

## Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nde Gibberellik Asit Dozlarının Verim ve Abiyotik Stres Koşullarında Çimlenme Üzerine Etkileri

Haluk ERDEMLİ

\*Mehmet Demir KAYA

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, 26160 Eskişehir  
\*Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): demirkaya76@hotmail.com

Geliş Tarihi (Received): 13.04.2015

Kabul Tarihi (Accepted):03.06.2015

### Öz

Bu araştırma, Eskişehir koşullarında farklı gibberellik asit ( $GA_3$ ) dozları uygulanan ayçiçeğinde verim ve verim öğeleri ile tohumla uygulanan  $GA_3$  dozlarının abiyotik stres koşullarında çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak Sanbro MR ayçiçeği çeşidi ile  $GA_3$  kullanılmıştır. 2013 yılında yürütülen tarla denemelerinde kontrol (saf su), 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm  $GA_3$  dozları bitkiler 6-8 yapraklı ( $V_6-V_8$ ) olduğu dönemde uygulanarak verim ve verim öğeleri incelenmiştir. Çimlendirme denemelerinde, aynı dozlarda  $GA_3$  ayçiçeği tohumlarına 8 ve 16 saat süreyle uygulanarak tuz ve kuraklık stresinde çimlenme performansları incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, artan  $GA_3$  dozları çiçeklenme süresinin 2 gün kısalmasını sağlamıştır. Bitki boyu ve bin tane ağırlığı  $GA_3$  dozları ile artmasına rağmen, çiçeklenme süresi, tabla çapı, bitkide tane verimi, yağ oranı, yağ verimi ve klorofil içeriği azalmıştır. Laboratuvar denemelerinde ise özellikle düşük dozlarda uygulanan  $GA_3$  dozları tuz ve kuraklık stresinde etkili olmuştur. Tohumla 8 saat süreyle uygulanacak 50 ppm  $GA_3$  dozunun tuz stresinin çimlenme üzerine etkisini azaltmak bakımından yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:**  $GA_3$ , tane verimi, yağ oranı, çimlenme, NaCl, kuraklık

## The Effects of Gibberellic Acid Doses on Yield and Germination under Abiotic Stress Conditions in Sunflower (*Helianthus annuus* L.)

### Abstract

This study was carried out to determinate the effects of different gibberellic acid doses on sunflower yield, yield components in Eskişehir conditions and to detect the  $GA_3$  doses on seed germination under abiotic stress conditions. Field and laboratory experiments were performed in 2013 using Sanbro MR and gibberellic acid as materials in this study. Yield and yield components of sunflower were investigated after gibberellic acid doses of control (distilled water), 50, 100, 200, 300, 400 ppm were pulverized to the plants with growing stage of 6-8 leaves ( $V_6-V_8$ ). Salinity and drought stresses were performed by using the same doses of  $GA_3$  applied to the seeds both for 8 and 16 h. According to the research results, although plant height and one thousand seed weight enhanced by increasing  $GA_3$  doses, blooming time, head diameter, seed yield per plant, oil content, oil yield, chlorophyll content decreased. Increasing  $GA_3$  doses shortened two days of blooming time. In laboratory experiment, especially lower doses of  $GA_3$  were effective for salt and drought stresses. It was concluded that seed treatment with 50 ppm dose of  $GA_3$  for 8 h can be beneficial for decreasing the effect of abiotic stress conditions on germination.

**Keywords:**  $GA_3$ , seed yield, oil content, germination, NaCl, drought

### Giriş

**A**daptasyon kabiliyetinin yüksek olması, kuru ve sulu koşullarda yetiştirilebilmesi, ekiminden hasadına kadar mekanizasyona uygun olması ayçiçeği tarımının geniş alanlarda yapılmasının başlıca nedenleri arasında gösterilmektedir (Özer et al. 2004). Ayrıca tohumlarında bulunan yüksek orandaki yağ (%40-55) birim alandan elde edilen yağ

miktarının yüksek, yağ maliyetlerinin ise düşük olmasını sağlamaktadır (Arioğlu 2000). Bu özellikleri ile ayçiçeği, ülkemizin bitkisel yağ üretiminin %69'unu, toplam sıvı yağ tüketiminin yaklaşık %84'ünü, toplam yağ kullanımının ise %32'sini tek başına karşılamaktadır (Anonim 2014a; Anonim 2014b).

Ülkemizdeki bitkisel yağ açığını kapatmak için ayçiçeğinin ekim alanlarının genişletilmesi ve birim alandan elde edilen verimin mutlaka artırılması gerekmektedir. Ayçiçeği ekim alanlarının artırılma potansiyeli olmasına ve devletçe yapılan tüm desteklere rağmen, ekim alanı beklenen oranda artmamıştır. Bunun en önemli sebepleri arasında birim alandan elde edilen gelirin başta rekabet ettiği ürünlerden düşük kalması gösterilebilir (Kolsarıcı ve ark. 2015). Dolayısıyla birim alandan alınan ürün miktarı arttırıldığında ayçiçeği diğer ürünlerle rekabet etme imkânı bulacaktır. Verimin arttırılmasında farklı çevre koşullarında iyi performans gösteren yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesi yanında ileri yetiştirme tekniklerinin kullanılması son derece önem kazanmaktadır.

Doğal büyüme hormonları arasında giberellik asit ( $GA_3$ ) bitki gelişimini teşvik etmesi bakımından özel bir yeri vardır. Dışarıdan uygulanan  $GA_3$  sadece vejetatif gelişimi değil, aynı zamanda tane verimini, bin tane ağırlığını ve tablada tohum sayısını da arttırmaktadır (Shunkla et al. 1987; Madrap et al. 1992). Giberellinler hücre bölünmesini uyararak ve hücre duvarlarındaki plastidleri arttırarak büyümeyi teşvik eder, karbonhidratları şekere dönüştürür ve hücre duvarındaki basıncı azaltır. Böylece hücre içerisine su alındığından hücre uzaması meydana gelmiş olur (Arteca 1996). Ayrıca  $GA_3$  kısa bitkilerin boyunu uzatırken, sap kalınlığını inceltmekte, yaprak alanını düşürmekte ve yaprakların yeşil renginin açılmasına neden olmaktadır (Cecconi et al. 2002; Bibi et al. 2003). Tohumların çimlenmesini arttırmak ve dormansinin ortadan kaldırılması amacıyla da giberellinler yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Giberellinler genellikle doğrudan tohumlara uygulanmakta ve çimlenmeyi arttırmaktadırlar. Tohumlara giberellin uygulaması,  $\alpha$ -amilaz gibi bir takım hidrolaz enzimlerinin üretimini de teşvik etmektedir (Taiz and Zeiger 1991). Özellikle yabani bitkilerin tohumlarında dormansinin kırılmasını ve çimlenme oranının artmasını sağlamaktadır. Uzun gün bitkilerinde çimlenmenin uyarılması ve soğuklama ihtiyacı olan bitkilerde de bu ihtiyacın karşılanması amacıyla  $GA_3$  kullanılmaktadır (Kacar ve ark. 2006). Ayrıca ayçiçeği ve aspir gibi bazı bitkilerde erkek kısırılık oluşturmak amacıyla  $GA_3$ ' ten yararlanılmaktadır (Seetharam et al. 1975; Baydar 2000).

Ayçiçeğinin suya en fazla ihtiyaç duyduğu çiçeklenme dönemi temmuz ayına rastlamaktadır (Kadayıfçı ve Yıldırım 2000; Göksoy et al. 2004). Bu ayda genellikle hava sıcaklığı çok yüksek ve yağış son derece azdır. Bitkiler hem kuraklık hem de yüksek sıcaklık stresine girmekte sonuçta verim düşmektedir. Bitkilerin bu sıcak ve kurak periyottan kaçmaları amacıyla erken çiçeklenmeyi teşvik edici maddelerin kullanılması önem kazanmaktadır. Ayrıca tohumların daha hızlı ve üniform çimlenme ve çıkışının sağlanması çiçeklenmenin erken döneme alınması bakımından etkili olabilmektedir. Bu amaçla, ayçiçeğinde erken çiçeklenme ve çimlenmenin uyarılması bakımından uygun  $GA_3$  dozunun belirlenmesi ve kullanımının incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, farklı  $GA_3$  dozlarının ayçiçeğinin bitki gelişimi, verimi ve yağ oranı üzerine etkilerinin ve önemli abiyotik streslerden tuz ve kuraklık streslerinde çimlenme performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

#### Materyal ve Yöntem

Bu araştırma giberellik asit ( $GA_3$ ) dozlarının ayçiçeğinde verim ve verim öğeleri ile tohumların tuz ve kuraklık stresinde çimlenmesi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada tarla denemeleri 2013 yılında Eskişehir İlinin Odunpazarı İlçesinde kurulmuştur. Laboratuvar denemeleri ise Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi ve Teknolojisi Laboratuvarı'nda yürütülmüştür. Araştırmada materyal olarak Syngenta firmasından temin edilen Sanbro MR çeşidine ait tohumlar,  $GA_3$  kaynağı olarak ise Hektaş firmasına ait HEK-GİBB tablet (tablette 1 g giberellik asit)  $GA_3$  kullanılmıştır.

Deneme alanının farklı yerlerinden alınan toprak örneklerinde toprak yapısı ve toprağın bazı kimyasal özellikleri bakımından yapılan analiz sonuçları Çizelge 1'de özetlenmiştir.

Çizelge 1 incelendiğinde, deneme alanı toprağı killi-tınlı yapıya sahip olup, nötr, orta derecede kireçli, toplam tuz düzeyi zararsız, fosfor ve azotça orta, potasyumca zengindir. Organik maddesi az olan toprakta, drenaj ve taban suyu problemi bulunmamaktadır.

Çizelge 1. Deneme alanı toprak örneklerinde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları

Table 1. Some chemical analysis results of the experimental area

Derinlik	Bünye	pH	Kireç (%CaCO <sub>3</sub> )	Tuzluluk (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/da)	K <sub>2</sub> O (kg/da)	N (%)	Organik Madde (%)
0-20 cm	Killi Tınlı	7.68	14.61	0.07	6.16	168.8	0.08	1.62

Çizelge 2. Araştırma lokasyonuna ait iklim verileri \*

Table 2. Monthly some climatic parameters at the experimental location

Aylar	Uzun yıllar (1970- 2013)			2013		
	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Yağış (mm)	Sıcaklık (°C)	Nem (%)
Ocak	40.6	-0.1	73.0	17.6	2.3	74.6
Şubat	32.0	1.4	70.8	36.2	5.0	69.2
Mart	37.3	5.2	67.2	40.1	7.1	59.8
Nisan	41.8	10.3	64.7	30.9	10.8	63.2
Mayıs	42.8	15.1	62.2	18.5	18.2	51.5
Haziran	31.3	19.1	56.8	31.3	20.0	53.6
Temmuz	13.4	21.7	53.9	2.1	21.6	52.8
Ağustos	8.2	21.4	54.4	0.0	22.4	53.1
Eylül	15.0	17.2	56.7	5.0	16.7	54.9
Ekim	29.9	11.9	63.9	73.2	9.8	65.1
Kasım	31.4	6.3	69.6	21.6	6.7	73.5
Aralık	46.6	2.1	73.3	6.6	1.7	76.0
Toplam	370.3	-	-	283.1	-	-
Ortalama	-	10.9	63.8	-	11.9	62.3

\* Eskişehir Meteoroloji İşleri Bölge Müdürlüğü'nden alınmıştır.

\* Data were obtained from Eskişehir Directorate of State Meteorology Affairs.

Araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılına ait aylık ortalama sıcaklık (°C), nispi nem (%) ve toplam yağış (mm) değerleri ile bunların uzun yıllar ortalaması Çizelge 2' de gösterilmiştir.

Uzun yıllar ve araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılı yağış, sıcaklık ve nem değerleri incelendiğinde, vejetasyon döneminde toplam 82.8 mm yağış alınmıştır (Çizelge 2). Bu değer uzun yıllar ortalaması olan 137.5 mm'nin oldukça altında gerçekleşmiştir. Mayıs ayında uzun yıllar ortalamasından 24.3 mm daha az yağış alınmıştır. Yağışın az olması ortalama sıcaklığın daha yüksek gerçekleşmesine neden olmuştur. Ancak özellikle çiçeklenmenin gerçekleştiği temmuz ayında uzun yıllar ortalaması ile aynı değerlere sahip olmuştur. Mayıs ayında gerçekleşen 18.2°C'lik sıcaklık değerinin uzun yıllar ortalamasından (15.1°C) daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Nispi nem bakımından ise artan sıcaklık ve azalan yağışla birlikte değişim gözlenmiştir.

Deneme alanı sonbaharda pullukla 20-25 cm derinlikte işlenmiş, erken ilkbaharda kazayağı ve tırmık ile sürülerek ekime hazır hale getirilmiştir. İlkbahar toprak işlemeden önce dekara yaklaşık 4 kg saf N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve K<sub>2</sub>O

olacak şekilde 15-15-15 gübresiyle 25 kg/da taban gübrelemesi yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi yapmak amacıyla son sürümden önce Trifularin etken maddeli herbisit ile ekim öncesi ilaçlama yapılmıştır. Tabla oluşum başlangıcında 5 kg/da hesabıyla azot, üre (%46 N) gübresi olarak verilmiştir. Ekim, 25.04.2013 tarihinde 70X30 cm bitki sıklığı ile pnömatik mibzer kullanılarak yapılmıştır. Her parsel 5 m uzunluğunda ve 5 sıradan oluşmuştur.

Araştırmanın tarla denemeleri, tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Kontrol (saf su), 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm GA<sub>3</sub> dozları dekara 30 L su hesabıyla hazırlanmıştır. GA<sub>3</sub> dozları için tabletinde 1 g GA<sub>3</sub> olan preparat 1 L su içerisinde çözülerek 1000 ppm'lik stok çözelti hazırlanmış ve bu çözeltiden istenilen dozlarda seyreltilmiştir. GA<sub>3</sub> uygulamaları bitkiler 6-8 yapraklı olduğu dönemde (V<sub>6</sub>-V<sub>8</sub>) yapılmıştır. Uygulamalar, şiddetli rüzgârın ve yağışın olmadığı bir günde, sabah çiği kalktıktan sonra yapılmıştır. Her parsel için uygun GA<sub>3</sub> dozu ölçü silindirleri yardımıyla belirlendikten sonra, ilaçlama pompasına doldurularak parsellere

homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Yetiştirme dönemi boyunca parsellerde normal bakım işlemleri yapılmıştır. Bitkilere çiçeklenme başlangıcında ve çiçeklenme sonunda olmak üzere iki kez sulama yapılmıştır. Sulama tamamlandıktan sonra parsellerdeki bitkileri kuş zararından korumak amacıyla, tablalar kese kağıdı ile kapatılmıştır.

Tarla denemelerinde ayçiçeği verimi ve verim öğelerine ait ölçüm ve gözlemler Anonim (2001)'e göre yapılmıştır. Klorofil içeriği GA<sub>3</sub> uygulamalarından 12 gün sonra gelişmesini tamamlamış en genç yaprakta (üstten 3. yaprak) Konica Minolta Chlorophyll Meter SPAD-502 aleti yardımıyla nispi klorofil içerikleri SPAD olarak belirlenmiştir. Yağ oranı ise her parselden harmandan sonra alınan 5-6 g tohum, kahve değirmeninde öğütüldükten sonra bundan alınan 3-4 g numune kartuşlara konulmuş, yağ oranları Soxhlet metoduyla Gerhard SX414 model cihaz yardımıyla belirlenmiştir. Solvent olarak n-hekzan kullanılmıştır.

GA<sub>3</sub> dozlarının tuz ve kuraklık streslerinde çimlenme üzerine etkileri belirlemek amacıyla laboratuvar denemeleri yürütülmüştür. 4X50 adet tohum, ağırlıkları belirlendikten sonra tarla denemelerinde kullanılan GA<sub>3</sub> dozları (saf su, 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm) ile hazırlanan solüsyonlarda 8 ve 16 saat süreyle bekletilerek tohum uygulamaları yapılmıştır. Uygulama yapıldıktan sonra tohumlar 3 kez saf sudan geçirilmiştir. Tohumlar kurutulmuş ve kullanılıncaya kadar +4°C'de bekletilmiştir. Uygulama yapılmamış tohumlar ise kontrol olarak kullanılmıştır.

Çimlendirme denemeleri kurutma kâğıtları arasında ve 25±1°C' de tamamen karanlık çimlendirme dolabında yürütülmüştür. Denemeler 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzene göre kurulmuştur. Her tekerrüre ait tohumlar kurutma kağıtları arasında çimlendirilmiştir. Tohumlar her gün sayılmış ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (ISTA 2003).

Tuz stresinde farklı dozlarda ve sürelerde GA<sub>3</sub> uygulanmış tohumlar, 15 dS/m sodyum klorür (NaCl) solüsyonları kullanılarak, 25°C'de tamamen karanlık ortamda 10 gün süreyle kağıt arasında çimlendirilmiştir. Kuraklık stresinde ise PEG 6000 (Polyethylene glycol m.w. 6000) kullanılarak Michel and Kaufmann

(1973)'e göre hazırlanan 6 bar'lık solüsyonlarla kağıt arasında, 25°C'de tamamen karanlık ortamda 10 gün süreyle tohumlar çimlendirilmiştir. Son sayım günündeki (10. gün) çimlenen tohum sayısının, toplam tohum sayısına oranlanmasıyla çimlenme oranı yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Tarla denemeleri sonunda elde edilen veriler tesadüf blokları deneme desenine göre, laboratuvar denemeleri sonunda elde edilen veriler ise tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre varyans analizine tabii tutulmuştur. Uygulamalar arasındaki farkların önem düzeylerini belirleyebilmek amacıyla Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Laboratuvar denemelerinde uygulama süreleri arasında belirlenen farklılıkların önemlilik durumları t-testi ile belirlenmiştir (Düzgüneş ve ark. 1987). Tüm istatistiksel hesaplamalar bilgisayarda MSTAT-C (Michigan State University, version 2.10) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

### Bulgular ve Tartışma

Artan GA<sub>3</sub> dozlarının ayçiçeğinin verim ve verim öğeleri ile yağ oranı, yağ verimi ve yapraklardaki klorofil içeriği üzerine etkilerine ait elde edilen ortalama veriler ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 3 ve Çizelge 4'de özetlenmiştir.

GA<sub>3</sub> dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen çiçeklenme süresi 64.0 - 66.0 gün arasında değişim göstermiştir. En uzun çiçeklenme süresi GA<sub>3</sub> uygulanmayan kontrol parsellerinde belirlenirken, en kısa çiçeklenme süresi 200 ppm ve 400 ppm GA<sub>3</sub> dozlarından elde edilmiştir. Artan GA<sub>3</sub> dozları çiçeklenme süresini 2 gün kısaltmıştır. Gibberellik asidin bitkiler üzerine en önemli etkilerinden birisi çiçeklenmenin teşvik edilmesidir (Kacar ve ark. 2006). Bu çalışmada da GA<sub>3</sub> uygulaması çiçeklenme süresini kısaltmıştır. Benzer sonuçlar Guardia and Benlloch (1980) tarafından yapılan çalışmada da GA<sub>3</sub> uygulamaları ile ayçiçeğinde çiçeklenmenin teşvik edildiği belirlenmiştir.

En kısa bitki boyu 103.5 cm ile kontrol uygulamasından elde edilmiş, artan GA<sub>3</sub> dozlarıyla bitki boyu artmış ve en uzun bitki 121.9 cm ile 400 ppm dozunda belirlenmiştir. Gibberellik asidin bitki boyunu uzatmada etkili olduğu, cüce bitkilerde bile bitki boyunun GA<sub>3</sub> uygulamasıyla arttırılabileceği çeşitli

araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Nowak et al. 1988; Beltrano et al. 1994; Cecconi et al. 2002; Rahman et al. 2004). Almeida et al. (1996) ise GA<sub>3</sub> dozundan çok uygulama zamanının bitki boyunu arttırmada etkili olduğunu, Akter et al. (2014) mısırdaki 150 mg/L GA<sub>3</sub> dozunun bitki boyunu arttırdığını bildirmişlerdir. Bulgularımız önceki yapılan bu çalışmaları destekler nitelikte olup, ayçiçeğinde bitki boyunun GA<sub>3</sub> uygulamalarından etkilendiğini ve 50 ppm ve üzerinde yapılan tüm uygulamalar bitki boyunu kontrole göre arttırdığını göstermiştir.

En geniş tabla çapı 19.6 cm ile kontrol uygulamasında belirlenmiştir. Artan GA<sub>3</sub> dozlarıyla tabla çapı azalmış ve en düşük tabla çapı 12.6 cm ile 300 ppm dozundan elde edilmiştir. Ayçiçeğinde tabla çapı çeşide, iklim koşullarına ve bitkinin beslenme durumuna göre değişebilmektedir. Bu çalışmada GA<sub>3</sub> dozları tabla çapını olumsuz şekilde etkilemiştir. Artan dozlardaki GA<sub>3</sub> uygulaması tabla çapını 19.6 cm'den 300 ppm GA<sub>3</sub> dozunda 12.6 cm'ye düşürmüştür. Beltrano et al. (1994) tarafından çıkıştan 20 gün sonra 150 mg/L GA<sub>3</sub> uygulamasının ayçiçeğinde tabla çapının azalmasına neden olduğu bildirilmiştir. GA<sub>3</sub> dozlarının ayçiçeğinin bin tane ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuş ve en yüksek bin tane ağırlığı 75.9 g ile 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 72.8 g ile 200 ppm ve 72.1 g ile 50 ppm GA<sub>3</sub> dozu izlemiştir. En düşük bin tane ağırlığı ise 63.7 g ile GA<sub>3</sub> uygulanmayan kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Çalışmamızda bin tane ağırlığı GA<sub>3</sub> dozlarından olumlu etkilenmiştir. Özellikle 100 ppm GA<sub>3</sub> dozu bin tane ağırlığını arttırmada en etkili doz olarak belirlenmiştir. Benzer şekilde Beltrano et al. (1994)

ayçiçeğinde 150 mg/L, Rahman et al. (2004) soyada 100 ppm GA<sub>3</sub>'in bin tane ağırlığının artışı sağladığını bildirmişlerdir.

Artan GA<sub>3</sub> dozu bitkide tane veriminin azalmasına neden olmuştur. En yüksek bitkide tane verimi 74.8 g/bitki ile GA<sub>3</sub> uygulamayan kontrol parsellerinden elde edilmiştir. En düşük bitkide tane verimi ise 39.5 g/bitki ile 300 ppm GA<sub>3</sub> dozunda belirlenmiştir. Her ne kadar bin tane ağırlığı GA<sub>3</sub> uygulaması ile artsa da, tabla çapında ve bitkide tane veriminde gerçekleşen azalışla birlikte dekara tane verimi azalmıştır. Yermanos and Knowles (1960) asperde GA<sub>3</sub> uygulamasıyla incelenen üç aspir çeşidinde de tane veriminin azaldığını belirlemiştir. Bununla birlikte Sarkar et al. (2002) soyada 100 ppm GA<sub>3</sub> dozuyla verim öğeleriyle birlikte birim alan tane veriminin de arttığını bildirmiştir.

Çizelge 4'de görüldüğü gibi, en yüksek tane verimi 344 kg/da ile kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 50 ppm GA<sub>3</sub> dozu 263 kg/da, 100 ppm dozu 249 kg/da ve 200 ppm dozu 213 kg/da ile izlemiştir. En düşük tane verimi ise 187 kg/da ile 300 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan parsellerde belirlenmiştir. Genel olarak artan GA<sub>3</sub> dozu tane veriminde azalmaya neden olmuştur. Özellikle verim öğelerindeki azalmayla dekara tane verimi de azalmıştır.

Artan GA<sub>3</sub> dozlarına göre Sanbro MR ayçiçeği çeşidinden elde edilen yağ oranı ortalamaları azalmıştır. En yüksek yağ oranı %47.7 ile GA<sub>3</sub> uygulanmayan kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %44.7 ile 50 ppm ve %41.8 ile 100 ppm GA<sub>3</sub> dozu izlemiştir. En düşük yağ oranı ise %40.4 ile 200 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan parsellerden elde edilmiştir. GA<sub>3</sub> dozları arasında 200, 300 ve 400 ppm dozlarının yağ oranları bakımından

Çizelge 3. Farklı gibberellik asit dozlarının ayçiçeğinin bazı verim öğeleri üzerine etkisi

Table 3. The effects of various gibberellic acid doses on some yield components in sunflower

GA <sub>3</sub> dozu (ppm)	Çiçeklenme süresi (gün)	Bitki boyu (cm)	Tabla çapı (cm)	Bin tane ağırlığı (g)	Bitkide tane verimi (g/bitki)
Kontrol	66.0 <sup>a</sup>	103.5 <sup>b</sup>	19.6 <sup>a1</sup>	63.7 <sup>c*</sup>	74.8 <sup>a1*</sup>
50	65.3 <sup>ab</sup>	110.1 <sup>ab</sup>	16.3 <sup>b2</sup>	72.1 <sup>ab</sup>	55.2 <sup>b2</sup>
100	65.0 <sup>ab</sup>	118.8 <sup>a</sup>	15.6 <sup>bc23</sup>	75.9 <sup>a</sup>	52.3 <sup>bc23</sup>
200	64.0 <sup>b</sup>	119.1 <sup>a</sup>	14.3 <sup>cd234</sup>	72.8 <sup>ab</sup>	44.8 <sup>cd23</sup>
300	64.3 <sup>b</sup>	114.4 <sup>ab</sup>	12.6 <sup>d4</sup>	65.9 <sup>bc</sup>	39.5 <sup>d3</sup>
400	64.0 <sup>b</sup>	121.9 <sup>a</sup>	13.3 <sup>d34</sup>	69.9 <sup>abc</sup>	42.6 <sup>cd23</sup>
Ortalama	64.8	114.6	15.3	70.0	51.5

\*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir.

\*: Means followed by the same letter(s) and figure(s) in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively.

istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmemiş ve aynı grupta yer almıştır. Yermanos and Knowles (1960) ve Baydar (2000) asperde yağ oranının artan GA<sub>3</sub> dozuyla azaldığını bildirmelerine rağmen, Bibi et al. (2003) ayçiçeğine uygulanan 10-30 ppm aralığındaki GA<sub>3</sub> dozunun yağ oranını arttırdığını tespit etmiştir. Özellikle kullanılan dozların araştırmamızda kullanılan dozlardan çok daha düşük olması farklı sonuçlara ulaşılmasına neden olduğu söylenebilir.

Dekara yağ verimi bakımından artan dozlarda uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarına göre ayçiçeğinin yağ verimi azalmıştır. En yüksek yağ verimi 169.7 kg/da ile kontrol parsellerinden elde edilirken, en düşük yağ verimi 76.4 kg/da ile 300 ppm GA<sub>3</sub> dozunda belirlenmiştir. 300 ppm ve 400 ppm GA<sub>3</sub> dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiş ve en düşük yağ verimi bu dozlardan hesaplanmıştır. Araştırmamızda artan GA<sub>3</sub> dozları hem yağ oranını hem de dekara tane verimini azaltmıştır. Bu nedenle, GA<sub>3</sub> uygulamaları dekara yağ veriminde ciddi azalmalara neden olmuştur. Sonuç olarak en yüksek dekara yağ verimi GA<sub>3</sub> uygulanmayan kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

GA<sub>3</sub> dozlarına göre Sanbro MR ayçiçeği çeşidinden elde edilen klorofil içeriklerini gösteren SPAD değerleri 43.2 ile 34.7 arasında değişmiştir. Artan GA<sub>3</sub> dozları klorofil içeriğini azaltmıştır. En yüksek klorofil içeriği 43.2 SPAD ile kontrol parsellerindeki bitkilerden elde edilirken, en düşük değer 34.7 SPAD ile 400 ppm GA<sub>3</sub> dozunda belirlenmiştir. GA<sub>3</sub> bitkilerde sap uzamasını teşvik ederken, bitkilerde rengin açılmasına, sağlamlığın azalmasına neden olmaktadır. Bitki dokuları hızlı bir büyüme gerçekleştirirken daha fazla su almasına neden olmakta ve klorofil miktarları azalmaktadır (Kacar ve ark. 2006; Çizelge 4. Farklı gibberellik asit dozlarının ayçiçeğinin verim ve klorofil içeriği üzerine etkisi

Table 4. The effects of various gibberellic acid doses on yield and chlorophyll content in sunflower

GA <sub>3</sub> dozu (ppm)	Tane verimi (kg/da)	Yağ oranı (%)	Yağ verimi (kg/da)	Klorofil içeriği (SPAD)
Kontrol	344 <sup>a1</sup>	47.7 <sup>a1</sup>	169.7 <sup>a1</sup>	43.2 <sup>a1*</sup>
50	263 <sup>b2</sup>	44.7 <sup>b2</sup>	117.7 <sup>b2</sup>	40.5 <sup>b12</sup>
100	249 <sup>bc23</sup>	41.8 <sup>c23</sup>	104.2 <sup>bc23</sup>	37.5 <sup>c23</sup>
200	213 <sup>cd23</sup>	40.4 <sup>c3</sup>	85.9 <sup>cd3</sup>	36.4 <sup>cd3</sup>
300	187 <sup>d3</sup>	40.8 <sup>c3</sup>	76.4 <sup>d3</sup>	36.1 <sup>cd3</sup>
400	203 <sup>cd23</sup>	40.8 <sup>c3</sup>	82.7 <sup>d3</sup>	34.7 <sup>d3</sup>
Ortalama	243	42.7	106.1	38.0

\*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir.

\*: Means followed by the same letter(s) and figure(s) in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively.

Shah 2007). Ayrıca, pamukta soğuğa toleransı artıran GhDREB1 geninin aktivasyonunu kısıtlamaktadır (Shan et al. 2007). Dolayısıyla GA<sub>3</sub> uygulamalarının bitkileri soğuğa karşı daha hassas bir duruma getirdiği bildirilmiştir. Çalışmamızda GA<sub>3</sub> uygulamasından iki hafta sonra SPAD metre ile yapılan klorofil ölçümlerinden elde edilen değerler, bu bulguları destekler niteliktedir. Mary and Merina (2012) bamyada tuz stresi altındaki bitkilere GA<sub>3</sub> uyguladıklarında klorofil a ve klorofil b içeriğinin azaldığını, Tsiakaras et al. (2014) ise marulda artan azot dozlarının klorofil içeriğini arttırmasına rağmen, GA<sub>3</sub> uygulaması yapıldığında klorofil içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Bu durum bitkilerin fotosentetik aktiviteleri üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Shah (2007) tarafından hardalda GA<sub>3</sub> uygulamasıyla klorofil miktarının ve yaprak alanının azaldığı ve buna bağlı olarak da net fotosentez oranının azaldığı belirlenmiştir. Bu verilere dayanarak, GA<sub>3</sub> uygulamalarından elde edilen düşük verim ve yağ oranının fizyolojik temelinde klorofil miktarındaki azalmanın neden olduğu söylenebilir.

GA<sub>3</sub> dozu ve uygulama sürelerine göre Sanbro MR ayçiçeği tohumundan elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri Çizelge 5'de görülmektedir. En yüksek çimlenme %100 ile 16 saat saf su uygulanan tohumlardan elde edilirken, en düşük değer %96.0 ile 16 saat 300 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Uygulama süreleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık belirlenmesine rağmen, %1'lik bu farklılık pratikte kullanılabilecek nitelikte bulunmamıştır. Tohum uygulamalarının en temel etkisinin çimlenme ve çıkış hızına olduğu, bunun da tohumun çimlenmesi için gerekli olan üç su alım evresinin ilk ikisini

uygulama döneminde tamamlamış olmasından kaynaklandığı Heydecker and Coolbear (1977) tarafından bildirilmiştir. Wahid et al. (2008) 150 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasının ayçiçeği tohumlarının çimlenme süresini kısalttığını, çimlenme yüzdesini arttırdığı ve fide boyunu uzattığını, Pallavi et al. (2010) 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında ise maksimum fide gücü indeksi elde edildiğini bildirmiştir. Araştırmamızda uygulanan GA<sub>3</sub> dozlarının ayçiçeği tohumlarının çimlenmesi üzerine önemli bir etkisi belirlenmemiştir. Tuz stresinde en düşük çimlenme yüzdesi %89.0 ile uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında belirlenmiştir. En yüksek değer ise %99.5 ile 50 ppm GA<sub>3</sub> uygulamasında tespit edilmiştir. Her ne kadar tohum uygulamaları tuz stresinde çimlenme oranını %10 oranında artırsa da, uygulamalar arasında belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ve hepsi aynı grupta yer almıştır. Kuraklık stresinde elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri %69.0-99.0 arasında değişmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi (%69.0) 16 saat saf su uygulanan tohumlardan elde edilirken, en yüksek değer %99.0 ile 8 saat 100 ppm GA<sub>3</sub> uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Her iki uygulama süresinden de en düşük çimlenme yüzdesi 0 (saf su) ppm uygulamasından elde edilmiştir. Uygulamaların kuraklık stresinde çimlenme bakımından her hangi bir üstünlüğü belirlenmemiş ancak saf su uygulamasından

daha yüksek performans göstermiştir. Tuz stresinde en uzun çimlenme süresi uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında 1,99 gün ile elde edilmiştir. Saf su ve GA<sub>3</sub> uygulamaları ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. En kısa çimlenme süresi 1.46 gün ile 16 saat saf su uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. 8 saat uygulama süresinde ise en kısa çimlenme süresini 1.56 gün ile 50 ppm GA<sub>3</sub> dozu vermiştir. Kuraklık stresinde elde edilen ortalama çimlenme süreleri arasında 8 saat GA<sub>3</sub> uygulamasında 2.72 gün ile 16 saat uygulamaya göre daha kısa çimlenme süresi vermiştir. Tohum uygulamaları ile tuz ve kuraklık stresinin ayçiçeğinin çimlenmesi üzerine etkisinin azaltılabileceği Kaya et al. (2006) tarafından bildirilmiştir. Araştırmamızda ise tuz ve kuraklık streslerinde 50 ppm GA<sub>3</sub> ile çimlenme yüzdesi artmıştır. Moghanibashi et al. (2012) ayçiçeği tohumlarına 24 saat süreyle yapılan hidrasyon uygulamasının tuz ve kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi ve fide gelişimini arttırdığını, çimlenme süresini ise kısalttığını bildirmiştir.

Jamil and Rha (2007) sonuçlarımızı destekleyecek şekilde şekerpancarı tohumlarına 10 saat uygulanan 150 mg/L GA<sub>3</sub>'in tuz stresinde çimlenme yüzdesini arttırdığı, %50 çimlenme süresini ise kısaltarak kök, sürgün uzunluğu ile fide yaş ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Farklı gibberellik asit dozları ve uygulama sürelerinin ayçiçeği tohumlarının tuz ve kuraklık stresinde çimlenme üzerine etkisi

Table 5. The effects of various gibberellic acid doses and duration on germination at salt and drought stresses

Uygulama süresi	GA <sub>3</sub> dozu (ppm)	Çimlenme (%)	Tuz stresi (15 dS/m)	Tuz OÇS (gün)	Kuraklık stresi (6 bar)	Kuraklık OÇS (gün)
8 saat	Kontrol	97.5	89.0	1,99 <sup>a</sup>	97.0 <sup>a11</sup>	2,89
	Saf Su	99.0	97.5	1,80 <sup>b</sup>	88.0 <sup>b2</sup>	2,79
	50	99.5	99.5	1,56 <sup>cd</sup>	96.0 <sup>a12</sup>	3,22
	100	98.0	98.5	1,70 <sup>bc</sup>	99.0 <sup>a1</sup>	2,56
	200	98.5	98,5	1,82 <sup>ab</sup>	96.5 <sup>a1</sup>	2,49
	300	99.5	97.0	1,57 <sup>cd</sup>	97.0 <sup>a1</sup>	2,47
	400	97.5	98.5	1,66 <sup>bcd</sup>	98.0 <sup>a1</sup>	2,47
	Ortalama	98.5 <sup>a</sup>	96.9	1,73	95.9	2,72 <sup>b2</sup>
16 saat	Kontrol	97.5	89.0	1,99 <sup>a*</sup>	97.0 <sup>a1</sup>	2,89
	Saf Su	100.0	97.5	1,46 <sup>d</sup>	69.0 <sup>c3</sup>	3,02
	50	97.5	99.5	1,62 <sup>bcd</sup>	95.5 <sup>a12</sup>	3,23
	100	98.0	98.5	1,56 <sup>cd</sup>	95.5 <sup>a12</sup>	2,65
	200	97.5	98.5	1,57 <sup>cd</sup>	96.0 <sup>a12</sup>	2,69
	300	96.0	97.0	1,51 <sup>cd</sup>	94.0 <sup>a12</sup>	3,13
	400	97.0	98.5	1,64 <sup>bcd</sup>	98.5 <sup>a1</sup>	3,04
	Ortalama	97.6 <sup>b</sup>	96.9	1,62	98.3	2,95 <sup>a1</sup>

\*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. OÇS: Ortalama çimlenme süresi

\*: Means followed by the same letter(s) and figure(s) in each column are not significantly different at  $p < 0.05$  and  $p < 0.01$ , respectively. OÇS: Mean germination time

## Sonuç

GA<sub>3</sub> dozlarının ayçiçeğinde bitki gelişimi, verim ve verim öğeleri ile tohum uygulamalarının tuz ve kuraklık stresinde çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen bu araştırma sonuçlarına göre, artan GA<sub>3</sub> dozları ile çiçeklenme süresi kısalırken, bitki boyu ve bin tane ağırlığı artmıştır. Bununla birlikte, tabla çapı, bitkide tane verimi, hasat indeksi, dekara tane verimi, yağ oranı, yağ verimi ve klorofil içeriği gibi incelenen özelliklerin tamamını azaltmıştır. Ayçiçeğinde GA<sub>3</sub>'in klorofil miktarını azalttığı ve buna bağlı olarak da fotosentetik aktivitenin ve dolayısıyla verimin azalmasına neden olduğu söylenebilir. Bitkilerin hızlı büyümeleri ile sap sağlamlıklarının azaldığı gözlenmiştir. Sonuçta tüm bu faktörlerle birlikte değerlendirildiğinde, GA<sub>3</sub> uygulamalarının ayçiçeğinde verimi veya yağ oranını arttırmak amacıyla kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tohuma yapılacak GA<sub>3</sub> uygulamalarında ise, genel olarak 50-100 ppm dozları tuz ve kuraklık stresinde tohumların çimlenme performanslarının artmasını, çimlenme hızını artırarak çimlenme sürelerinin kısalmasını sağlamıştır. Bu nedenle tohuma yapılacak GA<sub>3</sub> uygulamaları için 50 ppm dozunun yeterli olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Uygulama süreleri arasında ise incelenen özellikler arasında bazı istatistiksel farklılıklar belirlenmiş olsa da, bu farklılıklar belirgin veya pratikte kullanılabilir nitelikte bulunmamıştır. Uygulama süresinin uzatılması, tohumlarda çimlenmeye neden olabileceği için 8 saat uygulama süresi önerilebilir.

Sonuç olarak, tarla ve laboratuvar şartlarında yürütülen bu çalışmada, ayçiçeği verimi ve yağ oranını azaltmasından dolayı yüksek dozlarda GA<sub>3</sub> uygulanmasının önerilmediği ancak, daha düşük dozlarda ve farklı gelişme dönemlerinde GA<sub>3</sub>'ün etkilerinin değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir. Ayçiçeği tohumlarına 8 saat süreyle 50 ppm GA<sub>3</sub> uygulaması özellikle tuz stresinde tohumların çimlenme performansını artırılması amacıyla kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışma, Haluk ERDEMLİ tarafından Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında yapılan Yüksek Lisans Tez çalışmasından özetlenmiştir.

## Kaynaklar

- Akter N., Islam M.R., Karim M.A. and Hossain T., 2014. Alleviation of drought stress in maize by exogenous application of gibberellic acid and cytokinin. *J. Crop Sci. Biotech.*, 17(1): 41-48.
- Almeida J.A.S., Fatima M. and Pereira D.A., 1996. The control of flower initiation by gibberellin in *Helianthus annuus* L., a non-photoperiodic plant. *Plant Growth Regulation*, 19: 109-155.
- Arioğlu H., 2000. Yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı. Çukurova Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:220, Ders Kitapları Yayın No:A-70 Adana, 204 s.
- Arteca R.N., 1996. Plant growth substances principles and applications. Chapter 3: Chemistry, Biological Effects and Mechanism of Action, New York. P:66.
- Anonim, 2014a. Türkiye İstatistik Kurumu Kayıtları, www.tuik.gov.tr. Erişim tarihi: 10.12.2014
- Anonim, 2014b. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği İstatistikleri, www.bysd.org. Erişim tarihi: 10.12. 2014.
- Anonim, 2001. Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.). T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara. 9 s.
- Baydar H., 2000. Gibberellik asidin aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de erkek kısırılık, tohum verimi ile yağ ve yağ asitleri sentezi üzerine etkisi. *Turk. J. Biol.*, 24: 159-168.
- Beltrano J., Caldiz D.O., Barreyo R., Sanchez Vallduvi G. and Bezus R., 1994. Effects of foliar applied gibberellic acid and benzyladenine upon yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Growth Regulation*, 15: 101-106.
- Bibi M., Hussain M., Qureshi M.S. and Kousar S., 2003. Morpho-chemical and physiological response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to gibberellic acid and nitrogen. *Pak. J. Life Soc. Sci.*, 1(1): 51-53.
- Cecconi F., Gaetani M., Lenzi C. and Durante M., 2002. The sunflower dwarf mutant dw1: effects of gibberellic acid treatment. *Helia*, 25(36): 161-166.
- Düzgüneş O., Kesici T., Kavuncu O. ve Gürbüz F., 1987. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, 1021. Ders Kitabı, 295 s.
- Göksoy A.T., Demir A.O., Turan Z.M. and Dağüstü N., 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. *Field Crops Research*, 87: 167-178.



- Guardia M.D. and Benlloch M., 1980. Effects of potassium and gibberellic acid on stem growth of whole sunflower plants. *Physiologia Plantarum*, 49(4): 443-448.
- Heydecker W. and Coolbear P., 1977. Seed treatments for improved performance survey and attempted prognosis. *Seed Science and Technology*, 5: 353-425.
- ISTA, 2003. International Seed Testing Association, ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3<sup>rd</sup> ed.
- Jamil M. and Rha E.S., 2007. Gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) enhance seed water uptake, germination and early seedling growth in sugar beet under salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(4): 654-658.
- Kacar B., Katkat A.V. ve Öztürk Ş., 2006. Bitki Fizyolojisi. Nobel Yayınları, 2. Baskı, Ankara, 563s.
- Kaya M.D., Okçu G., Atak M., Çıkılı Y. and Kolsarıcı Ö., 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *European Journal of Agronomy*, 24(4): 291-295.
- Kadayıfçı A. and Yıldırım O., 2000. The response of sunflower grain yield to water. *Turk. J. Agric. For.*, 24: 137-145.
- Kolsarıcı Ö., Kaya M.D., Göksoy A.T., Arıoğlu H., Kulan E.G. ve Day S., 2015. Yağlı tohumlu bitkiler üretiminde yeni arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, s:401-425, Ankara.
- Madrap B.A., Bhalerao R.K., Hudge V.S. and Siddique M.A., 1992. Effect of foliar spray of growth regulators on yield of sunflower. *Annals Plant Physiol.*, 6(2): 217-221.
- Mary J.S. and Merina J.A., 2012. Effects of gibberellic acid on seedling growth, chlorophyll content and carbohydrate metabolism in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) genotypes under saline stress. *Research Journal of Chemical Sciences*, 2(7): 72-74.
- Michel B.E., and Kaufmann M.R., 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.*, 51: 914-916.
- Moghanibashi M., Karimmojeni H., Nikneshan P. and Behrozi D., 2012. Effect of hydropriming on seed germination indices of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under salt and drought conditions. *Plant Knowledge Journal*, 1(1): 10-15.
- Nowak J. and Czapla J., 1988. Testing possibilities of applying growth regulators in agricultural production. II. The effect of applying GA<sub>3</sub>, IAA, kinetin and phenylacetic acid on growth and development of sunflower. *Acta Academiae Agriculturae ac Technicae Olstenensis*, 46: 3-13.
- Ozer H., Polat T. and Ozturk E., 2004. Response of irrigated sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids to nitrogen fertilization: growth, yield and yield components. *Plant Soil Environ.*, 5: 205-211.
- Pallavi H.M., Gowda R., Shadakshari Y.G. and Vishwanath K., 2010. Study on occurrence and removal of dormancy in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Research Journal of Agricultural Sciences*, 1(4): 341-344.
- Rahman S., Islam N., Tahar A. and Karim A., 2004. Influence of GA<sub>3</sub> and MH and their time of spray on morphology, yield contributing characters and yield of soybean. *Asian Journal of Plant Science*, 3(5): 602-609.
- Sarkar P.K., Haque S. and Karim M.A., 2002. Effect of GA<sub>3</sub> and IAA and their frequency of application on morphology, yield contributing characters and yield of soybean. *Pakistan Journal of Agronomy*, 1(4): 119-122.
- Seetharam A., and Kusuma, K.P., 1975. Induction of male sterility by gibberellic acid in sunflower. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 35(1): 136-138.
- Shah S.H., 2007. Effects of salt stress on mustard as affected by gibberellic acid application. *Gen. Appl. Plant. Physiol.*, 33(1-2): 97-106.
- Shan D., Huang J., Yang Y., Guo Y., Wu C., Yang G., Gao Z. and Zheng C., 2007. Cotton GhDREB1 increases plant tolerance to low temperature and is negatively regulated by gibberellic acid. *New Phytologist*, 176: 70-81.
- Shunkla D.S., Deshmukh P.S. and Wasnik K.G., 1987. Effect of GA<sub>3</sub> on seed setting and seed filling in sunflower. *Seed Research*, 15(2): 138-142.
- Taiz L. and Zeiger E., 1991. Gibberelins. *Plant Physiology*, 565 p.
- Tsiakaras G., Petropoulos S.P. and Khah E.M., 2014. Effect of GA<sub>3</sub> and nitrogen on yield and marketability of lettuce (*Lettuca sativa* L.). *Australian Journal of Crop Sciences*, 8(1): 127-132.
- Wahid A., Noreen A., Shahzad M.A., Basra Ggelani S. and Farooq M., 2008. Priming-induced metabolic changes in sunflower (*Helianthus annuus* L.) achenes improve germination and seedling grow. *Botanical Studies*, 49: 343-350.
- Yermanos D.M. and Knowles P.F., 1960. Effects of gibberellic acid treatment on safflower. *Agronomy Journal*, 52(10): 596-598.