. Vial cihaza (LCMSMS) konularak okuma yapılmıştır (Lehotay, 2005). Kromatografik ayırımın hızlı ve doğru bir şekilde tamamlanması için piklerin düzgün ayarlanması gerekir. Bu nedenle ayırmada en iyi sonucu almak ve uygun piklerin saptanabilmesi amacıyla gradyen program oluşturulmuştur (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4. Gradyen program

| Zaman(dk) | Konsantrasyon (%) | Akış hızı ml/dk |
|-----------|-------------------|-----------------|
| 2.00      | 10                | 0.5             |
| 10.00     | 90                | 0.5             |
| 12.00     | 90                | 0.5             |
| 12.10     | 10                | 0.5             |
| 17.00     | Stop              |                 |



Şekil 3.6. Denemenin fide ve bitki yetiştirme aşamasındaki görüntüleri



Şekil.3.7. Örneklerin analize hazırlanması aşamaları

### **3.11. Gözlemler:**

Fide yetiştiriciliğinde yetiştirme süresi maliyet açısından en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle denemede uygulamalar arasında dikime hazır fide elde edildiğinde diğer uygulamalardaki fidelerin durumuna bakılmaksızın deneme sonlandırılmış, ölçüm ve gözlemler yapılmıştır.

#### **3.11.1. Gövde uzunluğu (cm)**

Her parselden hasat edilen 10 fidenin gövde uzunlukları kök boğazından gövdenin dallanmaya başladığı kısma kadar (ilk gerçek yaprakların çıktığı aksam) olan uzunluk bir cetvel kullanılarak ölçülmüş kaydedilmiştir.

#### **3.11.2. Gövde çapı (mm)**

Her parselden hasat edilen 10 fidenin gövde çapları dijital kumpas kullanılarak ölçülmüştür. Ölçümlerde gövde çapı kök boğazından 1 cm yukarısı esas alınmıştır.

#### **3.11.3. Fide boyu (cm)**

Her parselden hasat edilen 10 fidenin kök boğazından itibaren yaprakların büyüme ucuna kadarki kısmı bir cetvel kullanılarak ölçülmüştür.

#### **3.11.4. Yaprak sayısı (adet/ bitki)**

Her parselden hasat edilen 10 fidenin üzerindeki gerçek yaprak sayıları belirlenmiştir.

#### **3.11.5. Fide yaş ağırlığı (gr)**

Her parselden hasat edilen 10 fidenin kökleri iyice yıkanmış ve oda sıcaklığında fide üzerindeki nem uzaklaşmaya kadar (yaklaşık 2 saat) bekletilmiş ve daha sonra 0,01 gram hassasiyete sahip terazide tartılmıştır.

#### **3.11.6. Fide kuru ağırlığı (gr)**

Yaş ağırlık ölçümü yapılan bitkiler önce oda sıcaklığında bir gün bekletilmiş ve daha sonra kese kâğıtlarına yerleştirilerek etüvde 65°C sıcaklıkta ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan bitkilerin ağırlıkları 0,01 gram hassasiyete sahip terazide tartılmıştır.

#### **3.11.7. Kök yaş ağırlığı (gr)**

Her parselden hasat edilen 10 fidenin kökleri yıkanıp temizlenmiş ve kurutma kâğıdına yerleştirildikten sonra oda sıcaklığında üzerindeki nem kuruyuncaya kadar (yaklaşık 2 saat) bekletilmiştir. Nemi uzaklaştırılan kökler 0,01 gram hassasiyete sahip terazide tartılmıştır.

#### **3.11.8. Kök kuru ağırlığı (gr)**

Yaş ağırlıkları belirlenen kökler önce oda sıcaklığında bir gün bekletilmiş ve daha sonra kese kâğıtlarına yerleştirilerek etüvde 65°C sıcaklıkta ağırlıkları sabitleşinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan köklerin ağırlıkları 0,01 gram hassasiyete sahip terazide tartılmıştır.

#### **3.11.9. Klorofil miktarı (mg)**

Hasat döneminde her parselde 10 adet fidede sökölmeden 1 gün önce fidelerin tam gelişmiş yapraklarında klorofil içeriği, yapraktaki klorofil miktarını dolaylı olarak ölçen, taşınabilir klorofil metre cihazı (Minolta SPAD-502, Osaka, Japan) ile yapılmıştır (Witham, 1971).

#### **3.11.10. Pazarlanabilir verim (sayı/bitki ve kg/bitki)**

Topraksız tarım ortamında yetiştirilen bitkilerde haftada 3 defa hasat yapılmıştır. Hasatlarda her parselde 6 bitkide pazarlanabilir meyve sayısı ve meyve ağırlığı 0,1 gram hassasiyete sahip terazide tartılarak kaydedilmiştir.

#### **3.11.11. Iskarta verim (sayı/bitki ve kg/bitki)**

Pazarlanabilir verim gözlemleri yapılan bitkilerde pazarlanabilir değeri olmayan meyvelerin sayıları ve ağırlıkları kaydedilmiştir.

#### **3.11.12. Verilerin Değerlendirilmesi**

Denemede Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde yürütülen çalışmalar ayrı ayrı değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Topraksız tarım deneme verileri de bağımsız olarak değerlendirilmiş ve analiz edilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel analizinde SPSS programı kullanılmıştır.



Şekil. 3. 8. Fide gözlemlerinden görünümeler

#### 4. BULGULAR

Paklobutrazolun Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde etkilerinin değişebileceği dikkate alınarak uygulamalar her iki dönemde de tekrarlanmıştır. Ancak Sonbahar döneminde 20 ppm doz uygulamasının fide boyunu kısaltmada, fide renk ve esnekliğinde istenen sonucu vermemesi nedeniyle İlkbahar döneminde 20 ppm doz denemeden çıkarılmıştır. Uygulama zamanları arasında ilk gerçek yaprakların görülmeye başladığı devrede yapılan tek uygulamada doz ve miktarlara göre farklılıklar oluşsa da istenen boy, renk ve esneklik oluşmamıştır. Bu aşamada fidelerde kök ve yeşil aksam gelişmesi ilerlediğinden ve paklobutrazolun köklerden alınıp taşınması da belirli bir zaman aldığından fidelerde hızlı bir boy artışı meydana gelmiş, bu dönemde uygulanan paklobutrazol etkisiz kalmış veya

etkisi düşük düzeyde kalmıştır. Sonbahar dönemi verileri dikkate alınarak İlkbahar döneminde 0+1 uygulaması da denemeden çıkarılmıştır.

Çalışmanın ana amaçlarından biri olan en iyi fide kalitesini elde etmek için uygun paklobutrazol uygulamasının belirlenmesi maksadıyla yapılan görsel değerlendirmeler ve ölçümler sonucunda 30 ve 40 ppm + 0,5ml veya 1,0 ml paklobutrazolun 1+1 şeklinde uygulanması en etkili sonucu vermiştir. Her ne kadar fide başına 1,0 ml paklobutrazol başarılı bulunsa da 0,5 ml paklobutrazol uygulaması da ticari yetiştiricilik için uygun bulunmuştur. Genel değerlendirmede 30 ppm kullanılacaksa 1,0 ml, 40 ppm kullanılacaksa 0,5 ml paklobutrazol uygulaması yeterli olacaktır.

Yaprak sayısı, fide ve kök yaş ve kuru ağırlıkları İlkbahar döneminde Sonbahar dönemine göre daha yüksek çıkmıştır. Yaklaşık %10'luk bir artış görülmektedir. Bunun nedeni İlkbahar döneminde ışık kalitesi, ışıqlanma süresinin uzaması ve sıcaklık ile ilişkilendirilmektedir. Dolayısıyla İlkbahar ve Sonbahar yetiştiriciliğine göre de uygulama farklı olmalıdır. Sonbahar döneminde 30 ppm 1,0 ml ve 1+1 uygulaması öne çıkarken, İlkbahar yetiştiriciliğinde 40 ppm, 0,5 ml ve 1+1 uygulaması en iyi sonucu vermektedir.

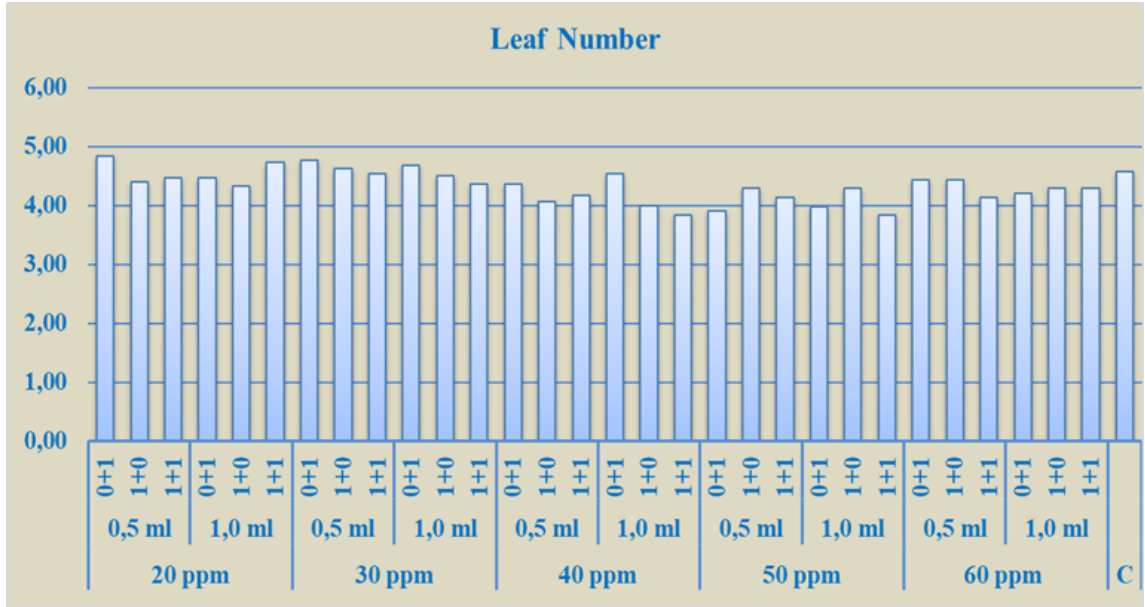
Paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak meyve veriminde meydana gelen değişimler özellikle yüksek dozların dikimden sonra da fidelerin gelişmesini geciktirmesi ile alakalı bulunmuştur. Geç gelişen bitkilerde sayı ve ağırlık olarak verim daha düşük çıkmıştır.

Fide ve ilk meyvelerde paklobutrazol kalıntısının uluslararası standartların kabul ettiği sınırlar içinde çıkması, fide döneminde uygulanan doz ve miktarın yüksek olmasının fide de daha fazla kalıntıya neden olması dikkat çekicidir.

#### 4.1. Yaprak Sayısı

Paklobutrazol uygulamaları fidelerde yaprak sayısına etki etmiştir. Bu etki doz, miktar, uygulama zamanı ve yetiştirme mevsimine bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Sonbahar döneminde yaprak sayısı 3,97 ile 4,83 arasında değişmiştir. Uygulama dozu, uygulama miktarı ve uygulama zamanına bağlı olarak yaprak sayısı değişmiş, paklobutrazol uygulaması yaprak sayısında azalmaya neden olmuştur. Paklobutrazol dozları arasındaki fark  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmış, kontrol uygulamasında yaprak sayısı 4,57 iken 50 ppm doz uygulamasında 4,07'ye düşmüştür. Uygulanan paklobutrazol miktarı arttıkça yaparak sayısı azalmış ancak bu azalış önemli çıkmamıştır. Benzer şekilde uygulama zamanı da yaprak sayısına etki etmiş, ancak bu fark önemli çıkmamıştır. Paklobutrazolun 1+1 uygulaması en düşük yaprak sayısını verirken, bunu 1+0 ve 0+1 uygulamaları takip etmiştir. Sonbahar döneminde paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak oluşan yaprak sayıları ve değişimler Şekil 4.1' de verilmiştir.

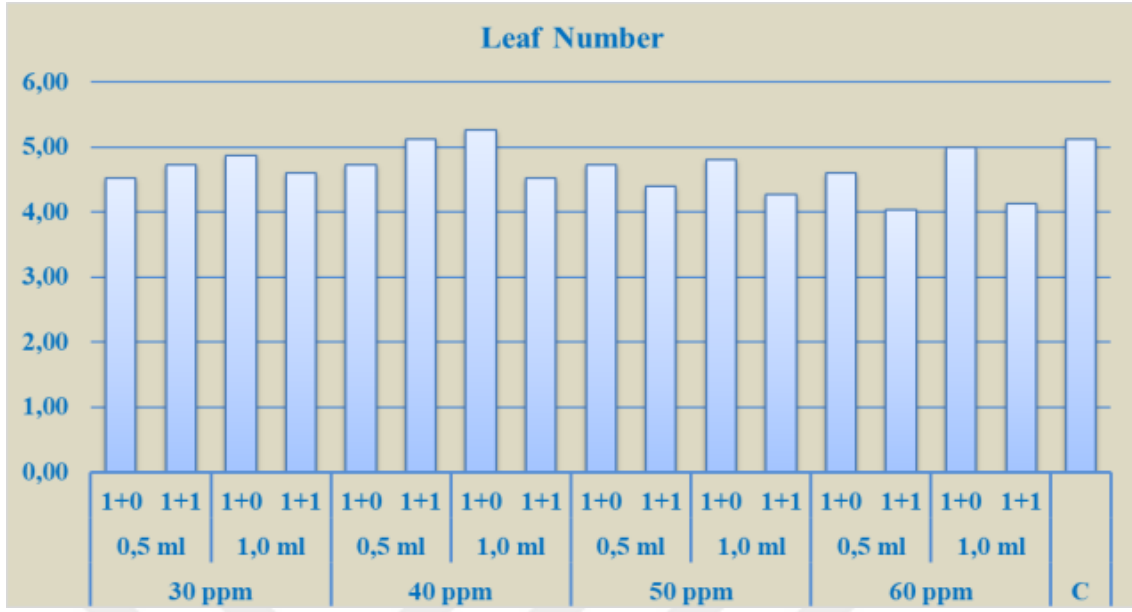
Yaprak sayısı bakımından doz  $\times$  miktar interaksyonu önemsiz çıkmıştır. Artan paklobutrazol dozları, artan uygulama miktarıyla birlikte yaprak sayısında azalmaya neden olmuştur. Paklobutrazol dozunun uygulama zamanına göre yaprak sayısı üzerine etkileri  $P \leq 0,05$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Doz ve uygulama zamanı bakımından genel olarak azalış görülmüştür. Benzer etki uygulama miktarı  $\times$  uygulama zamanı bakımından da ortaya çıkmış olup, fark önemli bulunmamıştır. Genel olarak Sonbahar döneminde paklobutrazol uygulamaları ile yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişkiden söz edilememiştir. Bununla birlikte paklobutrazol uygulaması yaprak sayısında bir azalışa neden olurken bu azalış önemli çıkmamıştır.



Şekil 4.1. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde yaprak sayısına etkileri

İlkbahar döneminde yaprak sayısı 4,03 ile 5,27 arasında değişmiştir. Kontrol uygulamasında ise yaprak sayısı 5,13 olmuştur. Sonbahar döneminde olduğu gibi İlkbahar döneminde de artan paklobutrazol miktarı yaprak sayısında azalmaya neden olmuştur. Uygulama dozları arasındaki fark  $P \leq 0,05$  düzeyinde önemli çıkmış ve genel olarak paklobutrazol dozu arttıkça yaprak sayısı azalmıştır. Paklobutrazolün 0,5 ml ve 1,0 ml uygulaması yaprak sayısına etki etmemiştir. Bununla beraber yaprak sayısı 1+1 uygulamasında daha düşük çıkmıştır. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak yaprak sayısında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.2’ de verilmiştir.

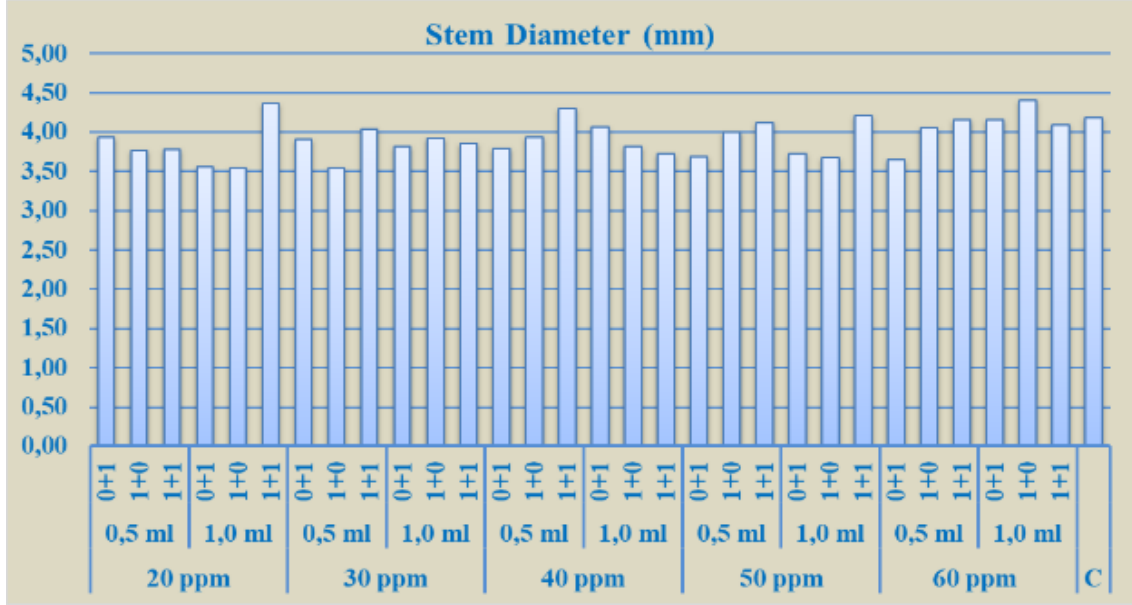
Paklobutrazolün doz  $\times$  miktar interaksyonu, doz  $\times$  uygulama zamanı ve miktar  $\times$  uygulama zamanı interaksyonu önemsiz çıkmıştır. Genel olarak İlkbahar döneminde bitkiye verilen paklobutrazol miktarı arttıkça yaprak sayısının azaldığı ancak bu azalışın düşük düzeylerde kaldığı görülmüştür. Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde uygulama dozu, uygulama miktarı ve uygulama zamanına bağlı olarak yaprak sayısındaki değişimler ve ikili interaksyonlar Çizelge 4.1 – 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde yaprak sayısına etkileri

#### 4.2. Gövde Çapı

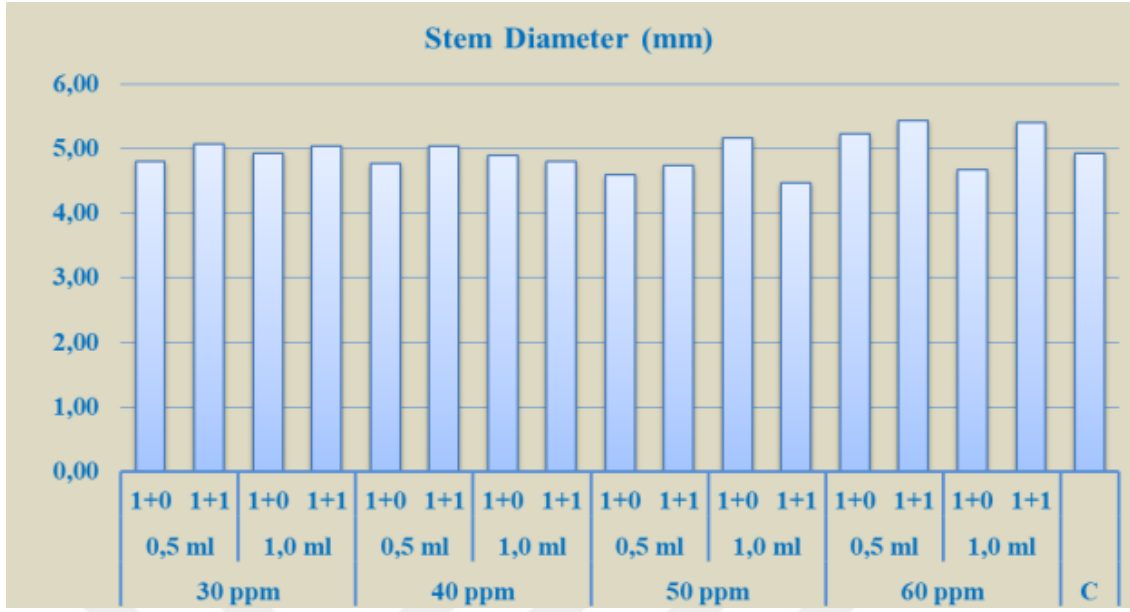
Çalışmanın Sonbahar döneminde gövde çapı değeri 3,54 mm (20ppm + 1,0ml + (1+0)) , ( 30 ppm + 0,5ml + (1+0)) değeri ile 4,37 mm (20 ppm+ 1,0ml + (1+1)) değerleri arasında değişmektedir. Gövde çapı uygulamaların hemen tümünde 3,5 mm nin üzerinde kalmıştır. Bu durum fide kalitesi bakımından arzu edilen bir değerdir. Artan paklobutrazol dozu ile birlikte uygulamaların çoğunda gövde çapında bir artış gözlemlense de bu artış anlamlı değildir. Uygulanan paklobutrazol dozu ve gövde çapı değerleri arasındaki ilişki istatistiki olarak  $P \leq 0,05$  önem düzeyindedir. Uygulama miktarları ile gövde çapı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiden söz etmek mümkün değildir. Uygulama zamanı ve gövde çapı ilişkisine bakacak olursak uygulama zamanları gövde çapı uzunluğuna etki etmiştir. En yüksek gövde çapı değeri 1+1 uygulamasından elde edilirken bunu 1+0 ve 0+1 uygulama zamanı takip etmektedir. Uygulamalar arasında ki bu fark  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Doz  $\times$  miktar, doz  $\times$  uygulama zamanı ve miktar  $\times$  uygulama zamanı interaksyonları ile gövde çapı arasında anlamlı bir ilişki görülmemiştir. Sonbahar döneminde uygulamalara bağlı olarak gövde çapındaki değişiklikler Şekil 4.3' de verilmiştir.



Şekil 4.3. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde gövde çapına etkileri

Çalışmanın İlkbahar döneminde gövde çapı değerleri ile artan paklobutrazol miktarları arasında anlamlandırılacak bir ilişki bulunamamıştır, düzenli bir artış ya da azalış görülmemiştir. Tüm uygulama değerleri 3,5 mm nin üzerinde kalırken; En yüksek gövde çapı değeri 5,43 mm (60 ppm 0,5ml + (1+1)) uygulamasında, en düşük gövde çapı değeri 4,47 mm ile (50 ppm + 1,0 ml + (1+1)) uygulamasında görülmüştür. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde gövde çapına etkileri Şekil 4.4’de verilmiştir.

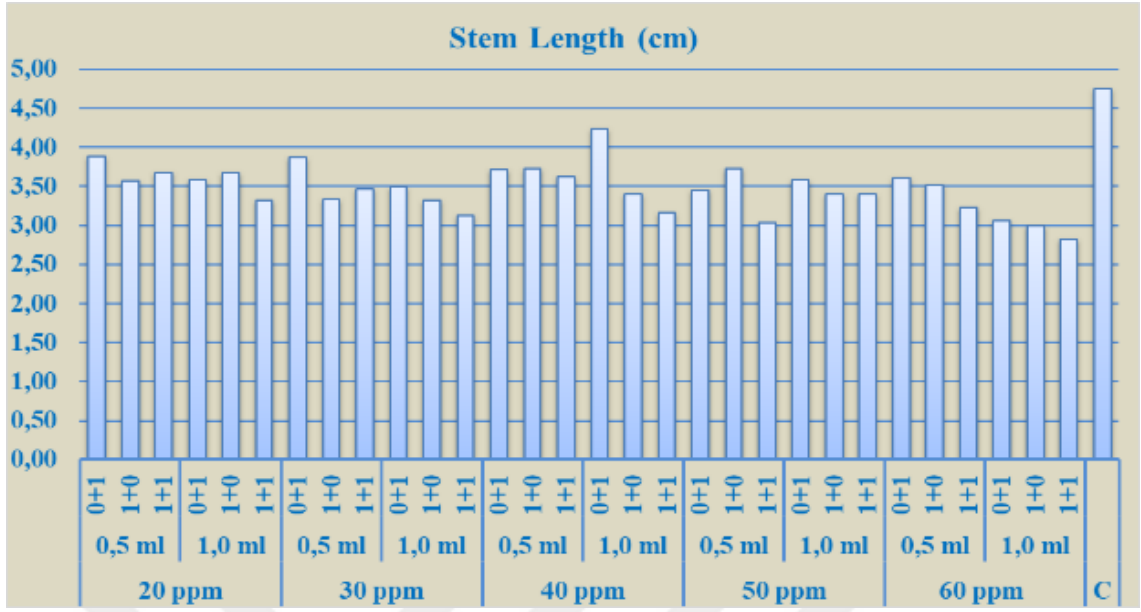
Uygulamalar arasındaki fark  $P \leq 0,01$  önem düzeyindedir. İlkbahar döneminde uygulama miktarı ve uygulama zamanının gövde çapı üzerindeki etkisi anlamlı bulunamamıştır. Bu dönemde Doz x miktar interaksiyonunun gövde çapına etkisi  $P \leq 0,05$  önem düzeyinde bulunmuştur. Doz x Uygulama Zamanı interaksiyonunun etkisi ise istatistiksel olarak bir anlam ifade etmemiştir. Benzer şekilde Miktar x Uygulama Zamanı interaksiyonunda da görülmüştür. Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde uygulama dozu, uygulama miktarı ve uygulama zamanına bağlı olarak gövde çapındaki değişimler ve ikili interaksiyonlar Çizelge 4.1 – 4.12’de verilmiştir.



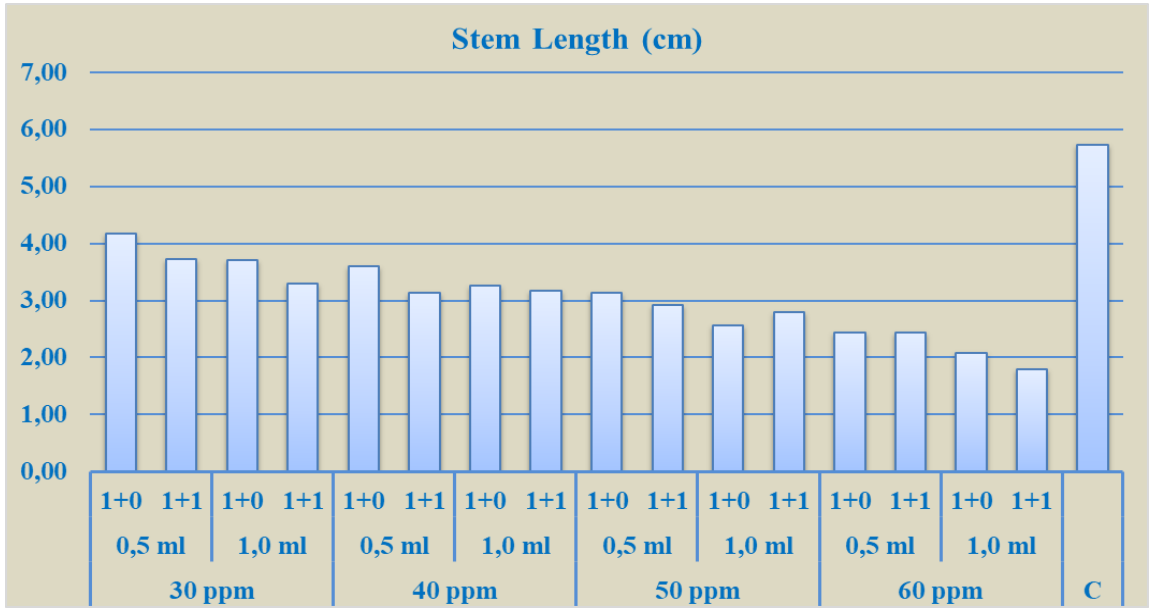
Şekil 4.4. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde gövde çapına etkileri

#### 4.3. Gövde Uzunluğu

Çalışmanın Sonbahar döneminde gövde uzunluğu 60ppm + (1,0 ml) + 1+1 uygulamasında 2,83 cm ile 4,75 cm (kontrol) arasında değişmiştir. Uygulanan paklobutrazol dozu arttıkça kontrol gurubuna göre tüm uygulamalarda gövde uzunluğunda azalma olsa da bu azalış uygulamaların kendi arasında düzenli değildir. Sonbahar döneminde uygulamalar arasındaki fark  $P \leq 0.001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama miktarının gövde uzunluğuna etkisi önemsiz bulunmuştur. Uygulama zamanlarının gövde uzunluğuna etkisine bakıldığında en kısa gövde boyu 1+1 uygulamasında görülürken bunu 1+0 ve 0+1 uygulamaları takip etmektedir. Uygulama zamanları arasındaki farklılıklar  $P \leq 0.001$  önem düzeyinde bulunmuştur. Sonbahar döneminde uygulamalara bağlı olarak gövde uzunluğunda meydana gelen değişiklikler Şekil 4.5.'da verilmiştir.



İlkbahar döneminde doz × miktar interaksiyonu  $P \leq 0.001$  düzeyinde etki ederken, doz × uygulama zamanı ve miktar × uygulama zamanı önemli çıkmamıştır. Artan dozlara bağlı olarak gövde boyu azalırken doz içinde artan uygulama miktarı ve 2 dönem uygulaması da gövde boyunu kısaltmıştır. Paklobutrazol dozları uygulama miktarları ve uygulama zamanları ile doz × miktar, doz × uygulama zamanı ve miktar × uygulama interaksiyonları Çizelge 4.1 – 4.12’de verilmiştir.

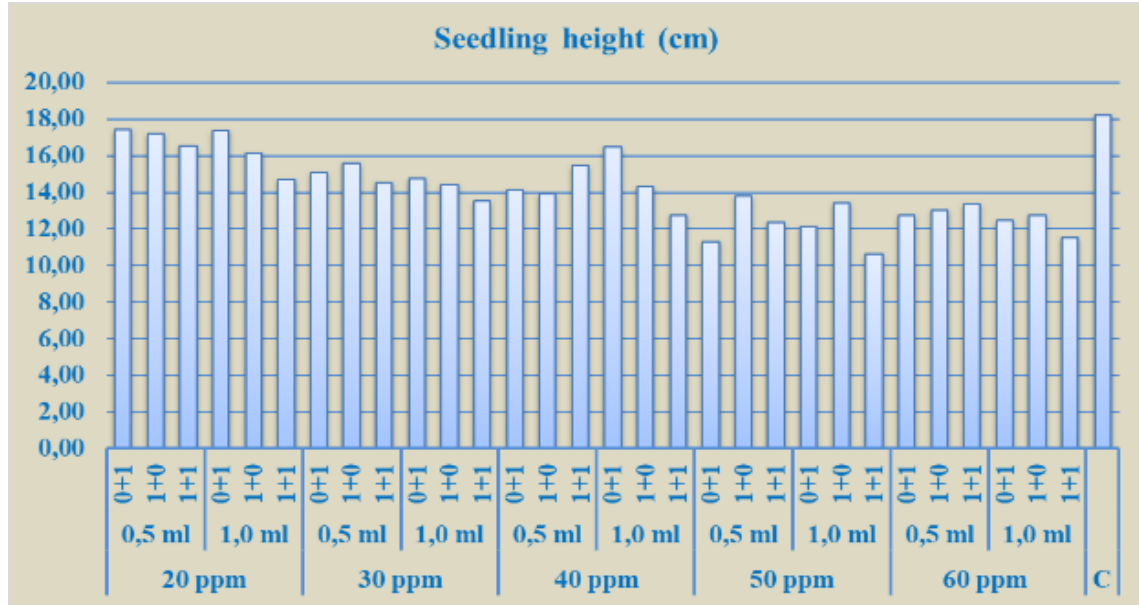


Şekil 4.6. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde gövde uzunluğuna etkileri

#### 4.4. Fide Boyu

Çalışmanın Sonbahar döneminde fide boyu 11,31 cm (50 ppm +0,5 ml +(0+1)) ile 18,23 cm (kontrol) arasında değişmiştir. Diğer kalite özellikleriyle birlikte değerlendirildiğinde ideal fide boyunun 14 cm – 15 cm arasında olduğu görülmüştür. Uygulanan paklobutrazol dozu arttıkça fide boyunda azalış meydana gelmiştir. Benzer şekilde 1 ml uygulamasında fide boyu 0,5 ml ye göre daha kısa bulunmuştur. Uygulama zamanları arasında ise fide boyu 1+1 uygulamasında daha kısa bulunmuştur. Sonbahar döneminde uygulama dozları arasındaki fark  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama miktarının fide boyuna etkisi önemsiz bulunurken uygulama zamanları arasındaki farklılıklar  $P \leq 0,001$

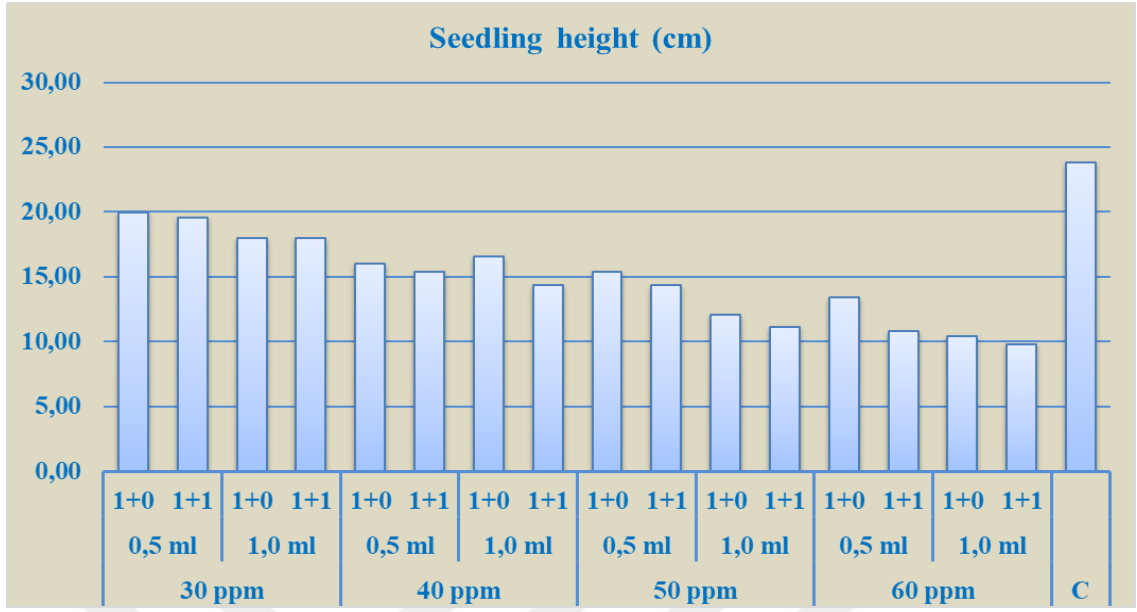
düzeyinde önemli bulunmuştur. Sonbahar döneminde paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak fide boyundaki değişiklikler Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde fide boyuna etkileri

Fide boyuna doz × miktar interaksiyonunun etkisine bakıldığında ve ideal fide kalitesi de göz önünde bulundurulduğunda 30 ppm + 1,0 ml ile 40 ppm in ( 0,5 ml ve 1,0 ml ) dozları etkili bulunmuştur. Ancak fide boyu bakımından doz × miktar interaksiyonu önemli çıkmamıştır. Doz × uygulama zamanı interaksiyonu incelendiğinde 30 ve 40 ppm dozlarının 1+1 uygulamaları en ideal fide boyunu vermiştir. Doz × uygulama zamanı interaksiyonunun fide boyuna etkisi  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Paklobutrazolün uygulama zamanlarına göre uygulama miktarı da fide boyuna etkili olmuştur. Fide boyu için 0,5 ml + 1+1 uygulaması yeterli bulunmuştur.

Çalışmanın İlkbahar döneminde fide boyu 9,80 cm (60 ppm + 1,0 ml + (1+1 )) ile 23,85 cm (kontrol) arasında değişmiştir. İlkbahar döneminde en ideal fide boyu 40 ppm + 1,0 ml + (1+1) uygulamasından elde edilmiştir. Bu dönemde artan paklobutrazol doz ve miktarları fide boyunun ksalmasına neden olmuştur. Paklonutrazol verilmeyen kontrol uygulamasında fidelerin aşırı uzadığı ve gövdenin bitkiyi taşımadığı görülmüştür. Benzer şekilde 30 ppm ‘in 0,5 ml ve 1,0 ml dozları da uzun boylu ve kalitesiz fidelere neden olmuştur. Uygulamalara bağlı olarak İlkbahar döneminde fide boyunda meydana gelen değişiklikler Şekil 4. 8. ‘de verilmiştir.



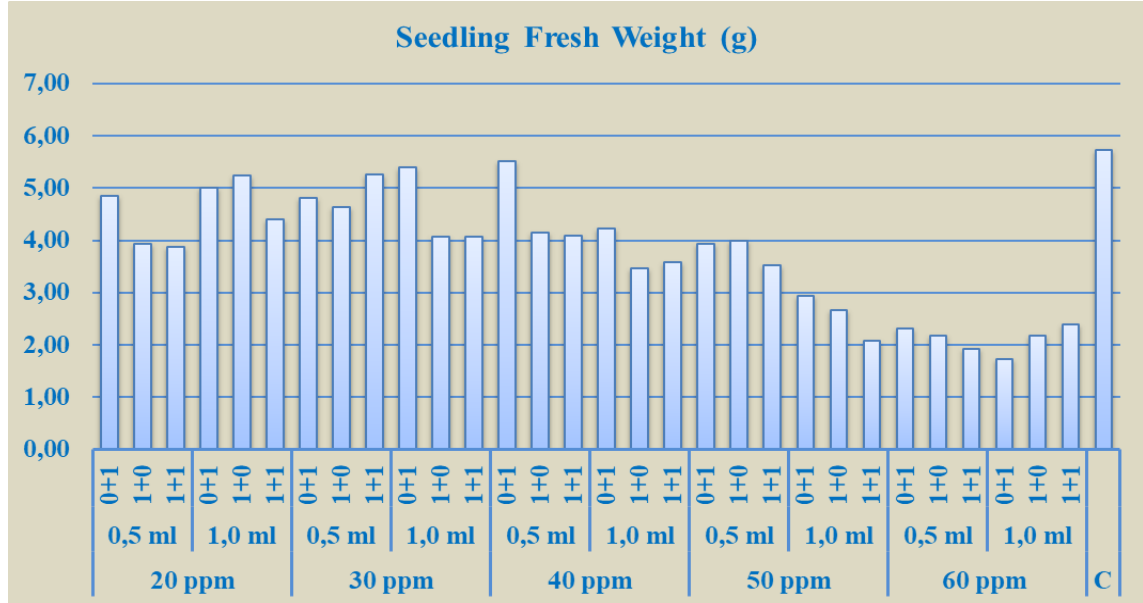
Şekil 4.8. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde fide boyuna etkileri

İlkbahar döneminde uygulanan paklobutrazol dozlarına bağlı olarak fide boyunda meydana gelen değişimler  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Artan paklobutrazol dozları fide boyunda lineer azalışa neden olmuştur. Benzer etki uygulanan paklobutrazol miktarı ve uygulama zamanlarında da görülmüştür. İlkbahar döneminde fide boyu üzerine doz  $\times$  miktar interaksyonu  $P \leq 0,01$  önem düzeyinde etki ederken doz  $\times$  uygulama zamanı ve miktar  $\times$  uygulama zamanı önemli çıkmamıştır. Artan dozlara bağlı olarak fide boyu azalırken doz içinde artan uygulama miktarı ve iki dönem uygulaması da fide boyunu kısaltmıştır. Paklobutrazol dozları uygulama miktarı ve uygulama zamanları ile doz  $\times$  miktar ve doz  $\times$  uygulama zamanı ineraksiyonları Çizelge 4.1 – 4.12’de verilmiştir.

#### 4.5. Fide Yaş Ağırlığı

Çalışmanın Sonbahar döneminde fide yaş ağırlığı 1,72 g (60 ppm 1,0 ml + (0+1)) ile 5,73 g (kontrol) arasında kalmıştır. Sonbahar dönemi ölçümlerinde fide yaş ağırlığı tüm uygulamalarda kontrole göre düşük çıkmıştır. Uygulanan paklobutrazol miktarının artması ile genel olarak fide yaş ağırlığı azalmıştır. Uygulamalar arsında 30 ppm uygulama dozu 20 ppm e göre yüksek olsa da diğer uygulamaların tamamında artan paklobutrazol miktarına bağlı olarak düzenli bir azalış mevcuttur. Dolayısıyla bu durum artan palobutrazol miktarına bağlı olarak fide yaş ağırlığının azaldığı gerçeğini

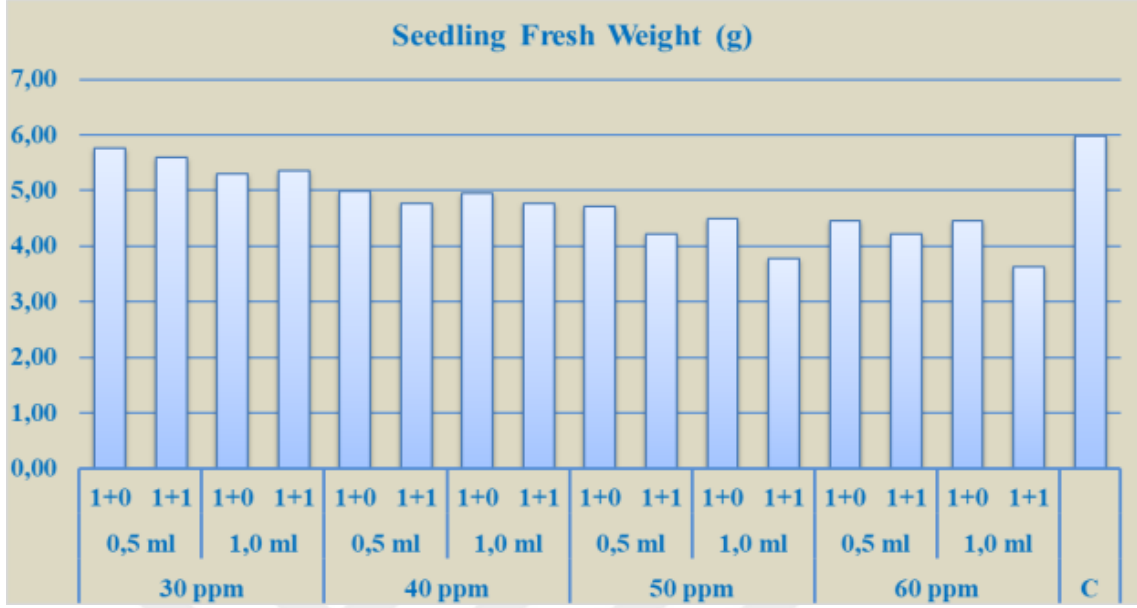
değiştirmemekle birlikte bu etki  $P \leq 0,001$  önem düzeyindedir. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak fide yaş ağırlığında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde fide yaş ağırlığına etkileri

Sonbahar döneminde miktar ve fide yaş ağırlığı arasındaki etkileşime bakacak olursak bitkiye uygulanan paklobutrazol miktarı arttıkça fide yaş ağırlığında azalma meydana gelmiştir. Bu etki istatistiksel olarak  $P \leq 0,001$  önem düzeyindedir. 1,0 ml uygulamasından elde edilen değer 1+0 uygulamasına göre daha düşüktür. Uygulama zamanları incelendiğinde 1+1 uygulamasında fide yaş ağırlığı en düşük değeri bulurken 0+1 uygulamasında en yüksek değeri bulmuştur. Uygulama zamanlarına bağlı olarak fide yaş ağırlığı değişimleri istatistiksel olarak  $P \leq 0,001$  önem düzeyindedir. Doz x miktar ve doz x uygulama zamanı interaksiyonlarının fide yaş ağırlığına etkisi  $P \leq 0,001$  önem düzeyinde bulunurken Miktar x Uygulama Zamanı interaksiyonu önemsiz bulunmuştur.

Çalışmanın İlkbahar döneminde en düşük fide yaş ağırlığı 3,63 g (60 ppm + 1,0 ml + 1+1) ile 5,99 (kontrol) arasında değişmiştir. Uygulanan paklobutrazol dozunun artmasıyla birlikte tüm uygulamalarda fide yaş ağırlığında azalma meydana gelmiştir. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak fide yaş ağırlığında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.10'da verilmiştir.

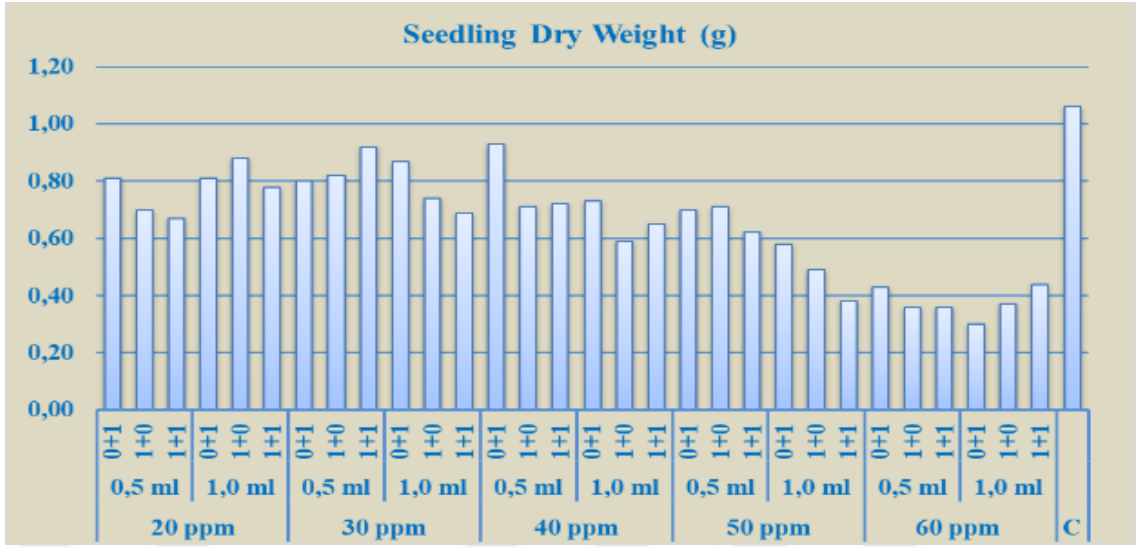


Şekil 4.10. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde fide yaş ağırlığına etkileri

Doz miktar ve doz uygulama zamanı interaksyonu  $P \leq 0,001$  önem düzeyinde bulunmuştur. Miktar x Uygulama Zamanı interaksyonu ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. İlkbahar dönemlerinde uygulama dozu uygulama miktarı ve uygulama zamanına bağlı olarak fide yaş ağırlığındaki değişimler Çizelge 4.1 - 12’de verilmiştir.

#### 4.6. Fide Kuru Ağırlığı

Sonbahar döneminde kontrol bitkilerinde fide kuru ağırlığı 1,06 g bulunmuştur. Uygulamalara bağlı olarak fide kuru ağırlığı 0,30 g (60 ppm + 1,0 ml + (0+1)) ile 0,93 g (40 ppm 0,5 ml + (0+1)) arasında değişmiştir. Bitkiye uygulanan paklobutrazol doz ve miktarı arttıkça fide kuru ağırlığı genelde azalış gösterirken 20 ve 30 ppm dozlarında bu durum çok net ortaya çıkmamaktadır. Uygulamalara bakıldığında paklobutrazolün fide kuru ağırlığının azalmasına neden olduğu görülmektedir. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak fide kuru ağırlığında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.11’de verilmiştir.



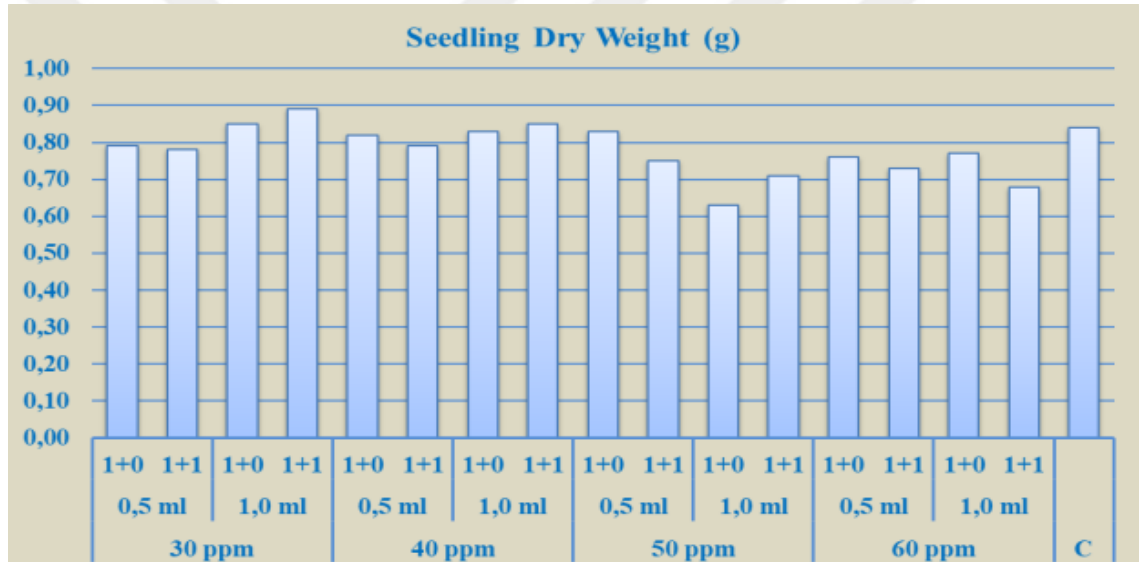
Şekil 4.11. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde fide kuru ağırlığına etkileri

30 ppm dozu fide kuru ağırlığında 20 ppm dozuna göre bir artış gösterse de bu durum artan dozların fide kuru ağırlığında azalışa neden olduğu ve dozlar arasındaki farkın  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmasını etkilememektedir. Fide kuru ağırlığı yüksek paklobutrazol miktarında da benzer şekilde çıkmış ve paklobutrazol miktarları arasında ki fark  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Doz ve miktardaki etkiler uygulama zamanı içinde benzer çıkmıştır. Doz  $\times$  miktar interaksyonu Doz  $\times$  uygulama zamanı interaksyonu ve miktar  $\times$  uygulama zamanı interaksyonu fide kuru ağırlığına etki etmiş ve bu etkiler  $P \leq 0,001$  önem düzeyinde bulunmuştur. Artan doz ve uygulama miktarları fide kuru ağırlığındaki düşüşü artırmıştır. Benzer etki miktar ve uygulama zamanı bakımından da geçerli olup doz  $\times$  uygulama zamanı interaksyonunda farklılıklar ortaya çıkmıştır. 20 ve 50 ppm dozlarında en düşük fide kuru ağırlığı 1+1 uygulamasında elde edilirken 30, 40, 60 ppm dozlarında ise 1+0 uygulaması daha etkili olmuştur.

Çalışmanın İlkbahar döneminde fide kuru ağırlığı 0,63 g ile 0,89 g (30 ppm+ 1,0 ml + 1+1)) arasında değişmiştir. Genel olarak artan paklobutrazol dozu ile birlikte fide kuru ağırlığında azalma meydana gelmiştir, ancak bu azalış uygulamaların kendi arasında düzenli değildir. Bitkiye uygulanan paklobutrazol dozlarına bağlı olarak uygulamalar arasındaki fark  $P \leq 0,001$  önem düzeyinde bulunmuştur. Uygulama miktarlarına bakıldığında artan paklobutrazol miktarıyla birlikte fide kuru ağırlığında azalmalar meydana gelirken 1,0 ml uygulamasındaki azalış 0,5 ml uygulamasından daha fazla

olmuştur. Fakat bu etki önemli bulunmamıştır. Uygulama zamanları içinde benzer etki görülmüştür. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak fide kuru ağırlığında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.12’de verilmiştir.

Doz x miktar interaksyonu fide kuru ağırlığına etki etmiştir ve bu etki  $P \leq 0,001$  önem düzeyinde bulunmuştur. Doz x uygulama zamanı ve miktar x uygulama zamanı interaksyonları ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde uygulama dozu uygulama miktarı ve uygulama zamanına bağlı olarak fide kuru ağırlığındaki değişimler Çizelge 4.1 - 12’de verilmiştir.

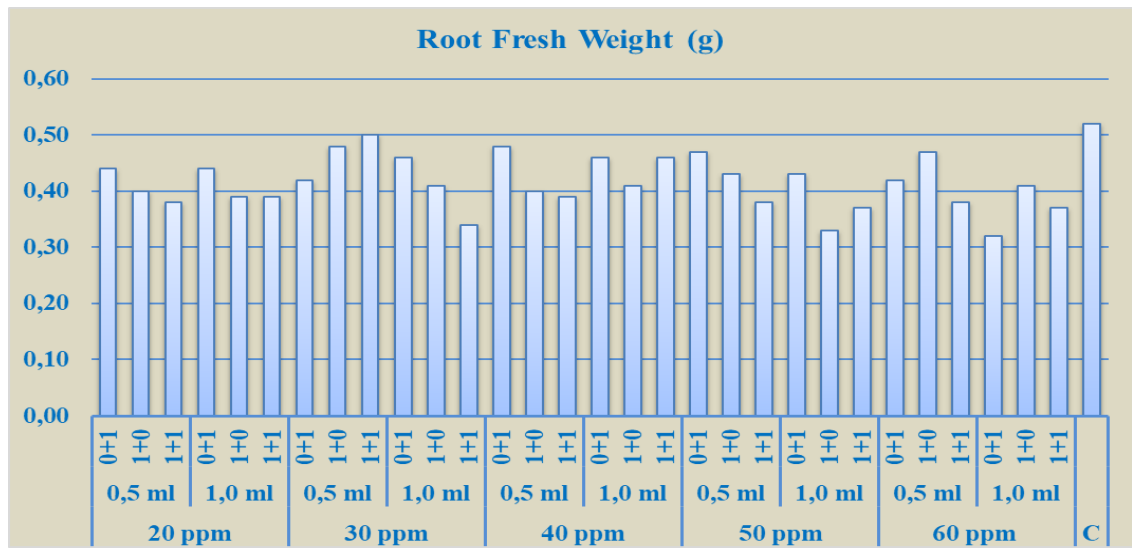


Şekil 4.12. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde fide kuru ağırlığına etkileri

#### 4.7. Kök Yaş Ağırlığı

Sonbahar döneminde paklobutrazol uygulanan bitkilerde kök yaş ağırlığı kontrole göre daha düşük çıkmıştır. Paklobutrazol uygulaması bitkide gövde uzamasını ve bitki boyunu geciktirirken kök gelişmesinde de gecikmeye neden olmuştur. Kontrol bitkilerinde ortalama kök yaş ağırlığı 0,52 g olurken paklobutrazol uygulanan bitkilerde uygulamalara bağlı olarak 0,33 g ( 50 ppm + 1,0 + (1+0)) ile 0,50 g (30 ppm + 0,5 ml +(1+1)) arasında değişmiştir. Sonbahar döneminde paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak kök yaş ağırlığı değişimi Şekil 4.13’te verilmiştir.

Paklobutrazolun doz ve miktarlarındaki artış kök yaş ağırlığında azalmaya neden olmuş ve uygulamalar arasındaki farklılıklar  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Benzer şekilde uygulama zamanında da farklılıklar  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmış, kök ağırlığı Kontrol > 0+1 > 1+1 şeklinde gerçekleşmiştir. Paklobutrazolun uygulama dozu ile uygulama miktarı, uygulama dozu ile uygulama zamanı ve uygulama miktarı ile uygulama zamanı arasındaki etkileşimde önemli çıkmış özellikle yüksek paklobutrazol dozlarında aratan paklobutrazol miktarı kök yaş ağırlığında azalmaya neden olmuştur.

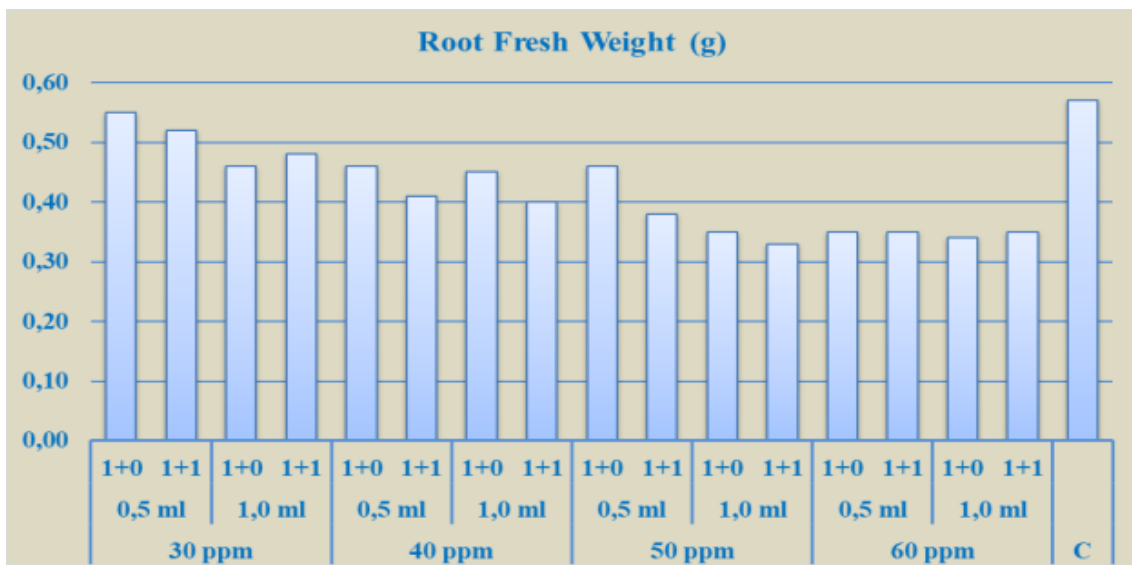


Şekil 4.13. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde kök yaş ağırlığına etkileri

İlkbahar döneminde kök yaş ağırlıkları Sonbahar dönemine göre daha yüksek bulunmuştur. Kontrol bitkilerinin ortalama kök yaş ağırlığı 0,57 g çıkmıştır. Paklobutrazol uygulamalarında ise kök yaş ağırlığı 0,33 g (50 ppm 1,0 + 1+1)) ile 0,55 g (30 ppm + 1,0 ml + (1+0)) arasında değişmiştir. Bitkilere uygulanan paklobutrazol miktarı arttıkça kök ağırlığı azalmıştır. İlkbahar döneminde uygulanan paklobutrazol miktarına bağlı olarak kök yaş ağırlığı değişimi Şekil 4.14'te verilmiştir.

Paklobutrazolun uygulama dozu ve miktarı arttıkça kök yaş ağırlığı azalmış ve uygulamalar arasındaki farklılıklar  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama zamanı bakımından da (1+1) uygulaması kök yaş ağırlığının azalmasına neden olurken 1+0 ve 1+1 uygulamaları arasında önemli bir fark oluşmamıştır. Kök yaş ağırlığı bakımından doz  $\times$  miktar ve doz  $\times$  uygulama zamanı interaksiyonları  $P \leq 0,01$  düzeyinde

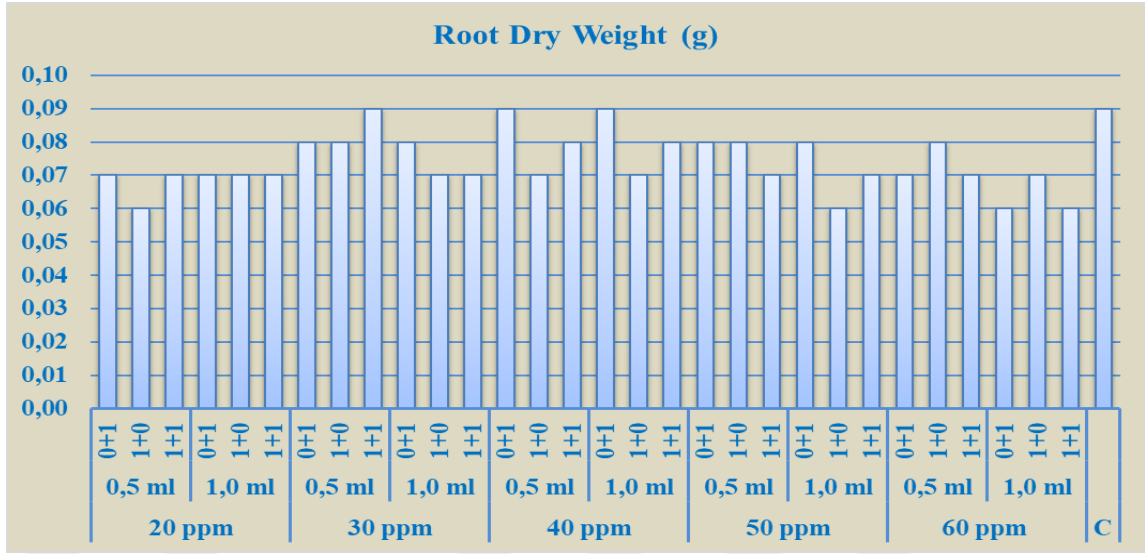
önemli çıkmıştır. Düşük doz ve düşük miktar kök yaş ağırlığında artışa neden olurken artan doz ve miktar azalışa neden olmuştur. Benzer sonuçlar doz × uygulama zamanı içinde geçerlidir. Miktar × uygulama zamanı interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur. Düşük miktar ve tek uygulama kök yaş ağırlığında artışa neden olurken en düşük kök yaş ağırlığı 1,0 ml + 1+1 uygulamasından elde edilmiştir. Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde uygulama dozu uygulama miktarı ve uygulama zamanına bağlı olarak yaprak sayısındaki değişimler Çizelge 4. 10.'da verilmiştir.



Şekil 4.14. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde kök yaş ağırlığına etkileri

#### 4.8. Kök Kuru Ağırlığı

Sonbahar döneminde kontrol bitkilerinde kök kuru ağırlığı 1,06 g bulunmuştur. Uygulamalara bağlı olarak kök kuru ağırlığı 0,06 g (20 ppm + 0,5 ml + (1+0)), 50ppm 1,0 ml + (1+0), 60 ppm 1,0 + (1+0)) ile 1,06 g (kontrol ) arasında değişmiştir. Bitkiye uygulanan paklobutrazol doz ve miktarı arttıkça kök kuru ağırlığı genel olarak artış gösterirken 50 ve 60 ppm dozlarında bu durum çok net ortaya çıkmamaktadır. Uygulamalara bakıldığında paklobutrazolün kök kuru ağırlığının atmasına neden olduğu görülmektedir. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak kök kuru ağırlığında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.15' te verilmiştir.



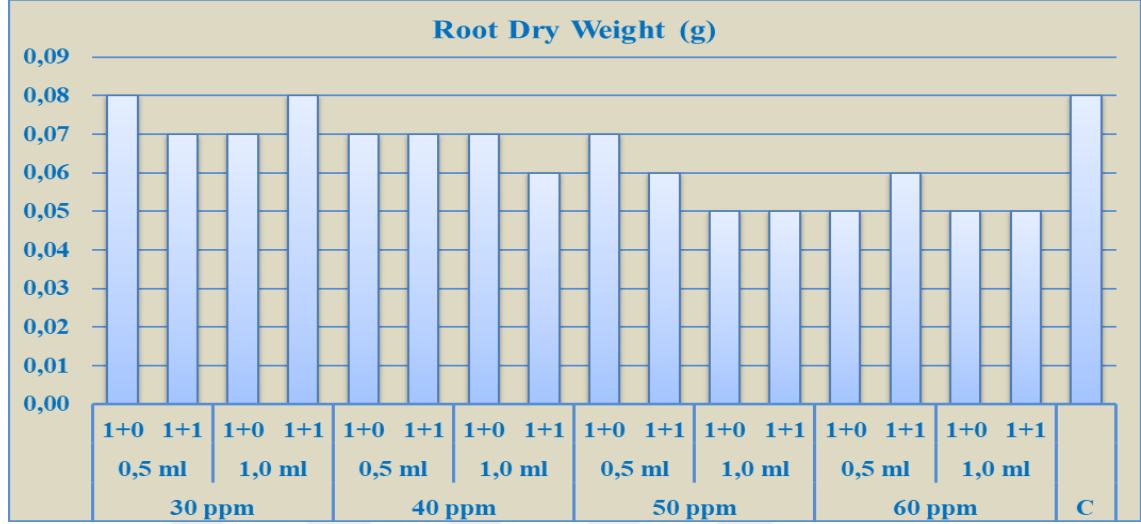
Şekil 4.15. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde kök kuru ağırlığına etkileri

50 ppm ve 60 ppm dozları kök kuru ağırlığında 30 ppm dozuna göre bir düşüş gösterse de bu durum artan paklobutrazol dozlarının kök kuru ağırlığında artışa neden olduğu ve dozlar arasındaki farkın  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmasını etkilememektedir. Doz ve miktardaki etkiler uygulama zamanı içinde benzer çıkmıştır. Doz  $\times$  miktar interaksyonu, doz  $\times$  uygulama zamanı interaksyonu kök kuru ağırlığına etki etmiş ve bu etkiler  $P \leq 0,001$  önem düzeyinde bulunmuştur. Miktar  $\times$  uygulama zamanı interaksyonunun ise kök kuru ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

İlkbahar döneminde kök kuru ağırlığı 0,05 g (40 ppm + 1,0 + (1+1)) ile 0,08 g (kontrol) arasında değişmiştir. Bitkiye uygulanan paklobutrazol dozunun atmasıyla kök kuru ağırlığında artış ve azalışlar olmuştur ve dozlar arasındaki farklılıklar  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulama miktarlarına bakıldığında bitkiye uygulanan paklobutrazol dozunun artmasıyla birlikte kök kuru ağırlığında azalış görülmektedir. Benzer etki uygulama zamanı içinde geçerli olurken bu etki sırasıyla  $P \leq 0,001$ ,  $P \leq 0,5$  düzeyinde önemli çıkmıştır. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak kök kuru ağırlığında meydana gelen değişiklikler Şekil 4.16' te verilmiştir.

Doz  $\times$  miktar interaksyonunun kök kuru ağırlığına etkisine bakıldığında bu interaksyonun kök kuru ağırlığında genel olarak azalış meydana getirdiği görülmektedir. Bu etki  $P \leq 0,5$  önem düzeyinde bulunmuştur. Doz  $\times$  Uygulama Zamanı ve Miktar  $\times$

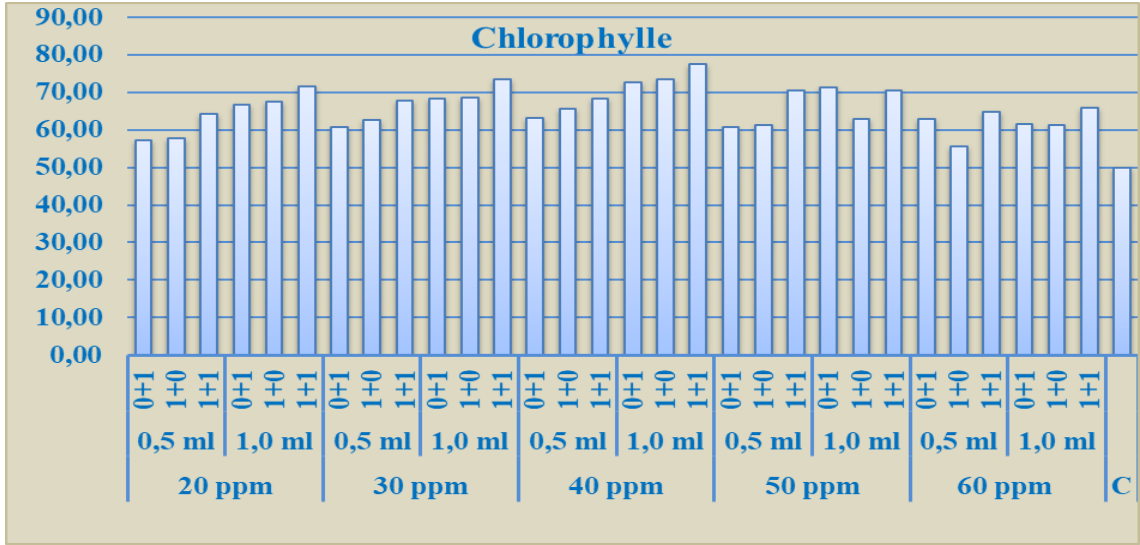
Uygulama Zamanı interaksiyonlarının kök kuru ağırlığına etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.16. Paklobutrazol uygulamalarının İlkbahar döneminde kök kuru ağırlığına etkileri

#### 4.9. Klorofil

Klorofil ölçümlerinde SPAD değeri kullanılmıştır. Paklobutrazol uygulamasının hıyar fidelerinde klorofil birikimine etkisi sadece Sonbahar döneminde ölçülmüştür. Denemede kullanılan bütün uygulamalarda klorofil düzeyi kontrol bitkilerinden daha yüksek çıkmıştır. Kontrol uygulamasında klorofil SPAD değeri 49,83 olurken, paklobutrazol uygulamasında uygulamalara bağlı olarak SPAD değeri 55,50 (60 ppm +0,5 ml +(1+0)) ile 77,57 (40 ppm +1,0 ml + (1+1)) arasında değişmiştir. 40 ppm'e kadar uygulanan paklobutrazol doz ve miktarı arttıkça klorofil miktarı artmış ve lineer bir artış gözlenmiştir. Paklobutrazolün 50 ve 60 ppm dozlarında ise klorofil miktarı kontrol bitkilerine göre daha yüksek olmakla beraber diğer dozlardan daha düşük çıkmıştır. İdeal fide görünüşü ve kalitesinin elde edildiği 30 ve 40 ppm dozlarının 1 ml ve 1+1 uygulamalarında klorofil miktarı da maksimum düzeye ulaşmıştır. Paklobutrazol uygulama dozları, miktarı ve uygulama zamanlarına bağlı olarak klorofil SPAD değeri arasındaki farklar  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulamalara bağlı olarak fideelerde klorofil miktarlarındaki değişimler şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Paklobutrazol uygulamalarının Sonbahar döneminde klorofil içeriğine etkileri

#### 4.10. Paklobutrazol Uygulamaları ile Fide Parametreleri Arasında Korelasyonlar

Paklobutrazolun Sonbahar dönemi uygulamaları ile fide parametreleri arasındaki ilişkiler incelendiğinde uygulamalara bağlı olarak farklı korelasyonlar ortaya çıkmıştır. Uygulanan paklobutrazol dozu arttıkça yaprak sayısı, fide boyu, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığında azalmalar meydana gelmiş ve bu korelasyon  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Artan paklobutrazol dozları, gövde uzunluğu ve kök yaş ağırlığında da azalmaya neden olmuş ancak korelasyon önemsiz çıkmıştır. Doz miktarı arttıkça gövde çapı, klorofil miktarında artışa neden olmuştur ve buradaki korelasyon önemli çıkmıştır. Doz miktarıyla kök kuru ağırlığı arasında pozitif korelasyon olmasına rağmen önemli çıkmamıştır. Paklobutrazol miktarıyla yaprak sayısı, kök yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı arasında negatif bir ilişki bulunmuş ancak önemsiz çıkmıştır. Gövde çapı, gövde uzunluğu, fide boyu, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı ile paklobutrazol miktarı arasında pozitif ancak önemsiz bir korelasyon çıkmıştır. Uygulanan paklobutrazol miktarı ile fidede klorofil miktarı arasında ki korelasyon pozitif bulunmuş ve  $P \leq 0.01$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Uygulama zamanı ile gövde çapı ve klorofil miktarı arasında pozitif bir korelasyon bulunmuştur.

Yaprak sayısı ile gövde uzunluğu, fide boyu, kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı arasındaki korelasyon önemli bulunmuştur. Yaprak sayısı arttıkça klorofil miktarı azalmış ve bu ilişki önemli çıkmıştır.

Gövde çapı ile fide yaş ağırlığı arasında önemli düzeyde negatif korelasyon bulunmuştur.

Gövde uzunluğu ile fide boyu, kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı ve kök kuru ağırlığı arasında önemli düzeyde pozitif korelasyon bulunurken gövde uzunluğu ile klorofil miktarı arasındaki korelasyon negatif ve önemli çıkmıştır. Kök yaş ağırlığı ile kök kuru ağırlığı, fide yaş ağırlığı ve fide kuru ağırlığı parametreleri arasında; fide yaş ağırlığı ile fide kuru ve kök yaş ağırlığı arasında; kök kuru ağırlığı ile fide kuru ağırlığı arasında pozitif korelasyon bulunmuş ve bu ilişki önemli çıkmıştır. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları ve fide parametreleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 4.13'te verilmiştir.

İlkbahar döneminde paklobutrazol uygulamaları ile fide parametreleri arasındaki ve fide parametrelerinin kendi aralarındaki korelasyonlar Sonbahar dönemindeki korelasyonlara benzer sonuçlar vermiştir. Paklobutrazol uygulama dozu ile yaprak sayısı, gövde uzunluğu, fide boyu, kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve fide kuru ağırlığı parametreleri arasında önemli düzeyde negatif bir korelasyon bulunmuştur. Uygulama miktarı ile fide parametreleri arasında önemli bir korelasyon bulunmazken uygulama zamanı ile gövde uzunluğu arasında önemli düzeyde negatif ilişki bulunmuştur.

Yaprak sayısı ile gövde uzunluğu, fide boyu, fide yaş ağırlığı, kök kuru ağırlığı ve fide kuru ağırlığı arasında; gövde uzunluğu ile fide boyu, kök yaş ağırlığı, fide yaş ağırlığı, kök ve fide kuru ağırlıkları arasında; fide boyu ile kök yaş ve kök kuru ağırlığı, fide yaş ve kuru ağırlıkları arasında; kök yaş ağırlığı ile fide yaş ağırlığı, kök yaş ve kuru ağırlığı arasında; fide yaş ağırlığı ile kök yaş ve kuru ağırlıkları arasında ve kök kuru ağırlığı ile fide kuru ağırlığı arasında önemli düzeyde pozitif korelasyonlar olmuştur. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları ve fide parametreleri arasındaki korelasyonlar Çizelge 4.14 'te verilmiştir.

Çizelge 4.1. Sonbahar döneminde paklobutazol dozlarının fide parametrelerine etkisi

| Doz (ppm)      | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yaş Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) | Klorofil |
|----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| 20             | 16,57 b        | 4,54 a        | 3,83            | 3,62 b              | 0,407 c              | 4,55 b                | 0,068 c               | 0,774 b                | 64,22 bc |
| 30             | 14,64 c        | 4,58 a        | 3,85            | 3,43 b              | 0,436 b              | 4,71 b                | 0,077 b               | 0,807 b                | 66,92 b  |
| 40             | 14,51 c        | 4,16 b        | 3,94            | 3,67 b              | 0,434 b              | 4,17 c                | 0,080 b               | 0,723 c                | 70,16 a  |
| 50             | 12,29 d        | 4,07 b        | 3,91            | 3,43 b              | 0,401 c              | 3,19 d                | 0,071 c               | 0,578 d                | 66,23 b  |
| 60             | 12,65 d        | 4,30 ab       | 4,08            | 3,21 c              | 0,394 c              | 2,12 e                | 0,070 c               | 0,376 e                | 61,92 c  |
| Kontrol        | 18,23 a        | 4,57 a        | 4,18            | 4,75 a              | 0,515 a              | 5,73 a                | 0,086 a               | 1,059 a                | 49,83 d  |
| Önem düzeyleri | ***            | ***           | *               | ***                 | ***                  | ***                   | ***                   | ***                    | ***      |

Çizelge 4.2. İlkbahar döneminde paklobutazol dozlarının fide parametrelerine etkisi

| Doz (ppm)      | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yaş Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) |
|----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 30             | 18,87 b        | 4,68 abc      | 4,96 ab         | 3,73 b              | 0,501 b              | 5,51 b                | 0,074 b               | 0,827 a                |
| 40             | 15,58 c        | 4,92 ab       | 4,88 ab         | 3,29 c              | 0,429 c              | 4,87 c                | 0,069 c               | 0,822 a                |
| 50             | 13,23 d        | 4,55 bc       | 4,74 b          | 2,86 d              | 0,380 d              | 4,30 d                | 0,057 d               | 0,732 b                |
| 60             | 11,11 e        | 4,44 c        | 5,18 a          | 2,19 e              | 0,345 e              | 4,19 d                | 0,052 e               | 0,736 b                |
| Kontrol        | 23,85 a        | 5,13 a        | 4,93 ab         | 5,73 a              | 0,568 a              | 5,99 a                | 0,079 a               | 0,840 a                |
| Önem düzeyleri | ***            | *             | **              | ***                 | ***                  | ***                   | ***                   | ***                    |

Çizelge 4.3. Sonbahar döneminde paklobutazol miktarlarının fide parametrelerine etkisi

| Miktar<br>(ml) | Fide Boyu<br>(cm) | Yaprak<br>Sayısı | Gövde<br>Çapı<br>(mm) | Gövde<br>Uzunluğu<br>(cm) | Kök Yaş<br>Ağırlığı<br>(g) | Fide Yaş<br>Ağırlığı<br>(g) | Kök Kuru<br>Ağırlığı<br>(g) | Fide Kuru<br>Ağırlığı<br>(g) | Klorofil |
|----------------|-------------------|------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------|
| 0,5            | 14,44 b           | 4,37             | 3,91                  | 3,56 b                    | 0,429 c                    | 3,94 b                      | 0,075 b                     | 0,683 b                      | 62,90 b  |
| 1,0            | 13,83 b           | 4,29             | 3,93                  | 3,37 b                    | 0,399 b                    | 3,56 c                      | 0,071 b                     | 0,621 c                      | 68,88 a  |
| Kontrol        | 18,23 a           | 4,57             | 4,18                  | 4,75 a                    | 0,515 a                    | 5,73 a                      | 0,086 a                     | 1,059 a                      | 49,83 c  |
| Önem düzeyleri | **                | ö.d.             | ö.d.                  | ***                       | ***                        | ***                         | **                          | ***                          | ***      |

Çizelge 4.4. İlkbahar döneminde paklobutazol miktarlarının fide parametrelerine etkisi

| Miktar<br>(ml) | Fide Boyu<br>(cm) | Yaprak<br>Sayısı | Gövde<br>Çapı<br>(mm) | Gövde<br>Uzunluğu<br>(cm) | Kök Yaş<br>Ağırlığı<br>(g) | Fide Yaş<br>Ağırlığı<br>(g) | Kök Kuru<br>Ağırlığı<br>(g) | Fide Kuru<br>Ağırlığı<br>(g) |
|----------------|-------------------|------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 0,5            | 15,60 b           | 4,61 b           | 4,96                  | 3,20 b                    | 0,434 b                    | 4,84 b                      | 0,066 b                     | 0,783                        |
| 1,0            | 13,79 c           | 4,68 b           | 4,92                  | 2,84 c                    | 0,393 c                    | 4,59 c                      | 0,060 c                     | 0,776                        |
| Kontrol        | 23,85 a           | 5,13 a           | 4,93                  | 5,73 a                    | 0,568 a                    | 5,99 a                      | 0,079 a                     | 0,840                        |
| Önem düzeyleri | ***               | *                | ö.d.                  | ***                       | ***                        | ***                         | ***                         | ö.d.                         |

Çizelge 4.5. Sonbahar döneminde paklobutazol uygulama zamanlarının fide parametrelerine etkisi

| Uygulama Zamanı | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yaş Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) | Klorofil |
|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| <b>0+1</b>      | 14,40 b        | 4,41          | 3,83            | 3,65 b              | 0,435 b              | 4,07 b                | 0,077 c               | 0,697 b                | 64,54 b  |
| <b>1+0</b>      | 14,45 b        | 4,33          | 3,87            | 3,47 bc             | 0,412 c              | 3,65 c                | 0,072 bc              | 0,637 c                | 63,64 b  |
| <b>1+1</b>      | 13,54 c        | 4,25          | 4,07            | 3,29 c              | 0,396 c              | 3,52 c                | 0,071 b               | 0,622 c                | 69,49 a  |
| <b>Kontrol</b>  | 18,23 a        | 4,57          | 4,18            | 4,75 a              | 0,515 a              | 5,73 a                | 0,086 a               | 1,059 a                | 49,83 c  |
| Önem düzeyleri  | ***            | ö.d.          | **              | ***                 | ***                  | ***                   | ***                   | ***                    | ***      |

Çizelge 4.6. İlkbahar döneminde paklobutazol uygulama zamanlarının fide parametrelerine etkisi

| Uygulama Zamanı | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yaş Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) |
|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| <b>1+0</b>      | 15,22 b        | 4,82 ab       | 4,88            | 3,12 b              | 0,425 b              | 4,89 c                | 0,064 b               | 0,786                  |
| <b>1+1</b>      | 14,17 c        | 4,48 b        | 5,00            | 2,91 b              | 0,402 b              | 4,54 c                | 0,062 b               | 0,772                  |
| <b>Kontrol</b>  | 23,85 a        | 5,13 a        | 4,93            | 5,73 a              | 0,568 a              | 5,99 a                | 0,079 a               | 0,840                  |
| Önem düzeyleri  | ***            | **            | ö.d.            | **                  | **                   | ***                   | *                     | ö.d.                   |

Çizelge 4.7. Sonbahar döneminde paklobutrazolun doz x miktar interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi

| Doz (ppm)      | Miktar (ml) | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yağ Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) | Klorofil |
|----------------|-------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| 20             | 0,5         | 17,07          | 4,57          | 3,83            | 3,71                | 0,408                | 4,23                  | 0,067                 | 0,726                  | 59,83    |
|                | 1,0         | 16,08          | 4,51          | 3,82            | 3,53                | 0,406                | 4,88                  | 0,068                 | 0,822                  | 68,67    |
| 30             | 0,5         | 15,06          | 4,64          | 3,83            | 3,56                | 0,466                | 4,90                  | 0,082                 | 0,846                  | 63,70    |
|                | 1,0         | 14,23          | 4,51          | 3,86            | 3,31                | 0,406                | 4,52                  | 0,073                 | 0,769                  | 70,13    |
| 40             | 0,5         | 14,52          | 4,20          | 4,01            | 3,69                | 0,424                | 4,59                  | 0,078                 | 0,788                  | 65,74    |
|                | 1,0         | 14,51          | 4,12          | 3,87            | 3,60                | 0,443                | 3,75                  | 0,082                 | 0,659                  | 74,58    |
| 50             | 0,5         | 12,50          | 4,11          | 3,94            | 3,40                | 0,427                | 3,82                  | 0,075                 | 0,674                  | 64,19    |
|                | 1,0         | 12,07          | 4,03          | 3,88            | 3,46                | 0,374                | 2,56                  | 0,067                 | 0,482                  | 68,27    |
| 60             | 0,5         | 13,04          | 4,33          | 3,95            | 3,45                | 0,421                | 2,14                  | 0,073                 | 0,381                  | 61,01    |
|                | 1,0         | 12,26          | 4,27          | 4,21            | 2,96                | 0,368                | 2,10                  | 0,066                 | 0,371                  | 62,82    |
| Kontrol        |             | 18,23          | 4,57          | 4,18            | 4,75                | 0,515                | 5,73                  | 0,086                 | 1,059                  | 49,83    |
| Önem düzeyleri |             | ö.d.           | ö.d.          | ö.d.            | *                   | ***                  | ***                   | ***                   | ***                    | **       |

Çizelge 4.8. İlkbahar döneminde paklobutrazolun doz x miktar interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi

| Doz (ppm)      | Miktar (ml) | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yağ Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) |
|----------------|-------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 30             | 0,5         | 19,76          | 4,63          | 4,93            | 3,95                | 0,533                | 5,68                  | 0,074                 | 0,785                  |
|                | 1,0         | 17,97          | 4,73          | 4,98            | 3,50                | 0,470                | 5,34                  | 0,074                 | 0,869                  |
| 40             | 0,5         | 15,68          | 4,93          | 4,90            | 3,37                | 0,434                | 4,88                  | 0,073                 | 0,808                  |
|                | 1,0         | 15,48          | 4,90          | 4,85            | 3,22                | 0,424                | 4,86                  | 0,064                 | 0,837                  |
| 50             | 0,5         | 14,86          | 4,57          | 4,67            | 3,03                | 0,421                | 4,47                  | 0,062                 | 0,792                  |
|                | 1,0         | 11,60          | 4,53          | 4,82            | 2,68                | 0,338                | 4,13                  | 0,052                 | 0,673                  |
| 60             | 0,5         | 12,09          | 4,32          | 5,33            | 2,43                | 0,350                | 4,34                  | 0,055                 | 0,747                  |
|                | 1,0         | 10,13          | 4,57          | 5,03            | 1,94                | 0,341                | 4,04                  | 0,050                 | 0,725                  |
| Kontrol        |             | 23,85          | 5,13          | 4,93            | 5,73                | 0,568                | 5,99                  | 0,079                 | 0,840                  |
| Önem düzeyleri |             | **             | ö.d.          | *               | ö.d.                | **                   | ö.d.                  | *                     | ***                    |

Çizelge 4.9. Sonbahar döneminde paklobutrazolun doz x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi

| Doz (ppm)      | Uygulama Zamanı | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm)   | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yağ Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) | Klorofil |
|----------------|-----------------|----------------|---------------|-------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| 20             | 0+1             | 17,42          | 4,65          | 3,75              | 3,74                | 0,439                | 4,93                  | 0,072                 | 0,813                  | 62,03    |
|                | 1+0             | 16,68          | 4,37          | 3,65              | 3,63                | 0,393                | 4,59                  | 0,065                 | 0,787                  | 62,63    |
|                | 1+1             | 15,62          | 4,60          | 4,08              | 3,50                | 0,388                | 4,14                  | 0,066                 | 0,722                  | 68,00    |
| 30             | 0+1             | 14,92          | 4,72          | 3,87              | 3,68                | 0,443                | 5,12                  | 0,079                 | 0,837                  | 64,48    |
|                | 1+0             | 14,99          | 4,57          | 3,73              | 3,33                | 0,444                | 4,36                  | 0,077                 | 0,781                  | 65,62    |
|                | 1+1             | 14,03          | 4,45          | 3,94              | 3,30                | 0,420                | 4,67                  | 0,076                 | 0,805                  | 70,65    |
| 40             | 0+1             | 15,32          | 4,45          | 3,93              | 3,98                | 0,472                | 4,87                  | 0,088                 | 0,830                  | 67,92    |
|                | 1+0             | 14,12          | 4,03          | 3,88              | 3,57                | 0,404                | 3,81                  | 0,073                 | 0,653                  | 69,57    |
|                | 1+1             | 14,10          | 4,00          | 4,01              | 3,40                | 0,425                | 3,84                  | 0,080                 | 0,686                  | 73,00    |
| 50             | 0+1             | 11,72          | 3,93          | 3,71              | 3,52                | 0,449                | 3,43                  | 0,079                 | 0,637                  | 66,13    |
|                | 1+0             | 13,63          | 4,30          | 3,84 <sup>a</sup> | 3,57                | 0,380                | 3,33                  | 0,068                 | 0,598                  | 62,03    |
|                | 1+1             | 11,50          | 3,98          | 4,17              | 3,22                | 0,372                | 2,80                  | 0,067                 | 0,501                  | 70,52    |
| 60             | 0+1             | 12,60          | 4,32          | 3,90              | 3,34                | 0,368                | 2,02                  | 0,066                 | 0,366                  | 62,13    |
|                | 1+0             | 12,90          | 4,37          | 4,23              | 3,26                | 0,442                | 2,18                  | 0,078                 | 0,364                  | 58,33    |
|                | 1+1             | 12,44          | 4,22          | 4,13              | 3,03                | 0,373                | 2,17                  | 0,065                 | 0,398                  | 65,28    |
| <b>Kontrol</b> |                 | 18,23          | 4,57          | 4,18              | 4,75                | 0,515                | 5,73                  | 0,086.                | 1,059                  | 49,83    |
| Önem düzeyleri |                 | **             | *             | ö.d.              | ö.d.                | ***                  | ***                   | ***                   | ***                    | ö.d.     |

Çizelge 4.10. İlkbahar döneminde paklobutrazolun doz x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi

| Doz (ppm)      | Uygulama Zamanı | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yağ Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) |
|----------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| 30             | 1+0             | 18,95          | 4,70          | 4,87            | 3,93                | 0,502                | 5,54                  | 0,074                 | 0,821                  |
|                | 1+1             | 18,78          | 4,67          | 5,05            | 3,52                | 0,501                | 5,47                  | 0,074                 | 0,833                  |
| 40             | 1+0             | 16,30          | 5,00          | 4,83            | 3,43                | 0,456                | 4,97                  | 0,072                 | 0,824                  |
|                | 1+1             | 14,86          | 4,83          | 4,92            | 3,15                | 0,402                | 4,77                  | 0,066                 | 0,821                  |
| 50             | 1+0             | 13,72          | 4,77          | 4,88            | 2,85                | 0,403                | 4,61                  | 0,059                 | 0,734                  |
|                | 1+1             | 12,74          | 4,33          | 4,60            | 2,86                | 0,356                | 4,00                  | 0,055                 | 0,731                  |
| 60             | 1+0             | 11,92          | 4,80          | 4,95            | 2,26                | 0,341                | 4,45                  | 0,052                 | 0,766                  |
|                | 1+1             | 10,29          | 4,08          | 5,42            | 2,12                | 0,350                | 3,93                  | 0,053                 | 0,705                  |
| Kontrol        |                 | 23,85          | 5,13          | 4,93            | 5,73                | 0,568                | 5,99                  | 0,079                 | 0,840                  |
| Önem düzeyleri |                 | ö.d.           | ö.d.          | ö.d.            | ö.d.                | **                   | **                    | ö.d.                  | ö.d.                   |

Çizelge 4.11. Sonbahar döneminde paklobutrazolun miktar x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi

| Miktar (ml)    | Uygulama Zamanı | Fide Boyu (cm) | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı (mm) | Gövde Uzunluğu (cm) | Kök Yaş Ağırlığı (g) | Fide Yağ Ağırlığı (g) | Kök Kuru Ağırlığı (g) | Fide Kuru Ağırlığı (g) | Klorofil |
|----------------|-----------------|----------------|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|----------|
| 0,5            | 0+1             | 14,15          | 4,46          | 3,80            | 3,71                | 0,446                | 4,29                  | 0,078                 | 0,733                  | 60,97    |
|                | 1+0             | 14,72          | 4,37          | 3,86            | 3,58                | 0,436                | 3,78                  | 0,075                 | 0,658                  | 60,55    |
|                | 1+1             | 14,45          | 4,29          | 4,08            | 3,41                | 0,405                | 3,74                  | 0,073                 | 0,657                  | 67,17    |
| 1,0            | 0+1             | 14,64          | 4,37          | 3,87            | 3,59                | 0,423                | 3,86                  | 0,076                 | 0,660                  | 68,11    |
|                | 1+0             | 14,21          | 4,29          | 3,87            | 3,36                | 0,389                | 3,52                  | 0,069                 | 0,615                  | 66,72    |
|                | 1+1             | 12,62          | 4,21          | 4,05            | 3,17                | 0,387                | 3,31                  | 0,069                 | 0,587                  | 71,81    |
| Kontrol        |                 | 18,23          | 4,57          | 4,18            | 4,75                | 0,515                | 5,73                  | 0,086                 | 1,059                  | 49,83    |
| Önem düzeyleri |                 | ***            | ö.d.          | ö.d.            | ö.d.                | *                    | ö.d.                  | ö.d.                  | ***                    | ö.d.     |

Çizelge 4.12. İlkbahar döneminde paklobutrazolun miktar x uygulama zamanı interaksiyonunun fide parametrelerine etkisi

| Miktar<br>(ml) | Uygulama<br>Zamanı | Fide Boyu<br>(cm) | Yaprak<br>Sayısı | Gövde Çapı<br>(mm) | Gövde<br>Uzunluğu<br>(cm) | Kök Yaş<br>Ağırlığı<br>(g) | Fide Yağ<br>Ağırlığı<br>(g) | Kök Kuru<br>Ağırlığı<br>(g) | Fide Kuru<br>Ağırlığı<br>(g) |
|----------------|--------------------|-------------------|------------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| <b>0,5</b>     | <b>1+0</b>         | 16,17             | 4,65             | 4,85               | 3,33                      | 0,452                      | 4,98                        | 0,068                       | 0,803                        |
|                | <b>1+1</b>         | 15,03             | 4,58             | 5,07               | 3,06                      | 0,417                      | 4,70                        | 0,064                       | 0,763                        |
| <b>1,0</b>     | <b>1+0</b>         | 14,28             | 4,98             | 4,92               | 2,90                      | 0,399                      | 4,80                        | 0,060                       | 0,769                        |
|                | <b>1+1</b>         | 13,31             | 4,38             | 4,93               | 2,77                      | 0,388                      | 4,38                        | 0,060                       | 0,782                        |
| <b>Kontrol</b> |                    | 23,85             | 5,13             | 4,93               | 5,73                      | 0,568                      | 5,99                        | 0,079                       | 0,840                        |
| Önem düzeyleri |                    | ö.d.              | ö.d.             | ö.d.               | ö.d.                      | ö.d.                       | ö.d.                        | ö.d.                        | ö.d.                         |

Çizelge 4.13. Sonbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları ve fide parametreleri arasındaki korelasyonlar ve önem düzeyleri

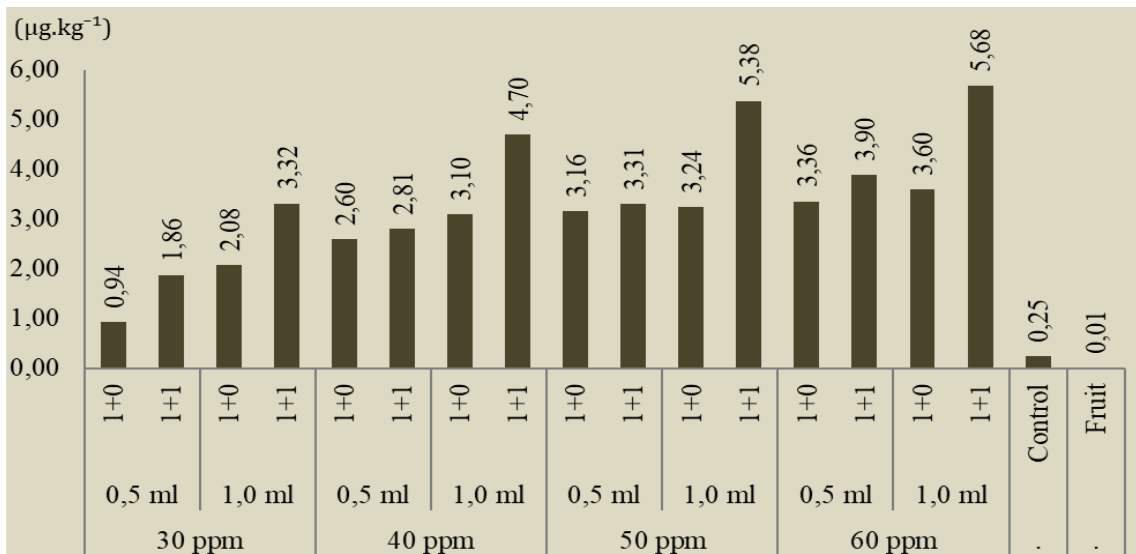
|                    | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı | Gövde Uzunluğu | Fide Boyu | Kök Yaş Ağırlığı | Fide Yaş Ağırlığı | Kök Kuru Ağırlığı | Fide Kuru Ağırlığı | Klorofil |
|--------------------|---------------|------------|----------------|-----------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------|----------|
| Doz                | -0,322**      | 0,286**    | -0,065         | -0,520**  | -0,029           | -0,608**          | 0,048             | -0,556**           | 0,198*   |
| Miktar             | -0,045        | 0,093      | 0,060          | 0,039     | -0,086           | 0,004             | -0,063            | 0,037              | 0,355**  |
| Uygulama Zamanı    | -0,123        | 0,327**    | -0,103         | -0,011    | -0,138           | -0,052            | -0,139            | 0,008              | 0,207*   |
| Yaprak Sayısı      |               | 0,031      | 0,252*         | 0,453**   | 0,222*           | 0,389**           | 0,203             | 0,345**            | -0,253** |
| Gövde Çapı         |               |            | -0,115         | -0,088    | -0,106           | -0,220*           | -0,008            | -0,193             | -0,041   |
| Gövde Uzunluğu     |               |            |                | 0,581**   | 0,454**          | 0,506**           | 0,416**           | 0,515**            | -0,293** |
| Fide Boyu          |               |            |                |           | 0,299**          | 0,648**           | 0,214*            | 0,638**            | -0,141   |
| Kök Yaş Ağırlığı   |               |            |                |           |                  | 0,541**           | 0,853**           | 0,546**            | -0,149   |
| Fide Yaş Ağırlığı  |               |            |                |           |                  |                   | 0,450**           | 0,982**            | -0,047   |
| Kök Kuru Ağırlığı  |               |            |                |           |                  |                   |                   | 0,462**            | 0,003    |
| Fide Kuru Ağırlığı |               |            |                |           |                  |                   |                   |                    | -0,040   |

Çizelge 4.14. İlkbahar dönemi paklobutrazol uygulamaları ve fide parametreleri arasındaki korelasyonlar ve önem düzeyleri

| UYGULAMALAR       | Yaprak Sayısı | Gövde Çapı | Gövde Uzunluğu | Fide Boyu | Kök_Yaş_ Ağırlığı | Fide_Yaş_ Ağırlığı | Kök_Kuru Ağırlığı | Fide_Kuru Ağırlığı |
|-------------------|---------------|------------|----------------|-----------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| Doz               | -0,345*       | 0,122      | -0,931**       | -0,918**  | -0,848**          | -0,850**           | -0,794**          | -0,506**           |
| Miktar            | 0,199         | -0,043     | 0,261          | 0,147     | 0,068             | 0,119              | -0,021            | 0,074              |
| Uygulama Zamanı   | -0,137        | 0,122      | -0,328*        | -0,224    | 0,156             | 0,059              | 0,112             | 0,040              |
| Yaprak Sayısı     |               | -0,024     | 0,296*         | 0,340*    | 0,272             | 0,329*             | 0,308*            | 0,353*             |
| Gövde Çapı        |               |            | -0,156         | -0,089    | -0,114            | -0,060             | -0,104            | -0,239             |
| Gövde Uzunluğu    |               |            |                | 0,886**   | 0,844**           | 0,821**            | 0,788**           | 0,470**            |
| Fide Boyu         |               |            |                |           | 0,900**           | 0,911**            | 0,831**           | 0,584**            |
| Kök_Yaş Ağırlığı  |               |            |                |           |                   | 0,844**            | 0,875**           | 0,547**            |
| Fide_Yaş Ağırlığı |               |            |                |           |                   |                    | 0,809**           | 0,536**            |
| Kök_Kuru Ağırlığı |               |            |                |           |                   |                    |                   | 0,600**            |

#### 4.11. Fide ve Hıyar Meyvelerinde Paklobutrazol Kalıntı Düzeyleri

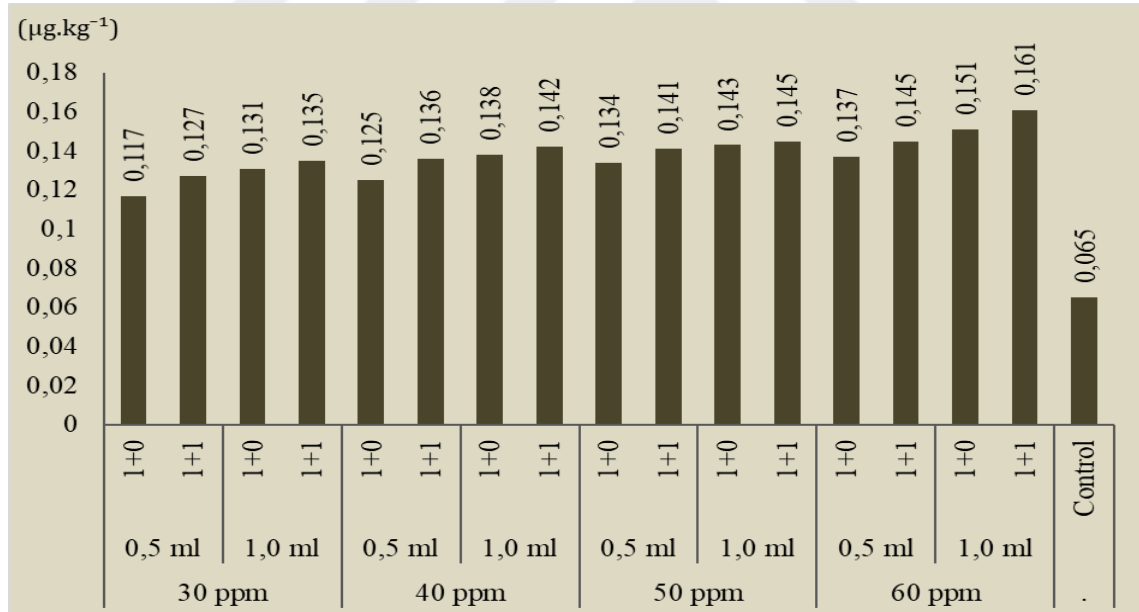
İlkbahar döneminde yürütülen çalışmada fide örneklerinde paklobutrazol kalıntı miktarı incelenmiş ve kontrol bitkilerinde  $0,25 \mu\text{g.kg}^{-1}$  paklobutrazol kalıntısı tespit edilirken, paklobutrazol uygulanan fidelerde uygulamalara bağlı olarak  $0,94$  ile  $5,68 \mu\text{g.kg}^{-1}$  arasında değişmiştir. Fidelere uygulanan doz ve miktar arttıkça kalıntı miktarı da artmıştır. Kalıntı düzeyine birinci derecede uygulama zamanı etkili olmuş ve paklobutrazolün çift uygulaması (1+1) tek uygulamaya göre oldukça yüksek kalıntıya neden olmuştur. Doz ve miktarın kalıntıya etkisi önemli çıkmakla beraber uygulama zamanına göre etkisi daha düşük bulunmuştur. Çok düşük düzeyde de olsa kontrol bitkilerinde kalıntıya rastlanması, uygulamalar sırasında ve uygulama sonrası fide sulamalarında bulaşmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Dikimden sonra fide uygulaması için en ideal doz olarak belirlenen  $30 \text{ ppm} + 0,5 \text{ ml} + (1+1)$  uygulamasından elde edilen bitkilerin ilk meyvelerinde kalıntı düzeyi incelenmiş ve meyvede kalıntı miktarı  $0,013 \mu\text{g.kg}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. Avrupa Birliğinin 2019/89 numaralı komisyon raporunda hıyar meyvelerinde paklobutrazol üst sınırı  $0,01 \text{ mg.kg}^{-1}$  olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2019g). Denemede hıyar meyvelerinde ölçülen kalıntı miktarı Avrupa Birliğinin belirlediği üst limitin çok altında (yaklaşık binde biri kadar) çıkmıştır. Uygulamalara bağlı olarak paklobutrazol kalıntı düzeyleri Şekil 4.20’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Uygulamalara göre fide ve meyvelerde paklobutrazol kalıntı düzeyleri

#### 4.12. Fidelerde Absisik Asit Birikimi

İlkbahar döneminde yürütülen çalışmada fidelerde absisik asit ölçümleri yapılmış ve absisik asit miktarının paklobutrazol uygulamasına bağlı olarak artış gösterdiği belirlenmiştir. Kontrol bitkilerinde absisik asit miktarı 0,065  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  olurken, paklobutrazol uygulanan fidelerde absisik asit miktarı uygulamalara bağlı olarak 0,117  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  ile 0,161  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  arasında değişmiştir. Fidelere uygulanan paklobutrazol doz ve miktarı arttıkça absisik asit birikimi de artmıştır. Maksimum absisik asit miktarı maksimum paklobutrazol uygulamasında ölçülmüştür. Kontrol bitkilerindeki absisik asit sentezinin fide yetiştirme döneminde zaman zaman yükselen sera sıcaklığının oluşturduğu stresten kaynaklandığı düşünülmektedir. Uygulamalara bağlı olarak absisik asit düzeyleri Şekil 4.21’de verilmiştir.

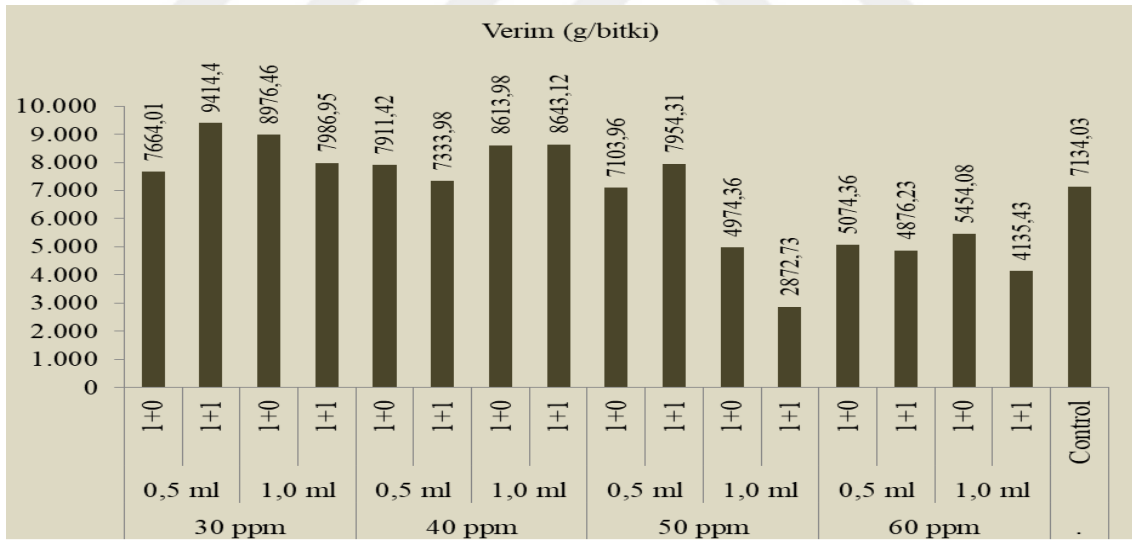


Şekil 4.19. Fidelerde absisik asitin uygulamalara bağlı olarak değişimi

#### 4.13. Paklobutrazol Uygulamalarının Verim Parametrelerine Etkisi

Verim denemesi İlkbahar döneminde yürütülmüştür. Hıyar fidelerinin yetiştiriciliğinde paklobutrazol kullanılması uygulamalara göre değişmekle beraber olumlu etki yapmıştır. Kontrol uygulamasında bitki başına verim 7134,03 gram olurken, paklobutrazol

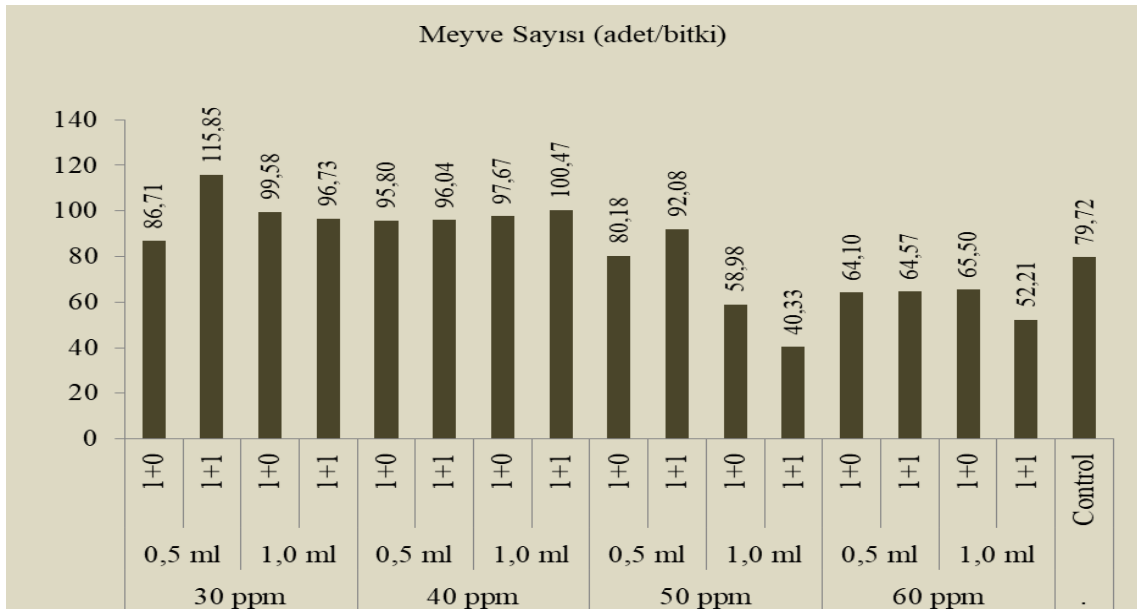
uygulamalarında verim 2872,73 g ile 9414,40 g arasında değişmiştir. En yüksek verim 30 ppm + 0,5ml + (1+1) uygulamasından elde edilmiştir. Paklobutrazolun 30 ve 40 ppm uygulamaları kontrol bitkilerinden daha yüksek verim verirken 50 ppm ve özellikle 60 ppm dozlarında verim kontrolden daha düşük çıkmıştır. Paklobutrazol uygulamalarına bağlı olarak meyve veriminde meydana gelen değişimler Şekil 4.22’de verilmiştir. Paklobutrazol uygulama dozlarına bağlı olarak verimde meydana gelen farklılıklar  $P \leq 0,001$  düzeyinde önemli çıkmıştır. 30 ve 40 ppm dozları en yüksek verimi verirken bu iki doz arasında fark önemsiz çıkmıştır. Fidelere uygulanan paklobutrazol miktarı attıkça verimde düzenli bir artışa neden olmamıştır, yüksek miktarda verim düşmüştür. Uygulamalar arasındaki fark  $P \leq 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama zamanlarının tek başına etkisi önemsiz çıkmış, kontrol bitkilerinde verim daha yüksek bulunmuştur. Verim denemesinde doz x miktar interaksyonu  $P \leq 0,001$  ve miktar x uygulama zamanı interaksyonu  $P \leq 0,01$  düzeyinde önemli çıkarken, doz x uygulama zamanı interaksyonu önemsiz bulunmuştur.



Şekil. 4.20. Paklobutrazol uygulamalarının meyve ağırlığına etkisi

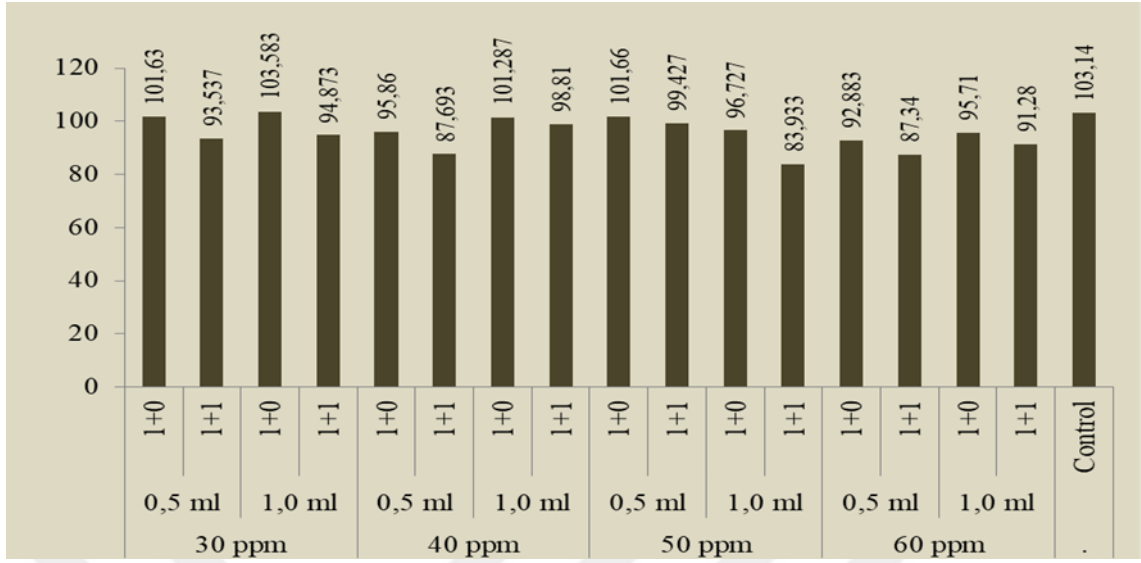
Meyve ağırlığında olduğu gibi meyve sayısında da uygulamalara göre farklılıklar oluşmuştur. Kontrol bitkilerinde meyve sayısı 79,72 olurken, paklobutrazol uygulamalarında meyve sayısı 40,33 - 115,85 adet/bitki arasında değişmiştir. Özellikle 30 ve 40 ppm uygulamaları meyve sayısında artış sağlamış, yüksek dozlarda meyve sayısı

düşmüştür. En yüksek meyve sayısı 30 ppm + 0,5 ml + (1+1) uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamalara bağlı olarak meyve sayıları Şekil 4.19'da verilmiştir. Meyve sayısı bakımından paklobutrazol dozları arasında önemli farklılıklar oluşmuştur ( $P \leq 0,001$ ). En yüksek meyve sayısı 30 ve 40 ppm dozlarından elde edilirken 50 ve 60 ppm dozlarında meyve sayısı kontrolden düşük çıkmıştır. Paklobutrazolun düşük miktarı daha etkili olurken ( $P \leq 0,001$ ), uygulama zamanının meyve sayısına etkisi önemli çıkmamıştır. Denemede meyve sayısı bakımından doz x miktar ve miktar x uygulama zamanı interaksiyonları önemli çıkarken, doz x uygulama zamanı önemli bulunmamıştır.



Şekil 4.21. Paklobutrazol uygulamalarının meyve sayısına etkisi

Paklobutrazolun ortalama meyve ağırlığına etkisi meyve verimi ve meyve sayısı kadar etkili olmamıştır. En yüksek ortalama meyve ağırlığı 30 ppm + 1,0 ml + (1+0) uygulamasından elde edilirken (103,58 g) bunu 103,14 g ile kontrol uygulaması izlemiştir. Meyve ağırlığı bakımından uygulamalar arasında belirgin farklılıklar görülmemiştir. Uygulamalara bağlı olarak meyve ağırlıkları Şekil 4.20'de verilmiştir.



Şekil 4.22. Paklobutrazol uygulamalarının meyve verimine etkisi

Paklobutrazolun uygulama dozu, uygulama miktarı ve uygulama zamanının meyve ağırlığına etkisi önemli çıkmamıştır. Denemede meyve ağırlığı üzerine doz x miktar interaksyonu önemli etki yaparken ( $P \leq 0,05$ ), doz x uygulama zamanı ve miktar x uygulama zamanı önemli çıkmamıştır. Ortalama meyve sayısı üzerine paklobutrazol dozları, miktar ve uygulama zamanları ile uygulamaların interaksyonları Çizelge 15-20’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Paklobutrazol dozlarının hıyarda verim parametrelerine etkisi

| Doz (ppm)      | Verim (g/bitki) | Meyve Sayısı (adet/bitki) | Meyve Ağırlığı (g) |
|----------------|-----------------|---------------------------|--------------------|
| 30             | 8510,45 a       | 99,72 a                   | 98,41 ab           |
| 40             | 8125,63 a       | 97,49 a                   | 95,91 bc           |
| 50             | 5726,34 c       | 67,89 c                   | 95,44 bc           |
| 60             | 4885,02 d       | 61,60 c                   | 91,80 c            |
| Kontrol        | 7134,03 b       | 79,72 b                   | 103,14 a           |
| Önem düzeyleri | ***             | ***                       | **                 |

Çizelge 4.16. Paklobutazol miktarlarının fide parametrelerine etkisi

| Miktar<br>(ml) | Verim<br>(g/bitki) | Meyve Sayısı<br>(adet/bitki) | Meyve Ağırlığı<br>(g) |
|----------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|
| 0,5            | 7160,07 a          | 85,48 a                      | 96,63                 |
| 1,0            | 6592,52 b          | 77,09 b                      | 97,25                 |
| Kontrol        | 7134,03 a          | 79,72 b                      | 103,14                |
| Önem düzeyleri | *                  | **                           | ö.d.                  |

Çizelge 4.17. Paklobutazol uygulama zamanlarının hıyarda verim parametrelerine etkisi

| Uygulama<br>Zamanı | Verim<br>(g/bitki) | Meyve Sayısı<br>(adet/bitki) | Meyve Ağırlığı<br>(g) |
|--------------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1+0                | 7004,10            | 80,80                        | 99,56                 |
| 1+1                | 6748,52            | 81,77                        | 94,32                 |
| Kontrol            | 7134,03            | 79,72                        | 103,14                |
| Önem düzeyleri     | ö.d.               | ö.d.                         | **                    |

Çizelge 4.19. Doz x miktar interaksiyonunun hıyarda verim parametrelerine etkisi

| Doz<br>(ppm)   | Miktar<br>(ml) | Verim<br>(g/bitki) | Meyve Sayısı<br>(adet/bitki) | Meyve Ağırlığı<br>(g) |
|----------------|----------------|--------------------|------------------------------|-----------------------|
| 30             | 0,5            | 8539,21            | 101,28                       | 97,58                 |
|                | 1,0            | 8481,70            | 98,15                        | 99,23                 |
| 40             | 0,5            | 7622,70            | 95,92                        | 91,78                 |
|                | 1,0            | 8628,55            | 99,07                        | 100,05                |
| 50             | 0,5            | 7529,14            | 86,13                        | 100,54                |
|                | 1,0            | 3923,54            | 49,65                        | 90,33                 |
| 60             | 0,5            | 4975,29            | 64,34                        | 90,11                 |
|                | 1,0            | 4794,76            | 58,86                        | 93,50                 |
| Önem düzeyleri |                | ***                | ***                          | *                     |

Çizelge 4.19. Doz x uygulama zamanı interaksyonunun verim parametrelerine etkisi

| <b>Doz<br/>(ppm)</b> | <b>Uygulama<br/>Zamanı</b> | <b>Verim<br/>(g/bitki)</b> | <b>Meyve Sayısı<br/>(adet/bitki)</b> | <b>Meyve Ağırlığı<br/>(g)</b> |
|----------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| <b>30</b>            | <b>1+0</b>                 | 8320,23                    | 93,15                                | 102,61                        |
|                      | <b>1+1</b>                 | 8700,68                    | 106,29                               | 94,21                         |
| <b>40</b>            | <b>1+0</b>                 | 8262,70                    | 96,74                                | 98,57                         |
|                      | <b>1+1</b>                 | 7988,55                    | 98,25                                | 93,25                         |
| <b>50</b>            | <b>1+0</b>                 | 6039,16                    | 69,58                                | 99,19                         |
|                      | <b>1+1</b>                 | 5413,52                    | 66,20                                | 91,68                         |
| <b>60</b>            | <b>1+0</b>                 | 5264,22                    | 64,80                                | 94,30                         |
|                      | <b>1+1</b>                 | 4505,83                    | 58,39                                | 89,31                         |
| Önem düzeyleri       |                            | ö.d.                       | ö.d.                                 | ö.d.                          |

Çizelge 4.20. Miktar x uygulama zamanı interaksyonunun verim parametrelerine etkisi

| <b>Miktar<br/>(ml)</b> | <b>Uygulama<br/>Zamanı</b> | <b>Verim<br/>(g/bitki)</b> | <b>Meyve Sayısı<br/>(adet/bitki)</b> | <b>Meyve Ağırlığı<br/>(g)</b> |
|------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| <b>0,5</b>             | <b>1+0</b>                 | 6977,56                    | 81,30                                | 99,04                         |
|                        | <b>1+1</b>                 | 7342,59                    | 89,65                                | 94,23                         |
| <b>1,0</b>             | <b>1+0</b>                 | 7030,58                    | 80,29                                | 100,09                        |
|                        | <b>1+1</b>                 | 6154,45                    | 73,89                                | 94,41                         |
| Önem düzeyleri         |                            | **                         | *                                    | ö.d.                          |

## 5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Sonuç bölümünde konunun daha anlaşılabilir olması için hıyarda fide yetiştiriciliğinde paklobutrazol uygulamalarının etkileri 4 ana bölüm altında ele alınacak ve tartışılacaktır. Birinci bölümde uygulamalar ile fide parametreleri arasındaki ilişkiler; ikinci bölümde paklobutrazolun fidelerde klorofil birikimine etkisi; üçüncü bölümde paklobutrazol uygulamaları ile fidelerde paklobutrazol, absisik asit ve giberellik asit konsantrasyonları arasındaki ilişki ve dördüncü bölümde paklobutrazol uygulamaları ile verim ve ilk meyvelerde paklobutrazol kalıntısı arasındaki ilişkiler incelenecektir.

Literatürde yapılmış çalışmalar incelendiğinde sebzelerde fide yetiştiriciliğinde fide boyunun kontrol edilmesi başta olmak üzere fide kalitesini artırmak için değişik yöntemler kullanılmış ve geline son noktada paklobutrazolun en etkili, en pratik ve en azından günümüz koşullarında alternatifsiz bir bitki büyüme geciktiricisi olduğu kabul görmüştür. Dünya genelinde 20 yıldan daha uzun süredir ticari hıyar fidesi yetiştiriciliğinde fide boyunu kontrol etmek için bitki büyüme düzenleyici olarak paklobutrazol kullanılmaktadır. Bununla beraber literatürde hıyar fidelerine paklobutrazol uygulamasının etkileri konusunda sınırlı sayıda araştırma yapılmıştır. Bu çalışmaların bir kısmı hıyar tohumlarına yapılan paklobutrazol uygulamaları ile alakalı olup, ticari fide yetiştiriciliğinde tohuma paklobutrazol uygulaması pratikte birçok zorluk oluşturması nedeniyle tercih edilmemektedir. Yaygın uygulama hıyar fidelerine kotiledon yapraklarının tam oluştuğu dönemde ve ilk gerçek yaprakların belirgin şekilde görülmeye başladığı dönemde olmak üzere iki defa yapılan uygulamadır. Hıyarda fide yetiştiriciliğinde bu tekniğin uygulandığı araştırma sayısı birkaç çalışmayı geçmemektedir. Ayrıca hıyarda fide yetiştiriciliğinde paklobutrazolun fide parametrelerine etkisi, fide ve ilk meyvelerde paklobutrazol kalıntı düzeyi ile paklobutrazolun fidelerde absisik asit ve giberellik asit ile interaksyonu ve hıyarda verime etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu nedenle çalışmada elde edilen sonuçların literatürle karşılaştırılması sınırlı kalmıştır.

Çalışma Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde yürütülmüştür. Her iki dönemde de yürütülen çalışmada birbirine yakın etkilerle karşılaşılmıştır. Genel olarak paklobutrazolun fide boyu ve gövde uzunluğunu sınırlamada oldukça etkili olduğu, doz

ve uygulama miktarı arttıkça fide boyunda ve gövde uzunluğundaki sınırlamanın şiddetinin de arttığı görülmüştür. Fide boyu ile alakalı sonuçlar incelendiğinde hıyarda fide yetiştiriciliğinde paklobutrazolun kullanılmasında çok dikkatli olunması gerektiği anlaşılmaktadır. Zira, yüksek dozlarda uygulanan paklobutrazol fidelerin dikimden sonraki dönemde gelişmesini uzun süre geciktirmektedir. Büyüme ve gelişmesi geciken bitkiler stres nedeniyle erken dönemde çiçeklenmektedirler. Yeterli kök gelişimine ve yaprak oluşumuna sahip olmayan bitkilerde generatif gelişmenin de başlaması ile beraber bitki şiddetli bir bodurluk dönemi yaşamaktadır. Yüksek doz ve miktarlarda kullanılan paklobutrazol aşırı bodur, zayıf köklü ve sağlıklı fidelerin oluşmasına neden olmaktadır. Bu fideler ile dikim yapıldıktan sonra bitki köklerine büyüme ve gelişmeyi hızlandıracak humik asit, organik köklendirici v.b. materyaller verilse dahi herhangi bir sonuç alınamamaktadır. Ayrıca denemede her iki dönemde de fidelere tek uygulama yapıldığında (0+1 veya 1+0) doz ve miktar ne olursa olsun istenen sonuç alınamamaktadır. Sonuçlara bakıldığında 1+0 uygulamasında bitkiler henüz çok küçük olduğundan ve özellikle kök gelişimi paklobutrazol absorpsiyonu için tam yeterli olmadığından paklobutrazol yüksek dozlarda uygulansa bile köklerin alabileceği kadar paklobutrazol bitkiye nüfuz etmektedir. Her ne kadar paklobutrazolun gövdeden de alındığı söylene de gövdeden alınan miktar çok düşük düzeyde kalmaktadır. Bitkinin aldığı paklobutrazolun bitkide giberellik asit sentezini durdurması için belirli bir süre geçmesi gerekmektedir. Bu zaman zarfında fide büyümeye devam ettiği için fidenin aldığı paklobutrazol istenen kaliteyi oluşturmak için yeterli olmamaktadır. Birinci aşamada uygulama yapılmayan 0+1 uygulamasında ise paklobutrazolun uygulanmasında geç kalındığından optimum doz ayarlaması yapılamamaktadır. Fideler hızlı bir gelişme dönemine girdiğinden verilen paklobutrazolun bitki tarafından alınması ve bitkide giberellik asit sentezini yavaşlatması için bir süre daha zaman geçmekte ve fide gelişmesini devam ettirmektedir. Ayrıca bitki daha önce sentezlediği giberellik asidi bir süre daha kullanacağından fide boyunun kontrol edilmesinde geç kalınmakta ve zayıf fideler oluşmaktadır. Bu dönemde etkili olması için yüksek doz ve miktarların kullanılması dikim sonrası büyüme ve gelişmenin gecikmesine neden olmaktadır. Yüksek doz ve miktarda paklobutrazol kullanmanın insan ve çevre sağlığı açısından oluşturacağı tehdit ve maliyetin artması da ayrıca dikkat edilmesi gereken durumlardır. Denemede elde

edilen sonuçlar ve önerilen uygun doz, miktar ve uygulama zamanları yukarda açıklanan durumlar dikkate alınarak değerlendirilmiş ve önerilmiştir.

Paklobutrazol uygulaması ile yaprak sayısı arasında anlamlı bir ilişkiden söz etmek mümkün olmamıştır. Her iki dönemde de yapılan uygulamaların çoğunda yaprak sayıları kontrol uygulamasının altında kalmış veya yakın çıkmıştır. Sadece düşük dozlarda kontrolden biraz daha yüksek yaprak sayıları elde edilebilmiştir. Ancak bu uygulamalar da fide kalitesi açısından önerilen doz ve miktarlar değildir. Yaprak sayısı fide aşamasında belirleyici bir kriter olmamakla beraber dikimden sonraki dönemlerde bitkide oluşacak yaprak sayılarını belirlemede uygulamalar etkili olmaktadır. Düşük ve ideal dozlar kontrole yakın sonuçlar verirken yüksek dozlarda yaprak sayılarında düşüşler meydana gelmektedir. Literatürde de değişik bitki türleri ile yapılan çalışmalarda paklobutrazol uygulamalarının genelde yaprak sayısını azaltıcı etki yaptığı vurgulanmaktadır. Hazar ve Bora (2018), Küpe çiçeğinde (*Fuchsia spp.*) paklobutrazolun farklı dozlarını yaprak ve topraktan uyguladıkları çalışmalarında topraktan yapılan uygulamanın yaprak sayısını azalttığını, Berova ve Zlatev (2000), ise domatest 2 ve 4 gerçek yapraklı aşamada uyguladıkları paklobutrazolün yaprak sayısında %5'e kadar azalmaya neden olduğunu belirtmektedirler.

Ticari hıyar fidesi yetiştiriciliğinde paklobutrazol kullanılmasının başlıca sebebi fideliklerde aşırı uzama eğiliminde olan fidelerin boylarının kontrol altında tutulmasıdır. Çalışmada her iki dönemde de paklobutrazol uygulamaları fide boyunu kısaltmıştır. Kontrole göre fide boylarında meydana gelen kısılma uygulanan paklobutrazol miktarına, uygulama dozuna ve uygulama zamanına göre farklılıklar göstermiştir. Bitkiye verilen paklobutrazol miktarı arttıkça fide boyundaki kısılma da artmıştır. Ticari fide yetiştiriciliğinde en çok üzerinde durulan kriter fide boyu olduğu için çalışmada da uygun doz önerisinde birinci derecede fide boyu kriter olarak alınmıştır. Buna göre Sonbahar döneminde 30 ppm paklobutrazol dozunun fide başına 0,5 ml ve 1+1, İlkbahar döneminde ise 40 ppm paklobutrazolün fide başına 0,5 ml ve 1+1 şeklinde verilmesi en etkili sonuç olarak belirlenmiştir. Daha düşük uygulamalar kontrol bitkilerine göre fide boyunu kısaltsa da yeterli olmadığı, önerilen doz ve miktarlardan daha yüksek uygulamalarda ise fide gelişiminin durakladığı tespit edilmiştir. Denemede gövde uzunlukları fide boyu ile benzer şekilde gelişmiş ve fide boyu uzun olan uygulamalarda gövde uzunluğu artarken,

fide boyunun kısa olduğu uygulamalarda gövde uzunluğunun da azaldığı görülmüştür. Literatürde de hıyarın yanı sıra değişik bitki türlerinde paklobutrazolun bitki boyunu kontrol etmede etkili olduğu belirtilmektedir. Flores ve ark. (2018), 150 mg.l<sup>-1</sup> paklobutrazol uyguladıkları hıyar fidelerinde fide boyunun kontrole göre daha kısa olduğunu, Tang ve ark. (2008), paklobutrazolun fide boyunu kısaltıcı etki ettiğini ve en ideal dozun 40 mg.l<sup>-1</sup> olduğunu, Benett (2014), farklı dozlarda paklobutrazol uygulamalarının domateste fide boyunu baskıladığını, Still ve ark. (2003), domates tohumlarına uyguladıkları 50, 500, 1000 ppm paklobutrazol dozlarının fide boyunu baskılamada etkili olduğunu; Setia (1996), hardal bitkisinde, Gent (1997), Klock (1998) ve Wanderley (2014) ise çalıştıkları farklı süs bitkilerinde paklobutrazolun bitki boyunu kontrol ettiğini bildirmektedirler. Guang-sheng (2011), hıyarda fide yetiştiriciliğinde paklobutrazolun kaliteli fide için oldukça önemli bir büyüme düzenleyici olduğunu, kaliteli fide üretimi için 10-30 ppm paklobutrazol dozunun uygun olduğunu, doz kadar önemli diğer bir faktörün de uygulama zamanı olduğunu ve ilk uygulamanın çıkıştan 10 gün sonra ve ikinci uygulamanın çıkıştan 15 gün sonra yapılması gerektiğini, erken veya geç dönemde yapılan uygulamalarda kalitenin bozulduğunu belirtmektedir. Bizim çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar ve gözlemlerimiz Guang-sheng (2011) ile benzerdir.

Paklobutrazol uygulamasının fidelerde kontrole göre fide yaş ağırlığını azaltması beklenen sonuçlardandır. Denemede paklobutrazol uygulamaları içinde en uygun uygulama baz alındığından bu aşamada kontrol bitkilerinde aşırı uzama meydana gelmektedir. Kontrol bitkileri daha hızlı büyümesine rağmen cılız ve aşırı uzun gövde yapısı, fidelerde karbonhidrat birikiminin yetersiz olması ve yapraklarda klorofil birikiminin zayıf olması gibi nedenlerle kalite oluşmamaktadır. Bu tür fidelerle dikildiklerinde erken dönemde yapraklarda ve gövdede güneş yanıklıkları oluşmakta, kök oluşumu ve gövde gelişimi yavaşlamaktadır. Bu nedenle deneme paklobutrazol uygulamalarında en uygun uygulama dikime geldiğinde gözlemler yapılmıştır. Çalışmada her iki dönemde de kontrol bitkilerinin yaş ağırlıkları daha yüksek çıkmıştır. Artan paklobutrazol dozları yaş ağırlığın azalmasına neden olurken, bu etki ilkbahar döneminde daha belirgin olmuştur. Özellikle ilkbahar döneminde dozun yanı sıra uygulanan paklobutrazol miktarındaki artış ve paklobutrazolun çift uygulaması fide yaş ağırlığında linear bir azalmaya neden olmuştur. Paklobutrazolun fide yaş ağırlığında azalmaya neden

olması bitkide bir süre giberellik asidin sentezlenememesi veya sentezinin düşük düzeyde kalması nedeniyle hücre bölünmesi ve büyümesinde meydana gelen yavaşlama ve duraklamadan kaynaklanmaktadır. Orabi ve ark. (2010), paklobutrazolun hıyarda yaprak ağırlığında azalmaya neden olduğunu, Flores ve ark. (2018), kotiledon aşamasında paklobutrazol uygulanan hıyar fidelerinin yaprak alanında azalma meydana geldiğini, Tang (2008), hıyar fidelerinin yaprak alanında azalmaya neden olurken, biyomasi etkilemediğini, Özgür (2011) ise hıyar tohumlarına paklobutrazol uygulamasının fide yapraklarında önemli düzeyde azalmaya neden olduğunu belirtmektedirler. Baninasab ve Ghobadi (2011) ise, hıyar fidelerinde paklobutrazolun fide yaş ağırlığını artırdığını, ancak bu etkinin yüksek sıcaklık stresi altında gerçekleştiğini belirtmektedirler.

Hıyar fidelerinde paklobutrazolun gövde kalınlığına etkisi bakımından anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Sonbahar ve İlkbahar dönemlerinde paklobutrazol uygulaması bazı doz ve miktarlarda gövde kalınlığını artırırken, genellikle kontrole yakın sonuçlar elde edilmiştir. Doz ve uygulama miktarı arttıkça gövde kalınlığının da düşük düzeylerde olsa da arttığı görülmüştür. Benzer sonuçlar Tang ve ark. (2008) tarafından da bulunmuş ve araştırmacılar hıyar fidelerine paklobutrazol uygulamasının gövde kalınlığına önemli bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir.

Sonbahar döneminde paklobutrazol uygulamaları ile kök yaş ağırlıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Bununla beraber paklobutrazol uygulaması kök yaş ağırlığında azalmaya neden olmuştur. Kök yaş ağırlığı uygulamalara bağlı olarak farklılıklar göstermiştir. Çalışmanın İlkbahar döneminde ise paklobutrazol uygulaması ile kök yaş ağırlıkları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş, paklobutrazol uygulaması bütün uygulamalarda kök yaş ağırlığında önemli düzeyde azalmaya neden olmuştur. Artan paklobutrazol doz ve miktarları kök yaş ağırlığında lineer bir azalmaya neden olmuştur. Doz ve miktar dışında uygulama zamanları da etkili olmuş ve 1+1 uygulamasında kök yaş ağırlığı daha düşük gerçekleşmiştir. Paklobutrazol hıyar fidelerinde kök gelişimini de yavaşlatmış veya geçici bir süreliğine durdurmuştur. Kök yaş ağırlığındaki azalmanın sebebi budur. Deneme süresince yapılan gözlemlerde dikim zamanı yaklaşan fidelerde kök büyümesinin hızlandığı tespit edilmiştir.

Denemede paklobutrazol uygulamasının fidelerde kuru madde miktarına etkisi farklılıklar göstermiştir. Fidelerde % kuru ağırlık miktarı düşük paklobutrazol dozlarında kontrole göre daha düşük çıkarken, 50 ve 60 ppm paklobutrazol dozlarında kontrolden daha yüksek çıkmıştır. Bununla beraber paklobutrazol uygulaması ile fide kuru madde miktarı arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Denemede 30, 40, 50 ve 60 ppm paklobutrazolun bazı uygulamalarında kuru madde miktarı yükselirken, bazı uygulamalarında düşük çıkmıştır. Kök kuru madde miktarı ile paklobutrazol arasındaki ilişki de anlamlı bulunmamıştır. Paklobutrazolun 20 ppm uygulaması kontrolden düşük çıkarken, 30 ppm uygulaması kontrole yakın sonuçlar vermiştir. Paklobutrazolun 40, 50 ve 60 ppm dozlarının bazı uygulamalarında % kök kuru ağırlığı kontrolden yüksek çıkarken, bazı uygulamalarda kontrolden düşük çıkmıştır. Özgür (2011), hıyar tohumlarına 500 ve 1000 ppm paklobutrazol uygulamasının kök ve fide kuru ağırlıklarında önemli düzeyde azalamaya neden olduğunu, Flores ve ark. (2018) ise 150 mg.l<sup>-1</sup> paklobutrazol uyguladıkları hıyar fidelerinde fide kuru ağırlığı ve kök kuru ağırlığının kontrole göre daha yüksek olduğunu belirtmektedirler. Araştırmacıların kullandıkları paklobutrazol dozunun denemede kullanılan dozlardan daha yüksek olması dikkat çekmektedir. Zira denemede de yüksek paklobutrazol dozlarında kök ve fide kuru ağırlıklarında artış gerçekleşmiştir.

Klorofil fidelerde en önemli kalite kriterlerinden biridir. Özellikle fidelerin canlı ve parlak görünümünü sağlamaktadır. Çalışmada klorofil miktarı Sonbahar döneminde ölçülmüştür. Paklobutrazol uygulamalarının hepsinde klorofil düzeyi kontrol bitkilerinden yüksek çıkmıştır. 40 ppm doz uygulamasına kadar artan paklobutrazol dozları klorofil miktarında da linear artış sağlamıştır. 40 ppm'den sonraki dozlarda ise klorofil birikiminin düşüşe geçtiği gözlenmiştir. Paklobutrazolun 20, 30 ve 40 ppm dozlarında artan paklobutrazol miktarına bağlı olarak klorofil birikimi de artmıştır. Ayrıca bu dozlarda en yüksek miktar 1+1 uygulamalarında gerçekleşmiştir. Paklobutrazol uygulamasına bağlı olarak yapraklarda klorofil miktarının artması, fidelerde meydana gelen duraklamaya bağlı olarak birim yaprak alanındaki klorofil miktarının artması ile ilişkilendirilmiştir. Yüksek dozlarda klorofil birikiminin düşük dozlara göre daha az olması yüksek paklobutrazol dozlarının fidelerde büyüme gelişmeyi uzun süreli yavaşlatması veya duraklatmasına bağlı olarak fidelerin strese girmesi ile

açıklanabilir. Baninasab ve Ghobadi (2010), hıyar fidelerine 0, 25, 50, ve 75 ppm paklobutrazol uygulamışlar ve paklobutrazol uygulamasının klorofil miktarını artırdığını, 50 ppm doza kadar aratan paklobutrazol miktarının klorofil miktarında da düzenli artışa neden olduğunu, ancak 75 ppm doz uygulamasındaki artışın kontrol bitkilerinden yüksek olmasına rağmen 25 ve 50 ppm dozlarına göre daha düşük olduğunu belirlemişlerdir. Wang (1985), hıyarda paklobutrazol uygulamasının kontrol bitkilerine göre klorofil düzeyini önemli ölçüde artırdığını ve paklobutrazol dozu arttıkça klorofil miktarının da arttığını belirtmektedir. Flores ve ark. (2018), 150 ppm paklobutrazol uygulamasının hıyar fidelerinde klorofil içeriğini artırdığını belirtmektedirler.

Fide yetiştiriciliğinde en çok sorulan sorulardan biri paklobutrazolun hıyar meyvelerinde kalıntıya neden olup olmadığıdır. Denemede hem fidelede, hem de hıyar meyvelerinde kalıntı miktarı incelenmiştir. Paklobutrazol uygulanmayan fidelede kalıntı miktarının 0,25  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  çıkması dikkat çekmektedir. Kontrol bitkilerinde kalıntı çıkması uygulamalar sırasında bulaşmalardan kaynaklandığı düşünülmektedir, Fidelede kalıntı miktarı 0,94  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  ile 5,68  $\text{mg.kg}^{-1}$  arasında değişmiştir. İlkbahar döneminde 30 ppm + 0,5 ml + (1+1) uygulamasından elde edilen fidelerin dikiminden sonra hasat edilen ilk meyveler yapılan ölçümlerde kalıntı miktarı 0,013  $\mu\text{g.kg}^{-1}$  olarak belirlenmiştir. Meyvelerde tespit edilen kalıntı miktarı Avrupa Birliği limitlerinin altında çıkmıştır. Avrupa Birliği standartlarında hıyar meyvelerinde paklobutrazol kalıntı miktarının üst sınırı 0,01  $\text{mg.kg}^{-1}$  olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2019). Hıyarda fide yetiştiriciliğinde paklobutrazol kullanılmasının meyvelerde oluşturduğu kalıntının kabu edilebilir düzeyde olduğu Magnitskiy ve ark. (2006) tarafından da doğrulanmaktadır. Araştırmacılar hıyar tohumlarına 1000 - 4000  $\text{mg.L}^{-1}$  paklobutrazol uygulamasının hıyar meyvelerinde kalıntı oluşturmadığını veya kalıntı düzeyinin uluslararası limitlerin (0,025  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) altında kaldığını (0,025  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) belirtmektedirler.

Bilindiği gibi stres koşullarında bitkilerde absisik asit salgısı artmaktadır. Paklobutrazol fidelede stres oluşturmuş ve absisik asit miktarı yükselmiştir. Paklobutrazol uygulanan bütün bitkilerde absisik asit düzeyi kontrol bitkilerinden yüksek çıkmıştır. Asare-Boamah ve ark. (1986), deneme sonuçlarına paralel beyanda bulunmuşlar ve bitkilere paklobutrazol uygulamasının yapraklarda absisik asit birikimini uyarttığını belirtmektedirler.

Hıyar fidelerinin yetiştirilmesinde paklobutrazolun kullanılması fide kalitesi ile ilişkilendirilmektedir. Hıyar fidelerinin yetiştirilmesinde paklobutrazol kullanılması fide sonrası bitki gelişimini ve dolayısıyla verimi de etkilemiştir. 30 ppm + 0,5 ml + (1+1) uygulaması fide kalitesi için en etkili uygulama olurken aynı zamanda bitki gelişimi ve verime de olumlu etki etmiş ve en yüksek verimi vermiştir. Paklobutrazolun yüksek dozları ise bitkide uzun süreli duraklamalara neden olduğundan verim kontrol bitkilerinden daha düşük çıkmıştır. Orabi ve ark. (2010), hıyar fidelerine 25 ppm paklobutrazol uygulamasının verimi %10,3 artırdığını, 50 ppm uygulamasının ise verimde azalmaya neden olduğunu; Magnitskiy ve ark. (2006), hıyar tohumlarına paklobutrazol uygulamasının meyve ağırlığını artırdığını; Shuyao (1992), benzer sonuçlar elde etmiş ve hıyar fidelerine paklobutrazol uygulamasının verimde artış sağladığını belirlemişlerdir.

## 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.
- Abu-Grab, O. S., ve Ebrahim, M. K. H., 2000. Physiological response of field-grown onion to some growth regulators. *Egyptian Journal of Horticulture*, 27(1), 117-130.
- Açıkgöz, E. F., 2012. Determination of some yield and quality parameters with vitamin C, protein and mineral material content in Mibuna (*Brassica rapa* var. *Nipposinica*) and Mizuna (*Brassica rapa* var. *Japonica*) grown in different sowing times, *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, vol. 9, (1): 64-70.
- Adato, I., 1990. Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill.) cv. 'Fuerte'. *Scientia Horticulturae*, 45 (1-2), 105-115.
- Adil, O. S., Rahim, A., Elamin, O. M. ve Bangerth, F. K., 2011. Effects of paclobutrazol (PBZ) on floral induction and associated hormonal and metabolic changes of beinnially bearing mango (*Mangifera indica* L.) cultizars during off year. *ARNP Journal of Agricultural and Biological Science*, 6, 55-67
- Anonim, 2012a. MDAR. 2012. Paclobutrazol. Massachusetts Department of Agricultural Protection, Boston.
- Anonim, 2019a. Dünya sebze (yaş) üretim verileri FAO. 28.12.2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Anonim, 2019b. Dünyada önemli ilk 10 sebze üreticisi ülke (kökü yenilen sebzeler hariç). FAO <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. 28.12.2020.
- Anonim, 2019c. Akdeniz İhracatçı Birlikleri. [www.akib.org.tr](http://www.akib.org.tr). 23.01.2020.
- Anonim, 2019d. <https://tuikweb.tuik.gov.tr>. 22.01.2020.
- Anonim, 2019e. Oksin Kimyasal formülü. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Oksin> 01.02.2020.
- Anonim, 2019f. Stokinin kimyasal yapısı. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Cytokinin> 01.02.2020.
- Anonim, 2019g. Maximum residue levels for bromadiolone, etofenprox, paclobutrazol and penconazole in or on certain products. Commission regulation (EU) 2019/89. *Official Journal of the European Union*. L 22/13, 39p.
- Anonim, 2020b. Sebzelerin üretim miktarları (Seçilmiş ürünlerde). <https://tuikweb.tuik.gov.tr>. 30.12.2020.
- Anonim, 2020c. Dünyada hıyar üretimi, verimi ve ürün miktarları. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>). 28.12.2020.
- Anonim, 2020d. Türkiye de 1988-2019 yılları arasında hıyar üretim miktarı. <https://tuikweb.tuik.gov.tr>. 29.12.2020.
- Asami, T. ve Yoshida, S., 1999. Brassinosteroid biosynthesis inhibitors. *Trends PlantSci*, 4, 348-353.
- Asare-Boamah, N. K., Hofstra, G., Fletcher, R. A., Dumbroff, E. B., 1986. Triadimefon protect bean plants from water stress through its effect on abscisic acid. *Plant Cell Physiology*, 27, 383-390.
- Baktır, İ., 2010. Bitki büyüme düzenleyicileri özellikleri ve tarımda kullanımları. Hasad Yayıncılık, İstanbul.

- Baninasab, B., Ghobadi, C., 2011. Influence of paclobutrazol and application methods on high-temperature stress injury in cucumber seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 30 (2), 213-219.
- Barut, E., 1995. Gelecekte bahçe bitkilerinde büyüme düzenleyici maddelerin kullanımı, *Derim*, 7: (2), 51-73.
- Bausher, M. G. ve Yelenosky, G., 1984. Response of citrus seedling and seed to paclobutrazol PP-333. *HortSci*. 19, 564.
- Baysal, O. H.ve Karagüzel, O., 2005. Paclobutrazolun *Lolium perenne* ‘Ovation’ ve *Cynodon dactylon* x, *Cynodon transvaalensis* ‘Tifway’ çim çeşitlerinin büyüme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(3), 355-363.
- Beltagi, M. S., Saleh, A. A. H. ve El-Meleigy, E. S. A., 2002. Effect of cadmium and paclobutrazol on anabolic capacities and electrophoretic protein patterns in peanut (*Arachis hypogaeae*) plant. *Pakist. J. Biol. Sci.* 5, 196-200.
- 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.
- Berova, M. ve Zlatev, Z., 2003. Physiological responses of paclobutrazol-treated triticale plants to water stress. *Biol. Plant.* 46, 133-136.
- Brigard, J. P., 2006. Tomato early seedling height control using a paclobutrazol seed soak. *Hortscience*, 41 (3), 768-772.
- Buban, T., 2000. The use of benzyladenine in orchard fruit growing: a mini review. *Plant Growth Regulation*, 32, 381-390.
- Budak, N., Çalışkan, C.F. ve Çaylak, Ö., 1994. Bitki büyüme regülatörleri ve tarımsal üretimde kullanımı, *Ege Üniv. Zir. Fak. Dergisi*, 31, 289-296.
- 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.
- Choi, J. M., Lee, C. W. ve Chun, J. P., 2012. Optimization of substrate formulation and mineral nutrition during the production of vegetable seedling grafts. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 53(3), 212-221.
- Costa, M. A., Torres, N. H., Vilca F. Z., Nazato, C. ve Tornisielo, V. L., 2012. Residue of 14C paclobutrazol in mango. *IOSR Journal of Engineering* 2 (1), 165-7.
- Çetin, V., 2002. Meyve ve sebzelerde kullanılan bitki gelişmeyi düzenleyiciler. *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 2, 40-50.
- Çopur, H., 2011. Sera Hıyar Fidesi Üretiminde Paklobutrazol ve Bakır Sülfat Uygulamalarının Fide Büyümesi ve Çift Ürün Yetiştiriciliğinde Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri

- Enstitüsü, Adana.
- Çopur, H., Nebahat, S., 2011. Sera Hıyar Fidesi Üretiminde Paklobutrazol ve Bakır Sülfat Uygulamalarının Fide Büyümesi Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 27(1), 1-12.
- Davis, T. D., Steffens, G. L., Sankhla, N., 1988. Triazole plant growth regulators. Hort. Rev. 10, 63-105.
- Demir, İ., Balkaya, A., Yılmaz, K., Onus, A.N., Uyanık, M., Kaycıoğlu, M. ve Bozkurt, B., 2010. Sebzelerde tohumluk ve fide üretimi. TMMOB-TZMO, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 1: 315–346.
- 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. Coco peat as a substitute for peat moss in the production of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) seedlings. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 4(2), 153-162.
- Dwyer, J. P., Bannister, P. ve Jameson, P. E., 2001. Effects of three plant growth regulators on growth, morphology, water relations, and frost resistance in lemonwood (*Pittosporum eugenioides* A. Cunn). New Zealand J. Bot. 33, 415- 424.
- EFSA, 2010. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance paclobutrazol. European Food Safety Authority EFSA, Parma, Italy.
- Ekici, M., Yıldırım, E. ve Kotan, R., 2015. Bazı bitki gelişimini teşvik eden rizobakterilerin brokkoli (*Brassica oleraceae* L. var. *italica*) fide gelişimi ve fide kalitesi üzerine etkileri. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 28(2).
- Eltez, R. Z., Gül, A. ve Tüzel, Y., 1993. Effects of various growing media on eggplant and pepper seedling quality. In II Symposium on Protected Cultivation of Solanacea in Mild Winter Climates 366 pp. 257-264.
- Engin, H., Ali, Ü. ve Engin., G., 2004. CCC, PP333, GA3, Dormex ve etrel uygulamalarının bazı kiraz çeşitlerinin çiçeklenmesi üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41(3), 35 – 43.
- 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 28 on cotyledonal leaves and quality of cucumber, squash, melon and watermelon seedlings. Agricultural Sciences, Vol. 9(03), pp. 264 – 71.
- Fırat, B., 1998. Bitki Nasıl Beslenir? Atlas Kitapevi, ISBN: 9789759456109, Konya, 292 s.
- Geboloğlu, N., Durukan, A., Sağlam, N., Doksöz, S., Şahin, S. ve Yılmaz, E., 2015. Patlıcanda fide gelişimi ve fide kalitesi ile paclobutrazol uygulamaları arasındaki ilişkiler. International Journal of Agricultural and Natural Sciences (IJANS) E-issn: 2651-3617, 8(1), 62-66.
- George, A. P. ve Nissen, R. J., 2002. Control of tree size and vigour in custard apple (*Annona spp.* Hybrid) cv. African pride in subtropical Australia. Austr. J. Exp. Agric. 42, 503-512.
- George, E. F., Hall, M. A. ve De Klerk, G. J. 2008. Plant growth regulators I: introduction; auxins, their analogues and inhibitors. Plant Propagation by Tissue Culture 3rd

- Edition, 175–204.
- Ghosh, A., 2010. Paclobutrazol arrests vegetative growth and unveils unexpressed yield potential of *Jatropha curcas*. *J Plant Growth Regul*, 29, 307–315.
- Giba, Z., Grubisic, D. ve Konjevic, R., 1993. The effect of white light, growth regulators and temperature on the germination of blueberry (*Vaccinium myrtillis* L.) seeds. *Seed Sci. Technol.* 21, 521-529.
- Globerson, D., Mills, M., Ben Yehuda, J. R. W., Levy, M. ve Eliassy, R., 1988. 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.
- Gollagi, S. G., Jasmitha, B. G. ve Sreekanth, H. S., 2019. A review on: Paclobutrazol a boon for fruit crop production. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(3), 2686-2691.
- 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.
- Grossman, K., 1989. Plant growth retardants as tools in physiological research. *Physiol. Plant.* 78, 640-648.
- Guang-sheng, X. U. N., 2011. Effects of Growth Regulators on Quality of Cucumber (*C. sativus* L.) Seedlings by Plug Seedling [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 21.
- Gülyüz, M., 1982. Bahçe Ziraatında Büyütücü ve Engelleyici Maddelerin Kullanılması ve Önemi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 279.
- Hadar, Y., Inbar, Y. ve Chen, Y., 1985. Effect of compost maturity on tomato seedling growth. *Scientia Horticulturae*, 27(3-4), 199-208.
- Halloran, N. ve Kasım, M.U., 2002. Meyve ve sebzelerde büyüme düzenleyici madde kullanımı ve kalıntı düzeyleri. *Gıda*, 27 (5), 351-359.
- Han, X., Zeng, H., Bartocci, P., Fantozzi, F. ve Yan, Y., 2018. Phytohormones and effects on growth and metabolites of microalgae: a review. *Fermentation*, 4(2), 25.
- Hathout, T. A., 1995. Diverse effects of uniconazole and nicotinamide on germination, growth, endogenous hormones and some enzymatic activities of peas. *Egypt. J. Physiol. Sci.* 19, 77-95.
- Hazar, D. ve Bora, Ö. F., 2018. Küpe çiçeğinde (*Fuchsia* spp.) Paclobutrazol Uygulamalarının Bitki Gelişimi Üzerine Etkileri. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 528-538.
- Hedden, P., 1999. Recent advances in gibberellin biosynthesis. *J. Exp. Bot.*, 50, 553–63.
- Hedden, P. ve Kamiya, Y. 1997. Gibberellin biosynthesis: enzymes, genes and their regulation. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molec. Biol.*, 48, 431-460.
- Hoogland, D.R. ve Arnon, D. I., 1950 The water culture method for growing plants without soils. California agricultural experimental station (circular 347). University of California, Berkeley.
- Hualing, Y., Jinyun, Z. ve Xueyi, Z., 2003. Key techniques and the development of vegetable seedling culture. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 31(6), 977-979.
- Huang, J. W., 1992. Integrated management of vegetable seedling pests with a formulated plant nutrition. *Plant Protection Bulletin*, 34 (1), 54-63.
- Iglesias, D. J., Cercos, M., Olmenero-Flores, J. M., Naranjo, M. A., Rios, G., Carrera, E., Ruiz-Rivero, O., Lliso, I., Morillon, R., Tadeo, F. R. ve Talon, M., 2007. Physiology of citrus fruiting. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19, 333–62.

- Jayakumar, K., Jaleel, C. A. ve Vijayarengan, P., 2007. Changes in growth, biochemical constituents, and antioxidant potentials in radish (*Raphanus sativus L.*) under cobalt stress. Turkish Journal of Biology, 31(3), 127-136.
- Jia M., Feng, W. Y., Pasian, C. C. ve Metzger, J. D., 2001. A highly sensitive and specific LC/MS/MS method for simultaneous quantitation of three systemic chemicals in ornamental plants. Poster at th 49th Am. Soc. Mass Spec. Conference, Chigago USA.
- Jiang, X., Wang, Y., Xie, H., Li, R., Wei, J. ve Liu, Y., 2019. Environmental behavior of paclobutrazol in soil and its toxicity on potato and taro plants. Environmental Science and Pollution Research, 26(26), 27385-27395.
- Kamble, S. N., Dhamagaye, H. B., Meshram, S. J., Chavan, B. R. ve Kulkarni, G. N., 2020. Toxic effect of fungicide Paclobutrazol on immunological parameters of juveniles whiteleg shrimp, *Litopenaeus vannamei*. Journal of Experimental Zoology, India, 23(1), 895-901.
- Kar, C. ve Gupta, K., 1991. Effect of triazole-type plant growth regulators on sunflower and safflower seed viability. Can. J. Bot. 69, 1344-1348.
- Kaynak, L. ve Ersoy, N., 1997. Bitki büyüme düzenleyicilerinin genel özellikleri ve kullanım alanları. Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 10, 223-236.
- Kaynak, L. ve İmamgiller, B., 1997. Bitki büyüme düzenleyicilerinin fizyolojik olaylardaki rolleri, Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 10, 289-299.
- Kaynak, L. ve Memiş, M., 1997. Bitki büyüme engelleyici ve geciktiricilerinin etki mekanizmaları, Akd. Üniv. Zir. Fak. Dergisi, 10, 237-248.
- Kazemi, M., 2013. Response of cucumber plants to foliar application of calcium chloride and paclobutrazol under greenhouse conditions. Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences Bull. Env. Pharmacol. Life Sci., 2 (11), 15-18.
- 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. V. ve Kurian, R. M., 2015. Paclobutrazol use in perennial fruit crops and its residual effects: A review. Indian J. Agric. Sci., 85 (7), 863- 872.
- Klock, K.A., 1998. Influence of urban waste compost media and paclobutrazol drenches on impatiens growth. HortSci., 33, 277-278.
- Kopittke, P. M., de Jonge, M. D., Wang, P., McKenna, B. A., Lombi, E., Paterson, D. J. ve Johnson, A. A., 2014. Laterally resolved speciation of arsenic in roots of wheat and rice using fluorescence-XANES imaging. New Phytologist, 201(4), 1251-1262.
- 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.
- Koukourikou-Petridou, M. A., 1996. Paclobutrazol affects growth of almond fruits and germination of almond seeds. Plant Growth Reg., 20, 267-269.
- Kumluay M. ve Eryiğit T., 2011. Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: Bitki Hormonları. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. ve Tech., 1 (2), 47-56.
- Latimer, J. G., 1992. Drought, paclobutrazol, abscisic acid, and gibberellic acid as alternatives to daminozide in tomato transplant production. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117 (2), 243-247.

- 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.
- Lehotay, S. J., A, De Kok, M., Hiemstra, P. ve Van Bodegraven., 2005. Validation of a fast and easy method for the determination of residues from 229 pesticides in fruits and vegetables using gas and liquid chromatography and mass spectrometric detection. *Journal of AOAC International*, 88(2), 595-614.
- 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.
- Lolaei, A., Mobasheri, S., Bemana, R. ve Teymori, N., 2013. Role of paclobutrazol on vegetative and sexual growth of plants. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(9), 958.
- Mabvongwe, O., Manenji, B. T., Gwazane, M. ve Chandiposha, M., 2016. The effect of paclobutrazol application time and variety on growth, yield, and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Advances in Agriculture*, Article ID 1585463.
- Mäge, F. ve Powell, L., 1990. Inhibition of stratification and germination of apple seeds by paclobutrazol. *HortSci*. 25, 577.
- 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., 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.
- Mariana, M. ve Hamdani, J. S., 2016. Growth and yield of *Solanum tuberosum* L. at medium plain with application of paclobutrazol and paranet shade. *Agric. Agric. Sci. Procedia*, 9, 26-30.
- Markovic, V., Djurovka, M. ve Ilin, Z., 1997. The effect of seedling quality on tomato yield, plat and fruit characteristict. *Acta hortic*. 462, 163-170
- Markovic, V., Djurovka, M., Ilin, Z. ve Lazic, B., 2000. Effect of seedling quality on tomato yield, plat and fruit characteristict. *Acta hortic*. 462, 163-170.
- Martínez-Fuentes, A., Mesejo, C., Muñoz-Fambuena, N., Reig, C., González-Mas, M. C. ve Iglesias, D. J., 2013. Fruit load restricts the flowering promotion effect of paclobutrazol in alternate bearing Citrus spp. *Scientia Horticulturae*, 151, 122-127.
- McArthur, D.A.J., Eaton, G.W., 1989. Cranberry growth and yield response to fertilizer and paclobutrazol. *Scientia Hortic.*, 38, 131-146.
- Mitchell, J.W., Wirwille, J.W. ve Weil, L., 1949. Plant growth-regulating properties of some nicotinium compounds. *Science* 110, 252–54.
- 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.
- Orabi, S. A., Salman, S. R. ve Shalaby, M. A. 2010. Increasing resistance to oxidative damage in cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants by exogenous application of salicylic acid and paclobutrazol. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(3), 252-259.
- Orzolek, M. D. ve Kaplan. R. S., 1988. Effect of the addition of growth regulators in gel on growth and yield of tomatoes. *Acta Hort*. 198, 135-140.

- Özgür, M., 2011. Growth control in cucumber seedlings by growth regulators application. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 17 (1), 99-106.
- Öktüren, F. ve Sönmez S., 2005. Bitki besin maddeleri ve bazı bitki büyüme düzenleyicileri (hormonlar) arasındaki ilişkiler. Derim, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü. 22(2), 20-32.
- Palavan-Ünsal, N., 1993. Hormonlar ve meyvelenme. Bitki büyüme maddeleri. İstanbul Üni. Basım Evi ve Film Merkezi., Üniversite Yayın No:3677, 197-211.
- Panneerselvam, R., 2007. Paclobutrazol enhances photosynthesis and ajmalicine production in *Catharanthus roseus*. Process Biochemistry, 42, 1566-1570.
- Papageorgiou, I., Giaglaras, P. ve Maloupa, E., 2002. Effects of paclobutrazol and chlormequat on growth and flowering of lavender. HortTechnology, 12 (2), 236-238..
- Pasian, C. C. ve Bennett, M. A., 2001. Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. HortScience, 36 (4), 721-723.
- Peng, D., Chen, X., Yin, Y., Lu, K., Yang, W., Tang, Y. ve Wang, Z., 2014. Lodging resistance of winter wheat (*Triticum aestivum* L.): Lignin accumulation and its related enzymes activities due to the application of paclobutrazol or gibberellin acid. Field Crops Research, 157, 1-7.
- Pertuit, A. J., Dudley, J. B. ve Toler, J. E., 2001. Leonardite and fertilizer levels influence tomato seedling growth. HortScience, 36(5), 913-915.
- Pill, W. G. ve Gunter, J. A., 2001. Emergence and shoot growth of cosmos and marigold from paclobutrazol-treated seed. J. Environ. Hort. 19, 11-14.
- Rademacher, W. ve Bucci, T., 2002. New plant growth regulators: High risk investment. HortTechnology, 12(1), 64-67.
- Rademacher, W., 1997. Bioregulation in crop plants with inhibitors of gibberellin biosynthesis in Proc. Annu. Meet. Plant Growth Regulation Soc. Am. 24, 27-31.
- Rademacher, W., 2000. Growth retardants: Effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 51, 501-531.
- Rajapakse, N. C. ve Li, S., 2002. Exclusion of far red light by photosensitive 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 photosensitive filters: current status and future prospects. HortTechnology, 9(4), 618-624.
- Raven, P.H., Evert, R. F. ve Eichhorn, S. E., 1992. Regulating growth and development: The plant hormones (in: Biology of Plants), Worth Publishers, New York, USA, 545-571.
- Raviv, M., Zaidman, B. Z., ve Kapulnik, Y., 1998. The use of compost as a peat substitute for organic vegetable transplants production. Compost Science and Utilization, 6(1), 46-52.
- Runcle, E., 2010. Height control for vegetable transplants. Greenhouse Product News, 2, 50.
- Sadhu, B. P., ve Gupta, K., 1997. Triazole: a plant growth regulator and a fungicide. Geobios 24, 181-192.
- Seçer, M., 1989. Doğal büyüme düzenleyicilerin (bitkisel hormonların) bitkilerdeki fizyolojik etkileri ve bu alanda yapılan araştırmalar. Derim, 6 (3), 109-124.
- Seesangboon, A., Grunec, L., Pokawattana, T., Eungwanichayapant, P. D., Tovanantong,

- J. ve Popluechai, S., 2018. Transcriptome analysis of *Jatropha curcas* L. flower buds responded to the paclobutrazol treatment. *Plant Physiology and Biochemistry*, 127, 276-286.
- 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.
- Shaul, O., Elad, Y. ve Zieslin, N., 1996. Suppression of Botrytis blight in cut rose flowers with gibberellic acid. Effects of exogenous application of abscisic acid and paclobutrazol. *Postharvest Biology and Technology*, 7(1-2), 145-150.
- Smith, R. F., 1998. Effects of stem injection of gibberellin A4/7 and paclobutrazol on sex expression and within-crown distribution of seed and pollen cones in black spruce (*Picea mariana*). *Can. J. Forest Res.* 28, 641-651.
- Shuyao, S., 1992. Antagonistic Effects of Paclobutrazol and Ga<sub>3</sub> N Growth and Development of Cucumber Seedling [J]. *Journal of Jilin Agricultural Sciences*, 3.
- Sopher, C. R., Król, M., Huner, N. P., Moore, A. E. ve Fletcher, R. A., 1999. Chloroplastic changes associated with paclobutrazol-induced stress protection in maize seedlings. *Canadian Journal of Botany*, 77 (2), 279-290.
- 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
- Sugavanam, B., 1984. Diastereoisomers and enantiomers of paclobutrazol: Their preparation and biological activity. *Pesticide Science*, 15(3), 296-302.
- Sun, L., Li, J., Zuo, Z., Chen, M. ve Wang, C., 2013. Chronic exposure to paclobutrazol causes hepatic steatosis in male rockfish *Sebastiscus marmoratus* and the mechanism involved. *Aquatic Toxicology*, 126, 148-153.
- Şalk, A., Arın, L., Deveci, M. ve Polat, S., 2008. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü. Tekirdağ Hıyar Yetiştiriciliği. 379-393.
- Tang, D., Gu, J., Sheng, X. ve Huang, D., 2008. Effect of PP333 on Growth and Physiological Index in Cucumber Seedling [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 14.
- 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).
- U.S. EPA, 2007. Paclobutrazol Final Work Plan for Registration Review. Available in docket number EPA-HQ-EPA-2006-0109 at regulations. gov. United States Environmental Protection Agency, Washington DC.
- Uçan, U., 2019. Domates fidelerinde paklobutrazol etkilerini azaltmada salisilik asit ve giberellik asit kullanımı (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Vishnevetsky, M., Ovadis, M., Itzhaki, H. ve Vainstein, A., 1997. CHRC, encoding a chromoplast-specific carotenoid-associated protein, is an early gibberellic acid-responsive gene. *Journal of Biological Chemistry*, 272(40), 24747-24750.
- Voon, C. H., Pitakpaivan, C. ve Tan, S. J., 1991. Mango croopping manipulation with

- paclobutrazol. *Acta Horticulturae*, 291, 218 – 9.
- Walsh, C.S., 2003. *Plant Hormones. Concise Encyclopedia of Temperate Tree Fruit*. Edited by Baugher T. A and Singha, 245- 250, ISBN 1560229411, Haworth Press.
- Wanderley, C. D. S., Faria, R. T. D., Ventura, M. U. ve Vendrame, W., 2014. The effect of plant growth regulators on height control in potted *Arundina graminifolia* orchids (Growth regulators in *Arundina graminifolia*). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 36(4), 489-494.
- Wang, C. Y., 1985. Modification of chilling susceptibility in seedlings of cucumber and zucchini squash by the bioregulator paclobutrazol (PP333). *Scientia Horticulturae*, 26(4), 293-298.
- Wang, Y. T. ve Gregg, L. L., 1990. Uniconazole controls growth and yield of greenhouse tomato. *Scientia Horticulturae*, 43(1), 55-62.
- Westwood, M.N. 1993. *Hormones and Growth Regulators, Temperate Zone Pomology: Physiology and Culture*. Timber Press Inc, Portland, Oregon, USA.
- 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.
- Whitaker, B. D. ve Wang, C. Y., 1987. Effect of paclobutrazol and chilling on leaf membrane lipids in cucumber seedlings. *Physiologia Plantarum*, 70(3), 404-411.
- Witchard, M., 1997. Paclobutrazol is phloem mobile in castor oil plant (*Ricinus communis* L.). *Journal of Plant Growth Regulation*, 16, 215–7.
- Witham, F.H., D.F., Blaydes RM. ve Devlin., 1971. *Experiments in plant physiology*. Van Nostrand Reinhold Co. New York. P. 55-56.
- Woodruff T.J., Kyle A.D. ve Bois F.Y., 1994. Evaluating health risks from occupational exposure to pesticides and the regulatory response. *Environmental Health Perspectives*. 102 (12), 1088-1096.
- Yadav, R. K., Rai, N., Yadav, D. S., ve Asati, B. S., 2005. Use of paclobutrazol in horticultural crops—a review. *Agricultural Reviews*, 26(2), 124-132.
- Yanmaz, R., Balkaya, A., Akan, S., Kaymak, H. Ç., Sarıkamış, G., Önal Ulukapı, K. ve Açıkgöz, F. E. 2020. Sebzeçilik sektörü: Dünü, bugünü ve geleceği. *Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresi*, Ankara. s595-607.
- Yelboğa, K., 2014. Tarımın Büyüyen Gücü: Fide Sektörü. *Bahçe Haber*, 3(2): 13-16.
- Yeshitela, T., Robertse, P. J. ve Stassen P. J. C., 2004. Effects of various inductive periods and chemicals on flowering and vegetative growth of ‘Tommy Atkins’ and Keitt mango (*Mangifera indica*) cultivars. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science*, 32, 209 – 15.
- Yılmaz, C., Yetişir, H. ve Sarı, N., 2002. Bazı kimyasal uygulamalarının lital marul (*Lactuca sativa* L.) çeşidinde baş oluşumu üzerine etkileri.
- Zhang, B. X., Ge, Q. X., Chen, D. H., Wang, Z. Y. ve He, S. S., 1990. Biological and chemical control of root diseases on vegetable seedlings in Zhejiang Province, China. *Biological control of soil-borne plant pathogens.*, 181-196.
- 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.

- Zheng, S., Chen, B., Qiu, X., Chen, M., Ma, Z. ve Yu, X., 2016. Distribution and risk assessment of 82 pesticides in Jiulong River and estuary in South China. *Chemosphere*, 144, 1177-1192.
- Zhu, L. J., Deng, X. G., Zou, L. J., Wu, J. Q., Zhang, D. W. ve Lin, H. H., 2016. Proanthocyanidins accelerate the germination of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds. *Journal of plant biology*, 59(2), 143-151.



## ÖZGEÇMİŞ

