

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

Haluk Erdemli

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Ocak 2015

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

Haluk Erdemli

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Field Crops

January 2015

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

Haluk Erdemli

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Doç. Dr. Mehmet Demir KAYA

Ocak 2015

ONAY

Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Haluk ERDEMLİ'nin YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.)'nde Giberellik Asit Dozlarının Verim ve Abiyotik Stres Koşullarında Çimlenme Üzerine Etkileri” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Mehmet Demir KAYA

İkinci danışman : -

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi :

Üye : Pof. Dr. Özer KOLSARICI

Üye : Doç. Dr. Mehmet Demir KAYA

Üye : Yard. Doç. Dr. Nihal KAYAN

Üye : Yard. Doç. Dr. Zehra AYTAÇ

Üye : Yard. Doç. Dr. Süleyman AVCI

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve
.....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Hürriyet ERŞAN
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Mehmet Demir Kaya danışmanlığında hazırlamış olduğum “Ayçiçeği (*Helianthus annuus L.*)'nde Giberellik Asit Dozlarının Verim ve Abiyotik Stres Koşullarında Çimlenme Üzerine Etkileri” başlıklı YÜKSEK LİSANS tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri, akademik ve bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 23/12/2014

Haluk Erdemli

ÖZET

Bu araştırma, Eskişehir koşullarında farklı giberellik (GA_3) asit dozları uygulanan ayçiçeğinde verim ve verim öğeleri ile tohumlara uygulanan GA_3 dozlarının abiyotik stres koşullarında çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırma 2013 yılında tarla ve laboratuvar denemeleri olarak kurulmuştur. Çalışmada materyal olarak Sanbro MR ayçiçeği çeşidi ile GA_3 kullanılmıştır. GA_3 dozları kontrol (saf su), 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm olacak şekilde bitkiler 6-8 yapraklı (V_6 - V_8) olduğu dönemde uygulanarak verim ve verim öğeleri incelenmiştir. Çimlendirme denemelerinde, aynı dozlarda GA_3 'ün ayçiçeği tohumlarına 8 ve 16 saat süreyle uygulanarak düşük sıcaklık, serin test, tuz stresi, kuraklık stresi ve hızlı yaşlandırma koşullarında çimlenme performansları incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, artan GA_3 dozları çiçeklenme süresinin 2 gün kısalmasını sağlamıştır. Bitki boyu ve bin tane ağırlığını GA_3 dozları ile artmasına rağmen, çiçeklenme süresi, tabla çapı, bitkide tane verimi, yağ oranı, yağ verimi ve klorofil içeriğini azaltmıştır. Laboratuvar denemelerinde ise incelenen abiyotik stres koşullarında GA_3 dozlarının çimlenme yüzdesi üzerine önemli bir etkisi bulunmamıştır. Ancak ortalama çimlenme süresi kısalmış ve fide boyu ise uzamıştır. Özellikle 50-100 ppm GA_3 dozları tuz ve kuraklık stresinde ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. Bulgular; kullanılan GA_3 dozlarının ayçiçeğinin verim ve verim öğelerini olumsuz etkilediğini göstermiştir. Tohuma 8 saat süreyle uygulanacak 50 ppm GA_3 dozunun abiyotik stres şartlarının çimlenme üzerine etkisini azaltmak bakımından yararlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: *Helianthus annuus* L., GA_3 , tane verimi, yağ oranı, çimlenme, kuraklık

SUMMARY

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 GA₃ doses on seed germination under abiotic stress conditions. Field and laboratory experiments were performed in 2013 using Sanbro MR and gibberellic acid (GA₃) as materials in this study. Yield and yield components of sunflower were investigated after gibberellic acid doses of control (distile water), 50, 100, 200, 300, 400 ppm were pulverized to the plants with growing stage of 6-8 leaves (V₆-V₈). Cold test, cool test, salinity stress, drought stress and accelerated ageing tests were performed by using the same doses of GA₃ applied to the seeds both for 8 and 16 h. According to the research results, although plant height and one thousand kernel weight enhanced by increasing GA₃ doses, blooming time, head diameter, seed yield per plant, oil content, oil yield, chlorophyll content decreased. Increasing GA₃ doses shortened two days of blooming time. In laboratory experiment, GA₃ doses didn't show any significant effects on germination percentage in the abiotic conditions. However mean germination time was shortened, seedling height was elongated. Especially 50-100 ppm GA₃ doses shortened the mean germination time under drought stress. It was concluded that all the doses of GA₃ affected adversely to the seed yield and yield components of sunflower. Seed treatment with 50 ppm dose of GA₃ for 8 h can be beneficial for decreasing the effect of abiotic stress conditions on germination.

Keywords: *Helianthus annuus* L., GA₃, seed yield, oil content, germination, drought

TEŞEKKÜR

Yüksek lisansım süresince ders ve tez çalışmalarımı ilgili her konuda bana gerekli bilgi ve imkânları sağlayarak yardımcı olan tez danışmanım ve değerli hocam Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölüm Başkanı Sayın Doç. Dr. Mehmet Demir KAYA'ya ve klorofil ölçümlerinde yardımlarını esirgemeyen Yard.Doç. Dr. Zehra AYTAÇ'a teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında her türlü bilgi ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşlarım Ast. Dr. Dicle AKÇORAY'a, Arş. Gör. Engin Gökhan KULAN'a, Arş. Gör. Onur İLERİ'ye, Aykut ŞENER'e ve İsmail ÖZAŞIK'a teşekkürlerimi arz ederim.

Hayatımın her kısmında desteklerini esirgemeyen bugünlere gelmemi sağlayan aileme, tarla denemeleri kısmındaki yardımlarından dolayı Rövsen ANNAYEV ve ağabeyim İsmail Emre ERDEMLİ'ye teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	5
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Deneme yerinin toprak özellikleri.....	13
3.1.2. Deneme yerinin iklim özellikleri.....	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Tarla denemeleri ve verilerin elde edilmesi.....	15
3.2.2. Laboratuvar denemeleri ve verilerin elde edilmesi.....	17
3.3. Verilerin Değerlendirilmesi.....	24
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	25
4.1. Tarla Denemeleri.....	25
4.1.1. Çiçeklenme süresi.....	25
4.1.2. Bitki boyu.....	26
4.1.3. Tabla çapı.....	28
4.1.4. Bitkide tane verimi.....	29
4.1.5. Bin tane ağırlığı.....	30

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	<u>Sayfa</u>
4.1.6. Tane verimi.....	31
4.1.7. Yağ oranı	32
4.1.8. Yağ verimi.....	34
4.1.9. Klorofil içeriği	35
4.2. Laboratuvar Denemeleri.....	36
4.2.1. Çimlenme yüzdesi.....	36
4.2.2. Fide boyu.....	38
4.2.3. Düşük sıcaklık testi.....	40
4.2.4. Serin test	42
4.2.5. Tuz stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi.....	44
4.2.6. Tuz stresinde fide boyu.....	46
4.2.7. Kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi.....	47
4.2.8. Kuraklık stresinde fide boyu.....	50
4.2.9. Hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi.....	51
4.2.10. Çıkış yüzdesi.....	53
5. TARTIŞMA.....	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	60
7. KAYNAKLAR.....	62

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>SEKİL</u>		<u>Sayfa</u>
3.1	Deneme tarlasından genel görünüm.....	18
3.2	Klorofil değerleri ölçülürken, deneme tarlasından görünüm.....	18
3.3	GA ₃ uygulamalarından 15 gün sonunda bitki gelişimleri (a) kontrol, (b) 50 ppm GA ₃ , (c) 100 ppm GA ₃ , (d) 200 ppm GA ₃ , (e) 300 ppm GA ₃ ve (f) 400 ppm GA ₃	19
3.4	GA ₃ uygulanan bitkilerde çapalamadan sonra oluşan mekanik zararlanmalar (a) ölü bitki, (b) kırık bitki ve (c) yatmış bitki.....	20
3.5	Tohuma uygulanan GA ₃ dozlarından gelişen bitkilerden görünüm (solda), ve 400 ppm GA ₃ uygulanan tohumlardan gelişen bitkilerde yaprak zararlanmaları (sağda, a).....	20
3.6	Çimlenen tohumlarda yapılan günlük sayımlar.....	22
3.7	Çimlendirme denemelerinin yürütülmesi.....	22

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>		<u>Sayfa</u>
3.1	Deneme alanı toprak örneklerinde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları.....	13
3.2	Araştırma yerine ilişkin iklim verileri.....	14
4.1	Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde çiçeklenme süresi ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	25
4.2	Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin çiçeklenme süresi ortalamaları.....	26
4.3	Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde bitki boyu ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	27
4.4	Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin bitki boyu ortalamaları.....	27
4.5	Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde tabla çapı ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	28
4.6	Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin tabla çapı ortalamaları.....	28
4.7	Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde bitkide tane verimi ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	29
4.8	Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin bitkide tane verimi ortalamaları.....	29
4.9	Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde bin tane ağırlığı ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	30
4.10	Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin bin tane ağırlığı ortalamaları.....	31
4.11	Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde tane verimi ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	31
4.12	Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin tane verimi ortalamaları.....	32

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.13 Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde yağ oranı ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	33
4.14 Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin yağ oranı ortalamaları.....	33
4.15 Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde yağ verimi ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	34
4.16 Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin yağ verimi ortalamaları.....	34
4.17 Farklı GA ₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde klorofil içeriği ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.....	35
4.18 Farklı GA ₃ dozlarında ayçiçeğinin klorofil içeriği ortalamaları.....	35
4.19 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeğinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	36
4.20 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeğinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	37
4.21 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeğinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	38
4.22 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeğinde fide boyu değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	39
4.23 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeğinde fide boyu (cm) ortalamaları.....	39
4.24 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının düşük sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	40
4.25 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının düşük sıcaklık stresindeki çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	41

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.26 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının düşük sıcaklık stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	41
4.27 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının serin sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	42
4.28 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının serin sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	43
4.29 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının serin sıcaklık stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	43
4.30 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	44
4.31 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	45
4.32 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	45
4.33 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ölçülen fide boyu değerleriyle yapılan varyans analiz sonuçları.....	46
4.34 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ölçülen fide boyu (cm) ortalamaları.....	47
4.35 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	48
4.36 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının	48

kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....

ÇİZELGELER DİZİNİ (Devamı)

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.37 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	49
4.38 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ölçülen fide boyu değerleriyle yapılan varyans analiz sonuçları.....	50
4.39 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ölçülen fide boyu (cm) ortalamaları.....	50
4.40 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	51
4.41 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.....	52
4.42 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.....	52
4.43 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tarla çıkış yüzdesi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.....	53
4.44 Farklı sürelerde uygulanan GA ₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tarla çıkış yüzdesi (%) ortalamaları.....	54

SİMGELER VE KISALTMALAR

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
°C	Santigrat derece
%	Yüzde
m	Metre
cm	Santimetre
L	Litre
h	Saat
sn	Saniye
dk	Dakika
<u>Kisaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
CV	Değişim katsayısı
F	F Değeri
GA ₃	Giberellik asit
K.O.	Kareler ortalaması
K.T.	Kareler toplamı
S.D.	Serbestlik derecesi
V.K.	Varyasyon katsayısı

1.GİRİŞ

Ülkemizde nüfus artışı ve yaşanan göç olayları ile artan gıda ihtiyacının karşılanması için tarım alanlarının daha etkin ve verimli bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte nüfus artışı dolaylı olarak tarım alanlarının azalmasına neden olmaktadır. Artan nüfusun barınması için gerekli olan konutların tarım alanları üzerine yapılarak bu alanlar şehirleşmeye açılmaktadır. Şehirleşme yanında, yapılan otoyollar, havaalanları, oteller, barajlar, göletler ve fabrikalar nedeniyle tarım alanları son 18 yıl içerisinde yaklaşık 3 milyon hektar azalmıştır (Anonim, 2014_a). Dolayısıyla artan nüfusun gıda ihtiyacının karşılanması yanında, azalan tarım alanları nedeniyle bitkisel üretim, iki yönlü baskı altına alınmıştır. Bu durum birim alan üzerinden üretilen ürün miktarının maksimize edilmesi anlamına gelmektedir. Aksi halde insanlarımızı besleyecek bitkisel üretim gerçekleştirilemeyecektir. Elbette gıda sektörü içerisinde en büyük baskı, yağ sektöründe gerçekleşmektedir. Çünkü ülkemiz hâlihazırda kendi ihtiyacı olan yaklaşık 1,8 milyon ton'luk bitkisel yağ üretememektedir. 2013 yılı verilerine göre, yaklaşık 3,6 milyar dolarlık yağlı tohum, bitkisel ham ve rafine yağ ile yağlı tohum küspesi ithalatı gerçekleştirilmiştir (Anonim 2014_b).

Ülkemizde yağ bitkileri (ayçiçeği, soya, kolza, aspir, haşhaş, susam, yerfıstığı) tarımı toplam tarım alanlarının %3'ünü oluşturmaktadır (Anonim, 2014_b). Bununla birlikte özellikle yağ üretiminde kullanılmayan yerfıstığı, susam ve haşhaş bitkileri değerlendirme dışında bırakıldığında, bu oran daha da azalmaktadır. Bitkisel yağ üretimimizde şüphesiz en önemli bitki ayçiçeğidir. 2013 yılında ayçiçeği ekim alanımız 515.000 ha, üretimimiz 960.000 ton ve verimimiz 186 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Ayçiçeği üretimimizin %67'si kuru, %23'ü ise sulu koşullarda gerçekleştirilmektedir. Sulu koşullarda ayçiçeği verimi ortalama 358 kg/da iken, kuru şartlarda iklim faktörlerine bağlı olarak değişmekle birlikte 224 kg/da olarak gerçekleşmiştir. Bu değerlerle ayçiçeği toplam yağ bitkileri ekim alanımızın %46,7'sini, üretimimizin ise %42'sini oluşturmaktadır.

Adaptasyon kabiliyetinin yüksek olması, kuru ve sulu koşullarda yetiştirilebilmesi, ekiminden hasadına kadar mekanizasyona uygun olması ayçiçeği tarımının geniş alanlarda yapılmasının başlıca nedenleri arasında gösterilmektedir (Ozer 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 2014_a; Anonim 2014_b).

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 vd., 2005). 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.

Yağlık ayçiçeği tarımı ülkemizin Marmara bölgesinde yoğunlaşmıştır. Bu bölgede kuru koşullarda buğday ile ekim nöbetine girmektedir. İç Anadolu bölgesi ise ayçiçeği ekim alanları bakımından ikinci sırada yer almaktadır (Kaya, 2003). Bu bölgede de kuru koşullarda ayçiçeği üretimi yapılmakta ise de özellikle şekerpancarı üretim alanlarında ekim nöbetine girerek sulu koşullarda da yetiştirilmektedir. Bunun dışında son on yıl içerisinde ayçiçeği ekim alanları Akdeniz bölgesinde oldukça yaygınlaşmıştır. Bu bölgede özellikle taban olmayan eğimli arazilerde şubat-mart aylarında ayçiçeği ekimi yapılmakta ve temmuz ayında hasat edilmektedir. Hasadın erken yapılması özellikle bu dönemde atıl durumda bulunan yağ fabrikalarının gereksinimini karşılamaktadır.

Ülkemizde ayçiçeği bölgelere göre değişmekle birlikte şubat-haziran ayları arasındaki dönemde ekilmektedir. Ekiminin yaygın olarak yapıldığı Marmara ve İç Anadolu bölgelerinde ise genel olarak nisan ayından mayıs başına kadar ekilmektedir (Gürbüz vd., 2003). Özellikle ilkbahar son donlarından bitkilerin zarar görmemesi için ayçiçeği ekimleri geciktirilmektedir. Bu durum ise ilkbahar yağışlarından yararlanılmasını kısıtlamaktadır. Ekilen tohumlar yeterince nem bulamamakta, çimlenme ve çıkışın gecikmesine neden olmaktadır. Bazı yıllarda ise yetersiz yağış nedeniyle tohum çimlense bile çıkış gerçekleşmemektedir. Tohumların özellikle abiyotik stres şartlarında çimlenme ve çıkışlarının artırılması için dünyada çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bunların başında da bitkisel hormonların ve bitki gelişim düzenleyicilerin kullanılması gelmektedir. Kaya et al. (2006) ayçiçeği tohumlarına potasyum nitrat uygulaması yaparak tohumların tuz ve kuraklık stresinde çimlenmesinin arttığını, Wahid et al. (2008) giberellik asit kullanımının ayçiçeği tohumlarının çimlenmesinde önemli artışlar meydana getirdiğini bildirmiştir. Aynı zamanda yabancı ayçiçeği tohumlarında da giberellik asit uygulamalarının tohumların çimlenme oranını arttırdığı bildirilmektedir (Seiler, 1998).

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 artırmaktadır (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, α -amilaz gibi bir takım hidrolaz enzimlerinin üretimini de teşvik etmektedir (Taiz and Zeiger, 1991). Özellikle yabancı bitkilerin tohumlarında dormansinin kırılmasını ve çimlenme oranının artmasını sağlamaktadır.

Uzun gün bitkilerinde çiçeklenmenin uyarılmasını ve soğuklama ihtiyaı olan bitkilerde de bu ihtiyaın karşılanması amacıyla GA₃ kullanılmaktadır (Kacar vd., 2006). Ayrıca ayçiçeği ve aspir gibi bazı bitkilerde erkek kısırılık oluşturmak amacıyla GA₃' 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 çıkışını sağlayarak çiçeklenmenin erken döneme alınması bakımından etkili olabilmektedir. Bu amaçla, ayçiçeğinde erken çiçeklenme ve çimlenmenin uyarılması bakımından uygun GA₃ dozunun belirlenmesi ve kullanımının incelenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, farklı GA₃ dozlarının ayçiçeğinin bitki gelişimi, verimi ve yağ oranı üzerine etkilerinin ve abiyotik stres koşullarında (düşük sıcaklık, tuz ve kuraklık) imlenme performanslarının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bitki gelişim düzenleyicileri arasında en yaygın olarak kullanılan giberellinler, bitkilerde gövde büyümesi, bitki boyunun uzaması, tohumlarda çimlenmenin uyarılması, çimlenme sırasında enzim aktivitesinin artırılması ile meyve tutumu, meyvenin büyümesi ile bazı bitkilerde erkek kısırlığa neden olması şeklinde özetlenebilir. Dünyada ve ülkemizde giberellik asidin (GA_3) ayçiçeği ve diğer bazı yağ bitkileri üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalar aşağıda sıralanmıştır.

Yermanos and Knowles (1960), asperde GA_3 uygulamalarının verim ve verim öğelerine etkilerini araştırdıkları çalışmada; N-6, N-7 ve N-10 asper çeşitlerine yapraktan uygulanan (4 kez 10 ppm ve 2 kez 100 ppm dozu) giberellik asidin; N-7 çeşidinde verimi kontrol grubuna göre 10 ppm dozu 58,3 kg/da'dan 45,1 kg/da'a, 100 ppm dozunda ise 22,5 kg/da'a düşürmüştür. Kontrolde %40,6 olan yağ oranını ise 10 ppm uygulamada %38,8'e, 100 ppm uygulamada ise %29,6'ya düşürdüğünü belirtmişlerdir. Aynı zamanda erkenciliği teşvik ettiğini ve boğum arası uzunlunun artmasına, kısırlığa, kloroza ve *Phytophthora*'ya dayanıklılığı azalttığını; bununla beraber tohum ağırlığı ve yağdaki iyot sayısının etkilenmediğini ortaya koymuşlardır.

Seetharam et al. (1975), ayçiçeğinde GA_3 kullanılarak erkek kısırlığın oluşturulmasını araştırdıkları çalışmada; çiçek açımından 3 gün sonra uygulanan 90-100 ppm dozundaki GA_3 , dişi üreme sistemini etkilemeden erkek kısırlık oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Kısırlık elde edilmesinde uygulama zamanının önemli olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda ekimden 30-40 gün sonra uygulanan 100 ppm dozunda her bitki için; 0,50 – 0,75 ml GA_3 uygulamasının da erkek kısırlığa neden olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak ayçiçeği ıslahında ve hibrit çeşit üretiminde erkek kısırlıktan faydalanılabileceğine değinmişlerdir.

Guardia and Benloch (1980), potasyum ve GA_3 uygulamalarının ayçiçeğinin sap gelişimine etkisini inceledikleri araştırmalarında, 0,0, 0,5 ve 5,0 mM potasyum

dozunda yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinde GA₃'in etkisini incelemiştir. Sadece GA₃ uygulanan bitkilerde boğum arasının diğer bitkilerden 10 kat daha uzun olduğu belirlenmiştir. Bitkideki dengesiz potasyum dağılımı, GA₃ uygulandığında daha dengeli hale geldiği bildirilmiştir. Artan potasyum konsantrasyonu ayçiçeği bitkilerinin sapındaki ozmotik potansiyelin azalmasına neden olmuştur.

Umoessien and Forward (1982), ayçiçeğinde fotosentez ürünlerinin dağılımı üzerine giberellik asidin etkisini incelemek amacıyla yaptığı çalışmada, büyüyen ayçiçeği bitkisinin tek yaprağı CO₂ özümlemesine bırakılmıştır. GA₃ uygulaması aynı yaprağa, ana tomurcuğa ve köklere yapılmış ve uygulama sonrası 1-96 saat arasında özümlenen ¹⁴C dağılımı belirlenmiştir. Giberellik asidin yapraktan ¹⁴C taşınmasında önemli bir etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

Nowak et al. (1988), GA₃, IAA, kinetin ve fenilasetik asit uygulamalarının ayçiçeğinin büyümesi ve gelişimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, bitki gelişim düzenleyicileri doğrudan yaprağa (GA₃, IAA, kinetin ve fenilasetik asit ve bu 3 bileşenin karışımı), üre ile karıştırılmış granül halde (GA₃, fenilasetik asit, kinetin) doğrudan toprağa uygulamışlardır. Bitki gelişim düzenleyicilerin uygulama şekli ayçiçeği saplarının uzaması ve biyoması üzerine etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. En uzun bitki boyunun GA₃'ün doğrudan yaprağa uygulamasından elde etmişlerdir.

Beltrano et al. (1994), ayçiçeğinde yapraktan uygulanan giberellik asit (GA) ve benziadeninin (BA) verim öğelerine etkisini inceledikleri iki yıllık (1989/90-1990/91) çalışmada; iki farklı ayçiçeği çeşidine çıkıştan sonra 20, 40 ve 60. günlerde, GA (150 mg/L), BA (150 mg/L 250 mg/L), ve GA 150 + BA 150 mg/L dozlarında uygulanan bitki gelişim düzenleyiciler her iki yılda da boş tohum yüzdesini azalttığı, tohum ağırlığını ve bin tane ağırlığını arttırdığını belirtmişlerdir. 1989/90 yılında çıkıştan 20 gün sonra 150 mg/L GA uygulanan bitkilerde kontrol grubuna göre daha ince gövde ve daha küçük tablaların oluştuğunu gözlemlemişlerdir.

Almeida et al. (1996), ayçiçeğinde giberellinler ile çiçeklenmenin kontrolü amacıyla yürüttüğü araştırmasında, GA₃ çiçeklenmeyi ve tabla çiçeklerinin gelişimini

hızlandırmıştır. GA₃ uygulamasının miktarından çok, zamanlamasının daha kritik olduğunu belirlemişlerdir. Ekimden 15 gün sonra giberellin benzeri bileşenlerin miktarı kayda değer bir şekilde artırdığı bildirilmiştir. Paclobutrazol uygulaması ise çiçeklenme başlangıcını önemli derecede geciktirmiş ve bu etkinin bitki gelişim zamanına da bağlı olduğu görülmüştür. GA₃ ve paclobutrazol maksimum etkilerini ekimden sonraki 10-20 günlük periyotta göstermiştir. Sonuç olarak, bu zaman periyotları arasındaki giberellin miktarındaki artış çiçeklenme başlangıcında önem arz etmektedir.

Wang et al. (1996), düşük sıcaklıkta soya ve mısır fidelerinin çıkışını arttırmak amacıyla GA₃ ve kinetin uygulamalarını inceledikleri çalışmada; bitki gelişim düzenleyicilerin (BGD) fidelerin çıkışını etkilediklerini belirtmişlerdir. Araştırmacılar önceden yaptıkları çalışmalara göre; düşük sıcaklık koşullarında GA₃'in ve kinetinin mısır ve soya tohumlarının çimlenmesini teşvik ettiğini ve hava sıcaklığı 25 °C olsa dahi kök bölgesi sıcaklığı (KBS) 10°C olduğunda soya fidelerinin çok yavaş gelişim gösterdiğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar; düşük KBS'nın bitkideki BGD'lerin sentezini artırdığını ve çıkışı etkilediğini bildirmişlerdir. Tohuma uygulanan BGD'lerin bu kontrollü koşullarda (10°C KBS ve 25°C hava sıcaklığı) GA₃ ve kinetin uygulanmış tohumlarla yürüttükleri yürüttükleri çalışmada; GA₃ ve kinetinin 10°C KBS'nda mısır ve soya tohumlarının çıkış ve fide gelişimini teşvik ettiğini, GA₃'in kinetinden daha iyi performans gösterdiğini ve 0,1 mM dozunda uygulanan GA₃'in en etkili sonucu verdiğini ortaya koymuşlardır.

Kırıcı (1998), iki aspir çeşidinde giberellik asidin (GA₃) agronomik özellikler ve çiçek verimi ile boyar madde oranına etkilerini incelediği çalışmada; farklı konsantrasyonlardaki GA₃ (0, 50, 100 ve 150 ppm) rozet ve sapa kalkma dönemlerinde bitkiye uygulanmıştır. GA₃ uygulamalarının düşük dozlarda aspir çeşitlerinde çiçek verimini artırdığı, temel koşulların çiçek üretimi için daha uygun olduğu ve genellikle yüksek dozlardaki GA₃ uygulamalarından elde edilen boyar madde oranının da yüksek olduğunu saptamıştır.

Seiler (1998), iki yabancı ayçiçeğinde tohum olgunluğu, depolama süresi ve sıcaklığı ile besiyeri uygulamalarının çimlenmeye etkilerini araştırdığı çalışmada; iki yabancı ayçiçeği türü tohumlarındaki çimlenme durgunluğunu (dormansi) kırma amaçlı çeşitli besiyerleri arasında en etkili sonucu 1 mM GA₃ uygulamasının verdiğini bildirmiştir. Tohuma uygulanan GA₃, *H. annuus* türünde %81 oranında çimlenme verirken, uygulanmamış tohumlarda çimlenme oranı %38 olduğu belirlenmiştir. Yabancı bir tür olan *H. petiolaris*'de ise uygulama yapılan tohumlarda çimlenme oranı %60, kontrol grubu tohumlarda ise %9 olarak gerçekleşmiştir. Sonuç olarak, GA₃ besi ortamı tohum olgunluğu, depolama süresi veya depolama sıcaklığı gözetmeden çimlenmeyi arttırmış, depolama sıcaklığı ve süresi her iki türde de çimlenme durgunluğunu kırmada etkili bulunmamıştır.

Miller and Fick (1999), GA₃ ile oluşturulan erkek kısırlıktan yararlanarak resiprokal teksel seçme yönteminin ayçiçeğinde uygunluğunu araştırdığı çalışmada, erkek restorer hat olarak dallanma özelliğindeki ayçiçeği hattında tozlanmanın kontrolü için GA₃ kullanmışlardır. Ana tablanın tomurcuğuna uygulanan 50 ppm GA₃ dozu, kendine döllenmeyi kontrol grubuna göre %2,4, %3,0 ve %3,8'e düşürmüştür. Kendine döllenmiş tohumların GA₃ uygulanan bitkilerin ikinci tablalarından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Baydar (2000), giberellik asidin aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de erkek kısırlık, tohum verimi ile yağ ve yağ asitleri sentezi üzerine etkilerini incelediği çalışmada; 3 farklı dönemde 5 farklı dozda uygulanan GA₃'in %93,0 oranlarına varan erkek kısırlığa neden olduğu, böylece hibrit tohum üretiminde GA₃'ten pratik olarak faydalanılabileceğini ortaya koymuştur. Uygulamanın hem izolasyonlu hem izolasyonsuz ortamlarda tohum verimini düşürdüğünü saptamıştır. GA₃ uygulamalarının yağ asitleri sentezi üzerine önemli bir etkisi olmadığını, tomurcuk döneminde uygulanan 300 ppm GA₃'in ise yağ sentezini %33,8'den %38,8'e kadar arttırdığını belirtmiştir.

Sarkar et al. (2002), soya bitkisine uyguladıkları bitki büyüme düzenleyicilerin verim ve verim öğelerine etkilerini incelemişlerdir. Üç farklı zamanda (ekimden 20 ve 42 gün sonra ve ekimden hem 20 hem de 42 gün sonra) 100 ve 200 ppm GA₃ ve indol asetik asit (IAA) uygulanmıştır. 100 ppm GA₃, diğer bitki büyüme düzenleyicisi ve kontrol dozuna kıyasla; bitki boyu, dal sayısı, yaprak sayısı, bitki başına yaprak alanında, çiçek sayısı, bitkide bakla sayısı, bakla dolum yüzdesi, bitkide tane sayısı, bitkide tohum verimi, 100 tane ağırlığı ve tane verimini arttırmıştır. Ekimden hem 20 hem de 42 gün sonra yapılan ikili uygulamanın; ölçülen tüm değerlerde en yüksek sonuçları verdiğini belirtmişlerdir. IAA'nın 200 ppm dozunun dal sayısı, yaprak sayısı, bitki başına yaprak alanı, 100 tane ağırlığı ve net asimilasyon oranını arttırdığını belirtmişlerdir.

Rahman et al. (2004), soya bitkisinde 3 farklı zamanda (T1: ekimden 15 gün sonra, T2: ekimden 30 gün sonra ve T3: ekimden 45 gün sonra) ve 2 farklı konsantrasyonda (100 ve 200 ppm) giberellik asit (GA₃) ve maleik hidrazid (MH) uygulanmıştır. Farklı uygulama zamanları ve konsantrasyonlarının bitkinin morfolojik karakterleri, verim ve verim öğeleri üzerinde önemli farklılıklar yarattığını tespit etmişlerdir. T2'yi takiben T3 zamanında en uzun bitki boyu ile dal sayısı, yaprak sayısı, bitki başına bakla sayısı, bakladaki tohum sayısı, bitki başına verimi, 100 tane ağırlığı ve tohum veriminde en yüksek değerleri elde etmişlerdir. T1'de ise en düşük değerleri bulmuşlardır. 200 ppm MH uygulamasının incelenen özellikler üzerine etkisinin az olduğunu tespit etmişlerdir. 100 ppm GA₃ uygulamasında, 200 ppm GA₃'e göre daha yüksek dal sayısı, bitkide tohum vermiş, 100 tane ağırlığı ve tohum verimi elde edildiğini belirtmişlerdir. Çalışmada bütün uygulamalarda büyüme düzenleyicilerin performansının kontrol dozuna göre daha iyi sonuçlar verdiğini bulmuşlar ve ekimden 30 gün sonra 100 ppm dozunda uygulanan GA₃'in yapılan uygulamalar arasında en iyi sonucu verdiğini tespit etmişlerdir.

Jamil and Rha (2007), tuz stresinde şeker pancarı tohumlarının çimlenmesi üzerine GA₃ uygulamasının etkisini inceledikleri çalışmalarında, tohumların su alımının artırılması, hızlı çimlenme ve fide gelişiminin sağlandığını bildirmişlerdir. Şeker pancarı tohumlarına 10 saat boyunca saf su (kontrol), 100, 150 ve 200 mg/L dozlarında

GA₃ uygulayarak tuz stresinde tohumların su alımını geliştirmeyi amaçlamışlardır. Uygulama yapılan tohumların tuz stresinde çimlenme yüzdesinin arttığını bildirmişlerdir. Artan GA₃ dozlarıyla birlikte uygulama yapılan tohumların kontrol grubuna kıyasla su alım oranının artış gösterdiği belirlenmiştir. Aynı zamanda tohum uygulamaları tuz stresinin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmış ve uygulanmış tohumlarda kök ve fide uzunluğu, yaş kök ve fide ağırlığı kontrol grubuna göre artış göstermiştir.

Shah (2007), giberellik asidin tuz stresinde yetiştirilen hardalın (*Brassica juncea* L.) büyüme fizyolojisi ve verimi üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada, 25 ve 50 mM NaCl stresindeki bitkilere 10⁻⁵ M GA₃ uygulayarak ve uygulamadan yetiştirmiştir. GA₃ ve tuz uygulamalarıyla verim azalmış, protein oranı ise artmıştır. Hardal bitkilerine tuz stresinin etkilerini azaltmak bakımından GA₃ uygulamalarının etkili olduğunu bildirmiştir. Hem tuz stresleri hem GA₃ dozları yaprak alanı, kuru madde, klorofil içeriği, net fotosentez oranını azaltmıştır. Ayrıca, bitkide harnup sayısı, harnupta tohum sayısı, bin tane ağırlığı ve tane verimi de GA₃ uygulaması ile azalmıştır.

Wahid et al. (2008), tohum uygulamaları ile uyarılıp metabolik değişikliğe uğramış ayçiçeği tohumlarının çimlenme ve fide gelişimine etkilerini inceledikleri çalışmada, önceden optimize edilmiş dozlarda hidrojen peroksit (H₂O₂), salisilik asit (SA), thiourea (TU), GA₃, askorbik asit (AA), sodyum klorür (NaCl), dondurma ve ısıtma gibi farklı tohum uygulamaları yapılmıştır. Tohum uygulamaları çimlenme süresini %50 oranında kısaltmış, ortalama çimlenme zamanında azalma belirlenmiş, çimlenme enerjisi ve çimlenme yüzdesini artırmıştır. Sürgün uzunluğunu H₂O₂, GA₃ ve NaCl uygulamaları, kök uzunluğunu NaCl ve H₂O₂ uygulamaları, sürgün ve kök kuru ağırlığını ise H₂O₂, SA, AA uygulamaları artırmıştır. Sonuç olarak, tohumun çimlenme performansı üzerine en fazla olumlu etkinin H₂O₂, SA, TU ve GA₃ uygulamalarından elde edildiğini bildirmişlerdir.

Li et al. (2010), kolzada (*Brassica napus* L.) kuraklığa toleransın artırılması amacıyla tohuma GA₃ uygulamalarının etkinliğini inceledikleri araştırmalarında, 8 saat süreyle 0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mg/L GA₃ ile tohumlara uygulama yapmışlardır.

Uygulanmış ve kontrol tohumları kuraklık stresi oluşturma amacıyla %15 PEG-6000 içeren ortamda çimlendirilmiştir. Araştırma sonunda, GA₃'in kuraklık stresinde çimlenmeyi artırdığını ve 300 ppm GA₃ uygulamasının kuraklık tolerans indeksini %88, fide yaş ağırlığını %42,9, hipokotil uzunluğunu %72,7 oranlarında arttırdığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak tohum uygulamalarında GA₃ kullanımının çimlenmeyi ve kuraklığa karşı fidelerin toleransının arttırdığını bildirmişlerdir.

Pallavi et al. (2010), yaptığı çalışmada, ayçiçeğinde tohum olgunluğunun çimlenme durgunluğunun oluşmasını ve çimlenme durgunluğunun güvenli bir şekilde kırılması için bazı fiziksel ve kimyasal yöntemleri incelemiştir. Tozlanmadan 30 gün sonra hasat edilen tohumlarda çimlenmenin çok düşük olduğunu (%2) ve 40. günden sonra artmaya başladığını belirlemiştir. Çimlenme durgunluğu tozlanmadan 30-40 gün sonra doğal olarak kırılmış ve maksimum çimlenme 60 gün sonra %98,5 olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada tozlanmadan sonra 30-40 günlük sürenin, çimlenme durgunluğunun kırılması amacıyla tohumlara 24 saat su uygulaması, kuru ısıtma (60°C'de 15 dk - 100°C'de 2 dk), mikrodalgada kurutma (%80'de 30 sn - %100'de 60 sn), 100 ppm GA₃, 25 ppm ethrel, %2'lik KNO₃, 100 ppm Thiourea uygulanmıştır. Uygulamalar sonucunda, 24 saat su uygulamasında %82 ile maksimum çimlenme elde edilmiş, 80°C'de 10 dk kurutmada %81, 100 ppm GA₃ uygulamasında ise maksimum fide gücü indeksi (908) göstermiştir.

Arbabian et al. (2011), ayçiçeğinde giberellik asidin tohumluk, çimlenme yüzdesi ve vasküler sistemin gelişimine etkisini araştırdıkları çalışmada, giberellinlerin tohum dormansisi kırılmasında etkili, boğum arası ve yaprak gelişiminde rol alan, patojenlere dayanıklılığı arttıran doğal bitki hormonlarından olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada 25, 50, 75, 100 ve 200 mg/L GA₃ dozları kullanılmıştır. Araştırma MS ortamında başlatılıp serada devam etmiştir. 50 mg/L GA₃ uygulanan tohumlarda kontrol grubuna göre en yüksek çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızı tespit edilmiştir. 100 mg/L GA₃ içeren MS ortamında, kontrol grubuna göre en çok vasküler sistem farklılığı gözlenmiştir.

Moghanibashi et al. (2012), kurak ve tuz stresinde hidrasyon uygulamasının ayçiçeği tohumunun çimlenme üzerine etkilerini incelediği çalışmada, iki ayçiçeği çeşidi (Urfloar ve Blazar) 24 saat suda bekletilmiş ve kurak ve tuz stresi koşullarında çimlenme indeksleri karşılaştırılmıştır. Ulfloar çeşidinde çimlenme indeksi, çimlenme oranı, kök ve sürgün uzunluğu, kuru ağırlık ve %50 çimlenme verileri bakımından Blazar çeşidine göre daha yüksek değerler elde edilmiştir. Ayçiçeği tohumlarında 24 saat hidrasyon uygulaması; çimlenme yüzdesi, çimlenme indeksi, kök ve sürgün uzunluğu, kök ve sürgün ağırlığı değerlerini arttırmıştır. Fakat artan tuzluluk ve kuraklık şartlarında bu değerlerin tamamı azalmıştır. Uygulanmış tohumlar kontrol tohumlarına göre daha yüksek %50 çimlenme ve çimlenme indeksi vermiştir. Alınan sonuçlara göre 24 saat hidrasyon uygulamasının stres koşullarında çimlenme ve fide gelişimini arttırdığı bildirilmiştir.

Akter et al. (2014), mısırdaki kuraklık stresinin etkisini azaltmak amacıyla GA₃ ve sitokinin uygulamalarını inceledikleri çalışmalarında, 50, 100 ve 150 mg/L dozlarındaki uygulamaları vejetatif gelişme döneminde (çıkıştan 49 ve 60 gün sonra) ve çiçeklenme döneminde (çıkıştan 74 ve 85 gün sonra) iki kez uygulamışlardır. Kurak koşullarda 150 mg/L sitokinin dozu; verimi %106 oranında arttırırken, 50 mg/L GA₃ uygulaması; verimi %78,8 arttırmıştır. Çiçeklenme döneminde uygulanan hormonların kısıtlı etkilerinin olduğu bu nedenle vejetatif gelişme döneminde uygulamaların yapılması gerektiğini bildirmişlerdir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Bu araştırmada tarla denemeleri 2013 yılında Eskişehir İlinin Odunpazarı İlçesi Kalkanlı Mahallesi'nde çiftçi arazisinde yürütölmüştür. Laboratuvar denemeleri ise Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakölteesi Tarla Bitkileri Bölümü Tohum Bilimi ve Teknolojisi Laboratuvarı'nda 2013 ve 2014 yıllarında yürütölmüştür.

Araştırmada materyal olarak Syngenta firmasından temin edilen Sanbro MR çeşidine ait tohumlar, GA₃ kaynağı olarak ise Hektaş firmasına ait HEK-GİBB tablet (tablette 1 g giberellik asit) GA₃ kullanılmıştır.

Sanbro MR çeşidi, Syngenta firması tarafından geliştirilmiş, tek melez, özellikle kurak ve sıcağa toleranslı, adaptasyon kabiliyeti ve kendine döllenme yeteneği yüksek, orta boylu, iri tablalı, bin tane ağırlığı yüksek, tablaları aşağıya doğru eğik, erkenci, kök çüröklüğüne hassas, orobanşın eski ırklarına toleranslı, pas (*Puccinia* ssp.), solgunluk (*Sclerotinia sclerotiorum*) ve mildiyö (*Plasmopora helianthii*) hastalıklarına karşı dayanıklı bir çeşittir.

3.1.1. Deneme yerinin toprak özellikleri

Deneme alanının farklı yerlerinden alınan toprak örneklerinde toprak yapısı ve toprağın bazı kimyasal özellikleri bakımından yapılan analiz sonuçları Çizelge 3.1'de özetlenmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme alanı toprak örneklerinde yapılan bazı kimyasal analiz sonuçları.

Derinlik	Bünye	pH	Kireç (%CaCO ₃)	Tuzluluk (%)	P ₂ O ₅ (kg/da)	K ₂ 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 3.1 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.

3.1.2. Deneme yerinin iklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılına ait ayçiçeğı vejetasyon dönemindeki aylık sıcaklık (°C), nispi nem (%) ve yağış (mm) değerleri ile bunların uzun yıllar ortalaması Çizelge 3.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Araştırma yerine ilişkin iklim verileri. *

Aylar	Uzun Yıllar (1970- 2013)			Deneme Yılı (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

(*) Değerler Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden alınmıştır.

Uzun yıllar ve araştırmanın yürütüldüğü 2013 yılı yağış, sıcaklık ve nem değerleri incelendiğinde, vejetasyon döneminde toplam 82,8 mm yağış alınmıştır (Çizelge 3.2). 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 uzun yıllar ortalamasından (15,1°C) daha yüksek olduğu dikkati çekmiştir. Nispi nem bakımından ise artan sıcaklık ve azalan yağışla birlikte değişim gözlenmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Tarla denemeleri ve verilerinin elde edilmesi

Deneme alanı engebesiz olup, deniz seviyesinden yüksekliği 930 m'dir. 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, P₂O₅ ve K₂O olacak şekilde 15-15-15 gübresiyle 25 kg/da taban gübrelemesi yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi yapmak amacıyla son sürümden önce Trifularin etken maddeli herbisitle ekim öncesi ilaçlama yapılmıştır. Tabla oluşum başlangıcında 5 kg/da hesabıyla azot, üre (%46 N) gübresi olarak verilmiştir.

Ekim, 25.04.2013 tarihinde 70×30 cm bitki sıklığı ile pnömatik mibzer kullanılarak yapılmıştır. Her parsel 5 m uzunluğunda ve 5 sıradan (3,5 m) oluşmuştur. Her bir parsel alanı toplam 17,5 m² olarak ayarlanmıştır (Şekil 3.1).

Araştırmanın tarla denemeleri, giberellik asit (GA₃) dozlarının ayçiçeği verimi, verim öğeleri ile yağ oranı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Tesadüf blokları deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulan denemede, kontrol (saf su), 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm GA₃ dozları dekara 30 L su hesabıyla hazırlanmıştır. GA₃ dozları, tabletinde 1 g GA₃ olan preparat 1 L su içerisinde çözülerek 1000 ppm'lik stok çözelti hazırlanmış ve bu çözeltilerden istenilen dozlarda seyreltilerek solüsyonlar hazırlanmıştır.

GA₃ uygulamaları bitkiler 6-8 yapraklı olduğu dönemde (V₆-V₈) yapılmıştır. Uygulamalar, şiddetli rüzgârın ve yağışın olmadığı bir günde, sabah çiği kalktıktan sonra yapılmıştır. Her parsele uygun GA₃ dozundan ölçü silindirleri yardımıyla

belirlendikten sonra, ilaçlama pompasına doldurularak parsellere homojen bir şekilde püskürtülmüştür. Olası bulaşmaları önlemek amacıyla öncelikle kontrol (saf su) uygulamaları yapılmıştır.

Yetiştirme dönemi boyunca parsellerde normal bakım işlemleri yapılmıştır. Bitkilere GA₃ uygulamaları yapıldıktan sonra yabancı ot kontrolü yapmak amacıyla sıra araları çapalanmıştır. 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 farklı GA₃ dozlarının ayçiçeği verimi ve verim öğelerine etkisini belirlemek amacıyla ölçüm ve gözlemler Anonim (2001_c)'e göre aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

Klorofil içeriği: GA₃ 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 (Şekil 3.2).

Çiçeklenme süresi: Ekimden itibaren parseldeki bitkilerin %50'sinin tabla kenarındaki sarı dil çiçeklerinin en az bir tanesinin görüldüğü devre çiçeklenme gün sayısı gün olarak belirtilmiştir.

Bitki boyu: Hasat olgunluğuna gelen parsellerde seçilen 10 bitkide kök boğazı ile sapın tablaya bağlandığı nokta arasındaki uzunluk ölçülerek santimetre (cm) olarak belirlenmiştir (Şekil 3.3).

Tabla çapı: Hasat olgunluğuna gelen parsellerde seçilen 10 bitkide tablalar en geniş yerden dıştan dışa ölçülerek cm olarak belirlenmiştir.

Bin tane ağırlığı: Her parselden hasat sonrası alınan 4×100'er adet tane ağırlığı ortalamasınının 10 ile çarpılmasıyla gram (g) olarak belirlenmiştir.

Bitkide tane verimi: Seçilen bitkilerden elde edilen tüm tanelerin 0,1g duyarlı terazide tartılmasıyla g/bitki olarak belirlenmiştir.

Dekara tane verimi: Her parselde kenarlardan birer sıra ve başlardan 0,5 m'lik kısımlar atıldıktan sonra kalan bitkiler hasat edilip harmanlandıktan sonra elde edilen tanelerin terazide tartılmasıyla parsel verimleri belirlenmiştir. Daha sonra elde edilen parsel verimleri kg/da'a çevrilerek dekara tane verimleri hesaplanmıştır.

Yağ oranı: Her parselden alınan 5-6 g tohum kahve değirmeninde öğütüldükten sonra bundan alınan 3-4 g numune kartuşlara konulmuş, yağ oranları Soxhelet metoduyla Gerhard SX414 model cihaz yardımıyla belirlenmiştir. Solvent olarak n-hekzan kullanılmıştır.

Yağ verimi: Her parselden elde edilen yağ oranı ile dekara tane veriminin çarpılmasıyla kg/da olarak hesaplanmıştır.

Ayrıca çapalamadan sonra bitkide meydana gelen mekanik zararlanmalara ait bazı bulgular Şekil 3.4'de görüntülenmiştir.

3.2.2. Laboratuvar denemeleri ve verilerin elde edilmesi

Sanbro MR ayçiçeği çeşidine ait 4×50 adet tohum, ağırlıkları belirlendikten sonra tarla denemelerinde kullanılan GA₃ dozları (kontrol, 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.



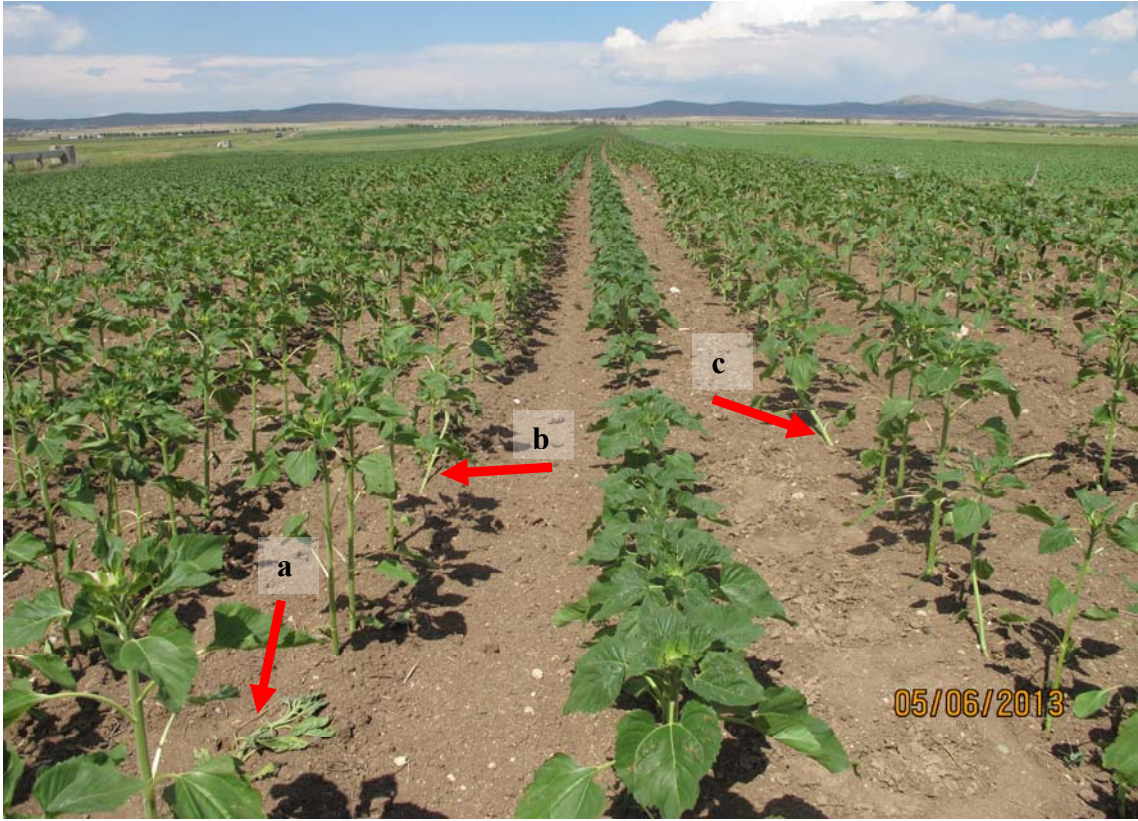
Şekil 3.1. Deneme tarlasından genel görünüm.



Şekil 3.2. Klorofil değerleri ölçülürken, deneme tarlasından görünüm.



Şekil 3.3. GA₃ uygulamalarından 15 gün sonunda bitki gelişimleri (a) kontrol, (b) 50 ppm GA₃, (c) 100 ppm GA₃, (d) 200 ppm GA₃, (e) 300 ppm GA₃ ve (f) 400 ppm GA₃.



Şekil 3.4. GA₃ uygulanan bitkilerde çapalamadan sonra oluşan mekanik zararlanmalar (a) ölü bitki, (b) kırık bitki ve (c) yatmış bitki.



Şekil 3.5. Tohuma uygulanan GA₃ dozlarından gelişen bitkilerden görünüm (solda), ve 400 ppm GA₃ uygulanan tohumlardan gelişen bitkilerde yaprak zararlanmaları (sağda, a).

Tohum yüzeyindeki su, havlu kâğıt yardımıyla uzaklaştırılmış ve tekrar tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Son olarak tohumlar başlangıç ağırlıklarına gelinceye kadar kurutulmuş ve kullanılıncaya kadar +4°C’de bekletilmiştir.

Çimlendirme denemeleri kurutma kâğıtları arasında ve 25±1°C’ de tamamen karanlık çimlendirme dolabında yürütülmüştür. Laboratuvar denemeleri, 4 tekerrürlü ve her tekerrürde 50 adet tohum olacak şekilde tesadüf parselleri deneme deseninde faktöriyel düzene göre kurulmuştur. Her tekerrürde 50 tohum olacak şekilde üç adet kurutma kağıdı arasında çimlendirilmiştir. Her bir kurutma kağıdı için 8 ml saf su eklenmiş ve buharlaşmayı engellemek için ağzı kilitli plastik torbalara konulmuştur. Her iki günde bir, kâğıtlar değiştirilerek tekrar 8 ml solüsyon eklenmiştir. Tohumlar her gün sayılmış ve 2 mm kökçük uzunluğuna sahip tohumlar çimlenmiş olarak kabul edilmiştir (ISTA, 2003).

Laboratuvar denemelerinde farklı abiyotik stres şartlarında tohumların performanslarını belirlemek amacıyla aşağıdaki ölçümler yapılmıştır.

Canlılık testi: Uygulanmış ve kontrol tohumları 4×50 tekerrür/tohum olacak şekilde kurutma kağıtları arasında 25°C’de tamamen karanlık ortamda 10 gün çimlendirilmiştir. 2 mm kökçük çıkışına sahip olan tohumlar çimlenmiş kabul edilmiştir (ISTA, 2003).

Düşük sıcaklık testi: Uygulanmış ve kontrol tohumlarından 4×50 tekerrür/tohum tamamen karanlık ortamda kağıt arasında Hampton and TeKrony (1995)'den ayçiçeği için modifiye ederek 10°C’de 4 gün süreyle bekletildikten sonra, 25°C’ye aktarılmış ve 10. güne kadar çimlendirilmiştir.

Serin test: 4×50 tekerrür/adet uygulanmış ve kontrol tohumları, 18°C’de tamamen karanlık ortamda çimlendirilmiştir (Hampton and TeKrony, 1995).



Şekil 3.6. Çimlenen tohumlarda yapılan günlük sayımlar.



Şekil 3.7. Çimlendirme denemelerinin yürütülmesi.

Tuz stresi: Uygulanmış ve kontrol tohumlarından 4×50 tekerrür/tohum, 15 dS/m sodyum klorür (NaCl) solüsyonları kullanılarak, 25°C’de tamamen karanlık ortamda 10 gün süreyle kağıt arasında çimlendirilmiştir.

Kuraklık stresi: Uygulanmış ve kontrol tohumlarından 4×50 tekerrür/adet tohum, 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 çimlendirilmiştir.

Hızlı yaşlandırma testi: Uygulanmış ve kontrol tohumlarından 200 adet tohum 11×11×4 cm ebatlarındaki hızlı yaşlandırma kaplarında Kaya and Day (2008)’e göre 45°C’de 72 saat süreyle bekletilerek gerçekleştirilmiştir.

Çıkış yüzdesi: Uygulanmış ve kontrol tohumlarından 4×50 tekerrür/adet tohum tarlaya 3 m uzunluğunda hazırlanan parsellere 30 cm sıra aralığında el markörü ile açılan sıralara 3 cm derinliğinde elle ekilmiştir (Şekil 3.5). Ekimden 30 gün sonra toprak yüzeyine çıkan canlı bitkiler sayılmış, toplam ekilen tohum sayısına oranlanarak yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

Çimlenme yüzdesi: Son sayım günündeki (10. gün) çimlenen tohum sayısının, toplam tohum sayısına oranlanmasıyla yüzde (%) olarak hesaplanmıştır (Şekil 3.6, Şekil 3.7).

Ortalama çimlenme süresi: Çimlenme hızını belirlemek amacıyla ortalama çimlenme süresi (OÇS) aşağıdaki formülle göre gün olarak hesap edilmiştir (ISTA 2003).

$$OÇS = \frac{\sum D_n}{\sum D}$$

Formülde, D sayım günündeki çimlenen tohum sayısını, n sayım yapılan gün sayısını göstermektedir.

Fide boyu: Çimlenme yüzdesi belirlendikten sonra her tekerrürde homojen görünümlü 10 fide seçilerek, kök ucundan kotiledonların birleşim noktasına kadar olan mesafe cetvel ile ölçülerek santimetre (cm) olarak belirlenmiştir.

3.3. Verilerin Değerlendirilmesi

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 vd., 1987). Tüm istatistiksel hesaplamalar bilgisayarda MSTAT-C (Michigan State University, version 2.10) paket programı kullanılarak yapılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu araştırma, Eskişehir koşullarında 2013 yılında ayçiçeğinde farklı GA₃ dozlarının bitki gelişimi ve abiyotik stres şartlarında çimlenme üzerine etkilerini belirlemek amacıyla tarla ve laboratuvar şartlarında yürütülmüştür. Tarla şartlarında çiçeklenme süresi, bitki boyu, tabla çapı, bitkide tane verimi, bin tane ağırlığı, tane verimi, yağ oranı ve yağ verimi ile laboratuvar şartlarında, farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanmış tohumlarda düşük sıcaklık, tuz ve kuraklık streslerinde çimlenme, hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi incelenmiştir. İncelenen özelliklere ilişkin elde edilen veriler ve bu verilerin değerlendirilmesiyle bulunan ortalamalar ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

4.1. Tarla Denemeleri

4.1.1. Çiçeklenme süresi

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde çiçeklenme süresine ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde çiçeklenme süresi ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	3,49	-
GA ₃ Dozu	5	2,60	4,2*
Hata	15	0,62	-

*: %5 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.1’de görüldüğü gibi, Sanbro ayçiçeği çeşidine uygulanan farklı GA₃ dozlarının çiçeklenme süresi üzerine etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli

bulunmuştur. Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen çiçeklenme süresi ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.2’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin çiçeklenme süresi ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Çiçeklenme süresi (gün)
Kontrol	66,0 ^{a*}
50	65,3 ^{ab}
100	65,0 ^{ab}
200	64,0 ^b
300	64,3 ^b
400	64,0 ^b
Ortalama	64,8

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($p \leq 0,05$). CV = %1,04

GA₃ dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen çiçeklenme süresini gösteren Çizelge 4.2. incelendiğinde, GA₃ dozlarına göre çiçeklenme süresi 64,0 - 66,0 gün arasında değişim göstermiştir. En uzun çiçeklenme süresi 66,0 gün ile GA₃ uygulanmayan kontrol parsellerinde belirlenirken, en kısa çiçeklenme süresi 64,0 gün ile 200 ppm ve 400 ppm GA₃ dozlarından elde edilmiştir. Artan GA₃ dozları çiçeklenme süresini 2 gün kısaltmıştır.

4.1.2. Bitki boyu

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde bitki boyuna ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde bitki boyu ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	527,9	-
GA ₃ Dozu	5	188,1	3,38*
Hata	15	55,6	-

*: %5 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi, Sanbro ayçiçeği çeşidine uygulanan farklı GA₃ dozlarının bitki boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinden önemli bulunmuştur. Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen bitki boyu ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.4’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.4. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin bitki boyu ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Bitki boyu (cm)
Kontrol	103,5 ^{b*}
50	110,1 ^{ab}
100	118,8 ^a
200	119,1 ^a
300	114,4 ^{ab}
400	121,9 ^a
Ortalama	114,6

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($p \leq 0,05$). CV = %6,50

Sanbro ayçiçeği çeşidinde GA₃ dozlarına göre elde edilen bitki boyu ortalamaları incelendiğinde, en kısa bitki boyu 103,5 cm ile kontrol uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4.4.). Artan GA₃ dozlarıyla bitki boyu artmış ve en uzun bitki 121,9 cm ile 400 ppm dozunda belirlenmiştir.

4.1.3. Tabla çapı

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde tabla çapına ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.5’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde tabla çapı ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	2,29	-
GA ₃ Dozu	5	25,40	22,6**
Hata	15	1,13	-

**:%1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi, Sanbro ayçiçeği çeşidine uygulanan farklı GA₃ dozlarının tabla çapı üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinden önemli bulunmuştur. Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen tabla çapı ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin tabla çapı ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Tabla çapı (cm)
Kontrol	19,6 ^{a1*}
50	16,3 ^{b2}
100	15,6 ^{bc23}
200	14,3 ^{cd234}
300	12,6 ^{d4}
400	13,3 ^{d34}
Ortalama	15,3

*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %6,96

Sanbro ayçiçeği çeşidinde GA₃ dozlarına göre elde edilen tabla çapı ortalamaları Çizelge 4.6’da görülmektedir. En geniş tabla çapı 19,6 cm ile kontrol uygulamasında

belirlenmiştir. Artan GA₃ dozlarıyla tabla çapı azalmış ve en düşük tabla çapı 12,6 cm ile 300 ppm dozundan elde edilmiştir.

4.1.4. Bitkide tane verimi

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde bitkide tane verimine ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde bitkide tane verimi ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	84,1	-
GA ₃ Dozu	5	659,3	17,3**
Hata	15	38,1	-

** : %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi, Sanbro ayçiçeği çeşidine uygulanan farklı GA₃ dozlarının bitkide tane verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinden önemli bulunmuştur. Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen bitkide tane verimi ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.8’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.8. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin bitkide tane verimi ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Bitki tane verimi (g/bitki)
Kontrol	74,8 ^{a1*}
50	55,2 ^{b2}
100	52,3 ^{bc23}
200	44,8 ^{cd23}
300	39,5 ^{d3}
400	42,6 ^{cd23}
Ortalama	51,5

*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %11,98

Farklı GA₃ dozlarında Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen bitkide tane verimi ortalamaları Çizelge 4.8’de görülmektedir. En yüksek bitkide tane verimi 74,8 g/bitki ile GA₃ uygulamayan kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Artan GA₃ dozu bitkide tane veriminin azalmasına neden olmuştur. En düşük bitkide tane verimi ise 39,5 g/bitki ile 300 ppm GA₃ dozunda belirlenmiştir.

4.1.5. Bin tane ağırlığı

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde bin tane ağırlığına ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde bin tane ağırlığı ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	25,1	-
GA ₃ Dozu	5	81,8	3,58*
Hata	15	22,8	-

*: %5 düzeyinde önemli.

Sanbro ayçiçeği çeşidine uygulanan farklı GA₃ dozlarının bin tane ağırlığı üzerine etkisi istatistiksel olarak %5 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9). Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen bin tane ağırlığı ortalamaları ile ortalamaların farklılık gruplandırılmaları Çizelge 4.10’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin bin tane ağırlığı ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Bin tane ağırlığı (g)
Kontrol	63,7 ^{c*}
50	72,1 ^{ab}
100	75,9 ^a
200	72,8 ^{ab}
300	65,9 ^{bc}
400	69,9 ^{abc}
Ortalama	70,0

*: Aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılıklar önemsizdir ($p \leq 0,05$). CV = %6,82

GA₃ dozlarının Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen bin tane ağırlığı ortalamaları Çizelge 4.10'da görülmektedir. En yüksek bin tane ağırlığı 75,9 g ile 100 ppm GA₃ uygulanan bitkilerden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 72,8 g ile 200 ppm ve 72,1 g ile 50 ppm GA₃ dozu izlemiştir. En düşük bin tane ağırlığı ise 63,7 g ile GA₃ uygulanmayan kontrol parsellerinde belirlenmiştir.

4.1.6. Tane verimi

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde tane verimine ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde tane verimi ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	1494	-
GA ₃ Dozu	5	12895	14,9**
Hata	15	866	-

** : %1 düzeyinde önemli.

GA₃ dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen tane verimine ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçlarına göre; GA₃ dozları arasındaki farklılık

istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.11). Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen tane verimi ortalamaları ile ortalamaların farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin tane verimi ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Tane verimi (kg/da)
Kontrol	344 ^{a1*}
50	263 ^{b2}
100	249 ^{bc23}
200	213 ^{cd23}
300	187 ^{d3}
400	203 ^{cd23}
Ortalama	243

*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %12,11

Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi, en yüksek tane verimi 344 kg/da ile kontrol parsellerinden elde edilmiştir. Bunu sırasıyla 50 ppm GA₃ 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 GA₃ uygulanan parsellerde belirlenmiştir. Genel olarak artan GA₃ dozu tane veriminde azalmaya neden olmuştur.

4.1.7. Yağ oranı

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde yağ oranına ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 3.14’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde yağ oranı ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	0,97	-
GA ₃ Dozu	5	11,5	17,1**
Hata	15	0,67	-

** : %1 düzeyinde önemli.

Farklı GA₃ dozlarının Sanbro ayçiçeği çeşidinin yağ oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.13.). Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen yağ oranı ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.14'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.14. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin yağ oranı ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Yağ oranı (%)
Kontrol	47,7 ^{a1*}
50	44,7 ^{b2}
100	41,8 ^{c23}
200	40,4 ^{c3}
300	40,8 ^{c3}
400	40,8 ^{c3}
Ortalama	42,7

*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %2,01

Artan GA₃ dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen yağ oranı ortalamaları Çizelge 4.14'te görülmektedir. En yüksek yağ oranı %47,7 ile GA₃ uygulanmayan kontrol parsellerinde belirlenmiştir. Bunu sırasıyla %44,7 ile 50 ppm ve %41,8 ile 100 ppm GA₃ dozu izlemiştir. En düşük yağ oranı ise %40,4 ile 200 ppm GA₃ uygulanan parsellerden elde edilmiştir. GA₃ dozları arasında 200, 300 ve 400 ppm dozlarının yağ oranları bakımından istatistiksel olarak önemli farklılıklar belirlenmemiş ve aynı grupta yer almıştır.

4.1.8. Yağ verimi

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde yağ verimine ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Farklı GA₃ dozları uygulanan ayçiçeğinde yağ verim ortalamaları varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	536,8	-
GA ₃ Dozu	5	4819,3	30,6**
Hata	15	157,7	-

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.15'te görüldüğü gibi, farklı GA₃ dozlarının Sanbro ayçiçeği çeşidinde yağ verimi üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen yağ verimi ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.16'da özetlenmiştir.

Çizelge 4.16. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin yağ verimi ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Yağ verimi (kg/da)
Kontrol	169,7 ^{a1*}
50	117,7 ^{b2}
100	104,2 ^{bc23}
200	85,9 ^{cd3}
300	76,4 ^{d3}
400	82,7 ^{d3}
Ortalama	106,1

*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %11,84

Dekara yağ verimi bakımından artan dozlarda uygulanan GA₃ dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen değerler Çizelge 4.16'da görülmektedir. Artan GA₃ 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 GA₃ dozunda belirlenmiştir. 300 ppm ve 400 ppm GA₃ dozları arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiş ve en düşük yağ verimi bu dozlardan hesaplanmıştır.

4.1.9. Klorofil içeriği

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde klorofil içeriğine ilişkin verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Farklı GA₃ dozu uygulanan ayçiçeğinde klorofil içeriği ortalamalarına ait varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	23	-	-
Bloklar	3	3,49	-
GA ₃ Dozu	5	41,1	18,4**
Hata	15	2,23	-

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli.

Farklı GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği çeşidinde klorofil içeriği üzerine etkisi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.17). Uygulanan GA₃ dozlarına göre elde edilen klorofil içeriği ortalamaları ile farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.18’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.18. Farklı GA₃ dozlarında ayçiçeğinin klorofil içeriği ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	SPAD değeri
Kontrol	43,2 ^{a1*}
50	40,5 ^{b12}
100	37,5 ^{c23}
200	36,4 ^{cd3}
300	36,1 ^{cd3}
400	34,7 ^{d3}
Ortalama	38,0

*: Harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %3,93

GA₃ dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen klorofil içeriklerini gösteren Çizelge 4.18 incelendiğinde, SPAD değerlerinin 43,2 ile 34,7 arasında değiştiği görülmektedir. Artan GA₃ dozlarının klorofil içeriği azalmıştır. En yüksek klorofil içeriği 43,2 SPAD ile kontrol parsellerinden elde edilirken, en düşük değer 34,7 SPAD ile 400 ppm GA₃ dozunda belirlenmiştir.

4.2. Laboratuvar Denemeleri

Laboratuvar çalışmalarında, farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının Sanbro ayçiçeği çeşidi tohumlarının abiyotik stres şartlarında (düşük sıcaklık, tuz ve kuraklık, hızlı yaşlandırma) çimlenme performanslarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Tohumlara 8 ve 16 saat süreyle 0 (distile su), 50, 100, 200, 300 ve 400 ppm GA₃ dozları uygulanmış ve uygulama yapılmayan kontrol tohumları ile beraber düşük sıcaklık, tuz ve kuraklık streslerinde çimlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

4.2.1. Çimlenme yüzdesi

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.19. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeğinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Çimlenme yüzdesi		Ortalama çimlenme süresi	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	4,45	1,46	19,67	3,46**
Uygulama süresi (B)	1	10,29	3,38*	12,07	2,12
A × B	6	4,45	1,46	1,91	0,33
Hata	42	3,04	-	5,70	-

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli.

Farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının çimlenme yüzdesi bakımından uygulama süresi %5, ortalama çimlenme süresi bakımından ise GA₃ dozları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.19). Uygulanan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre elde edilen çimlenme yüzdesi ortalamaları Çizelge 4.20’de, ortalama çimlenme süresi ortalamaları ise Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeğinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	97,5	97,5	97,5
0 (Saf su)	99,0	100,0	99,5
50	99,5	97,5	98,5
100	98,0	98,0	98,0
200	98,5	97,5	98,0
300	99,5	96,0	97,8
400	97,5	97,0	97,3
Ortalama	98,5 ^a	97,6 ^{b*}	98,1

*: Üst simge olan harfler %5 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV = %1,78

GA₃ dozu ve uygulama sürelerine göre Sanbro ayçiçeği çeşidinden elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri Çizelge 4.20’de görülmektedir. En yüksek çimlenme yüzdesi %100 ile 16 saat saf su uygulanan tohumlardan elde edilirken, en düşük değer %96,0 ile 16 saat 300 ppm GA₃ uygulanan tohumlarda belirlenmiştir. Uygulama süreleri arasında istatistiksel olarak önemli farklılık belirlenmesine rağmen, %1’lik bu farklılık pratikte kullanılabilir nitelikte bulunmamıştır.

Çizelge 4.21. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeğinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	1,38	1,38	1,38 ^{a1*}
0 (Saf su)	1,06	1,02	1,04 ^{b2}
50	1,03	1,01	1,02 ^{b2}
100	1,02	1,02	1,02 ^{b2}
200	1,03	1,05	1,04 ^{b2}
300	1,03	1,05	1,04 ^{b2}
400	1,05	1,01	1,03 ^{b2}
Ortalama	1,09	1,08	1,08

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV = %5,98

GA₃ dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidi tohumlarının ortalama çimlenme süresi istatistiksel olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Uygulama yapılmayan kontrol tohumları 1,38 gün ile en uzun çimlenme süresini vermiştir (Çizelge 4.21). Tüm tohum uygulamaları çimlenme süresini kısaltmış, kontrol tohumlarından daha kısa çimlenme süresi göstermiştir. Uygulama yapılan tohumlardan elde edilen ortalama çimlenme süreleri arasında ise istatistiksel olarak bir fark belirlenmemiş olup, hepsi aynı grupta yer almıştır.

4.2.2 Fide boyu

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının fide boyuna ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.22'de özetlenmiştir.

Çizelge 4.22. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeğinde fide boyu değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	9,46	21,05**
Uygulama süresi (B)	1	5,21	11,59**
A × B	6	0,62	1,38
Hata	42	0,45	-

*, %5, **: %1 düzeyinde önemli.

Farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının fide boyu bakımından GA₃ dozu ve uygulama süresi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli, GA₃ dozu × uygulama süresi etkileşimi ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.22). Uygulanan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre elde edilen fide boyu ortalamaları Çizelge 4.23'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.23. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeğinde fide boyu (cm) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	8,08	8,08	8,08 ^{c3*}
0 (Saf su)	9,65	9,40	9,53 ^{b2}
50	11,40	10,13	10,76 ^{a1}
100	9,40	8,98	9,19 ^{b2}
200	9,93	8,80	9,36 ^{b2}
300	11,85	10,70	11,28 ^{a1}
400	9,00	8,95	8,98 ^{b23}
Ortalama	9,90 ^{a1}	9,29 ^{b2}	9,59

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV = %6,99

GA₃ dozlarına göre Sanbro ayçiçeği çeşidinde belirlenen fide boyu ortalamaları incelendiğinde, en uzun fidenin 11,28 cm ile 300 ppm dozundan elde edildiği, en kısa fidenin ise kontrol tohumlarında 8,08 cm ile belirlendiği görülmektedir (Çizelge 4.23). Uygulama süreleri bakımından ise 8 saat uygulama 16 saat uygulamaya göre daha uzun fide vermiştir.

4.2.3. Düşük sıcaklık testi

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının düşük sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.24'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının düşük sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Çimlenme yüzdesi		Ortalama çimlenme süresi	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	0,67	0,41	2,06	129,49**
Uygulama süresi (B)	1	0,07	0,04*	0,43	26,93**
A × B	6	0,57	0,35	0,09	5,49**
Hata	42	1,64	-	0,02	-

*:%5, **: %1 düzeyinde önemli.

Farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının düşük sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi bakımından uygulama süresi %5, ortalama çimlenme süresi bakımından ise GA₃ dozu, uygulama süresi ve GA₃ dozu × uygulama süresi interaksyonu istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24). Uygulanan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre düşük sıcaklık stresinde elde edilen çimlenme yüzdesi ortalamaları Çizelge 4.25'te, ortalama çimlenme süresi değerleri ise Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.25. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının düşük sıcaklık stresindeki çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	99,0	99,0	99,0
0 (Saf su)	100,0	99,5	99,8
50	99,0	99,5	99,3
100	99,0	99,5	99,3
200	99,0	99,0	99,0
300	99,5	98,5	99,0
400	99,5	99,5	99,5
Ortalama	99,3 ^a	99,2 ^{b*}	99,2

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV = %1,29

Ayçiçeği tohumlarına farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının düşük sıcaklık stresinde belirlenen çimlenme yüzdesi ortalamaları %98,5 - %100,0 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.25). Uygulama sürelerine göre çimlenme yüzdesi istatistiksel olarak farklı bulunmasına rağmen, 8 saat uygulamada %99,3 ve 16 saat uygulamada %99,2 olarak gerçekleşmiştir. Belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak farklı bulunsada, pratikte değerlendirilebilecek nitelikte bulunmamıştır.

Çizelge 4.26. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının düşük sıcaklık stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	4,44 ^{a1}	4,44 ^{a1*}	4,44
Saf su	3,19 ^{cd234}	3,06 ^{def345}	3,12
50	3,17 ^{cde234}	2,95 ^{fg45}	3,06
100	3,43 ^{b2}	3,12 ^{def345}	3,27
200	2,85 ^{g5}	3,02 ^{defg45}	2,94
300	3,43 ^{b2}	2,97 ^{efg45}	3,20
400	3,31 ^{bc23}	3,05 ^{defg345}	3,17
Ortalama	3,04	3,20	3,32

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV = %3,80

Ayçiçeği tohumlarına uygulanan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre düşük sıcaklıkta elde edilen ortalama çimlenme süresi Çizelge 4.26'da görülmektedir. En uzun çimlenme süresi uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında 4,44 gün ile elde edilmiştir. Saf su ve GA₃ uygulamaları ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. En kısa çimlenme süresi 2,85 gün ile 200 ppm GA₃ dozunun 8 saat uygulamasında belirlenmiştir. 16 saat uygulama süresinde ise en kısa çimlenme süresi 2,95 gün ile 50 ppm GA₃ dozunda vermiştir.

4.2.4. Serin test

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının serin sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.27'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.27. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının serin sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Çimlenme yüzdesi		Ortalama çimlenme süresi	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	2,45	1,66	0,32	43,89**
Uygulama süresi (B)	1	7,14	4,84*	0,01	1,06
A × B	6	0,48	0,44	0,02	5,34**
Hata	42	1,48	-	0,01	-

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.27'de görüldüğü gibi, farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının serin sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi bakımından uygulama süresi %5, ortalama çimlenme süresi bakımından ise GA₃ dozu ve GA₃ dozu × uygulama süresi etkileşimi istatistiksel olarak %1 düzeylerinde önemli bulunmuştur. GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre serin sıcaklık stresinde elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.28'de, ortalama çimlenme süresi değerleri ve farklılık gruplandırmaları ise Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.28. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının serin sıcaklık stresinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	98,0	98,0	98,0
Saf su	99,0	100,0	99,5
50	98,0	99,0	98,5
100	98,5	100,0	99,3
200	98,5	99,5	99,0
300	99,5	99,5	99,5
400	98,5	99,0	98,8
Ortalama	98,6 ^b	99,3 ^{a*}	98,9

*: Üst simge olan harfler %5 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV =%1,23

Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının serin sıcaklık stresinde Sanbro ayçiçeği çeşidi tohumlarında belirlenen çimlenme yüzdesi ortalamaları %98,0 - %100,0 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.28). Uygulama sürelerine göre çimlenme yüzdesi istatistiksel olarak farklı bulunmasına rağmen, 8 saat uygulamada %98,6 ve 16 saat uygulamada %99,3 olarak gerçekleşmiştir. Belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak farklı bulunsa da, pratikte değerlendirilebilecek nitelikte bulunmamıştır.

Çizelge 4.29. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının serin sıcaklık stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	2,28 ^{a1}	2,28 ^{a1*}	2,28
Saf su	1,65 ^{e4}	1,89 ^{b2}	1,77
50	1,67 ^{e34}	1,79 ^{bcd234}	1,73
100	1,84 ^{bc23}	1,67 ^{de34}	1,76
200	1,64 ^{e4}	1,73 ^{cde234}	1,69
300	1,83 ^{bc23}	1,81 ^{bc234}	1,82
400	1,91 ^{b2}	1,82 ^{bc234}	1,86
Ortalama	1,83	1,85	1,84

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV = %4,64

Ayçiçeği tohumlarına uygulanan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre serin sıcaklıkta elde edilen ortalama çimlenme süresi Çizelge 4.29'da görülmektedir. En uzun çimlenme süresi uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında 2,28 gün ile elde edilmiştir. Saf su ve GA₃ uygulamaları ortalama çimlenme süresini kısaltmıştır. En kısa çimlenme süresi 1,64 gün ile 200 ppm GA₃ dozunun 8 saat uygulamasında belirlenmiştir. 16 saat uygulama süresinde ise en kısa çimlenme süresi 1,67 gün ile 100 ppm GA₃ dozunda vermiştir.

4.2.5. Tuz stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının tuz stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.30'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.30. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Çimlenme yüzdesi		Ortalama çimlenme süresi	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	102,95	19,48**	0,18	10,9**
Uygulama süresi (B)	1	0,00	0,00	0,16	9,8**
A × B	6	0,00	0,00	0,04	2,6*
Hata	42	5,29	-	0,02	-

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.30'da görüldüğü gibi, farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde çimlenme yüzdesi bakımından GA₃ dozu %1, ortalama çimlenme süresi bakımından ise GA₃ dozu ve uygulama süresi istatistiksel olarak %1 düzeylerinde önemli bulunmuştur. GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre tuz stresinde elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.31'de, ortalama çimlenme süresi değerleri ve farklılık gruplandırmaları ise Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.31. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	89,0	89,0	89,0 ^{b2*}
0 (saf su)	97,5	97,5	97,5 ^{a1}
50	99,5	99,5	99,5 ^{a1}
100	98,5	98,5	98,5 ^{a1}
200	98,5	98,5	98,5 ^{a1}
300	97,0	97,0	97,0 ^{a1}
400	98,5	98,5	98,5 ^{a1}
Ortalama	96,9	96,9	96,9

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %2,37

Ayçiçeği tohumlarına uygulanan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre tuz stresinde elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri Çizelge 4.31’de görülmektedir. GA₃ dozu ve uygulama sürelerine göre elde edilen çimlenme yüzdesi %89,0-99,5 arasında değişim göstermiştir. Tuz stresinde en düşük çimlenme yüzdesi %89,0 ile uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında belirlenmiştir. En yüksek değer ise %99,5 ile 50 ppm GA₃ uygulamasında tespit edilmiştir. Uygulama yapılmış tohumların çimlenme yüzdesi değerleri arasında belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş ve hepsi aynı grupta yer almıştır.

Çizelge 4.32. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	1,99 ^a	1,99 ^{a*}	1,99
0 (Saf su)	1,80 ^b	1,46 ^d	1,63
50	1,56 ^{cd}	1,62 ^{bcd}	1,59
100	1,70 ^{bc}	1,56 ^{cd}	1,63
200	1,82 ^{ab}	1,57 ^{cd}	1,69
300	1,57 ^{cd}	1,51 ^{cd}	1,54
400	1,66 ^{bcd}	1,64 ^{bcd}	1,65
Ortalama	1,73	1,62	1,68

*: Üst simge olan harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %7,66

Tuz stresinde farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan ayçiçeği tohumlarının ortalama çimlenme süresi Çizelge 4.32’de görülmektedir. En uzun çimlenme süresi uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında 1,99 gün ile elde edilmiştir. Saf su ve GA₃ 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 GA₃ dozu vermiştir.

4.2.6. Tuz stresinde fide boyu

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının tuz stresinde ölçülen fide boyuna ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.33’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.33. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ölçülen fide boyu değerleriyle yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	16,10	55,67**
Uygulama süresi (B)	1	0,32	1,09
A × B	6	0,71	2,45*
Hata	42	0,29	-

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.33’te görüldüğü gibi, farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ölçülen fide boyu değerleriyle yapılan varyans analizi sonucunda, GA₃ dozları arasında %1, GA₃ dozu × uygulama süresi interaksyonu ise istatistiksel olarak %5 düzeylerinde önemli bulunmuştur. GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre tuz stresinde elde edilen fide boyu değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.34’te özetlenmiştir.

Çizelge 4.34. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ölçülen fide boyu (cm) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	4,20 ^f	4,45 ^{f*}	4,33
0 (Saf su)	6,53 ^e	6,50 ^e	6,51
50	7,35 ^{cde}	7,03 ^{de}	7,19
100	8,10 ^{abc}	8,50 ^{ab}	8,30
200	7,33 ^{cde}	7,75 ^{bcd}	7,54
300	8,63 ^a	8,05 ^{abc}	8,35
400	8,65 ^a	7,45 ^{cd}	8,05
Ortalama	7,25	7,10	7,18

*: Üst simge olan harfler %5 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV = %7,49

Farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan ayçiçeği tohumlarının tuz stresinde ölçülen fide boyu ortalamaları Çizelge 4.34'te görülmektedir. En uzun fide boyu 8 saat uygulamada 8,65 cm ile 400 ppm'den, 16 saat uygulama süresinde ise 8,50 cm ile 100 ppm GA₃ dozundan elde edilmiştir. Çimlenme süresi uygulama yapılmayan kontrol tohumlarında ise 4,20 cm ve 4,45 cm ile en kısa fideler ölçülmüştür. Tohum uygulamaları ve süreleri kontrole göre tuz stresinde fide gelişimini arttırmış ve daha uzun fideler elde edilmiştir.

4.2.7. Kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının tuz stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.35'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.35. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Çimlenme yüzdesi		Ortalama çimlenme süresi	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	373,9	24,3**	0,37	3,53**
Uygulama süresi (B)	1	185,8	12,1**	0,74	7,14**
A × B	6	90,5	5,9**	0,11	1,10
Hata	42	15,4	-	0,10	-

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.35'te görüldüğü gibi, farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi bakımından GA₃ dozu, uygulama süresi ve GA₃ dozu × uygulama süresi etkileşimi %1, ortalama çimlenme süresi bakımından ise GA₃ dozu ve uygulama süresi istatistiksel olarak %1 düzeylerinde önemli bulunmuştur. GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre kuraklık stresinde elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.36'da, ortalama çimlenme süresi değerleri ve farklılık gruplandırmaları ise Çizelge 4.37'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	97,0 ^{a1}	97,0 ^{a1*}	97,0
Saf su	88,0 ^{b2}	69,0 ^{c3}	78,8
50	96,0 ^{a12}	95,5 ^{a12}	95,8
100	99,0 ^{a1}	95,5 ^{a12}	97,3
200	96,5 ^{a1}	96,0 ^{a12}	96,3
300	97,0 ^{a1}	94,0 ^{a12}	95,5
400	98,0 ^{a1}	98,5 ^{a1}	98,3
Ortalama	95,9	98,3	94,1

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV = %4,17

Çizelge 4.36’da görüldüğü gibi, ayçiçeği tohumlarına uygulanan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre 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 GA₃ 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 belirlenmemiştir.

Çizelge 4.37. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	2,89	2,89	2,89 ^{ab12*}
0 (Saf su)	2,79	3,02	2,90 ^{ab12}
50	3,22	3,23	3,22 ^{a1}
100	2,56	2,65	2,60 ^{b2}
200	2,49	2,69	2,59 ^{b2}
300	2,47	3,13	2,80 ^{b12}
400	2,47	3,04	2,83 ^{b12}
Ortalama	2,72 ^{b2}	2,95 ^{a1}	2,83

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV= %11,33

Artan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde elde edilen ortalama çimlenme süreleri Çizelge 4.37’de verilmiştir. Uygulama süreleri arasında 8 saat uygulama 2,72 gün ortalama çimlenme süresiyle 16 saat uygulamaya göre daha kısa çimlenme süresi vermiştir. GA₃ dozlarına göre kuraklık stresinde elde edilen ortalama çimlenme süresi incelendiğinde, en uzun çimlenme süresi 3,22 gün ile 50 ppm GA₃ dozundan elde edilmiştir. En kısa çimlenme süresi ise 2,59 gün ile 200 ppm GA₃ dozunda belirlenmiştir.

4.2.8. Kuraklık stresinde fide boyu

Farklı sürelerde Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarının kuraklık stresinde ölçülen fide boyuna ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.38’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.38. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ölçülen fide boyu değerleriyle yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	0,13	0,82
Uygulama süresi (B)	1	0,11	0,71
A × B	6	0,38	2,40*
Hata	42	0,16	-

*:%5 düzeyinde önemli.

Farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ölçülen fide boyu değerleriyle yapılan varyans analizi sonucunda (Çizelge 4.38), GA₃ dozları, uygulama süreleri arasında belirlenen farklılıklar istatistiksel olarak önemsiz, GA₃ dozu × uygulama süresi interaksiyonu ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre kuraklık stresinde elde edilen fide boyu değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.39’da özetlenmiştir.

Çizelge 4.39. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ölçülen fide boyu (cm) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	3,83 ^{abc}	3,83 ^{abc*}	3,83
0 (Saf su)	3,25 ^c	3,98 ^a	3,61
50	3,95 ^{ab}	3,60 ^{abc}	3,78
100	3,30 ^{bc}	3,75 ^{abc}	3,53
200	3,90 ^{abc}	3,50 ^{abc}	3,70
300	3,68 ^{abc}	3,50 ^{abc}	3,59
400	3,30 ^{bc}	3,68 ^{abc}	3,49
Ortalama	3,60	3,69	3,65

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde farklı grupları göstermektedir. CV =%10,85

Farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan ayçiçeği tohumlarının kuraklık stresinde ölçülen fide boyu ortalamaları Çizelge 4.39’da görülmektedir. En uzun fide boyu 8 saat uygulamada 3,95 cm ile 50 ppm’den, 16 saat uygulama süresinde ise 3,98 cm ile saf su uygulamasından elde edilmiştir. GA₃ doz ve uygulama sürelerine göre kuraklık stresi altında ayçiçeğinde fide gelişimi bakımından elde edilen sonuçlar, belirli bir azalış veya artış eğiliminde bulunmamıştır.

4.2.9. Hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi

Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan farklı sürelerde GA₃ dozlarının hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresine ait verilerle yapılan varyans analiz sonuçları Çizelge 4.40’ta gösterilmiştir.

Çizelge 4.40. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi ve ortalama çimlenme süresi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	Çimlenme yüzdesi		Ortalama çimlenme süresi	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	19,67	3,46**	0,29	25,92**
Uygulama süresi (B)	1	12,07	2,12	0,01	0,66
A × B	6	1,91	0,33	0,12	10,24**
Hata	42	5,69	-	0,01	-

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.40’ta görüldüğü gibi, farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi bakımından GA₃ dozları arasındaki farklılıklar %1, ortalama çimlenme süresi bakımından ise GA₃ dozu arasındaki farklılık ile GA₃ dozu × uygulama süresi etkileşimi istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur. GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre hızlı yaşlandırma sonrası elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.41’de, ortalama çimlenme süresi değerleri ve farklılık gruplandırmaları ise Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.41. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası çimlenme yüzdesi (%) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	94,0	94,0	94,0 ^{b2*}
0 (Saf su)	96,5	98,0	97,3 ^{a12}
50	99,0	99,0	99,0 ^{a1}
100	97,5	97,5	97,5 ^{a12}
200	96,5	98,0	97,3 ^{a12}
300	97,0	99,5	98,3 ^{a1}
400	97,0	98,0	97,5 ^{a1}
Ortalama	96,8	97,7	97,3

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV =%2,45

Çizelge 4.41' de görüldüğü gibi, ayçiçeği tohumlarına uygulanan GA₃ dozlarına göre hızlı yaşlandırma sonunda elde edilen çimlenme yüzdesi değerleri %94,0-99,0 arasında değişmiştir. En düşük çimlenme yüzdesi (%94,0) uygulama yapılmayan kontrol tohumlarından elde edilmiştir. Hızlı yaşlandırma sonrası en yüksek çimlenme yüzdesi %99,0 ile 50 ppm GA₃ uygulamasında belirlenmiştir. GA₃ uygulamalarının tohumun bozulmasını önleyici etkisi olduğu, kontrol tohumlarına göre daha yüksek çimlenme verdiği saptanmıştır.

Çizelge 4.42. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası ortalama çimlenme süresi (gün) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	2,39 ^{a1}	2,39 ^{a1*}	2,39
0 (Saf su)	2,21 ^{bc12}	1,77 ^{f5}	1,19
50	2,04 ^{de234}	2,35 ^{ab1}	2,19
100	1,91 ^{ef345}	2,09 ^{cd23}	2,00
200	2,06 ^{cde23}	2,06 ^{cde23}	2,06
300	1,80 ^{f5}	1,79 ^{f5}	1,80
400	2,03 ^{de345}	1,83 ^{f45}	1,93
Ortalama	2,06	2,04	2,05

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV =%5,22

Artan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre ayçiçeği tohumlarının hızlı yaşlandırma sonrası elde edilen ortalama çimlenme süreleri Çizelge 4.42’de verilmiştir. Hızlı yaşlandırma sonrası en uzun çimlenme süresi 2,39 gün ile kontrol tohumlarından elde edilmiştir. 8 saat GA₃ uygulama süresinde en kısa çimlenme süresi 1,80 gün ile 300 ppm dozunda, 16 saat uygulama süresinde ise 1,77 gün ile saf su uygulamasında belirlenmiştir. Hızlı yaşlandırma sonrası tüm uygulama dozları ve süreleri kontrol tohumlarından daha kısa çimlenme süresi vermiştir.

4.2.10. Çıkış yüzdesi

Sanbro ayçiçeği çeşidinin tohumlarına uygulanan farklı sürelerde GA₃ dozlarının tarla çıkışı verileri ile elde edilen varyans analiz sonuçları Çizelge 4.43’de verilmiştir.

Çizelge 4.43. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tarla çıkış yüzdesi değerleri ile yapılan varyans analiz sonuçları.

V.K.	S.D.	K.O.	F Değeri
Genel	55	-	-
GA ₃ dozu (A)	6	513,5	2,9*
Uygulama süresi (B)	1	591,5	18,6**
A × B	6	54,9	1,7
Hata	42	1337,5	-

*:%5, **:%1 düzeyinde önemli.

Çizelge 4.43’te görüldüğü gibi, farklı sürelerde GA₃ dozları uygulanan Sanbro ayçiçeği tohumlarının çıkış yüzdesi bakımından; uygulama süresi arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %1 düzeyinde, GA₃ dozları ise %5 düzeyinde önemli bulunmuştur. Uygulama süresi × GA₃ dozları interaksyonu ise önemsiz bulunmuştur. GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre tarla çıkış yüzdesi değerleri ve farklılık gruplandırmaları Çizelge 4.44’te özetlenmiştir.

Çizelge 4.44. Farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının ayçiçeği tohumlarının tarla çıkış yüzdesi (%) ortalamaları.

GA ₃ dozu (ppm)	Uygulama süresi		Ortalama
	8 saat	16 saat	
Kontrol	85,5	78,5	82,0 ^{bc*}
0 (Saf su)	89,5	81,0	85,3 ^{abc}
50	86,8	91,0	88,9 ^a
100	91,5	84,5	88,0 ^{ab}
200	91,5	78,5	85,0 ^{abc}
300	84,5	76,5	80,5 ^c
400	84,5	78,3	81,4 ^c
Ortalama	87,7 ^{a1}	81,2 ^{b2}	84,4

*: Üst simge olan harfler %5, rakamlar %1 düzeyinde önemli farklılıkları göstermektedir. CV =%6,68

Artan GA₃ dozları ve uygulama sürelerine göre ayçiçeği tohumlarının tarla çıkış yüzdesi Çizelge 4.44'te verilmiştir. En yüksek çıkış yüzdesi 8 saat uygulama süresinde %87,7 ile elde edilmiştir. 16 saatlik uygulama süresinde ise tarla çıkış yüzdesi %81,2 ile daha düşük bulunmuştur. GA₃ dozlarına göre belirlenen en yüksek tarla çıkış yüzdesi %88,9 ile 50 ppm'den elde edilirken, 400 ppm GA₃ en düşük değeri %81,4 ile vermiştir.

5. TARTIŞMA

Ayçiçeği bitkilerine vejetatif gelişme döneminde uygulanan GA₃ dozlarının bitki gelişimi, verim ve verim öğeleri üzerine etkilerinin incelendiği tarla denemelerinden elde edilen sonuçlara göre; giberellik asidin incelenen tüm özellikler üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir. İncelenen özelliklerden elde edilen verilerle daha önce yapılmış araştırma sonuçları karşılaştırmalı olarak aşağıda değerlendirilmiştir.

Giberellik asidin bitkiler üzerine en önemli etkilerinden birisi çiçeklenmenin teşvik edilmesidir (Kacar vd., 2006). Bu çalışmada da artan GA₃ dozlarını ayçiçeğinin çiçeklenme süresini 66 gün'den 64 gün'e kısalttığı belirlenmiştir. Benzer sonuçlar Guardia and Benlloch (1980) tarafından yapılan çalışmada da GA₃ uygulamaları ile ayçiçeğinde çiçeklenmenin teşvik edildiği belirlenmiştir. Giberellik asidin bitki boyunu uzatmada etkili olduğu, cüce bitkilerde bile bitki boyunun GA₃ 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 GA₃ dozundan çok uygulama zamanının bitki boyunu arttırmada etkili olduğunu, Akter et al. (2014) mısırdaki 150 mg/L GA₃ dozunun bitki boyunu arttırdığını bildirmişlerdir. Bulgularımız önceki yapılan bu çalışmalarını destekler nitelikte olup, ayçiçeğinde bitki boyunun GA₃ uygulamalarından etkilendiğini ve 50 ppm ve üzerinde yapılan tüm uygulamalar bitki boyunu kontrole göre arttırdığını göstermiştir.

Ayçiçeğinde önemli bir verim kriteri olan tabla çapı çeşide, iklim koşullarına ve bitkinin beslenme durumuna göre değişebilmektedir. Bu çalışmada da GA₃ dozları tabla çapını olumsuz şekilde etkilemiştir. Artan dozlardaki GA₃ uygulaması tabla çapını 19,6 cm'den 300 ppm GA₃ dozunda 12,6 cm'ye düşürmüştür. Beltrano et al. (1994) çıkıştan 20 gün sonra 150 mg/L GA₃ uygulamasının ayçiçeğinde tabla çapının azalmasına neden olduğunu bildirmiştir. Tabla çapındaki azalmayla birlikte bitkide tane verimi de artan GA₃ dozlarıyla azalmıştır. GA₃ uygulanmayan bitkilerde 74,8 g/bitki olan tane ağırlığı

300 ppm dozunda 39,5 g/bitki'ye düşmüştür. Bununla birlikte Bibi et al. (2003) ayçiçeğinde bitkide tane veriminin 30 mg/L uygulamasıyla arttığını ve 2,12 g/bitki'ye ulaştığını bildirmiştir. Farklı bulguların elde edilmesinde kullanılan çeşit, iklim, toprak ve yetiştirme tekniklerinin farklı olmasının yanında, temel nedenin kullanılan GA₃ dozunun çalışmamızda kullanılan dozlardan çok daha düşük seviyelerde olmasından kaynaklandığı görülmektedir.

Çalışmamızda bin tane ağırlığı GA₃ dozlarından olumlu etkilenmiştir. Özellikle 100 ppm GA₃ 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 GA₃'in bin tane ağırlığının artışı sağladığını bildirmişlerdir. GA₃ dozlarına göre dekara tane verimi 187-344 kg/da arasında değişmiştir. Uygulanan tüm dozlar kontrole göre dekara tane verimini azaltmıştır. En düşük verim ise 300 ppm GA₃ dozunda belirlenmiştir. Her ne kadar bin tane ağırlığı GA₃ uygulaması ile artsa da, tabla çapında ve bitkide tane veriminde gerçekleşen azalışla birlikte dekara tane verimi azalmıştır. Yermanos and Knowles (1960) aspirde GA₃ uygulamasıyla incelenen üç aspir çeşidinde de tane veriminin azaldığını belirlemiştir. Bununla birlikte Sarkar et al. (2002) soyada 100 ppm GA₃ dozuyla verim öğeleriyle birlikte birim alan tane veriminin de arttığını bildirmiştir. GA₃ uygulamasının farklı bitkilerde ve farklı dönem ve dozlarda değişik sonuçlar vermesi beklenen bir sonuçtur. Seetharam et al. (1975) ayçiçeğinde yıldız tabla oluşum döneminde 75-100 ppm GA₃ uygulamasının % 100 oranında steriliteye neden olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde Baydar (2000) aspirde polen sterilitesi oluşturmak amacıyla tabla oluşum döneminde GA₃ uygulanması yapıldığını bildirmiştir. Çalışmamızda bitkilerin vejetatif gelişme döneminde (V₆-V₈) uygulanmasına rağmen, artan GA₃ dozlarının ayçiçeği verimini azaltmasında steriliteye neden olarak tane tutumunu olumsuz etkilemesinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Yağ oranı bakımından elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, kontrole göre artan dozlarda GA₃ yağ oranını belirgin bir şekilde azaltmıştır. Yermanos and Knowles (1960) ve Baydar (2000) aspirde yağ oranının artan GA₃ dozuyla azaldığını bildirmelerine rağmen, Bibi et al. (2003) ayçiçeğine uygulanan 10-30 ppm aralığındaki

GA₃ 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, tane verimiyle yağ oranının çarpılmasıyla elde edilen hem yağ oranının hem de verimin birlikte değerlendirmesine olanak sağlayan önemli özelliklerden birisidir. Araştırmamızda artan GA₃ dozları hem yağ oranını hem de dekara tane verimini azaltmıştır. Bu nedenle, GA₃ uygulamaları dekara yağ veriminde ciddi azalmalara neden olmuştur. Sonuç olarak en yüksek dekara yağ verimi GA₃ uygulanmayan kontrol parsellerinden elde edilmiştir.

GA₃ 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 vd., 2006; Shah, 2007). Ayrıca, pamukta soğuğa toleransı artıran *GhDREB1* geninin aktivasyonunu kısıtlamaktadır (Shan et al., 2007). Dolayısıyla GA₃ uygulamalarının bitkileri soğuğa karşı daha hassas bir duruma getirdiği bildirilmiştir. Çalışmamızda GA₃ uygulamasından iki hafta sonra SPAD metre ile yapılan klorofil ölçümlerinden elde edilen değerler, bu bulguları destekler niteliktedir. Çünkü kontrol bitkilerinde klorofil miktarı 43,2 iken, artan GA₃ dozlarıyla bu miktar azalmış ve 400 ppm'de 34,7'ye düşmüştür. Mary and Merina (2012) bamyada tuz stresi altındaki bitkilere GA₃ uyguladıklarında klorofil a ve klorofil b içeriğinin azaldığını, Tsiakaras et al. (2014) ise marulda artan azot dozlarının klorofil içeriğini arttırmasına rağmen, GA₃ uygulaması yapıldığında klorofil içeriğinin azaldığını bildirmişlerdir. Elbette bu durum bitkilerin fotosentetik aktiviteleri üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Shah (2007) tarafından hardalda GA₃ uygulamasıyla klorofil miktarının ve yaprak alanının azaldığı ve buna bağlı olarak da net fotosentez oranının azaldığı belirlenmiştir. Bu verilere dayanarak, GA₃ uygulamalarından elde edilen düşük verim ve yağ oranının fizyolojik temelinde klorofil miktarındaki azalmanın neden olduğu söylenebilir.

Ayçiçeği tohumlarına farklı sürelerde uygulanan GA₃ dozlarının düşük sıcaklık, tuz ve kuraklık stresleri ile hızlı yaşlandırma sonrası canlılık ve ortalama çimlenme süreleri üzerine etkilerinin incelendiği laboratuvar denemeleri bulgularına göre;

giberellik asidin incelenen tüm özellikler üzerine önemli etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Tohum uygulamalarının en temel etkisi çimlenme ve çıkış hızına olduğu, bunun da tohumun çimlenmesi için gerekli olan üç su alım evresinin ilk ikisini uygulama döneminde tamamlamış olduğundan kaynaklandığı Heydecker and Coolbear (1977) tarafından bildirilmiştir. Tohum uygulamalarını özellikle çimlenme problemi olmayan kültür bitkilerinde çimlenme ve çıkış süresini kısaltarak iyi gelişmiş, uniform ve sağlıklı fide oluşumuna önemli katkı sağlamaktadır. Optimum çimlenme koşullarında GA_3 dozları çimlenme yüzdesini değiştirmemiş ancak çimlenme süresini kısaltmış ve fide boyunu uzatmıştır. Wahid et al. (2008) 150 ppm GA_3 uygulaması ayçiçeği tohumlarının çimlenme süresini kısalttığı, çimlenme yüzdesini arttırdığı ve fide boyunu uzattığını, Pallavi et al. (2010) ise 100 ppm GA_3 uygulamasında ise maksimum fide gücü indeksi elde edildiğini bildirmiştir.

Erken ilkbaharda düşük sıcaklığın tohumun çimlenmesi ve fide çıkışı üzerine yapmış olduğu sınırlayıcı etkisinin azaltılması bakımından GA_3 uygulamalarının etkinliği serin ve düşük sıcaklık testleri yardımıyla araştırılmıştır. Serin test sonuçlarında uygulanan dozlar arasında çimlenme yüzdesi ve çimlenme hızı bakımından belirgin bir farklılık belirlenmemiştir. Bu duruma özellikle serin testin optimum çimlenme sıcaklığına yakın olan $18^{\circ}C$ 'de yürütülmüş olması neden olabilir. Bununla birlikte düşük sıcaklık testinde çimlenme yüzdesi GA_3 dozlarından etkilenmemiş, ortalama çimlenme süresi ve fide boyu 50 ppm GA_3 dozunda artış göstermiştir. Wang et al. (1996) giberellik asidin mısır ve soya tohumlarının düşük sıcaklık stresinde çıkışı ve fide gelişimini inceledikleri çalışmalarında, sadece GA_3 'in kök bölgesine uygulandığında çıkışı ve fide gelişimini arttırdığını ve en etkili dozun 0,1 mM olduğunu bildirilmiştir.

Tuz ve kuraklık stresinde tohumlar, toprak parçacıkları veya topraktaki tuz iyonları tarafından suyun daha yüksek bir basınçla tutulması nedeniyle, su alımı gerçekleşmemekte ve çimlenememektedir. 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_3 ile

çimlenme yüzdesi artmış, ortalama çimlenme süresi ise kısalmıştır. Tuz stresinde 8 saat süre ile 400 ppm, 16 saat süre ile 100 ppm GA₃ uygulaması, kuraklık stresinde ise 50 ppm GA₃ dozunda daha uzun fide boyu ölçülmüştür. 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. Benzer bulgular şekerpancarında Jamil and Rha (2007) tarafından belirlenmiştir. Araştırmacılar sonuçlarımızı destekleyecek şekilde şekerpancarı tohumlarına 10 saat uygulanan 150 mg/L GA₃'in tuz stresinde çimlenme yüzdesini arttırdığı, %50 çimlenme süresini ise kısaltarak kök, sürgün uzunluğu ile fide yaş ağırlığını arttırdığını bildirmişlerdir.

Tohumların depolama süresini belirlemek amacıyla yüksek sıcaklık ve nem koşullarına maruz bırakıldıktan sonra canlılıkları belirlenerek depolama süresinin tahmininde kullanılan hızlı yaşlandırma testi de uygulanmıştır. Bu test sonuçlarına göre, 50 ppm GA₃ uygulamasında daha yüksek çimlenme yüzdesi elde edilirken, çimlenme süresi uygulama süresi ve dozuna göre farklılık göstermiştir. 8 saat süre ile tohumlara uygulanan 300 ppm GA₃ en kısa çimlenme süresini verirken, 16 saat sürede GA₃ kullanılmayan saf su uygulaması en kısa çimlenme süresine sahip olmuştur.

Uygulanmış ve kontrol ayçiçeği tohumlarının tarla çıkışları, GA₃ doz ve uygulama sürelerine göre önemli farklılıklar göstermiştir. 8 saat 50 ppm GA₃ dozu ile yapılan tohum uygulamaları kontrole göre %6 oranında daha yüksek tarla çıkışı göstermiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

GA₃ dozlarının ayçiçeğinde bitki gelişimi, verim ve verim öğeleri ile tohum uygulamalarının abiyotik stres şartlarında çimlenme üzerine etkilerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen araştırma sonuçları topluca değerlendirildiğinde;

Artan GA₃ dozları ile çiçeklenme süresi kısılırken, 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. Bu nedenle ayçiçeğinde çiçeklenme süresini kısaltmasına rağmen, verim artışı için çiçeklenme süresinin yeterli olmadığını göstermektedir. Ayçiçeğinde GA₃'in klorofil miktarını azalttığı ve buna bağlı olarak da fotosentetik aktivitenin ve dolayısıyla verimin azalmasına neden olduğu söylenebilir. Ayrıca Seetharam et al. (1975), GA₃'in ayçiçeğinde yıldız tabla oluşum döneminde 90-100 ppm dozlarında uygulanmasının erkek kısır bitki elde edildiği bildirilmektedir. Çalışmamızda her ne kadar erken gelişme döneminde uygulamalar yapılırsa da, özellikle yüksek dozlarda kullanılan GA₃'in erkek kısırlığı uyarıcı etki yapması ve verimi düşürmesi de olasıdır. Ancak, bu çalışmada kısırlıkla ilgili herhangi bir inceleme yapılmamıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda sterilitenin incelenmesi GA₃ uygulamaları ile verimin düşmesinin nedenlerini açıklamada yardımcı olacaktır. Bitkilerin hızlı büyümeleri ile sap sağlamlıklarının azaldığı gözlenmiştir. Yaprak sapı, ayası ve ana sapta aşırı inceleme nedeniyle bitkilerin mekanik zararlanmalara karşı aşırı derecede duyarlı hale geldiği gözlenmiştir. Özellikle çapalama esnasında yaprak ayalarının zedelendiği, bazı yaprakların koptuğu ve bazı bitkilerin ise kırıldığı tespit edilmiştir. Sonuçta tüm bu faktörlerle birlikte değerlendirildiğinde, GA₃ uygulamaları ayçiçeğinde verimi ve yağ oranını azaltmıştır. Bu nedenle ayçiçeğinde verimi veya yağ oranını arttırmak için GA₃ kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak, çalışmamızda kullanılan en düşük GA₃ dozu olan 50 ppm'den daha düşük dozlarda ve farklı dönemlerde yapılacak uygulamaların etkinliğinin belirlenmesi önerilebilir.

Tohuma yapılacak GA₃ uygulamalarında ise, genel olarak 50-100 ppm dozları abiyotik stres şartlarında tohumların çimlenme performanslarının artmasına, çimlenme hızını arttırarak çimlenme sürelerinin kısılmasını sağlamıştır. Ayrıca en yüksek tarla çıkış yüzdesi de 50 ppm GA₃ dozunda elde edilmiştir. Bu nedenle tohuma yapılacak GA₃ 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 GA₃ uygulanmasının önerilmediği ancak, daha düşük dozlarda ve farklı gelişme dönemlerinde GA₃'ün etkilerinin değerlendirilmesi gerektiği söylenebilir. Ayçiçeği tohumlarına 8 saat süreyle 50 ppm GA₃ uygulaması abiyotik stres şartlarında çimlenme performanslarının arttırılması amacıyla kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır.

7. 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.
- Arıoğlu, H., 2000, Yağ bitkileri yetiştirme ve ıslahı. ukurova 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, 2014_a, Türkiye İstatistik Kurumu Kayıtları 2014, Ankara.
- Anonim, 2014_b, Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği İstatistikleri, Ankara.
- Anonim, 2001_c, Tarımsal Değerleri lme Denemeleri Teknik Talimatı, Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.). T.C. Tarım ve Kyifşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Arbabian, S., Zandi, N. and Irian, S., 2011, Effect of gibberellic acid on the speed and percentage of germination and vascular tissue ontogenesis in *Helianthus annuus* L.. Advances in Environmental Biology, 5(9): 2546.
- Baydar, H., 2000, Gibberellik asidin aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de erkek kısırlık, 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.

7. KAYNAKLAR (Devamı)

- 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 Metotları (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.
- Gürbüz, B., Kaya, M.D. ve Demirtola, A. 2003, Ayçiçeği Tarımı, Hasad Yayıncılık, 100s.
- Hampton, J.G. and TeKrony, D.M., 1995, Handbook of Vigour Test Methods. 3rd Edition. The International Seed Testing Association, Zurich, Switzerland.
- 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, 3rd ed.
- Jamil, M. and Rha, E.S., 2007, Gibberellic acid (GA₃) 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.

7. KAYNAKLAR (Devamı)

- Kaya, M.D., 2003, Orta Anadolu'da ayçiçeği yetiştirme tekniği, Türk-Koop. Ekin Dergisi, 24: 20-25.
- Kaya, M.D. and Day, S., 2008. Relationship between seed size and NaCl on germination, seed vigor and early seed growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.), African Journal of Biotechnology, 3(11): 787-791.
- 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.
- Kırıcı, S., 1998, İki aspir çeşidinde gibberellik asitin agronomik özellikler ve çiçek verimi ile boyar madde oranına etkileri, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 7(1): 12-29.
- Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M.D. ve İşler, N., 2005, Yağlı tohumlu bitkiler üretimi, Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, Cilt I: 409-429, Ankara.
- Li, Z., Lu, G.Y., Zhang, X.K., Zou, C.S., Cheng, Y. and Zheng, P.Y., 2010, Improving drought tolerance of germination seeds by exogenous application of gibberellic acid (GA₃) in rapeseed (*Brassica napus* L.), Seed Science and Technology, 38(2): 432-440.
- 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.

7. KAYNAKLAR (Devami)

- Michel, B.E., Kaufmann, M.R., 1973, The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.*, 51: 914-916.
- Miller, J.F. and Fick, G.N., 1999, Adaptation of reciprocal full-sib selection in sunflower breeding using gibberellic acid induced male sterility, *Crop Science*, 18(1): 161-162.
- 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 GA₃, 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 GA₃ 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 GA₃ 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., Kumari, P. and Kusuma, 1975, Induction of male sterility by gibberellic acid in sunflower, *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 35(1): 136-138.

7. KAYNAKLAR (Devami)

- Seiler, G.J., 1998, Seed maturity, storage time and temperature, and media treatment effects on germination of two wild sunflowers, *Agronomy Journal*, 90(2): 221-226.
- 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 GA₃ 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 GA₃ and nitrogen on yield and marketability of lettuce (*Lettuca sativa* L.). *Australian Journal of Crop Sciences*, 8(1): 127-132.
- Umoessien, S.N. and Forward, D.F, 1982, Effect of gibberellic acid on the distribution of products of photosynthesis in sunflower, *Annals of Botany*, 50(4): 465-472.
- 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.
- Wang, Q., Zhang, F., and Smith, D.L., 1996, Application of GA₃ and kinetin to improve corn and soybean seedling emergence at low temperature, *Environmental and Experimental Botany*, 36(4): 377-383.
- Yermanos, D.M. and Knowles, P.F., 1960, Effects of gibberellic acid treatment on safflower, *Agronomy Journal*, 52(10): 596-598.