

*Araştırma Makalesi / Research Article*

## Kuraklık Stresinde Gümüş (Ag) Nanopartiküllerinin Domateste Kalite Üzerine Etkileri

Yelderem AKHOUNDNEJAD<sup>1\*</sup>, H. Yıldız DAŞGAN<sup>2</sup>, Özgür KARAKAS<sup>3</sup>, Nevzat SEVGİN<sup>1</sup>, Gamze GÜNDOĞDU<sup>4</sup>, Baki TEMUR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, İdil/ Şırnak

<sup>2</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Balcalı/ Adana

<sup>3</sup>Şırnak Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İdil/ Şırnak

<sup>4</sup>Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Nilüfer/Bursa

\* Sorumlu Yazar; yakhoundnejad@sirnak.edu.tr

Geliş tarihi / Received: 27/04/2021

Kabul tarihi / Accepted: 28/06/2021

### ÖZET

İklim değişikliği gelecekte Dünya ve ülkemiz için ciddi bir problemdir. Artan Dünya nüfusunun gelecekte yeterli beslenebilmesini sağlamanın yollarından biri, kurak koşullara dayanıklı bitki tür ve çeşitlerinin kullanılarak geliştirilmesidir. Açık ve örtü altı yetiştiriciliğinde en çok üretilen ve insanlar tarafından en çok tüketilen sebze türü domatestir. Kuraklığa toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Bu yüzden geçmiş yıllardan beri, kurak stresi altında yüksek verim ve kalite oluşturabilen kuraklığa toleranslı domates üretilmesi önemli hedeflerdendir. Burada sunulan 2 farklı domates genotipinde, 3 farklı sulama seviyesinde (%100, %50 ve %25) ve 5 farklı dozda gümüş-Agnanopartiküller (Ag-NPs) (0, 25, 50, 75 ve 100) mg L<sup>-1</sup> (ppm) kullanılarak domates bitkisinde büyüme, gelişme, ürün verimliliği ve meyvesinde kalite özelliklerinin incelenmesidir. Domates genotiplerinde Ag-nanopartiküllerin hangi seviyesinin bitki üzerindeki kurak stresi etkilerini azalttığı, fizyolojik ve morfolojik olarak ortaya çıkarılırken, Ag-nanopartiküllerin verim ve meyve kalite özellikleri üzerine etkileri de değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın pratikte üreticilerin hemen kullanabilecekleri kısa vadeli bir amacı bulunmaktadır; domates yetiştiriciliğinde özellikle kurak bölgelerde Ag-nanopartiküller ppm bazında kullanılarak bitkinin kuraklığa dayanıklılık sağlaması, verim azalmadan kaliteli domates meyveleri üretebilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Solanum lycopersicum*; Ag-nanopartiküller; kuraklık; dayanıklı; meyvede kalite.

## Effects of Silver (Ag) Nanoparticles on Quality in Tomatoes in Drought Stress

### ABSTRACT

Climate change is a serious problem for the world and our country in the future. One of the ways to ensure that the increasing world population can be fed adequately in the future is to develop plant species and varieties that are resistant to arid conditions. Tomato is the most produced vegetable in open and greenhouse cultivation and most consumed by people. It is important to develop drought-tolerant varieties. Therefore, producing drought-tolerant tomatoes, which can produce high yield and quality under drought stress, has been one of the important targets for years. Silver-Agnanoparticles (Ag-NPs) (0, 25, 50, 75 and 100) mg L<sup>-1</sup> (ppm) in 2 different tomato genotypes presented here, at 3 different irrigation levels (100%, 50% and 25%) and at 5 different doses. ) is the examination of growth, development, product productivity and fruit quality characteristics of tomato plants. While determining which level of Ag-nanoparticles reduces the effects of arid stress on the plant in tomato genotypes physiologically and morphologically, the effects of Ag-nanoparticles on yield and fruit quality characteristics were also evaluated. This study has a short-term aim that manufacturers can use immediately in practice; In tomato cultivation, especially in arid regions, Ag-nanoparticles are used on the basis of ppm to provide drought resistance of the plant, and it can produce quality tomato fruits without decreasing the yield.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*; Ag-nanoparticles; drought; resistance; tolerance; quality.

### 1. GİRİŞ

Dünyada iklim değişikliği bitkisel üretimi ve ürün kalitesini direkt olarak etkilemektedir. 2050 yılına kadar dünyanın nüfusu 9 milyar olacağı beklenmekte ve dünyanın nüfusu arttıkça beslenme ihtiyacını karşılamak üzere bitkisel üretimin %38 artması gerekmektedir (Wild, 2003). Ayrıca küresel ısınma ve iklim değişiklikleri dünyada ve ülkemizde farklı bölgelerde ve farklı boyutlarda görülmektedir. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde İç Anadolu ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinin daha fazla etkileneceği öngörülmektedir. Farklı çevre faktörleri bitkinin verim ve kalitesi üzerine büyük rol oynamaktadır. Bitkilerin en iyi şekilde verim ve kalite özelliklerine sahip olması için onların çevre şartlarının optimum olması gerekmektedir (Levitt, 1980). Kuraklık stresinde bitkilerde ilk etkilenme, fotosentez üzerine olmaktadır buna göre kuraklık stomaların açılıp kapatmasında önemli bir rol oynamak ve fotosentezi azaltarak olumsuz bir etki oluşturabilmektedir (Lima ve ark., 2002)

Nanoteknolojinin tarım alanında hastalıklarının önlenmesinde, mevcut hastalıkların hızlı bir şekilde yok edilmesinde, bitkilerin topraktan besin elementlerini emme yeteneğini

artıracak bir etkisinin olacağı düşünülmektedir (Anonim, 2008). Antimikrobiyal bir madde olan gümüş çok avantaja sahiptir. Gümüşün çok geniş spektrumlu bir antibiyotik olması, bakteri direncinin neredeyse hiç bulunmaması ve düşük derişimde toksik olmaması bildirilmektedir (Rai ve ark., 2009). Nanoteknoloji temel olarak tasarıma ve sentezlenmeye odaklanır ve parçacıkların yapısı ve boyutları 100 nm'den küçük boyutlardır (Savithramma ve ark., 2011).

Nanopartiküller bitki kullanımında sentezlenme avantajına sahiptir. Altın nanopartiküller bitkilerde canlı Alfalfa bitkisi kullanılarak 2-20 nm aralığında sentezlenmiştir. Ayrıca Ag, Ni, Co, Zn ve Cu nanopartikülleri bitkilerde daha fazla kullanımını görmektedir (Gardea-Torresdey ve ark., 2003). Bazı bitkilerde farklı konsantrasyonlarda kullanılmıştır ayrıca Brassica juncea bitkisinde farklı AgNO<sub>3</sub>, Na<sub>3</sub>Ag (S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub> çözeltilisinde hidroponik altında yetiştirilmiştir buna göre Agnanopartiküller daha iyi sentezlemesi görülmüştür (Patane ve ark., 2011).

Dünyada ve Türkiye'de domates en fazla yetiştirilen bir sebzedir. Türkiye'de domates üretimi toplam 12,800,000 ton miktarındadır. Dünyada üretiminde ülkeler arasında üçüncü sırada yer almaktadır. Buna göre Çin ve ABD sonra belirlenmiştir (Anonim, 2021).

Yapılan çalışmada amaç, Şırnak ilinin özellikle İdil ilçesi kurak ve yarı kurak bir iklim özelliği taşıdığı için bölgede domates üreticilerinin pratikte kullanabileceği bilimsel bulgular üretmektir. Bu amaçla, yeni bir teknoloji olan Gümüş-Agnanoteknolojinin farklı dozlarda ve farklı kuraklık seviyelerinde açık arazide farklı domates genotiplerinde bitkilere uygulanarak verim ve kalite üzerine etkileri belirlenecektir. AgNanopartiküller ppm bazında kullandığımız için ekonomik açıdan çiftçilere uygundur. Ayrıca dünyada küresel ısınma ve iklim değişikliği nedeniyle, AgNanopartiküller kullanılarak kurak bölgelerde, gelecekte farklı bitkilerde uygulama yapılmasına liderlik yapılarak kurak stresli alanlarda daha fazla ürün ve kalite elde edebiliriz.

## 2. MATERYALLER VE METODLAR

Denemede kullanılacak domates genotipinin ismi "Fereng" domatesidir, Fereng domates genotipi İdil/Şırnak bölgesinin yerel genotipidir. Deneme Şırnak üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü araştırma arazisinde yürütülmüştür. Deneme 3 farklı su seviyesinde %100 ve %50 %25 sulama sistemi kurulmuştur (Akhoundnejad ve ark., 2012). Denemede sulama haftada bir hesaplanarak yapılmıştır. Buna göre verilecek su miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Denemede üretim boyunca bitki başına toprağa düşen

toplam su miktarı belirlenmiştir (Tablo 1). Denemede bitkilere verilen sulama suyu miktarı aşağıdaki formül yardımıyla belirlenmiştir.

$$IR = A * E_{pan} * k_{cp} * P$$

IR: Uygulanan Su Miktarı (m<sup>3</sup>).

A: Parsel büyüklüğü (da),

E<sub>pan</sub>, : Buharlaşma miktarı (mm)

k<sub>cp</sub>: Bitkinin (domates) katsayı (0,80).

P-örtü: Bitki örtüsü %

**Tablo 1.** Domates bitkisinde farklı uygulamalarda kullanılan toplam su miktarları (Litre Bitki<sup>-1</sup>).

Uygulama	Stresten önce (15.04.2019- 15.05.2019)	Stresten sonra (16.05.2019- 30.08.2019)	Yağmur *	Toplam su miktarı
100%	43.6 L	265.62 L	151 L	455.22 L
50%	43.6 L	132.81 L	151 L	227.61 L
25%	43.6 L	66.40 L	151 L	113.80 L

\*Yağmur yağış tarihleri: 01.04.2019–30.04.2019) 97 L-(01.05.2019–31.05.2019) 49L(01.06.2019–30.06.2019) 4L-(01.07.2019–31.07.2019) 1 L

Fereng domatesinde 0, 25, 50, 75 ve 100 mgL<sup>-1</sup> olarak 5 farkı dozda Agnanopartikül kullanılmıştır. Kullanılacak Agnanopartikülün özelliği şöyledir: AB202468 ve 4-7 APS 4-7 micron; 99,9% (metalsbasis). Deneme 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 domates bitkisi olacak şekilde faktöriyel tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Kuraklık dozları altında Ag-NP dozları yerleştirilmiştir. Böylece iki faktörlü tesadüf blokları kurulmuştur. Domates genotiplerinin sıra arası 120 cm, sıra üzeri 50 cm dikimi planlanmıştır. Denemede tohum ekimi yaklaşık hava iklim şartlarına göre 15 Mart 2019 yapılmıştır, Ayrıca fide dikim tarihi yaklaşık 17 Nisan 2019 gerçekleştirilmiştir. Denemede kuraklık stres başlama zamanı ilk çiçeklenmeden sonra uygulanmıştır, Agnanopartiküler dikimden yaklaşık 30 gün sonra ve her iki haftada bir olmak üzere yapraktan 0, 25, 50, 75 ve 100 mgL<sup>-1</sup> dozlarda deneme sonuna kadar uygulanmıştır (yapraktan sprey şeklinde) (Şekil 2.1). Verilerin JMP paket programı ile istatistik analizi yapılmıştır.

## 2.1. Domates Bitkisinde ve Meyvesinde Ölçülmüş Parametreler ve Yapılmış Analizler

### 2.1.1 Skala Değerlendirmesi

Buna göre denmede kuraklık stres uygulandıktan sonra bitkilere 0-5 skala değerlendirme yapılmıştır.

0: Domates bitkisinde hiç zarar göremeyen bitkilerdir.

1: Domates bitkisinde az saramla görülmektedir.

2: Domates bitkisinde yaklaşık %25 zarar görmektedir.

3: Domates bitkisinde yaklaşık %25-50 arasında zarar görmektedir.

4: Domates bitkisinde yaklaşık %50-75 arasında zarar görmektedir.

5: Domates bitkisinde yaklaşık %75-100 arasında zarar görmektedir.

### **2.1.2. Ortalama Meyve Sayısı (Adet/Bitki)**

Domates meyvelerinden 3 hasadının meyve sayısını alınarak değerlendirilmiştir.

### **2.1.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (g/Meyve)**

Domates meyvesinin 3 hasadının her tekerrürden tesadüfen 10 meyve seçerek hassas terazide tartılmıştır.

### **2.1.4. Domates Meyvesinde Çap ve Boy (mm)**

Domates meyvelerinden 3 hasadının her tekerrürden tesadüfen 10 meyve seçerek dijital kompas ile ölçülmüştür.

### **2.1.5. Domates Meyvesinde Suyunda pH İçeriği**

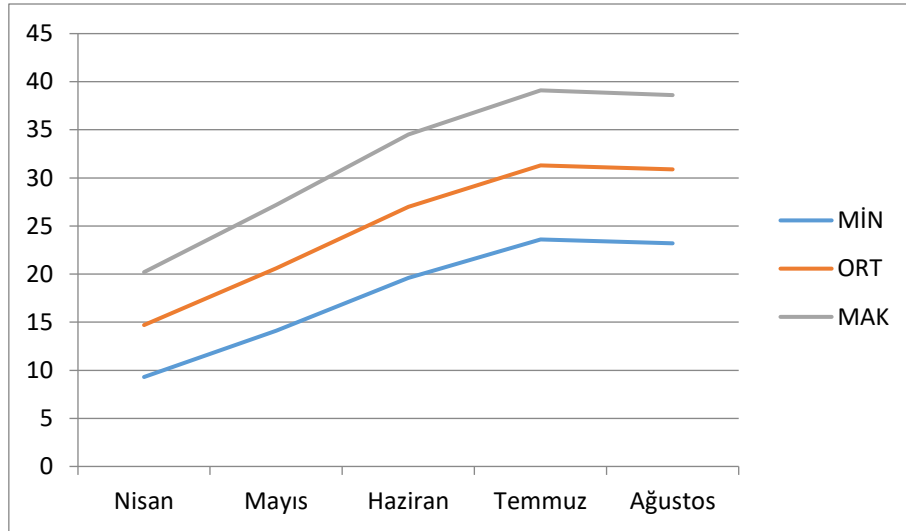
Domates meyve suyunu alınarak pH metre ile belirlenmiştir.

### **2.1.6. Domates Meyvesinde Suyunda Ec İçeriği (ms/Cm)**

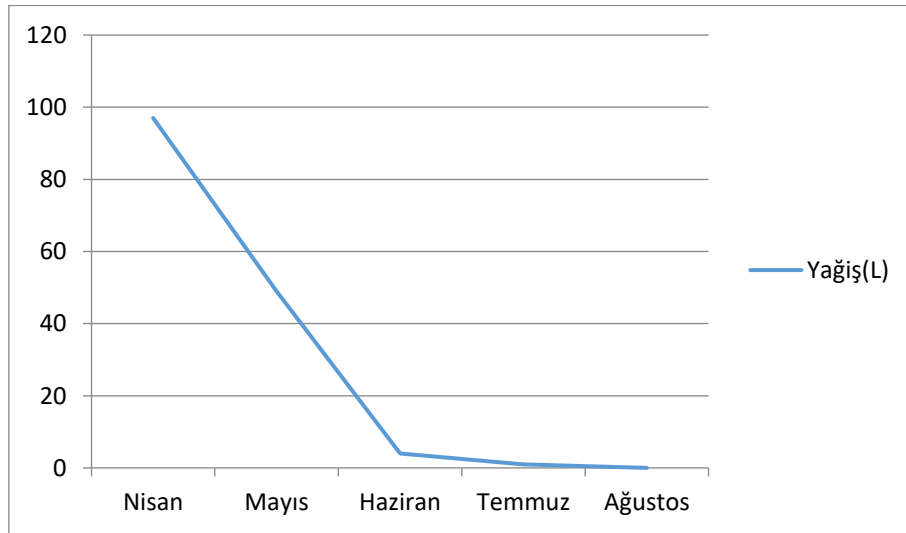
Domates meyve suyunu alınarak Ec metre ile belirlenmiştir.

### **2.1.7. İklim Verilerinin Kaydedilmesi**

Projenin yürütüldüğü tarihler arasındaki iklim verileri Şırnak Bölge Meteoroloji Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Deneme süresince aylık, minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri ve yağış miktarı grafikleri sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2'de gösterilmektedir.



**Şekil 1.** Deneme boyunca kaydedilen maksimum, ortalama ve minimum sıcaklık (°C) değerler



**Şekil 2.** Deneme boyunca kaydedilen Toplam Yağış miktarı ( L ) değerleri

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Domates Bitkisinde Yeşil Aksam Skala Değerlendirmesi

AgNPs+ 50% stresinin ve AgNPs+ 25% koşullarında skala değerlerinde azalma kaydedilmiştir. Buna göre yeşil aksam sakala değerleri bakımından AgNPs+ 50% ve AgNPs+ 25% stres bitkisinde en fazla etkileyen uygulama AgNPs 100 mgL<sup>-1</sup> 2,89 ve 4,29 sırasıyla olarak belirlenmektedir. Ayrıca AgNPs+ 50% ve AgNPs+25% stres en az etkileyen uygulama ise AgNPs 50 mgL<sup>-1</sup> 2,69 ve 3,80 sırasıyla olarak tespit edilmiştir. Denemede AgNPs+ 50% ve AgNPs+ 25% stres ortalamalarına baktığımızda 2.76 ve 3.97 sırasıyla elde edilmiştir. Ayrıca AgNPs+ 25% (3.97) AgNPs+ 50% (2.76) daha yüksek oranda belirlenmiştir (Tablo 2). Genel olarak kuraklık stresinde bitkilerde meristematik aktiviteyi ve hücrelerde olumsuz etkileri ve

bitkilerin yeşil aksamında fotosentetik aktiviteyi azaltarak, bitkiler hasar görmektedir (Dhanda ve Sethi, 2002; Latif ve ark., 2016).

**Tablo 2.** Domates genotipinin farklı doz AgNPS ve farklı kuraklık stresine ait incelenen skala değerlerive kontrole göre % değişim

Uygulama	50% Sulama	25% Sulama
Kontrol	2.81 ab	4.04 bc
25 mg l <sup>-1</sup>	2.61 b	3.85 d
50 mg l <sup>-1</sup>	2.69 ab	3.80 d
75 mg l <sup>-1</sup>	2.79 ab	3.98 c
100 mg l <sup>-1</sup>	2.89 a	4.19 ab
Ortalama	2.76	3.97
LSD <sub>0,05</sub>	0.23	0.10

### 3.2. Ortalama Meyve Boyu ve Çapı

Meyve boyu ve meyve çapı bakımından % değişimin AgNPs ve AgNPs +50% ve 25% stres uygulamalarında en düşük olarak görüldüğü dozlar: domates meyve boy açısından AgNPs 100 mg l<sup>-1</sup> +50% stres (43.00 mm) ve AgNPs 100 mg l<sup>-1</sup> +25% stres (37.58 mm) ve domates meyve çapı açısından AgNPs 75mg l<sup>-1</sup> +50% stres (37.66 mm) ve AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +25% (35.95 mm) olarak tespit edilmiştir. Genel olarak domateste meyve boyu ve meyve çapı her iki uygulamada (AgNPs +50% stres ve AgNPs +25% stres) ortalama açısından azalma görünmektedir. Meyve boyu kontrole göre % değişim açısından her iki uygulamada AgNPs 50mg l<sup>-1</sup> +50% stres (-9.15%) ve AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +25% (-9.02%) başka uygulamalara göre iyi seviyelerinde görülmektedir. Meyve çapı kontrole göre % değişim açısından her iki uygulamada AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +50% stres (-4.04%) ve AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +25% (-4.19%) başka uygulamalara göre iyi seviyelerinde görülmektedir (Tablo 3 ve 4). AgNPs uygulamasında stres uygulamalarıyla beraber (AgNPs +50 % stres ve AgNPs +25 % stres) bitkiler farklı savunma mekanizmaları geliştirmektedirler. Buna göre büyümeyi ve verimi olumsuz yönde etkileyerek bitkilerde birçok fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere neden olmaktadır. AgNPs uyguladığında stres (kuraklık) mekanizmalarında özellikle 50 mg l<sup>-1</sup> dozlarında, geniş bir yaprak genişliği meydana gelmekte, stomalar kapanmakta ve daha etkili bir su kullanımı gerçekleşmektedir. Denemeye baktığımızda Stres koşullarında bitkiler, su içeriklerini koruyabilmek için farklı önlemler almakta, bu önlemler morfolojilerinde de değişime yol açmaktadır, Ek olarak, yalnız Tablo 3 ve Tablo 4'te görüldüğü gibi AgNPs etkisi özellikle 25 ve 50 mg l<sup>-1</sup> dozlarında kuraklık mekanizmasını iyi çalıştırıldığını ve AgNPs dozu artıkça tam ters etkisi olmuştur, buda AgNPs mg l<sup>-1</sup> seviyesi 100 mg l<sup>-1</sup> oranlarında toksin etkisi olduğunu

saptanmıştır, AgNPs'lerin önemli derecede bitkilerinin fotosentetik kısımlarında etkisi görülmektedir. Ag + uygulamalarında, AgNPs uygulamalarına göre fotosentezi de azaltmasına etkisi görülmüş ve stres koşullarında yaygın olarak görülmekte ve ilişkisi olduğu yanıtlanmaktadır (Winkel-Shirley, 2002; Solfanelli et al., 2006).

**Tablo 3.** Domates genotipinin farklı doz AgNPS ve farklı kuraklık stresine ait incelenen meyve boy değerleri ve kontrole göre % değişim

Uygulama	100%	50%	25%	50%	25%
	Sulama	Sulama	Sulama	% değişim	% değişim
Kontrol	48.00 b	44.33 ab	39.33 ab	-7.65	-11.28
25 mg l <sup>-1</sup>	52.00 a	43.33 bc	39.00 b	-16.67	-9.99
50 mg l <sup>-1</sup>	47.33 b	43.00 c	40.33 a	-9.15	-9.02
75 mg l <sup>-1</sup>	51.00 a	44.00 bc	37.66 c	-13.73	-14.41
100 mg l <sup>-1</sup>	52.00 a	44.33 ab	37.58 bc	-14.75	-12.60
Ortalama	50.06	43.79	38.78	-12.39	-11.46
LSD <sub>0,05</sub>	1.844	1.031	1.89	-	-

**Tablo 4.** Domates genotipinin farklı doz AgNPS ve farklı kuraklık stresine ait incelenen meyve çapı değerleri ve kontrole göre % değişim

Uygulama	100%	50%	25%	50%	25%
	Sulama	Sulama	Sulama	% değişim	% değişim
Kontrol	39.66 cd	38.00 bc	36.66 b	-4.19	-3.53
25 mg l <sup>-1</sup>	40.33 bc	39.00 ab	36.66 b	-3.30	-6.00
50 mg l <sup>-1</sup>	41.33 ab	39.66 a	38.00 a	-4.04	-4.19
75 mg l <sup>-1</sup>	41.66 a	37.33 c	35.00 c	-10.39	-6.24
100 mg l <sup>-1</sup>	39.00 d	37.66 bc	35.95 bc	-3.44	-4.54
Ortalama	40.40	38.33	36.45	-5.07	-4.90
LSD <sub>0,05</sub>	1.233	1.370	1.263	-	-

### 3.3. Ortalama Meyve Ağırlığı (G/Meyve) ve Meyve Sayısı (Adet/Bitki)

Çalışmadaki domates genotipinin meyve ağırlığı değerlerinin ortalamaları bakıldığından AgNPs ve 100%, 50% ve 25% sulama uygulamalarında sırasıyla; 147.13 (g/meyve) 136,73 (g/meyve) ve 124.77 (g/meyve) ve % değişim ortalamaları bakıldığından 50% sulamada -7.7 ve 25% sulamada -15,24 olarak belirlenmiştir. Farklı AgNPs ve kuraklık stresi uygulamalarının domates genotipinin meyve ağırlığı kendi kontrollerine göre etkilendiği Tablo 6'da verilmektedir.



Buna göre ortalama değerlere bakıldığında, 50% sulama uygulamasında meyve ağırlığı kendi kontrollerine göre ortalama -7,05% azalmaktadır. 25% sulama uygulamasında meyve ağırlığı ortalaması olarak -15.24% azaldığı görülmektedir (Tablo 5.). Tablo 6'daki verilere bakıldığında kuraklık stresindeki ortalama meyve ağırlığı AgNPs 25 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada 131.66 (g/meyve) ve AgNPs 25 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada 142 (g/meyve) sulama değerleri bakımından en düşük domates meyve ağırlığına ulaşmıştır. Çalışmadaki domates genotipin meyve sayısı değerlerinin ortalamaları bakıldığında AgNPs ve 100%, 50% ve 25% sulama uygulamalarında sırasıyla; 31.60 (adet/bitki) 36.33 (adet/bitki) ve 38.42 (adet/bitki) ve % değişim ortalamaları bakıldığında 50% sulamada 15.31 ve 25% sulamada 5.91 olarak belirlenmiştir. Farklı AgNPs ve kuraklık stresi uygulamalarının domates genotipin meyve sayısı kendi kontrollerine göre etkilendiği Tablo 6'da verilmektedir. Ortalama değerlere bakıldığında, 50% sulama uygulamasında meyve sayısı kendi kontrollerine göre ortalama 15.31% artmaktadır, 25% sulama uygulamasında meyve sayısı ortalaması olarak 5.91% artığını görülmektedir (Tablo 6). Tablo 6' daki verilere bakıldığında kuraklık stresindeki meyve sayısı, AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada ve kontrol +50% sulamada eşit olarak 35 (adet/bitki) ve AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada 38 (adet/bitki) sulamada değerleri bakımından en düşük ve en yüksek domates meyve sayısına ulaşmıştır. Meyve ağırlığı stres artıktıkça azalma meydana gelmektedir. Meyve sayısı ise stres artıktıkça nesillerini devam etmek için meyve üretimi artırmaktadır. Ag NP dozları artıktıkça olumsuz etkisini görmektedir (Levard ve ark., 2012). AgNP'lerin bitkilerin hasat üzerindeki etkileri, özellikle yenilebilir bitkileri üzerinde, yaygın olarak görülmektedir (Kumari ve ark., 2009; Lee ve ark., 2012; Qian ve ark., 2013).

**Tablo 5.** Domates genotipinin farklı doz AgNPS ve farklı kuraklık stresine ait incelenen meyve ağırlığı değerleri ve kontrole göre % değişim

Uygulama	100% Sulama	50% Sulama	25% Sulama	50% % değişim	25% % değişim
Kontrol	147.66 b	139.00 b	130.00 b	-5.86	-11.96
25 mg l <sup>-1</sup>	148.33 b	131.66 e	125.00 c	-11.24	-15.73
50 mg l <sup>-1</sup>	151.66 a	142.00 a	132.33 a	-6.37	-12.75
75 mg l <sup>-1</sup>	145.33 c	135.00 d	119.66 d	-7.11	-17.66
100 mg l <sup>-1</sup>	142.66 d	136.00 c	116.87 e	-4.67	-18.08
Ortalama	147.13	136.73	124.77	-7.05	-15.24
LSD <sub>0,05</sub>	2.145	0.461	0.652	-	-

**Tablo 6.** Domates genotipinin farklı doz AgNPS ve farklı kuraklık stresine ait incelenen meyve sayısı değerleri ve kontrole göre % değişim

Uygulama	100% Sulama	50% Sulama	25% Sulama	50% % değişim	25% % değişim
Kontrol	33.00 a	35.00 b	40.00 b	6.06	14.29
25 mg l <sup>-1</sup>	32.00 ab	37.00 a	38.66 c	15.63	4.49
50 mg l <sup>-1</sup>	34.00 a	38.00 a	42.00 a	11.76	10.53
75 mg l <sup>-1</sup>	30.00 bc	35.00 b	37.00 d	16.67	5.71
100 mg l <sup>-1</sup>	29.00 c	36.66 ab	34.66 e	26.41	-5.46
Ortalama	31.60	36.33	38.46	15.31	5.91
LSD <sub>0,05</sub>	2.062	1.937	1.096	-	-

### 3.4. Meyve Suyunda Ph ve Ec (ds/m)

Çalışmadaki domates genotipin pH değerlerinin ortalamaları bakıldığından AgNPs ve 100%, 50% ve 25% sulama uygulamalarında sırasıyla; 4.58,4.37ve 4.18ve % değişim ortalamaları bakıldığından 50% sulamada -4.67 ve 25% sulamada -4.22 olarak belirlenmiştir. Farklı AgNPs ve kuraklık stresi uygulamalarının domates genotipin pH değerlerinin kendi kontrollerine göre etkilendiği Tablo 7’de verilmektedir. Buna göre ortalama değerlere bakıldığında, 50% sulama uygulamasında pH değerleri kendi kontrollerine göre ortalama -4.67 % azalmaktadır, 25% sulama uygulamasında pH değerlerinin ortalaması olarak -4.22 % azaldığı görülmektedir (Tablo 7). Tablo 7’deki verilere bakıldığında kuraklık stresindeki ortalama pH değerlerinin AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada 4.43 ve AgNPs 25 mg l<sup>-1</sup> +25% sulamada 4.32 değerleri bakımından en yüksek pH değerlerine ulaşmıştır. Ayrıca her iki uygulamada en düşük değer ise AgNPs 100, 75 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada 4.31 ve kontrol +25% sulamada 4.11 değerlerine ulaşmıştır. Çalışmadaki domates genotipin Ec değerlerinin ortalamaları bakıldığından AgNPs ve 100%, 50% ve 25% sulama uygulamalarında sırasıyla; 7.008 (%), 6.594 (%) ve 4.882 (%) ve % değişim ortalamaları bakıldığından 50% sulamada -3.56 ve 25% sulamada -26.16 olarak belirlenmiştir. Farklı AgNPs ve kuraklık stresi uygulamalarının domates genotipin Ec değerlerinin kendi kontrollerine göre etkilendiği Tablo 8’de verilmektedir. Buna göre ortalama değerlere bakıldığında, 50% sulama uygulamasında Ec değerleri kendi kontrollerine göre ortalama -3.56% azalmaktadır. 25% sulama uygulamasında Ec değerlerinin ortalaması olarak -26.16% azaldığı görülmektedir (Tablo 8). Tablo 8’deki verilere bakıldığında kuraklık stresindeki ortalama Ec değerlerinin AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada 7.48 (%) ve AgNPs 25 mg l<sup>-1</sup> +25% sulamada 5.64 (%) değerleri

bakımından en yüksek Ec değerlerine ulaşmıştır. Ayrıca her iki uygulamada en düşük değer ise AgNPs 100 mg l<sup>-1</sup> +50% sulamada 5.45 (%) ve AgNPs 100 mg l<sup>-1</sup> +25% sulamada 3,68 (%) değerlerine ulaşmıştır.

**Tablo 7.** Domates genotipinin farklı doz AgNPS ve farklı kuraklık stresine ait incelenen meyve suyunda ph değerleri ve kontrole göre % değişim

Uygulama	100% Sulama	50% Sulama	25% Sulama	50% % değişim	25% % değişim
Kontrol	4.52 b	4.37 ab	4.11 c	-3.32	-5.95
25 mg l <sup>-1</sup>	4.64 a	4.42 a	4.32 a	-4.74	-2.26
50 mg l <sup>-1</sup>	4.67 a	4.43 a	4.23 b	-5.14	-4.51
75 mg l <sup>-1</sup>	4.53 b	4.31 b	4.12 c	-4.86	-4.41
100 mg l <sup>-1</sup>	4.55 b	4.31 b	4.14 c	-5.27	-3.94
Ortalama	4.58	4.37	4.18	-4.67	-4.22
LSD <sub>0,05</sub>	0.062	0.070	0.032	-	-

**Tablo 8.** Domates genotipinin farklı doz AgNPS ve farklı kuraklık stresine ait incelenen meyve suyunda Ec değerleri ve kontrole göre % değişim

Uygulama	100% Sulama	50% Sulama	25% Sulama	50% % değişim	25% % değişim
Kontrol	4.37 e	4.47 d	4.69 a	2.29	4.92
25 mg l <sup>-1</sup>	4.36 d	4,39 c	4,50 b	0.69	2.51
50 mg l <sup>-1</sup>	4.37 c	4.41 c	4,47 b	0.92	1.36
75 mg l <sup>-1</sup>	4.41 b	4.46 b	4.72 a	1.13	5.83
100 mg l <sup>-1</sup>	4.54 a	4.67 a	4.73 a	2.86	1.28
Ortalama	4.41	4.48	4,622	1.58	3.18
LSD <sub>0,05</sub>	0.0090	0.026	0.077	-	-

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; elde edilen verilere göre, denemede kullanılan farklı AgNPs ve farklı kuraklık stresin domates genotipinde analizler ve ölçümler arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar görülmüştür. Çalışma sonucunda elde edilen veriler ve tolerans düzeyleri belirlenen uygulamalar özellikle bundan sonra gerçekleştirilecek çalışmalar için bir ışık değerini içermektedir. İklim değişikliğinin beraberinde getirdiği kuraklık stresi özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerdeki tarımsal üretimi sınırlandıran en önemli stres faktörleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada yer alan AgNPs 50 mg l<sup>-1</sup> genele olarak çalışmamızda ve kuraklık

stresi karşı önemli rollerini oynamıştır. Buna göre gelecekte kurak ve yarı kurak bölgelerde  $\text{mg}^{-1}$  dozlarında kullanılarak verim ve kalitede etki yapacaktır. Denemede AgNPs  $100 \text{ mg}^{-1}$  dozundaki uygulamalarında toksisite etki yapıldığını belirlenmiştir.

**Teşekkür:** 2019.FNAP.13.01.01 Numaralı projenin finansal destekleri için Şırnak Üniversitesi'ne teşekkür ederiz.

## KAYNAKÇA

- Akhoundnejad, Y., Daşgan, H.Y., Aydoğner, Çöban G., Bol, A., Ünlü, M. (2012). Kuraklığa tolerant bazı domates genotiplerinin arazi performanslarının belirlenmesi. 9. Ulusal Sebze Sempozyumu. 433-437.
- Anonim, (2008). Food Safety Authority of Ireland, Relevance for Food Safety of Applications of Nanotechnology, In the Food and Feed Industry, <http://www.fsai.ie/publications/reports/>.
- Anonim, 2021. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. *Tarım Ürünleri Piyasaları*, <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasalar%C4%B1/2021-Ocak%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Raporu/Domates,Ocak-2021,%20Tar%C4%B1m%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Piyasa%20Raporu.pdf>, Erişim Tarihi: 22.02.2021.
- Dhanda, S.S., & Sethi, G.S. (2002). Tolerance to drought stress among selected indian wheat cultivars. *Journal of Agricultural Science*, 139: 319–326.
- Gardea-Torresdey, J., Gomez, L.E., Peralta-Videa, JR., Parsons, J.G., Troiani, H., Jose-Yacamán, M. (2003). “Alfalfasprouts: a natural source for the synthesis of silver nanoparticles.” *Langmuir*, 19(4): 1357–1361.
- Kumari, M., Mukherjee, A., Chandrasekaran, N. (2009). Genotoxicity of silver nanoparticles in *Allium cepa*. *Science Total Environment*, 407, 5243- 5246.
- Latif, F., Ullah, F., Mehmood, S., Khatkhat, A., Khan, A.U., Khan, S., Husain, I. (2016). Effects of salicylic acid on growth and accumulation of phenolics in Zeamays L. under drought stress. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B—Soil & Plant Science*, 66(4): 325-332.
- Levitt, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses, Vol 1, *Academic Press*, New York.
- Levard, C., Hotze, E.M., Lowry, G.V., Brown, J.r., G.E. (2012). Environmental transformations of silver nanoparticles: impact on stability and toxicity. *Environmental Science & Technology*, 46(13): 6900-6914.
- Lee, W.M., Kwak, J.I., An, Y.J. (2012). Effect of silver nanoparticles in crop plants Phaseolus radiatus and Sorghumbi color: media effect on phytotoxicity. *Chemosphere*, 86: 491-499.
- Lima, ALS. Damatta, F.M., Pinheiro, H.A., Totola, M.R., Loureiro, M.E. (2002). “Photochemical Response and Oxidative stress in two clones of Coffea canephora under water deficit conditions”. *Environ, Exp, Bot*, 47: 239-247.
- Patane, C., Tringali, S., Sortino, O. (2011). Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Sci. Hort.* 129: 590–596.
- Qian, H., Peng, X., Han, X., Ren, J., Sun, L., Zhengwei, F. (2013). Comparison of the toxicity of silver nanoparticles and silver ions on the growth of terrestrial plant model Arabidopsis thaliana. *Journal of Environmental Science*, 25: 1947-1956.

- Rai, M., Yadav, A., Gade, A. (2009). Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials, *Biotechnol, Adv*, 27: 76–83
- Savithamma, N., Rao, M.L., Rukmini, K., Devi, P.S. (2011). “Antimicrobial activity of silver nanoparticles synthesized by using medicinal plants.” *International Journal of Chem Tech Research*, 3(3), 1394–1402.
- Solfanelli, C., Poggi, A., Loreti, E., Alpi, A., Perata, P. (2006). Sucrose Specific Induction of the anthocyanin biosynthetic pathway way in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 140(2), 637–646.
- Wild, A. (2003). Soils, land and food: managing the land during the twenty-first century. *Cambridge University Press*, Cambridge.
- Winkel-Shirley, B. (2002). Biosynthesis of flavonoids and effects of stress. *Current Opinion in Plant Biology*, 5(3), 218–223.