



Alınış tarihi (Received): 29.05.2024

Kabul tarihi (Accepted): 04.06.2024

Domateste Farklı Paklobutrazol Dozlarının Fide Kalitesi ve Kalıntı Düzeyi Üzerine Etkileri*

Ayşegül DURUKAN KUM^{1,*} Naif GEBOLOĞLU¹

¹Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tokat, Türkiye

*Sorumlu Yazar: aysegul.durukan@gop.edu.tr

ÖZET: Domates fidelerinde kalite önemli bir faktör olup, kalite yetiştirme koşullarının yanında büyük ölçüde paklobutrazol uygulamalarına bağlıdır. Paklobutrazolün fidelerde ve meyvede kalıntı yapma riski bulunmaktadır. Bu çalışmada, farklı paklobutrazol dozlarının ve uygulama zamanlarının fide kalitesine, fide ve ilk meyvelerde paklobutrazol, giberellik asit ve absisik asit düzeylerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada paklobutrazolün 5, 10, 20, 40 ve 80 ppm dozları, Alcapone F1 sıri domates çeşidinde üç farklı şekilde uygulanmıştır. İlk uygulama kotiledon yaprakları yere paralel olduğunda (1+0), ikinci uygulama bitkilerde ilk gerçek yapraklar 0,5 cm çapa ulaştığında yapılmıştır (0+1). Ayrıca hem kotiledon yaprakları yere paralel olduğunda, hemde ilk gerçek yapraklar 0,5 cm çapa ulaştığında paklobutrazol dozları uygulanmıştır (1+1). Çalışmada fide boyu, hipokotil uzunluğu, gövde çapı, yaprak sayısı, fide ve kök yaş ağırlıkları ile fide ve ilk meyvelerde paklobutrazol, giberellik asit ve absisik asit miktarları incelenmiştir. Fideler 2-3 gerçek yaprağa ulaştıklarında ve dikime geldiklerinde örnekler alınmıştır. Ayrıca ilk hasada gelen meyvelerden örnekler alınmıştır. Çalışmada paklobutrazolün 40 ppm dozunun 1+1 uygulaması en iyi fide kalitesini oluşturmuş, paklobutrazol dozu arttıkça fidelerde giberellik asit miktarı azalmış, absisik asit miktarı ise genelde artış eğiliminde olmakla beraber dalgalı bir seyir izlemiştir. Domates meyvelerinde paklobutrazol kalıntısının çok düşük düzeylerde olduğu ve insan sağlığını etkileyecek düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler- Bitki büyüme geciktirici, domates, fide kalitesi, paklobutrazol

Effects of Different Paclobutrazol Doses on Seedling Quality And Residual Level in Tomatoes

ABSTRACT: Quality is an important factor in tomato seedlings, and quality largely depends on paclobutrazol applications as well as growing conditions. There is a risk of paclobutrazol residue in seedlings and fruits. In this study, the effects of different paclobutrazol doses and application times on seedling quality and paclobutrazol, gibberellic acid and abscisic acid levels in seedlings and first fruits were investigated. In the study, 5, 10, 20, 40 and 80 ppm doses of paclobutrazol were applied in three different ways to the Alcapone F1 indeterminate tomato cultivar. The first application was made when the cotyledon leaves were parallel to the ground (1+0), the second application was made when the first true leaves of the plants reached 0.5 cm in diameter (0+1). Additionally, doses of paclobutrazol were applied both when the cotyledon leaves were parallel to the ground and when the first true leaves reached 0.5 cm in diameter (1+1). In the study, seedling height, hypocotyl length, stem diameter, number of leaves, seedling and root fresh weights, and the amounts of paclobutrazol, gibberellic acid and abscisic acid in both seedlings and first fruits were examined. Samples were taken when the seedlings reached 2-3 true leaves and were ready for planting. In addition, samples were taken from the first harvested. In the study, it was determined that 1+1 application of 40 ppm dose of paclobutrazol produced the best seedling quality, as the dose of paclobutrazol increased, the amount of gibberellic acid in the seedlings decreased, and the amount of abscisic acid generally tended to increase but followed a fluctuating course. It has been determined that paclobutrazol residue in tomato fruits is at very low levels and is not at a level that would affect human health.

Keywords- Plant growth retardant, paclobutrazol, seedling quality, tomato

*Bu makale, Dr. Ayşegül DURUKAN KUM'un "Domateste Paklobutrazol ile Fide Kalitesi, Bitki Gelişimi ve Gibberellik Asit Sentezi Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi" adlı doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

1. Giriş

Dünya nüfusundaki hızlı artış beraberinde beslenme sorununu da getirmektedir; bu sorunun üstesinden gelmek de ancak kalite ve miktar açısından verimi artırmakla mümkün olacaktır. Sebze yetiştiriciliğinde kalite ve verim artışı, büyük ölçüde kaliteli fide ile üretime başlamakla mümkün olmaktadır. Kök ve gövde sistemi sağlıklı, güçlü ve orantılı gelişen fidelerden elde edilen ürünler de nitel ve nicel yönden yüksek olmaktadır. Bu durum hazır fide sektörünün gelişmesinde oldukça önemli rol oynamıştır. Ticari fide yetiştiriciliğinde sağlıklı ve kaliteli fide üretiminin yanında birim alanda mümkün olan en fazla fidenin yetiştirilmesi istenmektedir. Fidecilik sektöründe en çok karşılaşılan sorun ise fidelerin çok sık yetiştirilmesinden kaynaklanan, cılız ve uzun boylu fidelerin ortaya çıkışıdır. Bu tip fideler, asimilat miktarı düşük, açık renkte ve gereğinden fazla uzundur. Bu sorunları ortadan kaldırmak için yüksek ve düşük ışık yoğunluğu, su stresi gibi ekolojik faktörler (Melton ve ark.,1991, McCall., 1992, Glowacka., 2004, Bilalis ve ark., 2008), besin elementleri (Latimer., 1992, Rideout., 2004) ve mekanik stres faktörleri (Garner ve Björkman., 1996, Latimer ve ark., 1991, Melton ve Dufault., 1991) araştırılmıştır. Ancak yapılan bu çalışmalar, fide boyu ve kalitesinin kontrolünde yeterli olmamıştır. Söz konusu faktörlerin yetersizliği sonucu istenilen kalite özelliklerini kazandırmak amacıyla, bitki büyümesini geciktiren kimyasallar dışsal olarak uygulanmaya başlanmıştır. Fide boyunu kontrol etmede, Daminozid, Cloromequatclorid, Unicazol ve Paclobutrazol gibi büyümeyi geciktirici kimyasalların etkisi birçok araştırmada tespit edilmiştir (Latimer., 1992, Wang ve ark., 1990, Whipker ve ark., 1998, Di Benedetto., 2007, Passian ve ark., 2001). Bitki büyümesini geciktiriciler, bitkilerin gelişim modellerini değiştirmeden veya fitotoksik etki yapmadan bitki büyümesini yavaşlatmak için kullanılan bileşiklerdir (Rademacher., 2000).

Paklobutrazolunda üyesi olduğu, triazol grubu bileşikler, bitki büyümesini düzenleyici özelliğe sahip sistemik maddelerdir. Bu kimyasallar aynı zamanda stresten etkilenen bitkilerde antioksidan enzimleri ve molekülleri artırarak abiyotik stres toleransını da artırmaktadır (Jaleel ve ark., 2007). Triazolun bitki büyümesini düzenleyici özellikleri GA ve ABA dengesi üzerine etkilerinden kaynaklanmaktadır (Hajihashemi ve ark., 2007). Paklobutrazol entkaurenin oksidasyonunu bloke ederek GA sentezini inhibe eder (Sponsel., 1995). GA sentezi engellendiğinde, hücre bölünmesinde herhangi bir değişiklik olmazken; yeni hücrelerde uzama olmaz. Böylelikle daha kısa boğum arası uzunluğa ve aynı miktarda yaprak sayısına sahip bitkiler oluşur (Chaney., 2005).

Paklobutrazolun bitkilere uygulaması ise hem topraktan ıslatma hem de yaprak ve gövdeden sprej şeklinde yapılabilir ve bitkide ksilem yolu ile apikal meristeme taşınabilir (Syngenta., 2003). Aynı zamanda bitki türüne bağlı olarak çiçeklenmeyi geciktirebileceği gibi teşvik de edebilir. Paklobutrazolun topraktaki yarılanma ömrü, çevre koşulları ve toprak yapısına göre 6-12 ay arasında değişiklik gösterebilmektedir (Norremark., 1990).

Bu çalışmada, domateste paklobutrazolun, farklı doz ve uygulama şekillerinin fide gelişimi ve kalitesinin yanında fide ve meyve döneminde ABA ve GA miktarlarındaki değişime ve paklobutrazolun kalıntı miktarına etkisi araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, 2016 yılında, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü'nde ticari fide yetiştirme özelliklerine sahip serada yürütülmüştür. Çalışmada

Alcapone F1 sırk domates (Genta Tarım) çeşidi kullanılmıştır. Fidelerde büyüme ve gelişmeyi baskılamak için paklobutrazol kullanılmıştır. Paklobutrazol kaynağı olarak Syngenta firmasına ait bitki büyüme düzenleyici olarak pazarlanan Cultar (250 g/L paklobutrazol, %23 w/w) kullanılmıştır. Fide yetiştirme ortamı olarak 70+30 oranında torf+perlit karışımı ve kapak materyali olarak 2 numara vermikulit kullanılmıştır. Fideler 150 hücreli viyoller içine yerleştirilmiş insörtlerde yetiştirilmiştir. Paklobutrazol uygulamaları 5, 10, 20, 40, 80 ppm dozlarında, her uygulamada bitki başına 0,5 ml olacak şekilde sulama suyu ile birlikte toprağa uygulanmıştır. Sabah 08:00-09:00 saatlerinde uygulanmak üzere paklobutrazol dozları laboratuvar koşullarında hazırlanmıştır.

Fidelere yapılan paklobutrazol uygulamalarından sonra, bitkiler boom sulama sistemi ile sulanmıştır. Kontrol bitkilerine ise yalnızca saf su verilmiştir. Uygulamalar kotiledon yapraklarının yere paralel olduğu dönem (1+0), ilk gerçek yaprakların 0,5 cm çapa ulaştığı dönem (0+1) ve her iki dönem (1+1) olmak üzere 3 farklı evrede yapılmıştır. Tohum ekimini takip eden 7 gün boyunca, bitkiler günde iki kez olmak koşuluyla boom sulama sistemi ile gübresiz olarak sulanmış; daha sonra besin çözeltisi ilavesiyle sulanmaya devam edilmiştir. Besin çözeltisi 20:10:20:10:10 (N:P:K:Ca:Mg) şeklinde hazırlanmış, ilk 15 gün 1.4 mmhos/cm EC ve sonraki 7 gün 1.8 mmhos/cm, bundan sonra 2.0 mmhos/cm olacak şekilde gübreleme ve sulamaya devam edilmiştir.

Deneme 3 tekerrürlü olarak tesadüf parselleri deneme desenine göre yürütülmüştür. Fide denemesinde her tekerrürde 50 bitki yetiştirilerek; fide boyu, hipokotil boyu, gövde çapı, yaprak sayısı, fide ve kök yaş ağırlıkları ölçülmüştür. Denemede 10 bitki üzerinden ölçüm yapılmıştır. Bitkilerde GA₃, ABA ve Paklobutrazol ölçümleri için; fide döneminde iki kez, hasada ilk gelen meyvelerden bir kez olmak üzere toplam üç kez örnek alınmıştır. Analiz için laboratuvara getirilen örnekler blenderden geçirilmiştir. Püre haline gelen örneklerden 15 gr tartılarak tüp içine konulmuştur. 15 ml %1'lik asetik asitli asetonitril eklenmiştir. Çalkalanan karışıma 6 gr magnezyum sülfat 1.5 gr sodyum asetat eklenmiştir. Hazırlanan numuneler 1 dk süre ile 5000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Tüp içindeki sıvı kısımdan 8 ml çekilerek, 1.2 gr magnezyum sülfat ve 0.4 gr psa (primer sekonder amin) olan ikinci bir santrifüj tüpüne eklenerek 5000 rpm'de 1 dk süre ile santrifüj edilmiştir. Elde edilen süzükten 5 ml alınarak vialle konulmuştur. Miktar okumaları LC/MS/MS'de yapılmıştır (Lehotay,2005).

3. Bulgular ve Tartışma

Ticari fide yetiştiriciliğinde, domatestede fide boyunun 9-12 cm arasında olması ideal olarak kabul edilmektedir. Çalışmada, fidelere uygulanan tüm paklobutrazol dozlarında fide boyunda, kontrole göre azalma görülmüştür. Çift uygulamalarda etki daha fazla olmuştur. Tek uygulamalardan ise erken dönemdeki (kotiledon yaprakların yere paralel olduğu) uygulamalar; geç dönem (ilk gerçek yaprakların 0,5 cm çapa ulaştığı dönem) uygulamalarına göre daha etkili olmuştur. Fide kalite kriterlerinden yalnızca boy özellikleri dikkate alındığında; uygulamalar içerisinde en etkili uygulamanın 1+0 ve 1+1 şeklinde ve 40 ppm dozda paklobutrazol uygulanması olduğu belirlenmiştir. Paklobutrazol uygulamalarının fide boyuna etkisi incelendiğinde, 1+0 ve 1+1 uygulamalarında, doz arttıkça fide boyunda ters orantılı bir azalış görülmüştür (Çizelge 1). Ancak 0+1 uygulamasında fide boyu ve paklobutrazol dozu arasında benzer bir ilişki bulunmamıştır. Paklobutrazolün 0+1 döneminde uygulanmasında, bitkiler fazla geliştiği için; uygulanan dozlar etkisini yeterince gösterememiştir.

Çalışmada fide boyunun kontrol edilmesinde paklobutrazolün bütün uygulamalarının etkili olduğu, ancak her uygulamanın istenen fide kalitesini oluşturmadığı görülmektedir. Domates bitkilerine (Berova ve Zlatev, 2000), domates tohumlarına (Still ve Pill, 2004; Brigard ve ark., 2006), domates fidelerine (Conceição ve ark., 2024) ve patlıcan fidelerine (Geboloğlu ve ark., 2015) farklı doz ve yöntemlerle paklobutrazol uygulamalarının fide boyunda önemli düzeyde kısılma sağladığı değişik araştırmacılar tarafından da belirtilmektedir.

Hipokotil boyunda yapılan ölçümlerde, fide boyundaki ölçümlere paralel sonuçlar elde edilmiş ve uygulamaların çoğunda kontrol grubuna göre kısılma olmuştur. Paklobutrazol uygulamalarında, uygulama zamanları değerlendirildiğinde farklılıklar görülmekle birlikte; 1+1 uygulamasında artan dozlarla birlikte daha etkili ve doğrusal bir azalma ortaya çıkmıştır; ancak, 1+0 ve 0+1 uygulamalarında hipokotil boyundaki azalma benzer olmamıştır. Aynı zamanda 1+0 uygulamasının etkisi, 0+1 uygulamasına göre daha fazla olmuştur (Çizelge 1).

Brigard (2006), paklobutrazolün 250, 500 ve 750 mg/l paklobutrazol dozlarını domates tohumlarına uygulayarak gerçekleştirdiği fide çalışmasında, hipokotil boyu üzerinde paklobutrazolün kısılmaya neden olduğunu bildirmektedir. Million ve ark. (1998), brokolide ve Bennet (2014)'ın domateste yapmış oldukları çalışmalarda paklobutrazolün hipokotil boyunda kısılmaya neden olduğunu belirtmişlerdir. Hipokotil boyu, fide boyunda olduğu gibi paklobutrazol uygulamaları ile kısılma eğiliminde olduğu birçok araştırmada dikkati çekmektedir.

Paklobutrazol uygulamalarının tamamının gövde çapını azalttığı gözlemlenmiştir. Uygulamalarının çoğunda gövde çapı 3.5 mm'nin üzerinde olmuştur, bu durum fide kalitesi bakımından istenilen bir özelliktir. Kontrol bitkilerinde gövde çapı 4 mm'nin üzerine çıkmasına rağmen gövde dokusunun gevşek yapılı olması fide kalitesinin daha düşük olmasına neden olmuştur. Çalışmada uygulanan zaman -dozların interaksiyonunun gövde çapı üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüştür. Gövde çapı değerlerinde 20 ppm ve 40 ppm grubunda, sırasıyla %11.12 ve %14.74 oranında kontrole göre azalma tespit edilmiş ve bu azalma istatistiksel olarak önemli ($p \leq 0.001$) bulunmuştur. Uygulama zamanı+doz faktörünün gövde çapı üzerine olan etkisi, istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 1). En düşük gövde çapı değeri 1+0, 40 ppm grubunda, kontrole en yakın değerler ise 1+1, 5 ppm ve 1+1, 10 ppm gruplarında belirlenmiştir.

Çopur (2011)'un hıyar fideleri ve Grossi ve ark. (2005)'nin süs biberleri ile paklobutrazol uygulamaları üzerine yaptıkları çalışmalarda, bitki gövde çaplarında azalma olduğunu bildirerek; paklobutrazolün gövde kalınlığında azalmaya neden olduğu farklı araştırmalarla ortaya konmuştur.

Çalışma yaprak sayısı bakımından değerlendirildiğinde, 40 ve 80 ppm dozlarında ve 1+1 uygulamalarında rakamsal bir artış olsa da, uygulamaların kendi arasında ve kontrol grubuna göre anlamlı bir ilişki tespit edilememiştir. Uygulama zamanı grup ortalamalarında, (5.36 adet/bitki) 1+0 grubu diğer gruplara göre daha az yaprak sayısına sahip olurken, 1+1 grubu ile arasındaki fark istatistiksel olarak önemli iken, kontrol ve 0+1 grup ortalamaları arasındaki fark ise istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek yaprak sayısı (5.72 adet/bitki) 1+1 uygulamasında tespit edilmiştir (Çizelge 1).

Marulda paklobutrazolün etkilerini araştıran Geboloğlu ve ark. (2016), yaprak sayısının uygulamalardan önemli derecede etkilendiğini ve yaprak sayısında azalma olduğunu; Cruz

ve ark. (2022) ise paklobutrazol uygulamalarından calendula bitkilerinin etkilenmediğini bildirmişlerdir. Paklobutrazol uygulamalarının etkisi, kullanılan tür ve dozlara göre çalışmalar arasında farklılık göstermiştir.

Çalışmada yapılan tüm uygulamalar fide yaş ağırlığını kontrole göre azaltmıştır. Doz artışı ile fide yaş ağırlığındaki azalmalar düşük dozlarda az ve yüksek dozlarda daha yüksek olmuştur, ancak aralarında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Çalışmada 1+1 uygulamalarında ağırlıktaki azalmanın kontrole göre daha az olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada fide yaş ağırlığı ortalamaları üzerinde uygulanan faktörlerin (uygulama zamanı, doz ve uygulama zamanı+doz) hiçbirinin etkisi önemli ($p \leq 0.05$) bulunmamıştır (Çizelge 1).

Shalaby ve ark. (2022) domates bitkilerine 25, 50 ve 100mgL⁻¹ dozlarında paklobutrazol uyguladıkları çalışmada, fide yaş ağırlığının kontrole göre daha düşük olduğunu belirtirken; Bashir ve ark. (2021), bamyaya tohumlarına yapılan uygulamaların yaş ağırlığı artırdığını bildirmişlerdir.

Çalışmada, kontrole göre uygulama yapılan grupların kök yaş ağırlıkları daha yüksek bulunmuştur. Ancak artan doz ve uygulama dönemleri ile bir ilişki tespit edilememiştir (Çizelge1).

Fidelerde kök gelişiminin iyi olması aynı zamanda bitki gelişimini doğrudan etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Latimer (1992), 14, 30, 60 ve 90 mg/l ve Berova ve Zlatev (1999), 1 ve 25 mg/l paklobutrazol uyguladıkları domates bitkilerinde, paklobutrazolün, bitki kök ağırlığı ve gelişiminde pozitif etkisi olduğunu vurgulamışlardır.

Çizelge1. Paklobutrazol uygulama zamanları ve dozlarına göre incelenen özelliklerin değişimi
Table 1. Change of examined properties according to paclobutrazol application times and doses

| Uygulama Zamanı | Dozlar | Fide Boyu(cm) | Hipokotil Boyu (cm) | Gövde Çapı (mm) | Yaprak Sayısı (adet/bitki) | Fide Yaş Ağırlığı(g) | Kök Yaş Ağırlığı(g) |
|---------------------------------|--------|----------------|---------------------|-----------------|----------------------------|----------------------|---------------------|
| 0+1 | 5 | 11.90±0.35 g | 2.51±0.09 fg | 3.81±0.12 bc | 5.00±0.10 a | 7.62± 0.56 | 1.60±0.09 ab |
| | 10 | 11.85±0.24 fg | 2.07±0.13 b-f | 3.91±0.12 bc | 5.40±0.13 a-d | 8.07± 0.66 | 1.58±0.20 ab |
| | 20 | 10.11±0.16 c-e | 2.38±0.06 d-g | 3.46±0.09 b | 5.40±0.13 a-d | 6.97± 0.46 | 1.53±0.10 ab |
| | 40 | 9.37±0.22 b-d | 2.01±0.10 b-e | 2.81±0.07 a | 5.53±0.13 a-d | 6.64± 0.30 | 1.42±0.04 ab |
| 1+0 | 80 | 8.51±0.29 ab | 1.91±0.12 bc | 3.85±0.10 bc | 5.47±0.13 a-d | 7.35± 0.50 | 1.49±0.13 ab |
| | 5 | 11.13±0.28 e-g | 2.37±0.09 c-g | 4.05±0.08 c | 5.80±0.11 cd | 8.45± 0.17 | 2.18±0.14 c |
| | 10 | 10.07±0.27 c-e | 1.97±0.08 b-d | 4.07±0.14 c | 5.93±0.18 d | 7.85± 0.67 | 1.52±0.16 ab |
| | 20 | 9.20±0.21 b-d | 1.73±0.10 b | 3.73±0.12 bc | 5.40±0.19 a-d | 6.57± 0.28 | 1.41±0.08 ab |
| 1+1 | 40 | 8.60±0.21 a-c | 1.63±0.14 b | 3.73±0.11 bc | 5.67±0.13 b-d | 5.95± 0.42 | 1.29±0.11 a |
| | 80 | 7.40±0.33 a | 1.11±0.08 a | 3.64±0.16 bc | 5.80±0.17 cd | 6.40± 0.77 | 1.33±0.13 a |
| | 5 | 10.93±0.33 e-g | 2.53±0.08 g | 3.55±0.13 bc | 5.27±0.12 a-c | 6.43± 0.65 | 1.6±0.13 ab |
| | 10 | 11.33±0.28 e-g | 2.53±0.06 g | 3.73±0.13 bc | 5.07±0.07 ab | 6.94± 0.90 | 1.55±0.24 ab |
| Kontrol | 20 | 10.33±0.36 d-f | 2.40±0.05 d-g | 3.74±0.10 bc | 5.73±0.12 cd | 6.90± 0.75 | 1.77±0.20 ab |
| | 40 | 10.60±0.40 d-g | 2.37±0.11 c-g | 3.95±0.12 bc | 5.93±0.12 d | 7.76± 0.86 | 2.10±0.21 bc |
| | 80 | 9.23±0.30 b-d | 2.47±0.06 e-g | 4.01±0.16 bc | 5.87±0.09 cd | 7.10± 0.72 | 1.55±0.05 ab |
| | | | 16.30±0.58 h | 2.50±0.11 fg | 4.10±0.07 c | 5.53±0.13 a-d | 7.85± 0.29 |
| P | | *** | *** | *** | *** | ns | *** |
| Statistical levels | | | | | | | |
| Applicatin times | | *** | *** | ns | *** | ns | ns |
| Doses | | *** | ** | ** | ** | ns | ns |
| Application time x doses | | ** | *** | ** | *** | ns | ** |

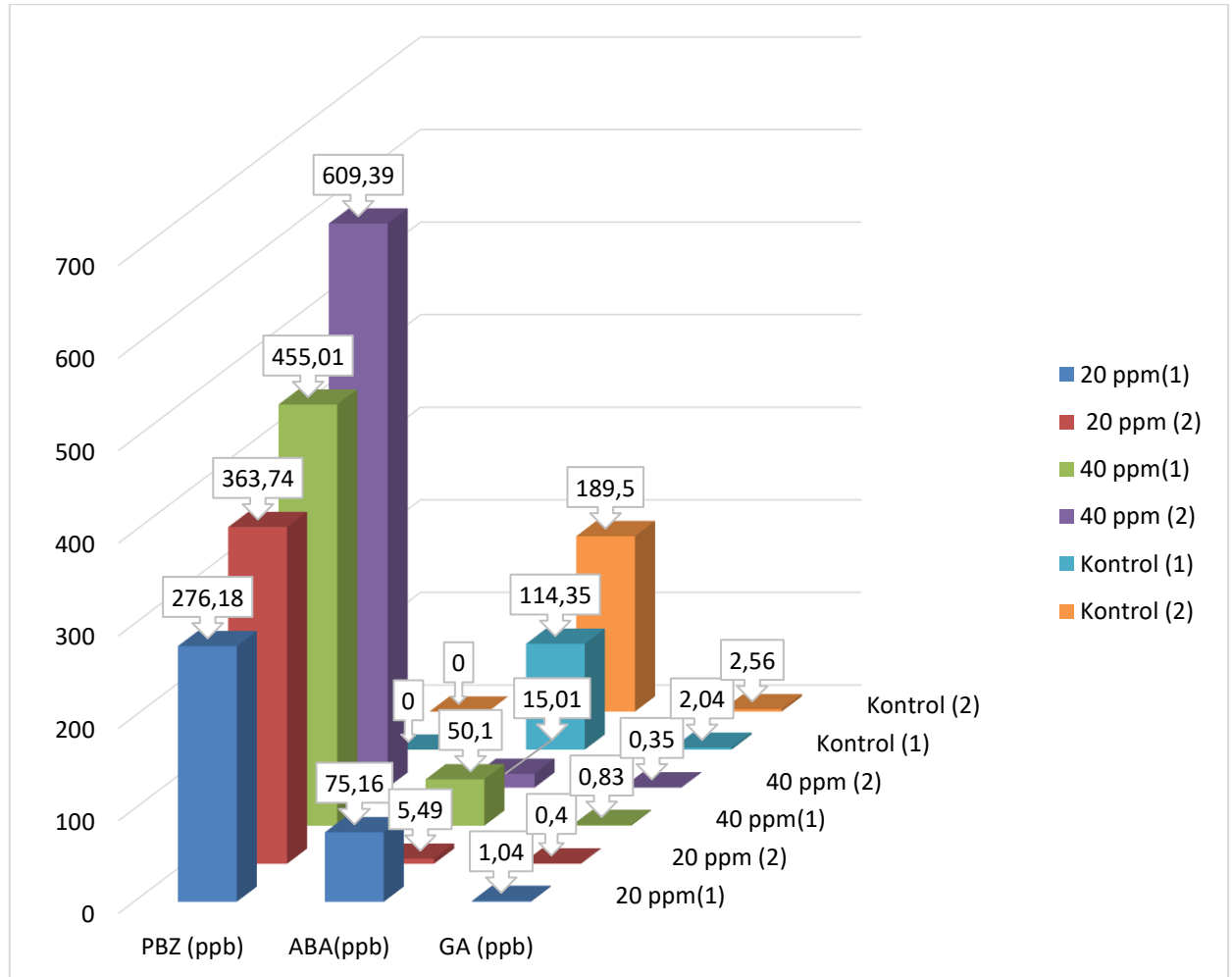
: $p < 0.01$, *: $p < 0.001$ ns: Önemli değil

Çalışmada fide kalitesi bakımından en etkili bulunan 20 ve 40 ppm dozlarında paklobutrazol uygulanan bitkilerden, fide döneminde iki ve bir kez de meyvelerden olmak

üzere toplam üç örnek analiz için alınarak, GA₃, ABA ve paklobutrazol düzeylerine bakılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre, paklobutrazolün kalıntı miktarı, artan doz ile birlikte lineer olarak artmıştır. Uygulamalardan 20 ppm dozunda 1. dönem ve 11 gün sonra alınan 2. dönem fide örneklerinde kalıntı miktarı sırasıyla, 276.18 ppb ve 363.74 ppb olurken, 40 ppm dozunda ise 455.01 ppb ve 609.39 ppb olmuştur. Uygulanan dozun ve uygulama süresinin artması ile fidede görülen kalıntı miktarı da artmıştır. Alınan örneklerde ABA miktarı dalgalı seyir göstermiştir (Şekil 1).

Fidelerdeki GA miktarı, uygulanan paklobutrazol dozunun artması ile azalmıştır. Birinci dönemde 20 ppm uygulamasında GA miktarı 1.04 ppb iken 40 ppm uygulamasında bu miktar 0.83 ppb düzeyine düşmüş ve ikinci dönemde 20 ppm uygulamasında 0.40 ppb iken 40 ppm uygulama dozunda GA miktarı 0.35 olarak ölçülmüştür. Sonuçlar kontrol grubu ile kıyaslandığında, artan paklobutrazol dozları ile GA miktarı arasında lineer bir azalmanın olduğu görülmüştür. Fide örneklerinde yapılan analiz sonuçları Şekil 1’de verilmiştir.

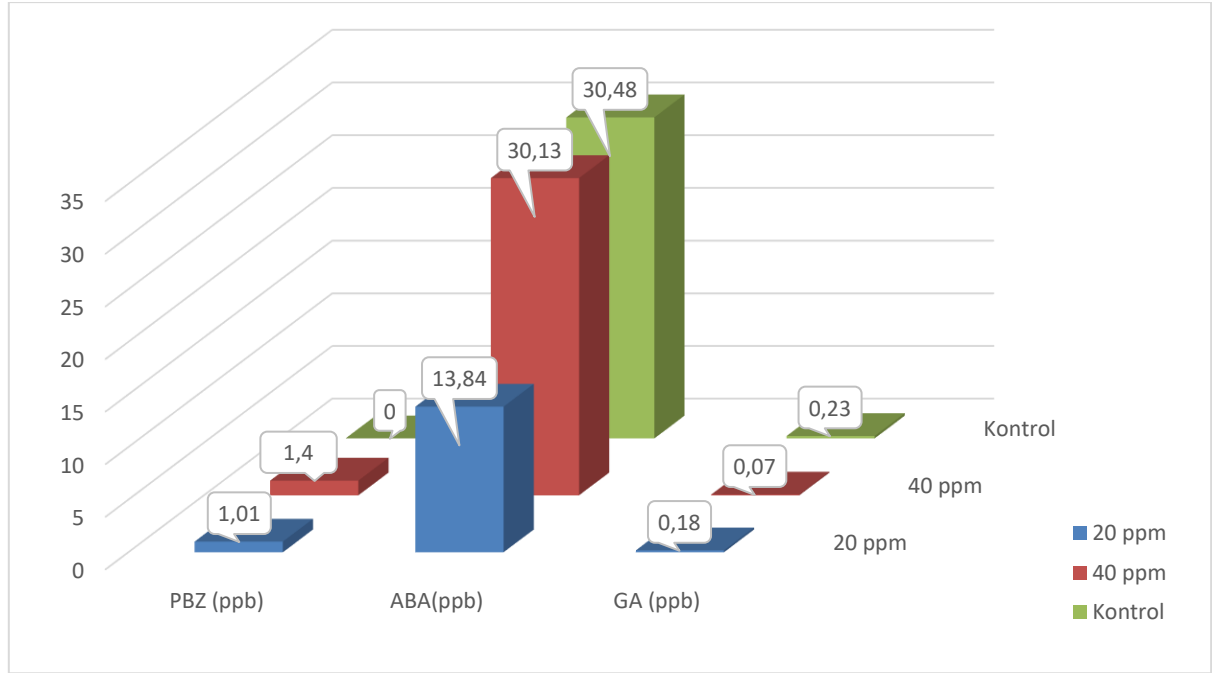


Şekil 1. Paklobutrazol dozlarına göre fidelerde ABA, GA ve PBZ miktarlarının değişimi

Figure 1. Change of ABA, GA and PBZ amounts in seedlings according to paclobutrazol doses

Meyve örneklerinde yapılan analizlerde paklobutrazol kalıntısına rastlanmıştır. Paklobutrazol kalıntı miktarı 20 ppm dozunda 1.01 ppb iken, 40 ppm dozunda kalıntı miktarı 1.40 ppb olarak bulunmuştur. Gibberellik asit miktarı ise uygulanan doz miktarının artması ile azalmıştır (Şekil 2). Bitkilerden alınan ilk meyvelerde yapılan analizlerde

bulunan yüksek kalıntı miktarının dahi Avrupa standartlarının belirlediği miktarın (0.01 ppm) altında kaldığı belirlenmiştir (Anonim, 2019).



Şekil 2. Paklobutrazol dozlarına göre meyvelerde ABA, GA ve PBZ miktarlarının değişimi
Figure 2. Change of ABA, GA and PBZ amounts in fruits according to paclobutrazol doses

4. Sonuç

Ticari fide yetiştiriciliğinde, fide kalitesini yükseltmek amacıyla pratikte farklı kimyasallar kullanılmaktadır. Paklobutrazol, özellikle fide boyu baskılamadaki etkinliği ile oldukça yoğun bir kullanıma sahiptir. Ancak paklobutrazol uygulamalarında, kullanıldığı tür, uygulama zamanı ve dozlara göre etkinliği de değişiklik göstermektedir. Kanserojen etkiye sahip olduğu bilinen paklobutrazolün, çevre gıda ve insan sağlığı bakımından minimum zararlar maksimum fayda sağlanması açısından kullanılan doz ve uygulama zamanlarının optimize edilmesi önemli bir konudur.

Çalışma, erken dönem uygulamalarının geç dönem uygulamalarına göre daha etkili olduğunu gösterirken; çift dönem uygulamalarının fide kalitesi açısından daha doğru olduğunu göstermiştir. Yapılan kalıntı analizleri değerlendirildiğinde, kullanılan dozların meyve de zararlı etki yapacak düzeyde olmadığı belirlenmiştir. Ancak fide döneminde yapılan analizlerdeki paklobutrazol miktarları dikkate alındığında; vejetasyon süresi kısa olan ve yaprakları tüketilen türlerde kullanılan paklobutrazol dozlarında daha dikkatli davranılması gerekliliği de ortaya çıkmıştır.

5. Kaynaklar

- Anonim, 2019. Commission Regulation (Eu), 2019/89 of 18 January 2019 amending Annexes II, III and V to Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council as regards maximum residue levels for 144 bromadiolone, etofenprox, paclobutrazol and penconazole in or on certain products. Official Journal of the European Union. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0089&from=EN>. 13.07.2019
- Bashir, R., Hussain, I., Rasheed, R., Anwar, S., Awais, M., & Hassan, S. (2021). Seed invigoration with paclobutrazol improves seedling growth, physiological, biochemical attributes and fruit yield in okra.
- Berova, M., & Zlatev, Z. (2000). Physiological response and yield of paclobutrazol treated tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Plant Growth Regulation*, 30, 117-123.
- Brigard, J. P., Harkess, R. L., & Baldwin, B. S. (2006). Tomato early seedling height control using a paclobutrazol seed soak. *HortScience*, 41(3), 768-772.
- Bilalis D, Kanatas P, Konstantas A. 2008. Effects of shading on root and shoot development of melon (*Cucubrita pepo*) transplants in conventional and organic float system nurseries. 16th IFOAM Organic World Congress, June 16-20, 2008, Italy.
- Chaney WR. Growth retardants: A promising tool for managing urban trees. Purdue Extension document FNR-252-W; 2005.
- Conceição, V. J., Mello, S. C., Batista, M. R., Neto, D. D., Bettoni, M. M., & Kizildeniz, T. (2024). Production of tomato seedlings submitted to treatments with foliar application of paclobutrazol. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 12(4), 521-526.
- Cruz, R. R. P., Pires, R. R., da Silva Guimarães, M. E., Dias, M. G., Pereira, A. M., da Silva, T. I., ... & Grossi, J. A. S. (2022). Initial growth of *Calendula officinalis* L. plants treated with paclobutrazol. *Comunicata Scientiae*, 13, e3924-e3924.
- Di Benedetto A, 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.
- Garner, L. C., ve T. Björkman. 1996. Mechanical conditioning for controlling excessive elongation in tomato transplants: sensitivity to dose, frequency, and timing of brushing. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 121(5), 894-900.
- Geboloğlu, N., Durukan, A., Sağlam, N., Doksöz, S., Şahin, S., & Yılmaz, E. (2015). Patlıcanda fide gelişimi ve fide kalitesi ile paclobutrazol uygulamaları arasındaki ilişkiler. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(1), 62-66.
- Geboloğlu, N., Kum, A. D., Şahin, S., Boncukçu, S. D., & Sağlam, N. (2016). Paklobutrazolun marulda fide boyu ve kalite özelliklerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 9(2), 26-29.
- Głowacka B. 2004. The effect of blue light on the height and habit of the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) transplant. *Folia Horticulturae*, 16(2), 3-10.
- Grossi, J. A. S., de Moraes, P. J., de Araújo Tinoco, S., Barbosa, J. G., Finger, F. L. ve Cecon, P. R., 2005. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting characteristics of 'Pitanga' ornamental pepper. *Acta Horticulturae*, 683, 333.
- Hajhashemi S, Kiarostami K, Saboora A, Enteshari S. Exogenously applied paclobutrazol modulates growth in salt-stressed wheat plants. *Plant Growth Regul.* 2007; 53:117-28.
- Jaleel CA, Gopi R, Manivannan P, Panneerselvam R. Responses of antioxidant defense system of *Catharanthus roseus* (L.) to paclobutrazol treatment under salinity. *Acta Physiol Plant.* 2007; 29:205-9.
- Latimer JG. 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., T. Johjima ve K. Harada. 1991. The effect of mechanical stress on transplant growth and subsequent yield of four cultivars of cucumber. *Scientia horti culturae*, 47(3), 221-230.
- Lehotay, S.J., A., De Kok, M., Hiemstra ve P., 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.
- McCall D. 1992. Effect of supplementary light on tomato transplant growth, and the after-effects on yield. *Scientia Horticulturae*, 51(1), 65-70.
- Melton RR, Dufault RJ. 1991. Tomato seedling growth, earliness, yield, and quality following pretransplant nutritional conditioning and low temperatures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 116(3), 421-425

- Norremark I, Andersen A. Effect of paclobutrazol on seed propagated *Pelargonium x hortorum* L.H. Bailey. *Gartenbauwissenschaft* 1990; ark.55:1-8.
- Pasian CC, Bennett MA. 2001. Paclobutrazol soaked marigold, geranium, and tomato seeds produce short seedlings. *HortScience*, 36(4), 721-723.
- Rademacher E. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathway. *Annu Rev Plant Physiol Mol Biol.* 2000; 51:501–31.
- Rideout JW. 2004. Field growth and yield of tomato transplants grown in the float system using low phosphorus fertilizer and height restricting cultural practices. *HortScience*, 39(1), 23-27.
- Shalaby, T. A., Taha, N. A., Taher, D. I., Metwaly, M. M., El-Beltagi, H. S., Rezk, A. A., ... & Bayoumi, Y. A. (2022). Paclobutrazol improves the quality of tomato seedlings to be resistant to *Alternaria solani* Blight disease: Biochemical and histological perspectives. *Plants*, 11(3), 425.
- Sponsel VM. The biosynthesis and metabolism of gibberellins in higher plants. In: Davis PJ, editor. *Plant hormones: physiology, biochemistry, and molecular biology*. 2nd ed. Dordrecht: Kluwer Academic Pub; 1995.
- Still, J. R., & Pill, W. G. (2004). Growth and stress tolerance of tomato seedlings (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in response to seed treatment with paclobutrazol. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(2), 197-203.
- Syngenta. Product Details: Bonzi.20 Mar. 2003. <http://www.syngentaprofessionalproducts.com/labels/Index.asp?nav=PrdLst&F=PrdDs> p.
- Wang YT, Gregg LL. 1990. Uniconazole controls growth and yield of greenhouse tomato. *Scientia Horticulturae*, 43(1), 55-62.
- Whipker BE, Dasoju S. 1998. Potted sunflower growth and flowering responses to foliar applications of daminozide, paclobutrazol, and uniconazole. *HortTechnology*, 8(1), 86-88.