



Yüzüncü Yıl Üniversitesi  
Tarım Bilimleri Dergisi  
(YYU Journal of Agricultural Science)



<http://dergipark.gov.tr/yyutbd>

Araştırma Makalesi (Research Article)

**Tohumluk Patates (*Solanum tuberosum* L.) Üretimine Optimizasyonu: Dikim Öncesi Gibberellik Asit Uygulamaları ile Dikim Sıklığının Etkileri**

Arif ŞANLI<sup>\*1</sup>, Yeşim CİRİT<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, ISPARTA

<sup>2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, ISPARTA

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-5443-2082> <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0001-9178-5752>

\*Sorumlu yazar e-posta: arifsanli@isparta.edu.tr

**Makale Bilgileri**

Geliş: 27.12.2019  
Kabul: 26.02.2020  
Online Yayınlanma 31.03.2020  
DOI: 10.29133/yyutbd.666201

**Anahtar kelimeler**

Dikim Sıklığı,  
Gibberellik Asit,  
Patates,  
Tohumluk Yumru Üretimi,  
Yumru verimi.

**Öz:** Bu araştırma, tohumluk patates yumrusu üretiminde dikim öncesi gibberellik asit uygulamaları ile dikim sıklığının etkinliklerinin belirlenmesi amacıyla Isparta koşullarında 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmada, dikimden önce tohumluk yumrulara 0, 1.5, 3.0 ve 4.5 ppm dozlarında GA<sub>3</sub> uygulanmış ve yumrular 20, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafelerde dikilmiştir. GA<sub>3</sub> uygulamaları patatesteki ana sal sayısı, ocakta yumru sayısı, tohumluk yumru verimi ve toplam yumru verimini önemli derecede arttırmıştır. Dikim sıklığı arttıkça ocakta yumru sayısı, ocak verimi ve ortalama yumru ağırlığı azalmış, tohumluk yumru verimi ile toplam yumru verimi ise artmıştır. Tohumluk yumru verimi bakımından en etkili uygulamalar 3.0 ve 4.5 ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak 20 cm sıklıkta yapılan dikimler olmuş, bu uygulamalar ile A sınıfı tohumluk yumru veriminde yaklaşık % 57, B sınıfı tohumluk yumru veriminde ise % 88 artış sağlanmıştır. Çalışmada patates yumrularının dikim öncesi 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak 20 cm sıra üzeri mesafede dikilmeleri ile toplam yumru veriminde azalma olmadan tohumluk sınıfına giren yumru veriminin artırılacağı anlaşılmıştır.

**Optimization of Seed Potato (*Solanum tuberosum* L.) Production: Effects of Pre-Sowing Gibberellic Acid Treatments and Planting Density**

**Article Info**

Received: 27.12.2019  
Accepted: 26.02.2020  
Online Published 31.03.2020  
DOI: 10.29133/yyutbd.666201

**Keywords**

Gibberellic Acid,  
Planting Density,  
Potato,  
Seed Tuber Production, Tuber Yield.

**Abstract:** This research was carried out in 2016 and 2017 in Isparta conditions in order to determine the effectiveness of pre-sowing gibberellic acid applications and planting density on seed potato tuber production. In this study, GA<sub>3</sub> was applied to seed tubers at 0, 1.5, 3.0 and 4.5 ppm before planting and tubers were planted at different in-row spacing (20, 25 and 30 cm). GA<sub>3</sub> applications significantly increased the number of main stem, number of tubers per hill, seed tuber yield and total tuber yield. As the planting density increased, number of tubers per hill, tuber yield per hill and average tuber weight decreased while seed tuber yield and total tuber yield increased. Planting at 20 cm in-row spacing by applying 3.0 and 4.5 ppm GA<sub>3</sub> were the most effective applications in terms of seed tuber yield and the Grade A seed tuber yield increased by 57% and Grade B seed tuber yield increased by 88% with these treatments. In the study, it was understood that seed grade tuber yield could be increased without decreasing in total tuber yield with planted of tubers at a distance of 20 cm in-row spacing by applying 3.0 ppm GA<sub>3</sub> before planting.

## 1. Giriş

Patates (*Solanum tuberosum* L.) farklı iklim bölgelerine adaptasyonunun yüksek olması, dengeli ve yüksek besin değeri ve kullanım alanlarının çeşitliliği gibi nedenlerden dolayı Dünyanın birçok yerinde üretimi ve tüketimi hızla artan bir bitkidir (Arioğlu ve ark., 2002). Türkiye’de yaklaşık 136 bin hektar alanda 4.5 milyon ton patates üretimi gerçekleştirilmiştir (Anonim, 2018).

Patatesin yumruları ile çoğaltılıyor olması ve tohumluk yumrularındaki hastalıkların bir sonraki jenerasyona kolayca taşınabilmesi önemli derecede verim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Bu durum, üretimde kullanılan tohumluk yumruların kaliteli olmasını zorunlu kılmaktadır. Patates tarımında sertifikalı tohumluk kullanımı yumru verimi üzerine % 30-60 arasında katkı sağlamaktadır. Son 10 yılın ortalaması dikkate alındığında, ülkemizde yaklaşık 150 bin ha patates üretim alanı için (300 kg/da dikim normunda) her yıl yaklaşık 450 bin ton sertifikalı tohumluğa ihtiyaç bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Anaç kademedeki ithal edilen yumruların tarla şartlarında sertifikalı özelliğe sahip yumru (35-60 mm) üretim oranı genellikle % 40-50 arasında değişmekte, bu durum ise zaten yüksek fiyatlarla ithal edilen tohumluklardan elde edilen sertifikalı tohumluk maliyetini daha da arttırmaktadır. Tohumluk yumru üretiminde, tohumluk sınıfına giren yumru sayısı ve veriminin yüksek olması arzu edilmektedir. Birim alan yumru sayısının artırılması ve homojen yumru teşekkülünün sağlanması ile sertifikalı özellikteki yumru veriminde artış sağlanabilmektedir.

Tohumluk yumru üretiminde birim alandan elde edilecek tohumluk özelliğindeki yumru sayısı ve veriminin daha yüksek olması amacıyla bitki sıklığının artırılması gerekmektedir. Patateste bitki sıklığı birim alandaki bitki sayısı ve bitki başına sap sayısı olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır (Wiersema, 1987). Patateste dikim sıklığı arttıkça ortalama yumru ağırlığı azalmakta, fakat birim alandan elde edilen yumru sayısı ve verimi artmaktadır (Gasimova ve ark., 2010; Mahmoodabad ve ark., 2010; Somarin ve ark., 2010; Masarirambi ve ark., 2012). Bitki sıklığını etkileyen diğer bir faktör sap sayısıdır. Tohumluk yumrularına dikim öncesi GA<sub>3</sub> uygulanması ile apikal dominansi kırılmakta ve daha fazla gözün uyanması ile sap sayısı artmaktadır (Mikitzel, 1993). GA<sub>3</sub> uygulamalarının bitkide sap sayısını arttırdığı, stolon oluşumunu teşvik ettiği ve buna bağlı olarak yumru sayısını arttırdığı bir çok çalışma ile ortaya konmuştur (Mikitzel, 1993; Yıldırım ve ark., 1999; Rehman ve ark., 2001; Çalışkan ve Arioğlu, 2002; Jbour, 2003; Yılmaz ve Kahrıman, 2006; Salimi ve ark., 2010).

Birim alandaki sap sayısının optimize edilerek hem birim alan yumru verimi hem de tohumluk sınıfına giren yumru veriminin artırılması tohumluk yumru üretimi açısından oldukça önemli bir konudur. Bu çalışmada, tohumluk yumrulara farklı dozlarda GA<sub>3</sub> uygulamaları ile dikim sıklığının tohumluk yumru üretimindeki etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Çalışma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Uygulama Çiftliği deneme alanlarında (37° 50' 47" K, 30° 32' 12" D, 1035 m) 2016 ve 2017 yıllarında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü 2016 ve 2017 yıllarının Mayıs-Eylül aylarına ait toplam yağış miktarları (sırasıyla 202.7 mm ve 219.6 mm), uzun yıllar ortalamasından (126.2 mm) yüksek olmuştur. Aynı dönemde ortalama sıcaklık değerleri (sırasıyla 21.3 ve 20.0 °C), uzun yıllar sıcaklık ortalamasına (20.6 °C) yakın gerçekleşmiştir. Çalışmaların yürütüldüğü vejetasyon dönemindeki nispi nem oranları da % 48.8 ve % 52.4, uzun yıllar ortalamasına (%50.5) benzer olmuştur (Çizelge 1). Denemeler her iki yılda da benzer özelliklere sahip topraklarda kurulmuş ve bu alanlardan alınan (30 cm derinlikten) örneklerde deneme alanı toprakları tınlı, hafif alkali (pH:8.1), elverişli fosfor (182 ppm) ve potasyum (255 ppm) yönünden orta derecede, toplam azot (% 0.42) ve organik madde (% 1.71) bakımından ise fakir olarak belirlenmiştir.

Çalışmada ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan orta geççi özellikteki Agria çeşidinin sertifikalı yumruları ile sentetik bitki büyüme düzenleyicisi gibberellik asit (C22H26O8) (Sigma Aldrich, CAS No: 1373154-68-7) materyal olarak kullanılmıştır.

Ortalama 60 - 80 g ağırlığındaki tohumluk yumrular dikimden önce 4 farklı (0, 1,5, 3,0 ve 4,5 ppm) konsantrasyonda hazırlanan GA<sub>3</sub> solüsyonlarında 30 dakika süre ile muamele edilmiş (Mikitzel, 1993) ve daha sonra yıkanarak dikim zamanına kadar yaklaşık 1 hafta süre ile oda şartlarında kasalar içerisinde bekletilmiştir. Deneme, Tesadüf Blokları Deneme Deseninde Faktöriyel Düzenlemeye göre

3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Patates dikimleri her iki yılda da Nisan ayının 2. haftasında boğaz doldurma pulluğu ile (70 cm sıra arası) açılan sıralara 20, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde el ile yapılmıştır. Denemede her parsel 6 m uzunluğunda 4'er sıra şeklinde planlanmış, her blokta 12 parsel (3 sıra üzeri mesafe x 4 GA<sub>3</sub> dozu), toplamda ise 36 parsel oluşturulmuştur. Araştırmanın her iki yılında da dikim öncesinde dekara saf 10 kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde 15-15-15 kompoze gübresi, boğaz doldurma ile birlikte de 10 kg/da saf azot hesabı ile Amonyum nitrat (% 33 azot) gübresi uygulanmıştır (Şanlı ve Karadoğan, 2012). Bitkilerin ihtiyaç duyduğu su yağmurlama sulama ile karşılanmış bu amaçla haftalık 4'er saat süre ile sulama yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi, çıkış öncesi herbisit (Senkor wp 70 (% 70 Metribuzin) kullanılarak yapılmıştır. Araştırmanın yapıldığı 2016 ve 2017 yıllarında hasat işlemleri, yumrulara kabuk oluşumunun tamamlandığı dönemler dikkate alınarak yapılmıştır. Her parselin kenarlarından 1'er sıra, baş ve sonlarından 1'er ocak kenar tesiri olarak ayrıldıktan sonra geriye kalan kısımdan rastgele seçilen 20 bitkide ocak başına yumru sayısı ve verimi ile ortalama yumru ağırlığı belirlenmiş, dekara yumru verimi ile yumruların iriliklerine göre dağılımları ise her bir parselde hasat alanında bulunan tüm bitkilerin hasat edilmeleri ile hesaplanmıştır. Yumruların iriliklerine göre dağılımlarında 25-35 mm arası yumrular A sınıf tohumluk, 35-60 mm arasında olanlar B sınıf tohumluk, 60 mm üzeri olanlar ise iri yumru olarak değerlendirilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın yürütüldüğü yıllara ait iklim verileri

Aylar	Yağış (mm)			Sıcaklık (°C)			Nem (%)		
	1950-2015	2016	2017	1950-2015	2016	2017	1950-2015	2016	2017
Mayıs	52.3	87.6	149.5	15.6	15.1	14.9	57.4	61.5	64.1
Haziran	30.6	12.4	30.9	20.2	22.0	20.3	51.2	43.9	58.4
Temmuz	14.6	25.7	13.1	23.7	25.4	25.3	45.3	40.8	41.7
Ağustos	11.7	45.4	20.4	23.2	24.7	23.8	46.4	47.6	52.4
Eylül	17.0	31.6	5.7	18.6	19.1	15.5	52.0	50.2	45.5
Yağış Top.									
Sıcaklık-Nem Ort.	126.2	202.7	219.6	20.26	21.3	20.0	50.5	48.8	52.4

\*Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları

Veriler SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

### 3. Bulgular

GA<sub>3</sub> uygulamalarının incelenen tüm parametreler üzerine etkileri, dikim sıklığının ise ana dal sayısı hariç tüm parametreler üzerine etkileri istatistiki anlamda önemli (P<0.01) bulunmuştur. Uygulama x dikim sıklığı interaksiyonunun iri yumru verimi ve ortalama yumru ağırlığına etkisi %5, tohumluk B yumru verimi ve toplam yumru verimine etkisi ise %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Yıllar arasındaki farklılıklar sadece ortalama yumru ağırlığı özelliğinde %5 düzeyinde önemli bulunmuş, uygulama x yıl ve dikim sıklığı x yıl interaksiyonları önemsiz olmuştur (Çizelge 2).

#### 3.1. Ana dal sayısı (adet/bitki)

GA<sub>3</sub> ve sıra üzeri mesafelerin ana dal sayısına etkileri her iki yılda da benzer olmuştur. GA<sub>3</sub> uygulama dozundaki artışla birlikte ana dal sayısı da önemli derecede (P>0.01) artmış, iki yıllık ortalama verilere göre kontrolde ortalama 4.8 adet/bitki olan ana dal sayısı, 4.5 ppm dozunda 6.6 adet/bitki olmuştur. Sıra üzeri mesafenin ana dal sayısı üzerine önemi bir etkisi olmamıştır (Çizelge 3).

#### 3.2. Ocakta Yumru Sayısı (adet/ocak)

GA<sub>3</sub> uygulamaları ile bitki sıklığının ocakta yumru sayısına etkileri önemli bulunmuştur. İki yıllık ortalama verilere göre 3 ppm dozuna (8.8 adet/ocak) kadar yapılan GA<sub>3</sub> uygulamaları ocak

başına yumru sayısını kontrole (6.9 adet/ocak) göre önemli derecede arttırmış, 4.5 ppm dozunda (8.6 adet/ocak) önemli bir değişim meydana gelmemiştir (Çizelge 3). Sıra üzeri mesafenin 25 ve 30 cm olduğu dikimlerde ortalama ocak başına yumru sayısı 20 cm mesafe ile yapılan dikimlere göre daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 2. Araştırmada incelenen parametrelere ilişkin varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Ana Dal Say.	Ocakta yumru sayısı	Ocakta Yumru verimi	İri Yumru Verimi	Tohumluk B Yumru Verimi	Tohumluk A yumru verimi	Ortalama Yumru Ağırlığı	Toplam Yumru Verimi
Yıl	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
Rep (yıl)	4	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
GA <sub>3</sub> Uyg.	3	**	**	**	**	**	**	**	**
Yıl x Uyg.	3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dik. Sık. (DS)	2	ns	**	**	**	**	**	**	**
Yıl x DS	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Uyg. x DS	6	ns	ns	*	*	**	ns	*	**
Yıl x Uyg x DS	6	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Hata	44	-	-	-	-	-	-	-	-
Genel Toplam	71	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		4.9	4.0	5.5	8.3	6.8	12.1	6.6	5.8

\*\* % 1 seviyesinde, \* % 5 seviyesinde önemli farklılıkları göstermektedir.

### 3.3. Ocak Verimi (g/ocak)

GA<sub>3</sub> uygulamaları ocak verimini önemli derecede arttırmış, 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması yapılan yumruların ocak verimleri diğer dozlardan daha yüksek olmuştur. Sıra üzeri mesafe arttıkça ocak verimi de önemli derecede artış göstermiştir. 20 cm mesafe ile yapılan dikimlerde 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulamaları, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafelerde ise 3.0 ve 4.5 ppm dozları diğer uygulamalardan daha yüksek ocak verimine sahip olmuştur. Çalışmada en yüksek ocak verimleri 3.0 ve 4.5 ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak 30 cm mesafede dikilen yumruların (sırası ile 1 318 ve 1 313 g/ocak), en düşük ise GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmadan 20 cm mesafe ile dikilen yumruların (674 g/ocak) elde edilmiştir. Kontrol ile karşılaştırıldığında, GA<sub>3</sub> uygulamaları ile birlikte ocak veriminde 20, 25 ve 30 cm dikim sıklıklarında sırası ile % 53, % 34 ve % 24 artış meydana gelmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. GA<sub>3</sub> uygulamaları ve dikim sıklığının patatesteki ana dal sayısı, ocakta yumru sayısı ve ocak verimine etkileri.

Sıra üzeri mesafe (cm)	2016				2017				Yıl Ortalaması			
	20	25	30	Ort.	20	25	30	Ort.	20	25	30	Ort.
GA <sub>3</sub> dozları	Ana dal sayısı (adet/bitki)											
Kontrol	4.9	5.0	4.8	4.9	4.7	4.7	4.8	4.8	4.8	4.9	4.8	<b>4.8 d</b>
1.5 ppm	5.8	6.0	5.7	5.8	5.9	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.8	<b>5.8 c</b>
3.0 ppm	6.4	6.2	6.3	6.3	6.2	6.2	6.3	6.2	6.3	6.2	6.3	<b>6.3 b</b>
4.5 ppm	6.7	6.6	6.7	6.6	6.6	6.5	6.7	6.6	6.6	6.6	6.7	<b>6.6 a</b>
Ort.	5.9	5.9	5.9	<b>5.9a</b>	5.8	5.8	5.9	<b>5.8a</b>	<b>5.9a</b>	<b>5.9a</b>	<b>5.9a</b>	
	Ocakta yumru sayısı (adet/ocak)											
Kontrol	6.8	7.1	7.0	7.0	6.8	6.9	7.1	7.0	6.8	7.0	7.1	<b>6.9c</b>
1.5 ppm	7.6	8.1	8.2	8.0	7.5	8.0	8.1	7.8	7.6	8.0	8.1	<b>7.9 b</b>
3.0 ppm	8.4	8.8	8.7	8.6	8.2	8.7	8.6	8.5	8.3	8.8	8.7	<b>8.8a</b>
4.5 ppm	8.3	8.7	8.9	8.6	8.3	8.7	8.9	8.6	8.3	8.7	8.9	<b>8.6a</b>
Ort.	7.8	8.2	8.2	<b>8.0a</b>	7.7	8.1	8.2	<b>8.0a</b>	<b>7.7b</b>	<b>8.1a</b>	<b>8.2a</b>	
	Ocak Verimi (g/ocak)											
Kontrol	656	931	1 077	888	693	897	1 050	880	674g	914f	1 064de	<b>884d</b>
1.5 ppm	922	1 102	1 183	1 069	937	1 148	1 204	1 096	930f	1 125cd	1 193bc	<b>1 083c</b>
3.0 ppm	1 017	1 226	1 315	1 186	1 047	1 230	1 321	1 200	1 032e	1 228b	1 318a	<b>1 193a</b>
4.5 ppm	913	1 153	1 265	1 110	955	1 238	1 360	1 184	934f	1 195bc	1 313a	<b>1 147b</b>
Ort.	877	1 103	1 210	<b>1 063a</b>	908	1 128	1 234	<b>1 090a</b>	<b>893c</b>	<b>1 116b</b>	<b>1 222a</b>	

LSD<sub>int.</sub> 69

### 3.4. İri yumru verimi (kg/da)

Çalışmada her iki yılda da 1.5 ppm dozu hariç GA<sub>3</sub> uygulamaları iri yumru verimini önemli derecede azaltmış, bu azalma uygulama dozundaki artışa paralel olarak gerçekleşmiştir. Dikim sıklığının iri yumru verimine etkileri önemli bulunmuş, 20 cm mesafe ile karşılaştırıldığında 25 ve 30 cm mesafe ile yapılan dikimlerde iri yumru verimi artmış, bu iki dikim sıklığı arasında önemli bir fark oluşmamıştır. Uygulamaların dikim sıklığına bağlı olarak iri yumru verimlerine etkileri de farklılık göstermiştir. 1.5 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan yumruların iri yumru verimleri tüm dikim sıklıklarında da benzer olurken, kontrol ile 3.0 ve 4.5 ppm GA<sub>3</sub> uygulanana yumruların 25 ve 30 cm mesafe ile dikilmeleri ile elde edilen iri yumru verimleri 20 cm sıklıkla yapılan dikimlere göre daha yüksek olmuştur. En yüksek iri yumru verimleri 25 ve 30 cm mesafelerle dikilen kontrol yumruları (1232 ve 1299 kg/da) ile 1.5 ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak tüm sıklıklarda (1201 - 1273 kg/da) dikilen yumrulardan, en düşük ise 3.0 (899 kg/da) ve 4.5 ppm (806 kg/da) GA<sub>3</sub> uygulanarak 20 cm sıklıkta dikilen yumrulardan elde edilmiştir (Çizelge 4).

### 3.5. Tohumluk B yumru (35-60 mm) verimi (kg/da)

GA<sub>3</sub> uygulama dozundaki artışla birlikte B sınıfına giren tohumluk yumru verimi de önemli derecede artmıştır. Dikim sıklığının B sınıfı tohumluk yumru verimine etkileri de önemli bulunmuş, sıra üzeri mesafe azaldıkça B sınıfı tohumluk yumru verimi artmıştır. GA<sub>3</sub> uygulamalarının B sınıfı tohumluk yumru verimine etkileri yumruların dikildiği sıklıklara bağlı olarak da önemli varyasyon göstermiştir. Sıra üzeri mesafenin artması ile B sınıfı tohumluk yumru veriminin azalmasına rağmen, 3.0 (2610 kg/da) ve 4.5 ppm (2326 kg/da) GA<sub>3</sub> uygulanarak 25 cm mesafe ile yapılan dikimlerde B sınıfı tohumluk yumru verimi GA<sub>3</sub> uygulaması yapılmadan 20 cm mesafe ile dikilen yumrulardan (2098 kg/da) daha yüksek olmuştur. Benzer şekilde 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak 30 cm sıklıkta (1969 kg/da) dikilen yumrular, uygulama yapılmadan 25 cm sıklıkta dikilen (1674 kg/da) yumrulardan daha yüksek B sınıfı tohumluk yumru verimine sahip olmuşlardır. Çalışmada en yüksek B sınıfı tohumluk yumru verimleri sırası ile 3.0 (3942 kg/da), 4.5 (3392 kg/da) ve 1.5 (3166 kg/da) ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak 20 cm mesafe ile dikilen yumrulardan elde edilmiştir. Bu uygulamalar ile GA<sub>3</sub> uygulanmadan aynı sıklıkta dikilen yumrulara göre (2098 kg/da) B sınıfı tohumluk yumru veriminde sırası ile % 88, % 62 ve % 51 oranında artış gerçekleşmiştir (Çizelge 4). Araştırmada tüm dikim sıklıklarında da en yüksek B sınıfı tohumluk yumru verimleri 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak yapılan dikimlerde, en düşük yumru verimleri ise kontrol olarak dikilen yumrulardan elde edilmiştir.

### 3.6. Tohumluk A (25-30 mm) yumru verimi (kg/da)

Tohumluk yumru üretiminde A sınıfına giren (25-35 mm) yumrular daha değerli olup, bu yumruların kar marjları daha yüksektir. Çalışmada hem GA<sub>3</sub> uygulamaları hem de sık yapılan dikimler A sınıfı tohumluk yumru verimini önemli derecede arttırmıştır. 3.0 ve 4.5 ppm dozlarında yapılan uygulamalarda ortalama A sınıfı tohumluk yumru verimi daha yüksek olmuştur. A sınıfı tohumluk yumru verimi bakımından yıllar arasındaki farklılıklar da önemli bulunmuş, 2017 yılında ortalama A sınıfı tohumluk yumru verimi (813 kg/da) 2016 yılından (756 kg/da) daha yüksek olmuştur. GA<sub>3</sub> uygulanarak dikilen yumrular tüm dikim sıklıklarında benzer etki göstererek kontrole göre daha yüksek A sınıfı tohumluk yumru verimine sahip olmuşlardır. GA<sub>3</sub> uygulamaları ile birlikte 20, 25 ve 30 cm mesafe ile yapılan dikimlerde kontrole göre sırasıyla % 57, % 60 ve % 115'e varan A sınıfı tohum yumru verimi artışı gerçekleşmiştir (Çizelge 4).

### 3.7. Ortalama yumru ağırlığı (g)

Ortalama yumru ağırlığı 1.5 ve 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulamaları ile önemli derecede artmış, 4.5 ppm dozunda ise tekrar azalarak kontrol ile benzer değere sahip olmuştur. Dikim sıklığının azalması ile birlikte ortalama yumru ağırlıkları önemli derecede artmış, 20 cm sıklıkta yapılan dikimlerde 125 g olan ortalama yumru ağırlığı, 30 cm sıklıkta 150 g olarak saptanmıştır. Farklı dozlarda GA<sub>3</sub> uygulamalarının dikim sıklığına bağlı olarak ortalama yumru ağırlığına etkileri de farklı olmuş, GA<sub>3</sub> uygulanmayan yumruların dikim sıklıkları arttıkça ortalama yumru verimleri artarken, GA<sub>3</sub>

uygulanarak dikilen yumrulara ortalama yumru ağırlıkları 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafe ile yapılan dikimlerde önemli bir değişim göstermemiştir. Kontrol ve GA<sub>3</sub> uygulanarak 30 cm sıklıkta yapılan dikimler (147-152 g) ile sadece GA<sub>3</sub> uygulanarak 25 cm sıklıkta dikilen yumrular (131-140 g) diğer uygulamalardan daha yüksek ortalama yumru ağırlığına sahip olmuşlardır. Çalışmada en düşük ortalama yumru ağırlıkları kontrol (99 g) ve 4.5 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması (113 g) yapılarak 20 cm sıklıkta dikilen yumruların elde edilmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Farklı dozlarda GA<sub>3</sub> uygulanarak farklı sıra üzeri mesafelerde dikilen patates yumrularında büyük yumru verimi, orta yumru verimi, küçük yumru verimine ait ortalama veriler.

Sıra üzeri mesafe (cm)	2016				2017				Yıl Ortalaması			
	20	25	30	Ort.	20	25	30	Ort.	20	25	30	Ort.
GA <sub>3</sub> dozları	İri Yumru Verimi (kg/da)											
Kontrol	1 056	1 290	1 310	1 219	1 061	1 174	1 288	1 174	1 059de	1 232ac	1 299a	<b>1 197a</b>
1.5 ppm	1 173	1 245	1 265	1 228	1 230	1 300	1 261	1 263	1 201ac	1 273ab	1 263ab	<b>1 245a</b>
3.0 ppm	938	1 227	1 183	1 116	859	1 165	1 127	1 050	899gh	1 196bc	1 155cd	<b>1 083b</b>
4.5 ppm	838	1 022	991	950	774	1 059	913	915	806h	1 041ef	952fg	<b>933c</b>
Ort.	1 001	1 196	1 187	<b>1 128a</b>	981	1 175	1 147	<b>1 101a</b>	<b>991b</b>	<b>1 185a</b>	<b>1 167a</b>	
LSD <sub>int.</sub> : 107												
	Tohumluk B Yumru (35-60 mm) Verimi (kg/da)											
Kontrol	2 115	1 662	1 343	1 707	2 081	1 686	1 301	1 689	2 098fg	1 674i	1 322j	<b>1 698d</b>
1.5 ppm	3 160	2 191	1 736	2 363	3 171	2 270	1 626	2 356	3 166c	2 231ef	1 681i	<b>2 359c</b>
3.0 ppm	3 959	2 537	1 928	2 808	3 926	2 682	2 010	2 872	3 942a	2 610d	1 969g	<b>2 840a</b>
4.5 ppm	3 351	2 278	1 653	2 427	3 434	2 374	1 784	2 531	3 392b	2 326e	1 718hi	<b>2 479b</b>
Ort.	3 146	2 167	1 665	<b>2 326a</b>	3 153	2 253	1 680	<b>2 362a</b>	<b>3 150a</b>	<b>2 210b</b>	<b>1 673c</b>	
LSD <sub>int.</sub> : 185												
	Tohumluk A (25-30 mm) Yumru Verimi (kg/da)											
Kontrol	755	527	284	522	856	556	327	580	806	542	305	<b>551c</b>
1.5 ppm	1 065	768	534	789	1 034	766	573	791	1 050	767	553	<b>790b</b>
3.0 ppm	1 247	808	618	891	1 284	927	676	962	1 266	868	647	<b>927a</b>
4.5 ppm	1 034	780	649	820	1 276	822	662	920	1 155	801	656	<b>870a</b>
Ort.	1 025	721	521	<b>756b</b>	1 113	768	560	<b>813a</b>	<b>1 069a</b>	<b>744b</b>	<b>540c</b>	

Çizelge 5. Farklı dozlarda GA<sub>3</sub> uygulanarak farklı sıra üzeri mesafelerde dikilen patates yumrularında ocak verimi ve toplam yumru verimine ait ortalama veriler

Sıra üzeri mesafe (cm)	2016				2017				Yıl Ortalaması			
	20	25	30	Ort.	20	25	30	Ort.	20	25	30	Ort.
GA <sub>3</sub> dozları	Ortalama yumru ağırlığı (g)											
Kontrol	96	133	154	128	102	131	148	127	99e	131bc	151a	<b>127c</b>
1.5 ppm	122	136	145	134	125	144	149	139	123cd	140ab	147a	<b>137ab</b>
3.0 ppm	122	139	150	137	127	141	154	140	124cd	140ab	152a	<b>140a</b>
4.5 ppm	110	133	142	128	116	142	153	137	113de	138ac	148a	<b>133bc</b>
Ort.	112	135	148	<b>132a</b>	118	140	151	<b>136a</b>	<b>115c</b>	<b>137b</b>	<b>150a</b>	
LSD <sub>vil.</sub> : 4.8	LSD <sub>int.</sub> : 14.2											
	Toplam Yumru Verimi (kg/da)											
Kontrol	3 927	3 479	2 937	3 447	4 001	3 416	2 916	3 444	3 963de	3 448g	2 926h	<b>3 446c</b>
1.5 ppm	5 398	4 204	3 535	4 379	5 435	4 337	3 460	4 411	5 417b	4 270d	3 497fg	<b>4 395b</b>
3.0 ppm	6 145	4 572	3 729	4 815	6 069	4 774	3 813	4 885	6 106a	4 673c	3 771ef	<b>4 850a</b>
4.5 ppm	5 224	4 079	3 293	4 199	5 484	4 255	3 360	4 366	5 354b	4 167d	3 327g	<b>4 283b</b>
Ort.	5 143	4 084	3 373	<b>4 209a</b>	5 247	4 196	3 387	<b>4 276a</b>	<b>5 210a</b>	<b>4 140b</b>	<b>3 380c</b>	
LSD <sub>int.</sub> : 286												

### 3.8. Toplam yumru verimi (kg/da)

GA<sub>3</sub> uygulamaları toplam yumru verimini kontrole göre önemli derecede arttırmış, 3.0 ppm dozunda gerçekleşen artış miktarı daha yüksek olmuştur. Dikim sıklığının artırılması ile birlikte toplam yumru verimi de önemli derecede artış göstermiştir. Uygulamalara bağlı olarak her iki yılda da toplam yumru verimindeki değişimler benzer olmuştur. Toplam yumru verimi üzerine GA<sub>3</sub> uygulaması x dikim sıklığı interaksyonunun etkileri de önemli bulunmuştur. Sıra üzeri mesafenin artması ile birlikte toplam yumru veriminin azalmasına rağmen, 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulanarak 25 ve 30 cm mesafe ile yapılan dikimlerde toplam yumru verimleri (sırası ile 4 673 kg/da ve 3 771 kg/da),

kontrol olarak değerlendirilen ve 20 cm ve 25 cm sıklıkta dikilen yumrulardan (sırası ile 3 963 kg/da ve 3 448 kg/da) daha yüksek olmuştur. Çalışmada 20 ve 25 cm sıklıkta yapılan dikimlerde en yüksek toplam yumru verimleri 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulamalarından, 30 cm sıklıkta ise 1.5 ve 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulamalarından elde edilmiştir. GA<sub>3</sub> uygulamaları ile birlikte 20, 25 ve 30 cm sıklıkta yapılan dikimlerde kontrole göre sırası ile % 54, % 35 ve % 29 oranında verim artışı meydana gelmiştir (Çizelge 5).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Tohumluk yumrulara GA<sub>3</sub> uygulaması sonucu apikal dominansinin erken kırıldığı ve çok daha fazla gözün uyandığı gözlenmiştir. GA<sub>3</sub> uygulamaları sonucu yumrularda daha fazla gözün uyanmasına bağlı olarak ana dal sayısının da arttığı düşünülmektedir. GA<sub>3</sub> uygulama dozunun artması ile ana dal sayısında gerçekleşen artış da doz artışı ile birlikte daha fazla gözün uyanması ile açıklanabilir. Yüksek dozda uyanan göz sayısı fazla olmasına rağmen gözlerden gelişen sürgünler daha ince ve zayıf olmuştur. Nitekim, konu hakkında daha önce yapılan çalışmalarda GA<sub>3</sub> uygulamalarının bitkide ana dal sayısını ve toplam yumru sayısını önemli ölçüde artırdığı bildirilmiştir (Holmes ve ark., 1970; Çalışkan ve Arioğlu, 2002).

GA<sub>3</sub> uygulanan bitkilerde ana dal sayısının artmasına bağlı olarak ocaktaki yumru sayıları da artmıştır. Patateste bitki başına yumru üretimi bitkinin oluşturduğu ana dal sayısı ile doğrudan ilişkili olup, ana dallar arasındaki rekabetten önemli derecede etkilenmektedir (Moorby, 1967; Bussan ve ark., 2007). Nitekim, konu ile yapılan çalışmalarda GA<sub>3</sub> uygulamalarının patateste ana sap sayısı ile yumru sayısını önemli oranda artırdığı bildirilmiştir (Rehman ve ark., 2001). Barani ve ark., (2013), 5 ve 10 ppm dozlarında GA<sub>3</sub> uygulamalarının patates yumrularının genel performansını ve üretkenliğini olumlu yönde etkileyerek bitki başına yumru sayısını, tohumluk özellikteki yumru sayısını ve toplam yumru verimini arttırdığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan, GA<sub>3</sub> uygulamalarının kullanılan doza göre farklı etkiler gösterebildiği ve yüksek konsantrasyonlarda uygulanan GA<sub>3</sub>'in yumru fertilesini azalttığı bildirilmiştir (Chapman, 2006). Yapılan çalışmada da ocakta yumru sayısının 4.5 ppm dozunda bir alt doza göre değişmediği, hatta bu uygulamalarda daha ince sürgünler meydana geldiği görülmüştür. Daha dar sıra üzeri mesafelerde yapılan dikimlerde metrekaredeki bitki yoğunluğunun daha fazla olması özellikle bitki besin elementi ve ışığa rekabetin artmasından dolayı yumru sayısında azalmaya neden olmuş olabilir. Birim alandaki bitki sayısının artmasıyla birlikte bitki başına düşen yumru sayısının azaldığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Gulluoglu ve Arioğlu, 2009; Somarin ve ark., 2010; Tahmorespour ve ark., 2013; Ayupov ve ark., 2014; Şanlı ve ark., 2015).

GA<sub>3</sub> uygulamaları ile ocak başına yumru sayısının önemli oranda artması ocak başına yumru verimlerinin de artmasına neden olmuştur. Bununla birlikte 4.5 ppm dozunda gerçekleşen azalma, bu dozun kısmen yumru fizyolojisini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir. Buna benzer olarak, Biemelt ve ark., (2004), yüksek konsantrasyonda GA<sub>3</sub> uygulamalarının bitkinin üretkenliğini olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir. Diğer taraftan dikim sıklığının artması ile ocaktaki yumru sayısında önemli bir değişim olmamasına rağmen, ocak veriminde belirlenen azalmanın topraktaki besin maddesi ve su ile ışığa rekabetin daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bulgularımıza benzer olarak, dikim sıklığının bitki başına yumru verimini önemli ölçüde etkilediği ve sıra üzeri mesafenin artmasıyla birlikte bitki başına yumru veriminin arttığı bazı araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Bremer ve Taba, 1966; Allen ve Wurr, 1992; Şanlı ve ark., 2015).

İri yumru veriminin 3.0 ve 4.5 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan yumrularda azalmasına rağmen, 1.5 ppm dozunda kontrol ile benzer olması, bu dozda yumru sayısında gerçekleşen artışın 3.0 ve 4.5 ppm dozlarına göre daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hem GA<sub>3</sub> uygulanan hem de sık yapılan dikimlerde iri yumru veriminin azalması, yumrular arasındaki rekabetten dolayı belirli bir alandaki besin maddesi ve suyun daha fazla yumru tarafından paylaşılması ile açıklanabilir. Nitekim, GA<sub>3</sub> uygulamaları ocaktaki yumru sayısını önemli derecede arttırmış ve bu durum, yumrular arasındaki rekabetin de artmasına neden olmuştur. Patates bitkisinde yumru büyümesinin saplar arasındaki rekabetin fazla olması durumunda azaldığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Rex, 1990; Love ve Thompson, Johns, 1999; Şanlı ve ark., 2015).

GA<sub>3</sub> uygulamaları ile ocak başına yumru sayısının artması ve sık yapılan dikimlerde ana saplar arasındaki rekabetten dolayı yumru iriliğinin azalması, bu iki faktörün kombinasyonuna bağlı olarak A ve B sınıfı tohumluk yumru verimlerinin artmasına neden olmuştur. Konu ile ilgili yapılan

çalışmalarda bitki sıklığının artması ile yumru iriliğinin azaldığı ve tohumluk özelliği taşıyan yumru veriminin arttığı bildirilmiştir (Love ve Thompson Johns, 2006; Yılmaz ve Kahrıman 2006; Razaq ve ark., 2015; Almeida ve ark., 2016).

Bitki sıklığının artması ile yumru ağırlığında gerçekleşen azalma bitki başına düşen besin maddesi, su ve ışık miktarının azalması ve dolayısıyla üretilen asimilat miktarının azalması ile açıklanabilir. Bununla birlikte, GA<sub>3</sub> uygulanan yumrulara sıra üzeri mesafenin 25 cm'nin üzerine çıkarılması ile ortalama yumru ağırlığında önemli bir değişim gözlenmemiştir. Bu durum, kontrol ve GA<sub>3</sub> uygulanan yumrulara 25 ve 30 cm sıklıkta yapılan dikimlerde yumru sayılarının önemli bir değişim göstermemesine rağmen, GA<sub>3</sub> uygulanarak 30 cm mesafe ile dikilen yumrulara ocak veriminde gerçekleşen artış oranının aynı sıklıkta dikilen kontrol yumrularından daha düşük olması ile açıklanabilir. Bulgularımıza benzer olarak, bitki sıklığının artması ile ortalama yumru ağırlığının azaldığı birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Tunçtürk, 2004; Masarirambi ve ark., 2012; Tahmorespour ve ark., 2013).

GA<sub>3</sub> uygulamaları ile dormansinin daha erken kırılması bu yumrulara gelişen bitkilerde vejetasyon süresinin dolayısıyla üretilen toplam asimilat miktarının daha fazla olmasına neden olmuştur. Bunun yanı sıra, GA<sub>3</sub> uygulamalarında ocakta yumru sayısı ve ocak veriminde gerçekleşen artışa bağlı olarak toplam yumru verimi de daha yüksek olmuştur. Chapman (2006), tohumluk yumrulara belirli dozlarda GA<sub>3</sub> uygulamaları ile toplam yumru veriminin artırılabilirliğini bildirmiştir. 20, 25 ve 30 cm sıra üzeri mesafelerle yapılan dikimlerde dekarda sırası ile yaklaşık 7100, 5700 ve 4700 adet bitki bulunmaktadır. Sık yapılan dikimler bitki başına yumru verimini azaltmasına rağmen, birim alandaki bitki sayısının fazla olması nedeniyle toplam yumru verimini arttırmaktadır. Benzer şekilde metrekaresindeki bitki sayısının artırılması ile patatesteki birim alan veriminin arttığı, Love Thompson Johns (1999) ve Bielinski ve ark., (2008) ve Şanlı ve ark., (2015) tarafından da bildirilmiştir.

Patatesteki bitki sıklığı tohumluk yumru üretiminin optimize edilmesinde kullanılan bir yöntem olmakla birlikte GA<sub>3</sub> uygulamaları ile yumru optimizasyonunda önemli sonuçlar elde edilmiştir. Özellikle 3.0 ppm GA<sub>3</sub> uygulamaları tohumluk patates üretiminde A sınıfına giren (25-35 mm) ve B sınıfına giren (35-60 mm) yumruların verimini arttırmıştır. A ve B sınıfı yumruların ticari değerlerinin oldukça yüksek olması yapılan GA<sub>3</sub> uygulamalarının ve sık dikimlerin tohumluk yumru üretimindeki önemini kanıtlar niteliktedir.

## Kaynakça

- Allen, E.J., & Wurr, D.C.E. (1992). Plant Density. In PM Harris (Eds.), *The Potato Crop, The scientific basis for improvement*, Chapman & Hall, (pp. 293-333). UK.
- Almeida, F.M., Sánchez, J.A., Noval, W.T., & Rodríguez, J.A.C. (2016). Effects of different plant spacings and seed tuber sizes on some morpho-productive characteristics of potato in Huambo, Angola. *Cultivos Tropicales*, vol. 37, no. 2, pp. 88-95.
- Anonim, (2018). Patates bitkisine ait İstatistiki Veriler. Türkiye İstatistik Kurumu, [http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt\\_id=1001](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001) Erişim tarihi: 25.07.2019.
- Anonim. (2017). Isparta Meteoroloji Bölge Müdürlüğü Kayıtları, Isparta.
- Arioğlu, H., & Onaran, H. (2002, Eylül). "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.
- Ayupov, Y., Apushev, A., Zamalieva, F.F., & Gabdulov, M. (2014). The effect of planting density on the crop yield, the structure and the quality of middle-early variety of potato in The West Kazakhstan. *Life Science Journal*, 11(8), 545-548.
- Barani, M., Akbari, N., & Ahmadi, H. (2013). The effect of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) on seed size and sprouting of potato tubers (*Solanum tuberosum* L.). *African Journal of Agricultural Research* 8(29), 3898-3903.
- Biemelt, S., Tschiersch H., & Sonnewald, U. (2004). Impact of altered Gibberellins metabolism on biomass accumulation, lignin biosynthesis, and photosynthesis in transgenic tobacco plants. *Plant Physiology*, 135, 254-265.
- Bielinski, M., Santos, R. Persio., & Rodriguez. (2008). Optimum in row distance for potato mini tuber production. *Horticulture Technology*, 18, 403-406.



- Bremner, P.M., & Taha, M.A. (1966). Effects of variety seed size and spacing on growth, development and yield. *J. Agric. Sci.*, 66, 241-253.
- Bussan, A.J., Mitchell, P.D., Copas, M.E., & Drilias M.J. (2007). Evaluation of the effect of density on potato yield and tuber size distribution. *Crop Sci.*, 47, 2462-2472.
- Chapman, H.W. (2006). Tuberisation in the potato plant. *Physiologia Plantarum*, 11(2), 215-224.
- Çalışkan, M.E., & Arnoğlu, H. (2002, Eylül). *Patateste büyüme düzenleyici kimyasalların farklı amaçlar için kullanımı*. III. Ulusal Patates Kongresi, İzmir, 263-284.
- Gasimova, N.V., Mingaliev, S.K., & Laptev V.R. (2010). Yield and quality of potato tubers of different early ripeness groups depending on the growing technology methods in Middle Urals. *Agricultural Gazette of the Urals*, 5(71), 41-44.
- Gulluoglu, L., & Arioglu, H. (2009). Effects of seed size and in-row spacing on growth and yield of early potato in a Mediterranean-type environment in Turkey. *African J. Agric. Res.*, 4, 535-541.
- Holmes, J.C., Lang, R.W., & Singh, A.K. (1970). The effect of five growth regulators on apical dominance in potato seed tubers and on subsequent tuber production. *Potato Res.*, 13, 342-352.
- Jbour, M. (2003). *Potato tuber dormancy period and ways of its regulation*. (PhD), Plant Breeding and Acclimatization Institute, Poland, Jadwisin, 128s.
- Love, S. L., & Thompson-Johns, A. (2006). Seed piece spacing influences yield, tuber size distribution, stem and tuber density, and net returns of three processing potato cultivars. *Hort. Science*. 34, 629-633.
- Love, S.L., & Thompson-Johns, A. (1999). Seed piece spacing influences yield, tuber size distribution, stem and tuber density, and net returns of three processing potato cultivars. *Horticultural Science*, 34, 629-633.
- Mahmoodabad, Z.R., Jamaati-e-Somarin, S.H., Khayatnezhad, M., & Gholamin, R. (2010). Quantitative and qualitative yield of potato tuber by used of nitrogen fertilizer and plant density. *American Eurasian J. Agric. Environ. Sci.*, 9(3), 310-318.
- Masarirambii, M.T., Mandisodza, F.C., Mashingaidze, A.B., & Bhebhe, E. (2012). Influence of plant population and seed tuber size on growth and yield components of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Int. J. Agric. Biol.*, 14, 545-549.
- Mikitzel, L.J. (1993). Influencing seed tuber yield of ranger russet and shepody potatoes with gibberellic acid. *American Potato Journal*, 70, 667- 676.
- Moorby, J. (1967). Inter-stem and inter-tuber competition in potatoes. *Eur. Potato J.*, 10: 189-205.
- Razaq, M., Rab, A., Alam, H., Salahuddin, S. S., & Ahmad, Z. (2015). Effect of potash levels and plant density on potato yield, *J. of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2224-3208, 5(13).
- Rehman, F., Lee, S.K., Kim, H.S., Jeon, H.J., Park, J., & Joung, H. (2001). Dormancy breaking and effects on tuber yield of potato subjected to various chemicals and growth regulators under greenhouse conditions. *On Line Journal of Biolojical Science*, 1(9), 818-820.
- Rex, B.L. (1990). Effects of seed piece population on the yield and processing quality of russet burbank potatoes. *Am. J. Potato. Res.*, 67(8), 473-489.
- 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.
- SAS Institute, (1999). INC SAS/STAT user's guide release 7.0. Cary NC USA.
- Somarin, S.J., Mahmoodabad, R.Z., & Yari, A. (2010). Response of agronomical, physiological, apparent recovery nitrogen use efficiency and yield of potato tuber (*Solanum tuberosum* L.), to nitrogen and plant density. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 9 (1), 16-21.
- Şanlı, A., & Karadoğan T. (2012). Isparta ekolojik koşullarında farklı olgunlaşma grubuna giren bazı patates (*Solanum tuberosum* L.) çeşitlerinin verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 16(1), 33-41.
- Şanlı, A., Karadoğan, T., Erbaş, S., & Tosun, B. (2015). The effects of plant density and eye number per seed piece on potato (*Solanum Tuberosum* L.) tuber yield. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LVIII, ISSN 2285-5785.
- Tahmorespour, M.A., Vishkai, M.N.S., & Soleymani, A. (2013). Effect of plant density, date and depth of cultivation on yield and yield components of potato planting in the Chababar. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (8), 1890-1897.

- Tunçtürk, M., Tunçtürk, R., Yıldırım, B., & Eryiğit, T. (2004). Değişik azot dozları ve sıra üzeri mesafelerinin patatesten (*Solanum tuberosum* L.) verim ve kalite üzerine etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi* (J. Agric. Sci.), 14(2), 95-104.
- Wiersema, S.G. (1987). Effect of stem density on potato production. Technical information Bulletin.
- Yıldırım, Z., Çalışkan, C., Çaylak, Ö., & Yıldırım, M.B., (1999, Haziran). *Dikim öncesi farklı gibberellik asit (GA<sub>3</sub>) uygulama zamanlarının bazı patates çeşitlerinde verim ve kalite özelliklerine etkileri*. II. Ulusal Patates Kongresi, Erzurum, 332-342s.
- Yılmaz, G., & Kahrıman, F. (2006, Eylül). *Patates tarımında büyümeyi düzenleyici bazı kimyasalların etkilerinin incelenmesi*. IV. Ulusal Patates Kongresi, Niğde, 356s.