



The Effects of Foliar Gibberellic Acid Applications on Tuber Yield, Quality and Dormancy Period in Potato (*Solanum tuberosum* L.)

Fatma Zehra Ok^{1,a,*}, Arif Şanlı^{1,b}

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta, Türkiye

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 11.10.2023 Accepted : 09.09.2024</p> <p>Keywords: Potato Gibberellic acid Tuber yield and quality Dormancy period Leaf application</p>	<p>This study was carried out in order to determine the effects of different doses of Gibberellic acid (GA₃) applications on tuber yield, quality and dormancy period in potato. GA₃ applications (0, 50, 100 and 200 mg GA₃/L) were started 45 days after planting (pre-flowering period) and sprayed on leaves at 15-day intervals in 4 different periods. In the study, together with the GA₃ applications, an increase of 56% in the number of tubers and up to 36% in the tuber yield, while the average tuber weight and marketable tuber rates decreased significantly. The highest tuber yield was obtained from 100 and 200 mg/L GA₃ doses made 75 days after planting. GA₃ applications caused tuber disorders, and the rate of cracked tubers and secondary growing tubers increased with the increase in GA₃ dose. GA₃ applications caused a decrease in chlorophyll (SPAD value) content and tuber dry matter ratio. The dormancy period, which was broken 110 days in the control, was shortened to 80 days with 200 mg/L GA₃ applications made 90 days after planting. In the study, it was understood that the number and yield of tubers in potatoes can be increased significantly with foliar GA₃ applications in production for seed purposes, and the dormancy period of tubers in the post-harvest storage period can be shortened and it can be advantageous especially for second potato productions.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 12(11): 1865-1871, 2024

Yapraktan Yapılan Gibberellik Asit Uygulamalarının Patates (*Solanum tuberosum* L.)’de Yumru Verimi, Kalitesi ve Dormansi Süresine Etkileri

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 11.10.2023 Kabul : 09.09.2024</p> <p>Anahtar Kelimeler: Patates Gibberellik asit Yumru verimi ve kalitesi Dormansi süresi Yaprak uygulaması</p>	<p>Bu çalışma, farklı dozlarda Gibberellik asit (GA₃) uygulamalarının patatesten yumru verimi, kalitesi ve dormansi süresi üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. GA₃ uygulamalarına (0, 50, 100 ve 200 mg/L GA₃) dikimden 45 gün sonra (çiçeklenme öncesi dönem) başlanarak 15 gün aralıklarla 4 farklı dönemde yapraklara püskürtme şeklinde yapılmıştır. Çalışmada GA₃ uygulamaları ile birlikte ocak başına yumru sayısında % 56, yumru veriminde ise % 36’ya varan artış meydana gelmiş, ortalama yumru ağırlığı ve pazarlanabilir yumru oranları ise önemli derecede azalma göstermiştir. En yüksek yumru verimi dikimden 75 gün sonra yapılan 100 ve 200 mg/L GA₃ dozlarından elde edilmiştir. GA₃ uygulamaları yumruların şekil bozulmalarına yol açmış, genel olarak doz artışı ile birlikte çatlak yumru oranı ve sekonder gelişme gösteren yumru oranı artmıştır. GA₃ uygulamaları yaprak klorofil içeriği (SPAD değeri) ile yumru kuru madde oranının azalmasına neden olmuştur. Kontrolde ortalama 110 gün olan dormansi süresi dikimden 90 gün sonra yapılan 200 mg/L GA₃ uygulamaları ile 80 güne kadar kısalmıştır. Çalışmada, tohumluk amacıyla yapılacak üretimlerde yapraktan yapılan GA₃ uygulamaları ile patatesten yumru sayısı ve veriminin önemli derecede artırılabilirliği ve yumruların hasat sonrası depolama devresinde dormansi sürelerinin kısaltılarak özellikle ikinci üretimler için avantaj sağlanabileceği anlaşılmıştır.</p>

^a fhzraok@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-0199-572X>

^a arifsanli@isparta.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0002-5443-2082>



Giriş

Patateste yumru oluşumu sıcaklık, fotoperiyot ve ışık yoğunluğu gibi çevresel faktörler ile biyokimyasal ve genetik faktörlerin beraber etki ettiği karmaşık gelişimsel evredir (Kolomiets ve ark., 2001). Bu faktörlerdeki değişiklikler içsel bitki büyüme düzenleyicilerinin seviyelerini etkilemektedir. Gibberellinler patates yumru oluşumunun düzenlenmesinde rol oynayan önemli fitohormonlardan birisidir (Xu ve ark., 2006; Sarkar, 2008). Stolon oluşumu bitkideki gibberellin seviyeleri ile ilişkili olup, gibberellinlerin dışarıdan uygulanması stolon büyümesini teşvik etmekte (Abdala ve ark., 2000) ancak yumru oluşumunu engellemektedir (Puzina, 2004). Patates yumru oluşumunda büyüme düzenleyicilerinin rolüne ilişkin yapılan modellemede de gibberellinlerin yumru oluşumunu inhibe ettiği, absisik asidin ise yumru oluşumunu teşvik ettiği rapor edilmiştir (Cutter, 1992). Gibberellik asit (GA₃) uygulanması yumru oluşumunu sağlayan stolonların sayısının artmasını ve ileriki dönemlerde yumru büyütmede gereken asimilatların sağlanmasına yardımcı olacak yaprak sayısının artmasını teşvik etmektedir (Hashemi, 2020). GA₃'ün tohumluk yumru üretimini arttırmak amacıyla dikim öncesi yumrulara uygulandığında dormansi süresini kısalttığı, sap ve dolayısı ile yumru sayısını arttırdığı bir deneme araştırması tarafından da tespit edilmiştir (Jbour, 2003; Salimi ve ark., 2010; Kılıç, 2016; Şanlı ve ark., 2020). Bununla birlikte, dikim öncesi tohumluk yumrulara GA₃ uygulamalarında uygun dozun ayarlanamaması ve uygulama güçlükleri gibi üretici problemlerinin yanı sıra bazı durumlarda aşırı ve ince sap gelişiminin gözlenmektedir.

Patates üretiminde karşılaşılan en önemli sorunların başında kaliteli tohumluk temini gelmektedir. Kaliteli tohumluğun ön koşulu, yumruların hasat sonrası dormansi periyodunu tamamlamış ve gözlerin yeni uyanmaya başlamış olmasıdır. Ülkemizde yapılan ana üretimler için kaliteli tohumluk temininde sıkıntı yaşanmamakla birlikte üretimi artış gösteren ikinci üretimlerde kullanılacak tohumluk yumru temininde problemler ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde ikinci üretimler için yumru dikimleri genellikle üretimin yapılacağı bölgeye de bağlı olmak üzere Haziran-Ağustos ayları arasında yapılmakta olup, bu dikimlerde ya ana ürün dikimlerinden kalan ve fizyolojik olarak daha yaşlı olan yumrular ya da ana ürün üretimlerinden ayrılan ve dormant durumda olan yumrular kullanılmaktadır. Bu durum, verimin çok daha düşük olması beklenen ikinci ürün dikimlerinde, fizyolojik olarak yaşlı yumruların kullanılması nedeniyle verimin bir kat daha düşmesine neden olmaktadır. Diğer taraftan, yeni hasat edilmiş yumruların tohumluk olarak kullanılması ya dikimin gecikmesine ya da dormant yumruların toprakta uzun süre kalmalarına bağlı olarak hastalıkların artmasına, zayıf bitki gelişimine ve nihayetinde düşük verime yol açmaktadır (Wiersema, 1985). Yeni hasat edilen yumruların tohumluk olarak kısa sürede kullanılmaları için dormansi süresinin kısaltılması gerekmektedir. Gibberellinler, dikim öncesi tohumluk yumrulara ya da bitki üst kısmına uygulandığında patates yumrularında dormansi durumunu ortadan kaldırmaktadır (Lorreta ve ark., 1995). Bu çalışmada, farklı dönem ve dozlarda yapraklardan yapılan GA₃ uygulamalarının yumru verimi, kalitesi ve yumrulara hasat sonrası dormansi süresine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde 2021 ve 2022 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, ülkede yoğun olarak tarımı yapılan orta erkenci özellikteki Agria çeşidine ait sertifikalı yumrular ile Sigma Aldrich tarafından sağlanan sentetik bitki büyüme düzenleyicisi GA₃ (C₂₂H₂₆O₈) (CAS No: 1373154-68-7) kullanılmıştır.

Araştırma Yerinin İklim ve Toprak Özellikleri

Çalışmanın yürütüldüğü 2021 ve 2022 yıllarının Mayıs-Eylül aylarına ait toplam yağış miktarları; sırasıyla 186,1 mm ve 207,9 mm olarak gerçekleşmiş ve bu değerler uzun yıllar ortalaması olan 126,2 mm'nin üzerinde olduğu kaydedilmiştir. Aynı döneme ait ortalama sıcaklık değerleri, sırasıyla 21,8 ve 21,5°C olarak tespit edilmiş ve bu değerler uzun yıllar sıcaklık ortalaması olan 20,6°C'ye yakın bir seviyede olmuştur. Araştırmaların yürütüldüğü vejetasyon dönemindeki nispi nem oranları da sırasıyla %51,5 ve %54,3 olarak kaydedilmiş ve bu değerler uzun yıllar ortalaması olan %50,5 ile benzerlik göstermiştir. Denemeler, her iki yılda da benzer özelliklere sahip topraklarda kurulmuş ve bu alanlardan alınan (30 cm derinlikten) örneklerde deneme alanı toprakları; tekstür bakımından tınlı, pH değeri 8,2, toplam tuz içeriği %0,025, kation değişim kapasitesi %38, kireççe zengin (%25,5), organik madde miktarı bakımından fakir (%1,58), alınabilir fosfor bakımından fakir (18,2 mg/kg P₂O₅), potasyum bakımından zengin (188 g/da K₂O), toplam azot miktarı (%0,82) bakımından ise fakirdir.

Yöntem

Deneme, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Planı'na göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuş olup, GA₃ uygulama dönemleri ana parsellere, GA₃ dozları ise alt parsellere yerleştirilmiştir. Patates dikimleri her iki yılda da Nisan ayının 2. haftasında, 70 cm sıra arası ve 30 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde yarı otomatik dikim makinesi ile gerçekleştirilmiştir. Deneme parselleri, her biri 4 GA₃ uygulama dönemi x 4 GA₃ dozu olmak üzere toplamda 48 parsel oluşturacak şekilde tasarlanmıştır. Her bir parsel 6 m uzunluğunda 4 sıradan oluşturulmuştur. Dikim öncesinde, tohum kökenli enfeksiyonlara karşı yumrulara fungusit (Emesto Sylver) ve patates böceklerine karşı insektisit (Gaucho EC 300) uygulanmıştır. Araştırmanın her iki yılında da dikim öncesinde dekara 10 kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde 15-15-15 kompoze gübre uygulanmış, ayrıca boğaz doldurma sırasında da 10 kg/da saf azot hesabıyla (Nitropower, %30 N) azotlu gübre kullanılmıştır. Bitkilerin su ihtiyacı, yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak karşılanmış ve haftada 4 saatlik sulama yapılmıştır. Dikimden sonra, patates tarlasında yabancı otlarla mücadele amacıyla ruhsatlı selektif herbisit olan Senkron WP 70 (%70 Metribuzin) 70 g/da dozunda uygulanmıştır. Deneme alanındaki patates böceklerinin zararına karşı Imidacloprid etken maddeli insektisit kullanılarak mücadele edilmiştir. GA₃ uygulamaları, çıkıştan 45 gün sonra (çiçeklenme dönemi) başlayarak 15 günlük aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar, motorlu sırt

pülverizatörü kullanılarak standart ilaçlama normunda (40 L/da) yapılmış ve her bir parsel için farklı gelişme dönemlerinde 4 farklı dozda (0, 100, 250 ve 500 mg/L) püskürtme şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Yaprak klorofil içerikleri, son uygulamalardan bir hafta sonra Minolta marka SPAD-502 klorofil metre kullanılarak ölçülmüştür. Yumru hasadı, her bir parseldeki bitkilerin yeşil aksamalarının tamamen kurduğu dönemde gerçekleştirilmiştir. Her parsel kenarından 1'er sıra, baş ve sonlarından 1'er ocak kenar tesiri olarak ayrılıp kalan kısımlar hasat alanı olarak kullanılmış ve bu alandan tesadüfen seçilen 20 bitkide yumru sayısı, pazarlanabilir yumru oranı, çatlak yumru oranı ve sekonder gelişme gösteren yumru oranı belirlenmiştir. Hasat parselindeki tüm ocakların sökülmesi ile toplam yumru verimi hesaplanmıştır. Her bir parselden hasat edilen yumruların içerisinde 80-120 g ağırlığında 100 adet yumru, önce kütleme periyoduna (15 gün boyunca 20°C sıcaklıkta ve karanlık ortamda) alınmıştır. Ardından sıcaklık ve nem kontrollü (8°C sıcaklık, %90-95 nispi nem) depolama koşullarında ayrı ayrı kasalarda depolanarak yumrulardaki dormansi kırılma süreleri belirlenmiştir.

Verilerin Değerlendirilmesi

Ölçüm ve analizler sonucunda elde edilen veriler, Tesadüf Bloklarında Bölünmüş Parseller Deneme Planı'na göre SAS (2009) istatistik paket programında General Linear Model (GLM) prosedürü ile standart varyans analizi tekniği (ANOVA) kullanılarak analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Yumru Sayısı (adet/ocak)

GA₃ dozları ve uygulama dönemleri ile doz x dönem interaksyonunun yumru sayısına etkileri istatistiki açıdan önemli (P<0,01) olmuştur. GA₃ dozları (10,50-9,96 adet/ocak) ortalama yumru sayısını kontrole (8,20 adet/ocak) göre önemli derecede artırmıştır. Yumru sayısı dikimden 75 gün sonra yapılan uygulamalarda (10,99 adet/ocak) daha yüksek olurken, 90 gün sonra yapılan uygulamalarda (8,74 adet/ocak) daha düşük olarak belirlenmiştir. En yüksek yumru sayısı, dikimden 75 gün sonra yapılan GA₃ uygulamalarından (11,63-12,37 adet/ocak) elde edilmiştir (Çizelge 1). Kontrol ile karşılaştırıldığında, GA₃ uygulamaları ile birlikte ocak başına yumru sayısında %56'ya varan artış meydana gelmiştir. Benzer olarak yumru sayısının GA₃ uygulaması ile arttığı birden fazla araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Arıoğlu, 1980; Çalışkan ve ark., 2021). Alexopoulos ve ark. (2007) bitkilere erken büyüme döneminde bir kez GA₃ uygulandığında yumru sayısının arttığını ancak bu etkinin GA₃ uygulamasının zamanına bağlı olduğunu belirtmiştir. Caldiz (1996), yaprağa GA₃ uygulamalarının yumru sayısını önemli derecede artırdığını ve GA₃ uygulamasının yumru sayısı üzerindeki etkisinin esas olarak stolonun uzunluğundan ve dallanmasındaki artıştan kaynaklandığını bildirmiştir. Bu çalışmada, uygulama sonrası stolon üretimi uyarılması ve artan fotosentetik aktiviteye bağlı olarak yumru sayısının artmış olabileceği düşünülmektedir.

Yumru Verimi (kg/da)

GA₃ dozları ve uygulama dönemleri (P<0,01) ile doz x dönem interaksyonunun yumru verimine etkileri istatistiki açıdan önemli (P<0,05) olmuştur. GA₃ dozları (4294-4576 kg/da) ortalama yumru verimini kontrole (3792 kg/da) göre önemli derecede artırmıştır. Yumru verimi, dikimden sonra ilk üç dönemde yapılan uygulamalarda (sırası ile 4348 kg/da, 4391 kg/da ve 4580 kg/da) daha yüksek olurken, 90 gün sonra yapılan uygulamalarda (3889 kg/da) daha düşük olarak belirlenmiştir. En yüksek yumru verimi, dikimden 75 gün sonra yapılan GA₃ uygulamalarından (4928-5068 kg/da) elde edilmiştir (Çizelge 1). Çalışmada GA₃ uygulamaları ile birlikte ocak başına yumru veriminde ise %36'ya varan artış meydana gelmiştir. GA₃ uygulamasının ocakta yumru sayısını çoğaltarak yumru verimini artırdığı düşünülmektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda da benzer şekilde GA₃ uygulamasının kontrole göre toplam yumru verimini artırdığını göstermiştir (Barani ve ark., 2013; Dahshan ve ark., 2018). Sillu ve ark. (2012), yaprakta GA₃ uygulamalarının fotosentez oranını artırarak bitki büyümesini ve yumru verimini olumlu yönde etkilediğini ve yaprakta yapılan uygulamaların yumruya yapılanlardan daha etkili olduğunu bildirmişlerdir. Njoqu ve ark. (2015), tohumluk yumrulara dikim sırasında GA₃ uygulamasının sürgün oluşumunu ve çıkışını hızlandırdığını ve bunun sonucunda daha yüksek yumru verimi sağladığını bildirmişlerdir.

Pazarlanabilir Yumru Oranı (%)

GA₃ dozları ve uygulama dönemlerinin yumru oranına etkileri istatistiki açıdan önemli (P<0,01) olmuştur. Çalışmada, GA₃ dozları (%85,2-86,9) ortalama pazarlanabilir yumru oranını kontrol grubuna (%89,9) göre önemli derecede azaltmış, bu azalmanın uygulama dozundaki artışa paralel olarak gerçekleştiği gözlenmiştir. Pazarlanabilir yumru oranı dikimden 90 gün sonra yapılan uygulamalarda (%89,4) diğer dönemlerden (%85,2-86,5) daha yüksek olarak belirlenmiştir. Uygulamaların döneme bağlı olarak pazarlanabilir yumru oranına etkileri istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek pazarlanabilir yumru oranı kontrol (%88,8-90,5) ile 90 gün sonra yapılan 50 ve 100 mg/L GA₃ uygulamalarından (sırası ile %89,6 ve %89,3) elde edilmiştir (Çizelge 1). GA₃ uygulamaları ile pazarlanabilir yumru oranındaki azalmanın, GA₃ uygulaması yapılan bitkilerin ocaklarda daha fazla yumru sayısına sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yumru sayısının GA₃ uygulamaları ile arttığı, ancak toplam ve iri yumru veriminin azaldığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Yıldırım ve ark., 1999; Öner, 2012). Benzer şekilde, Karaat (2011), GA₃ dozunun artmasıyla ortalama pazarlanabilir yumru veriminin azaldığını kaydetmiştir. Sharma ve ark. (1998), GA₃'ün yaprakta uygulanmasının yumrulara deformasyona neden olarak pazarlanabilir yumru oranını azalttığını rapor etmiştir. Nitekim, bu çalışmadan elde edilen bulgulara paralel olarak da birçok araştırmada GA₃'ün yaprağa ve dikimden önce tohumluk yumrulara uygulanmasının, yumrular arasında boyut dağılımını etkilediği tespit edilmiştir (Karaat, 2011).

Klorofil İçeriği (SPAD)

GA₃ dozlarının klorofil içeriğine etkileri istatistiki açıdan önemli (P<0,01) olmuştur. GA₃ uygulamaları ortalama klorofil içeriğini kontrole göre önemli oranda azaltmış, bu azalma uygulama dozundaki artış ile orantılı olarak gerçekleşmiştir. Uygulama dönemlerinin yaprak klorofil içeriğine etkileri istatistik açısından önemsiz bulunmuş, farklı uygulama dönemlerinde yaprak klorofil içeriği benzerlik göstermiştir. GA₃ uygulamalarının döneme bağlı olarak klorofil içeriğine etkileri istatistik açıdan önemsiz bulunmuştur. En yüksek klorofil içeriği kontrol (43,2-44,5 SPAD) ile dikimden 60 ve 90 gün sonra yapılan 50 mg/L GA₃ uygulamalarından (sırası ile 42,0 SPAD ve 42,1 SPAD) elde edilmiştir (Çizelge 1). Nitekim daha önce Hou ve ark. (2018), yaptıkları çalışmada GA₃ dozu arttıkça SPAD değerlerinin düştüğünü bildirmişlerdir. Benzer şekilde Wang ve ark. (2018), GA₃ uygulamalarından sonra yaprak klorofil içeriğinin önemli ölçüde azaldığını bildirmiştir. Sharma ve ark. (1998), patates bitkisinin yapraklarına püskürtme şeklinde uygulanan GA₃'ün yaprak klorofil içeriğini azalttığını ve bu klorofil içeriği değişikliklerinin yumru veriminde farklılıklara yol açtığını bildirmişlerdir. Benzer bir çalışmada da Jackson & Prat (1996), *Solanum tuberosum* ssp. andigana bitkilerinde GA₃ uygulamalarının yaprak klorofil içeriğinde azalmaya neden olduğunu rapor

etmişlerdir. Diğer taraftan, Zainaldeen & Rasool (2018), ve El-Hamady (2017), yaptıkları çalışmada patates bitkisinde GA₃ uygulama dozundaki artışla birlikte yaprak klorofil içeriğinin de arttığını bildirmişlerdir.

Çatlak Yumru Oranı (%)

GA₃ dozları ve uygulama dönemleri (P<0,01) ile doz x dönem interaksyonunun çatlak yumru oranına etkileri istatistiki açıdan önemli (P<0,05) olmuştur. GA₃ dozları (%14,6-17,1) ortalama çatlak yumru oranını kontrole (%12,2) göre önemli miktarda artmış, bu artış uygulama dozundaki artışa orantılı olarak gerçekleşmiştir. Çatlak yumru oranı dikimden 75 ve 90 gün sonra yapılan uygulamalarda (sırası ile %14,2 ve %12,7) daha düşük olurken, 45 ve 60 gün sonra yapılan uygulamalarda (sırası ile %16,4 ve %16,7) daha yüksek olarak tespit edilmiştir. Döneme bağlı olarak en fazla çatlak yumru oranı 45 gün sonra 200 mg/L GA₃ uygulamaları (%20,3) ile 60 gün sonra yapılan GA₃ uygulamalarında (%17,3-19,6) görülmüştür, diğer bütün uygulamalar benzer etki göstermiştir (Çizelge 2).

Sekonder Yumru Oranı (%)

GA₃ uygulamaları ve uygulama dönemleri (P<0,01) ile doz x dönem interaksyonunun sekonder yumru oranına etkileri istatistiki açıdan önemli (P<0,05) olmuştur.

Çizelge 1. Farklı dönemlerde yapılan GA₃ uygulamalarının patatesten verim ve bazı verim özelliklerinde etkileri
Table 1. Effects of GA₃ applications made in different periods on potato yield and some yield characteristics

Uygulama Dönemleri (gün)	GA ₃ dozları (mg/l)	Yumru Sayısı (adet/ocak)	Yumru Verimi (kg/da)	Pazarlanabilir Yumru Oranı (%)	Klorofil İçeriği (SPAD)
45	0	8,00	3870	88,8	43,2
	50	9,43	4291	86,3	41,1
	100	9,90	4559	84,9	40,5
	200	10,13	4670	84,9	37,3
60	0	8,57	3775	90,3	44,5
	50	10,0	4313	86,7	42,0
	100	10,73	4714	84,9	40,5
	200	10,83	4761	84,1	38,5
75	0	7,90	3700	90,5	43,5
	50	11,63	4626	84,3	41,4
	100	12,37	5068	82,9	40,1
	200	12,07	4928	83,1	37,6
90	0	8,33	3825	90,2	44,1
	50	8,77	3948	89,6	42,1
	100	8,90	3836	89,3	41,7
	200	8,97	3945	88,7	38,4
CV (%)		5,75	6,64	2,05	3,14
LSD _{int} :		0,94	476	2,97	2,14
F değeri		5,44**	2,38*	1,70	0,18
Uygulama Dönemleri (gün)					
45		9,37c	4348a	86,4b	40,5
60		10,00b	4391a	86,5b	41,4
75		10,99a	4580a	85,2b	40,7
90		8,74d	3889b	89,4a	41,6
F değeri		35,13**	12,65**	12,33**	1,87
GA ₃ dozları (mg/l)					
0		8,20c	3792c	89,9a	43,8a
50		9,96b	4294b	86,9b	41,7b
100		10,48a	4544a	85,5bc	40,7b
200		10,50a	4576a	85,2c	38,0c
F değeri		44,58**	19,28**	17,82**	42,52**

Çizelge 2. Farklı dönemlerde yapılan GA₃ uygulamalarının patatestte bazı yumru özellikleri ile dormansi süresine etkileri
Table 2. Effects of GA₃ applications made in different periods on some tuber characteristics and dormancy period in potato

Uygulama Dönemleri (gün)	GA ₃ dozları (mg/l)	Çatlak Yumru Oranı (%)	Sekonder Yumru Oranı (%)	Kuru madde Oranı (%)	Dormansi Süresi(gün)
45	0	12,4	9,0	19,9	110,7
	50	13,6	10,9	19,6	107,0
	100	12,3	11,3	19,1	104,7
	200	20,3	11,2	19,1	106,0
60	0	12,0	8,3	20,4	112,3
	50	17,3	11,2	19,9	107,7
	100	17,9	12,0	18,6	96,7
	200	19,6	11,8	18,4	94,3
75	0	12,0	8,9	20,1	107,7
	50	14,4	12,9	19,3	99,7
	100	15,2	15,0	18,1	88,3
	200	15,3	15,4	17,9	85,7
90	0	12,3	8,8	19,9	111,7
	50	13,0	14,5	18,9	97,7
	100	12,5	16,5	18,0	84,0
	200	13,2	16,8	18,0	80,7
CV (%)		15,23	11,4	3,68	4,65
LSD _{int} :		3,82	2,31	1,16	7,73
F değeri		1,99*	2,31*	0,64	3,51**
Uygulama Dönemleri (gün)					
45		16,4a	10,6b	19,4a	107,1a
60		16,7a	10,8b	19,3a	103,0b
75		14,2b	13,0a	18,8ab	95,3c
90		12,7b	14,2a	18,7b	93,5c
F değeri		8,11**	18,60**	3,05*	22,58**
GA ₃ dozları (mg/l)					
0		12,2c	8,8c	20,1a	110,6a
50		14,6b	12,4b	19,4b	103,0b
100		16,2ab	13,7a	18,5c	93,4c
200		17,1a	13,8a	18,4c	91,7c
F değeri		10,65**	34,46**	16,86**	43,44**

GA₃ uygulamaları (%12,4-13,8) ile ortalama sekonder yumru oranı kontrole (%8,8) göre önemli oranda artmış, bu artış uygulama dozundaki artışa paralel olarak gerçekleşmiştir. Sekonder yumru oranı dikimden 75 ve 90 gün sonra yapılan uygulamalarda daha yüksek olurken (sırası ile %13,0 ve %14,2), 45 ve 60 gün sonra yapılan uygulamalarda (sırası ile %10,6 ve %10,8) daha düşük olarak tespit edilmiştir. Döneme bağlı olarak en fazla sekonder yumru oranı 90 gün sonra yapılan GA₃ uygulamaları (%14,5-16,8) ile 75 gün sonra yapılan 100 ve 200 mg/L GA₃ uygulamalarında (sırası ile %15,0 ve %15,4) görülürken, en düşük sekonder yumru oranı kontrol gruplarında (%8,3-9,0) görülmüştür (Çizelge 2). Daha önce yapılan çalışmalarda da patates yapraklarına yapılan GA₃ uygulamasının yumrulara şekil bozuklukları meydana getirdiği (Sharma ve ark., 1998), aynı şekilde GA₃'ün stolon büyümesini teşvik ettiğini ve yumruların normalden daha uzun ve oval olmasına neden olduğu bildirilmiştir (Jackson & Prat, 1996).

Kuru Madde Oranı (%)

GA₃ dozları (P<0,01) ve uygulama dönemlerinin (P<0,05) kuru madde oranına etkileri istatistiksel açıdan önemli olmuştur. GA₃ dozları (%18,4-19,4) ortalama kuru madde oranını kontrole (%20,1) göre önemli derecede azalmış, uygulamalardaki doz artışı ile kuru madde oranı

azalma göstermiştir. Kuru madde oranı dikimden 45 ve 60 gün sonra yapılan uygulamalarda (sırası ile %19,4 ve %19,3) daha yüksek olurken, 75 ve 90 gün sonra yapılan uygulamalarda (sırası ile %18,8 ve %18,7) daha düşük olarak belirlenmiştir. Döneme bağlı olarak GA₃ uygulamalarının kuru madde oranına etkileri istatistiksel açıdan önemsiz bulunmuş, farklı uygulama dönemlerine bağlı olarak kuru madde oranları benzerlik göstermiştir (Çizelge 2). GA₃ uygulamaları ile kuru madde oranında meydana gelen azalmanın, GA₃ uygulanan bitkilerde ocaklardaki yumru sayısının artmasından ve fotosentez ile üretilen asimilatların daha fazla yumru tarafından kullanılmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Konu ile ilgili olarak, Javanmardi & Rasuli (2017), yaptıkları çalışmada GA₃ konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak yumru kuru madde içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Alexopoulos ve ark. (2007), yapraklardan GA₃ uygulanan patates bitkisinde, GA₃'ün yumrulara solunum oranının artırması ile yumruların kuru madde içeriğini önemli ölçüde azalttığını tespit etmişlerdir.

Dormansi Süresi (gün)

GA₃ uygulamaları, uygulama dönemleri ve uygulama ile dönem etkileşimi, yumruların dormansi süresine istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) bir etki yapmıştır. GA₃ uygulamaları (91,7-103,0 gün) ortalama dormansi süresini

kontrole (110,6 gün) göre önemli derecede kısaltmıştır. Dormansi süresi dikimden 75 ve 90 gün sonra yapılan uygulamalarda (sırası ile 95,3 gün ve 93,5 gün) daha kısa olurken, 45 gün sonra yapılan uygulamalarda (107,1 gün) daha uzun olarak belirlenmiştir. Döneme bağlı olarak en kısa dormansi süresi dikimden 90 gün sonra yapılan 100 ve 200 mg/L GA₃ uygulamalarından (sırası ile 84,0 gün ve 80,7 gün) elde edilmiştir (Çizelge 2). Patateslerde dormansi süresi; çeşide, hasattan önceki koşullara ve depolama şartlarına bağlı olarak 10 gün ile 6 ay arasında değişebilmektedir (Olsen ve ark., 2004). Patates yumrularında dormansi, yumru oluşumu başlangıcında meydana geldiğinden (Alexopoulos ve ark., 2007) vejetatif aşamada GA₃ uygulamalarının dormansi süresini kısalttığı düşünülmektedir. Nitekim, Alexopoulos ve ark. (2006), tarafından yapılan çalışmada, patates bitkisinin yapraklarına GA₃ uygulanması sonucu yumrulardaki GA₃ ve indirgen şekerlerin konsantrasyonlarının büyük ölçüde artırdığını ve bunun da sürgünlenmeyi teşvik ettiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, yapraktan 300-375 ppm GA₃ uygulanmasının patates yumrularında dormansi süresini kısalttığı ve sürgünlenmeye neden olduğu bildirilmiştir (Ittersum & Scholte, 1993).

Sonuç

Genel olarak değerlendirildiğinde, çalışmada yapraktan uygulanan GA₃ patates bitkisinin gelişimini ve verimini aynı zamanda yumrulara hasat sonrası dormansi süresini önemli oranda etkilediği belirlenmiştir. Yumru verimi açısından etkili uygulamalar 60 ve 75. günlerde yapılan 100 ve 200 mg/L GA₃ uygulamaları olmuştur. En kısa dormansi süreleri 75 ve 90. günlerde yapılan 100 ve 200 mg/L GA₃ uygulamalarından elde edilmiş, bu uygulamalar ile dormansi süresi 25 güne kadar daha kısa olmuştur. Yapraktan GA₃ uygulamaları patates üretiminde yumru veriminin artırılması ve dormansi süresinin kısaltılması açısından alternatif yaklaşım sunmaktadır. Yapraktan GA₃ uygulamaları ile bir taraftan yumru sayısının artırılacağı, diğer taraftan ise hasat edilen yumrulara dormansinin depoda daha erken kırılması neticesinde ikinci ürün üretimleri için gerekli tohumluk temininde önemli avantaj sağlanabileceği düşünülmektedir.

Bilgi

Bu çalışma, 3rd International Congress of the Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology) TURJAF 2023, kongresinde sunulmuştur.

Kaynaklar

Abdala, G. G., Castro, O. & Miersch Pearce, D. (2000). Changes in jasmonate and gibberellin levels during development of potato plants (*Solanum tuberosum* L.). *Plant Growth Regulators*, 36(2): 121-126.

Alexopoulos, A. A., Aivalakis, G., Akoumianakis, K.A. & Passam, H.C. (2007). Effect of foliar applications of gibberellic acid or daminozide on plant growth, tuberisation, and carbohydrate accumulation in tubers grown from true potato seed. *J. Hort. Sci. Biotechnol*, 82: 535-540.

Alexopoulos, A.A., Akoumianakis, A.K., Vemmos, S.M. & Passam, H.C. (2006). The effect of postharvest application of gibberellic acid and benzyl adenine on duration of dormancy of potato produced by plant grown from true potato seeds. *Post harvest biology and technology* 46(1): 54-62.

Arıoğlu, H. & Onaran, H. (2002). Niğde koşulları patates yetiştiriciliğinde; farklı yumru iriliği ve bitki sıklığının, yumru verimi ve yumru kalibrasyonu üzerine etkileri. III. Ulusal Patates Kongresi, İZMİR, cilt.1, ss.125-135.

Barani, M., Akbari, N. & Ahmadi, H. (2013). The effect of gibberellic acid (GA₃) on the size and sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). *African Journal of Agriculture Research*, 8(29): 3899-3903.

Caldiz, D. O. (1996). Seed potato (*Solanum tuberosum* L.) yield and tuber number increase after foliar applications of cytokinins and gibberellic acid under field and glasshouse conditions. *Plant Growth Regul.*, 20: 185-88.

Cutter, E. G. (1992). Structure and development of the potato plant. Pages 65-146 in P. Harris, ed. *The potato crop: the scientific basis for improvement*. Chapman and Hall, London, UK.

Çalışkan, S., Hashemi, M.S., Akkemiş, M., Aytekin, R. İ. & Bedir, M. (2021). Effect of Gibberellic Acid on Growth, Tuber Yield and Quality in Potatoes (*Solanum tuberosum* L.). *Turk J. Field Crops*, 26(2), 139-146. doi: 10.17557/tjfc.1033429.

Dahshan, A. M. A., Zaki, H. E. M., Moustafa, Y. M. M., Abdel-Mageed, Y. T. & Hassan, M. A. M. (2018). Effect of some growth regulators and natural extracts on yield and quality of potato. *Minia Journal of Agriculture Research and Development*, 38(2): 271-295.

El-Hamady, M. M. (2017). Growth and yield of potato *Solanum tuberosum* L. as influenced by soaking in GA₃ and potassium fertilizer rates. *Canadian Journal of Agriculture and Crops*, 2(1): 50-59.

Hashemi, M. S. (2020). Patateste (*Solanum tuberosum* L.) Gibberellik Asit Uygulamasının Bitki Gelişimiyle Verim Ve Kalite Üzerine Etkileri. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi. Niğde.

Hou, K., Chen, J. W., Li, J. Y., Shen, H., Chen, L. & Wu, W. (2018). Effect of gibberellic acid and chlormequat chloride on growth, coumarin content and root yield of *Angelica dahurica* var. *formosana*. *J. Agr. Sci. Tech.* 15: 1415-1423.

Ittersum, M. K. & Scholte, K. (1993). Shortening dormancy of seed potatoes by a haulm application of gibberellic acid and storage temperature regimes. *American Journal of Potato Research* 70(1): 7-19.

Jackson, S. D. & Prat, S. (1996). Control of tuberization in potato by gibberellins and phytochrome B. *Physiol. Plant.* 98:407-412.

Javanmardi, J. & Rasuli, F. (2017). Potato yield and tuber quality as affected by gibberellic acid and zinc sulphate. *Iran Agricultural Research* 36(2): 7-12.

Jbour, M. (2003). Potato tuber dormancy period and ways of its regulation. Doctoral thesis, Plant Breeding and Acclimatization Institute, Poland, Jadwisin, 128s.

Karaat, F. E. (2011). Effects of different growth regulators applications on plant growth and tuber yield and quality in early and main product potato growing. MSc Thesis. Hatay Mustafa Kemal University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, p: 90 (in Turkish)

Kılıç, M. (2016). Gibberellik Asit ve Maleik Hidrazit Uygulamalarının Patates (*Solanum tuberosum* L.)'te Yumru Verimi ve Dormansi Süresi Üzerine Etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta.

Kolomiets, M. V., Hannapei, D. J., Chen, H., Tymeson, M. & Gladon, R. J. (2001). Lipoxigenase is involved in the control of potato tuber development. *The Plant Cell Online*, 13(3): 613-626.

- Lorreta, J., Miktzel, G. & Nora, F. (1995) Dry Gibberellic acid combined with talc and fir bark enhances early and tuber growth of shepody. *Am Potato J* 72: 545-550.
- Njoqu, M. K., Gathungu, G. K. & Daniel, P. M. (2015). Comparative effects of foliar application of gibberellic acid and benzylaminopurine on seed potato tuber sprouting and yield of resultant plants. *American J. of Agriculture and Forestry*, 3(5): 192-201.
- Olsen, N., Kleinkopf, G. E. & Stark, J C. (2004). *Physiological Disorders. Agric. Commun., Univ. of Idaho, Moscow. Pages 309-327*
- Öner, E. K. (2012). Turfanda Patates (*Solanum tuberosum* L.)' te Dikim Zamanları ve Yumru Ön Uygulamalarının Verim ve Bazı Kalite Kriterlerine Etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 159s, Samsun.
- Puzina, T. I. (2004). Effect of zinc sulfate and boric acid on the hormonal status of potato plants in relation to tuberization. *Russian Journal of Plant Physiology*, 51(2): 209-215.
- Salimi, K. H., Tavakkol, A. R., Hosseini, M. B. & Struik, P. C. (2010). Effects of Gibberellic Acid and Carbon Disulphide on Sprouting of Potato Minitubers. *Scientia Horticulturae*, 124, 14-18.
- Sarkar, D. (2008). The signal transduction pathways controlling in planta tuberization in potato: an emerging synthesis. *Plant Cell Reports*, 27(1): 1-8.
- Sharma, N., Kaur, N. & Gupta, A. K. (1998). Effects of gibberellic acid and chlorocholine chloride on tuberization and growth of potato (*Solanum tuberosum* L.). *J. Food Sci. Agric.*, 78: 466-470.
- Sillu, M., Patel, N. M., Bhadoria, H. S. & Wankhade, V. R. (2012). Effect of plant growth regulators and methods of application on growth and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) cv. KUFRI BADSHAH. *Advance Research Journal of Crop Improvement*, 3(2): 144-147.
- Şanlı, A. & Cirit, Y. (2020). Tohumluk patates (*Solanum tuberosum* L.) üretiminin optimizasyonu: Dikim öncesi gibberellik asit uygulamaları ile dikim sıklığının etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30 (1): 156-165.
- Wang, C. C., Wang, X. Y., Wang, K. C., Hu, J. J., Tang, M. X., He, W. & Vander Zaag, P. (2018). Manipulating aeroponically grown potatoes with gibberellins and calcium nitrate. *American Journal of Potato Research*, 95(4): 351-361.
- Wiersema, S. G. (1985). *Physiological Development of Potato Seed Tubers. Technical Information Bulletin 20. International Potato center, Lima, Peru. pp: 16.*
- Xu, S., Li, J., Zhang, X., Wei, H. & Cui, L. (2006). Effects of heat acclimation pretreatment on changes of membrane lipid peroxidation, antioxidant metabolites, and ultrastructure of chloroplasts in two cool-season turfgrass species under heat stress, *Environmental and Experimental Botany*, 56, 274-285.
- Yıldırım, M. (2019). *The Effects of Animal and Chemical Manure Applications on Plant Growth Yield and Quality in Potato (Solanum tuberosum L.)*”, MSc Thesis, Nigde Omer Halisdemir University. Graduate School of Natural and Applied Sciences, Nigde (in Turkish).
- Zainaldeen, M. A. & Abdul Rasool, I. J. (2018). Effect of foliar application of gibberellin and nutrients on growth and yield of potato var. “Burren”. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 49(2): 168-176.