

## Kısıtlı Sulama Koşullarında Yetiştirilen Hıyarın Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Waterpad Polimer Uygulamasının Etkisi

Selçuk SÖYLEMEZ<sup>1\*</sup>, Şükrü ESİN<sup>2</sup>, Ayşe Yıldız PAKYÜREK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Baçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa

<sup>2</sup>Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, Şanlıurfa

\*Sorumlu Yazar: [ssoylomez@harran.edu.tr](mailto:ssoylomez@harran.edu.tr)

**Geliş Tarihi: 19.02.2020 Düzeltme Geliş Tarihi: 28.09.2020 Kabul Tarihi: 14.10.2020**

### Öz

Bu çalışma, perlit ve kokopit ortamlarında farklı sulama düzeylerinde (S1:%125, S2:%100 ve S3:%75) yetiştirilen hıyarın kök bölgesine uygulanan “waterpad” isimli ürünün verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Deneme, 2016 yılı sonbahar döneminde tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak gerçekleştirilmiştir. Deneme sonuçlarına göre sulama düzeylerinin azaltılması ile toplam verim, toplam meyve sayısı, ortalama meyve ağırlığı, kök, sürgün ve yaprak kuru ağırlıkları, bitki boyu, gövde çapı ve klorofil içeriğinin azaldığı ancak, SÇKM ve titre edilebilir asitlik miktarlarının ise arttığı saptanmıştır. Yapılan çalışma neticesinde S1 ve S2 sulama düzeyleri arasında verim ve meyve sayısı bakımından önemli bir farklılığın olmadığı ve aynı istatistiksel grup içerisinde yer aldıkları belirlenmiştir. Waterpad kullanımı ile incelenen özelliklerin genel olarak arttığı ancak bu artışların istatistiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Kokopit ortamında yetiştirilen bitkilerin gerek verim gerekse de bitki gelişimi açısından perlit ortamında yetiştirilenlere göre daha iyi olduğu saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Kokopit, perlit, *Cucumis sativus*, su stresi, sulama düzeyi, topraksız tarım

## The Effect of Waterpad Polymer Application on Yield and Some Quality Properties of Cucumber Under Restricted Irrigation Conditions

### Abstract

This study was carried out to the determine effect of waterpad on the yield and some quality characteristics of cucumber grown in perlite and cocopeat mediums at different irrigation levels (S1: 125%, S2: 100% and S3: 75%). The trial was carried out in the fall period of 2016 in 3 replicates according to the factorial trial pattern in random parcels. According to the results of the experiment, it was determined that by reducing of irrigation levels, total yield, total fruit number, average fruit weight, root, shoot and leaf dry weights, plant height, stem diameter and chlorophyll content decreased but the amount of total soluble solids (TSS) and titratable acidity increased. As a result of the study, it was determined that there was no significant difference between the S1 and S2 irrigation levels in terms of yield and fruit number and they were in the same statistical group. It has been determined that the features examined generally increased with use of waterpad, but these increases were statistically insignificant. It has been determined that the plants grown in the cocopeat medium have higher yield than those grown in the perlite medium and were better in terms of plant development.

**Key words:** Cocopeat, perlite, *Cucumis sativus*, water stress, irrigation level, soilless agriculture

### Giriş

Yetiştirilen sebze türlerinin çeşitliliği ve üretim miktarları açısından Türkiye, dünya ülkeleri

arasında önemli bir yere sahiptir. Türkiye, bölgesel olarak sahip olduğu farklı iklim özellikleri nedeniyle açıkta olduğu kadar örtü altında da yetiştiriciliğin yoğun olarak yapıldığı bir ülkedir (Şeniz ve ark.,

2005). Örtüaltı yetiştiriciliği, iklimin uygun olması nedeniyle özellikle sahil kuşağımızda yoğunlaşmıştır. Nitekim 2017 verilerine göre seralarımızın % 83.88'i ve toplam örtüaltı alanlarımızın % 83.76'sı Akdeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır (Anonim, 2018a). Hıyar, çoğunlukla seralarda üretilen önemli sebze türlerimizden biridir. Dünya hıyar üretimi 2018 yılı verilerine göre 75 219 440 ton olup, bu üretimin 1 848 273 tonu Türkiye'de gerçekleşmiştir (Anonim, 2018b). Hıyar bitkisinin kök sisteminin yüzlek olması (Fan ve ark., 2014; Alsaedi ve ark., 2019; Omotade ve Babalola, 2019) ve yaprak yüzeyinin geniş olması nedeniyle, su stresine karşı hassas olduğu düşünülmektedir

Bitkilerin büyümesini ve verimliliğini etkileyen başlıca sınırlayıcı faktörlerden biri kuraklıktır (Yazdani ve ark. 2007). Kuraklık stresi, bir dizi anatomik, morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal değişimler yoluyla bitki büyümesini farklı açılardan etkilemektedir (Du ve ark., 1998). Ayrıca, stomaların kapanmasına neden olan kuraklık, bitkilerin CO<sub>2</sub> alınımını ve karbon fiksasyonunu azaltmaktadır. Diğer taraftan, bitkilerin yapraklarında oksijen radikallerinin üretimine yol açarak bitkinin zarar görmesine neden olmaktadır (Islam ve ark., 2011). Ayrıca, kuraklık stresine maruz kalan bitkilerin klorofil içeriğinde de azalmalar meydana gelmektedir (Manivannan ve ark., 2008; Nazarlı ve Zardashti 2010; Jalilian ve Mohsennia, 2013). Küresel ısınma, iklim değişikliği ve su kaynaklarının azalması gibi faktörler günümüz dünyasının önemli sorunlarından. Söz konusu bu sorunların olumsuz etkisini en aza indirmek için bu faktörlere karşı çeşitli önlemlerin alınması gerekmektedir. Nitekim Örs ve Ekinci (2015), ilerleyen yıllarda su yoksunluğunun beklenildiğini ve bu dönemde ihtiyaç duyulan gıdanın temin edilebilmesi için kurağa dayanıklı çeşitlerin ıslah edilmesi, evaporasyonun azaltılması, sulama suyu etkinliğinin yükseltilmesi, kök bölgesindeki suyun daha uzun bir süre kullanılabilmesi için toprak neminin tutulumunu arttıran bazı toprak düzenleyicilerinin kullanılması ve benzeri konular üzerine yoğun bir şekilde çalışıldığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Karaca ve Bilgen (2018), toprak ve su kaynaklarının optimum biçimde kullanılarak su tasarrufu sağlayan yöntemlerin kullanılmasının yanı sıra, toprakta uzun süre nemin tutulmasını sağlayan yöntemlerin geliştirilmesinin, su kaynaklarının özenli ve sürdürülebilir kullanılması yönünden önem taşıdığını bildirmişlerdir. Bu bağlamda, su tutucu polimerler olarak adlandırılan süper absorbant polimerler (SAP) çok yüksek absorpsiyon ve şişebilme yetenekleri ile kendi ağırlıklarının yüzlerce katı kadar su tutabilmekte ve son yıllarda tarımın da

içinde yer aldığı birçok endüstri dalında kullanılmaktadır. SAP kullanımı, kuraklık stresinin etkisini azaltmada, bitki verimini arttırmada ve tarımsal üretimde kararlılığı sağlama gibi birçok önemli etkiye sahiptir (Khadem ve ark., 2010). Ayrıca, kurak ve yarı kurak bölgelerde hava kuruluşu stresini minimize etme yollarından birisi olarak, toprağa SAP uygulaması yapılabilir (Shekari ve ark., 2015). Pouresmail ve ark. (2013), SAP uygulaması ile daha fazla kullanılabilir su sağlanarak toprağın su tutma kapasitesinin korunabileceğini, böylece su stresi şartlarında verim ve bitki büyümesinin yanı sıra yaprak oransal su kapsamının da arttırılabileceğini ifade etmişlerdir. Dünyadaki toplam su tüketiminin % 70'inin sulama amaçlı kullanıldığı (Kodal ve ark., 2015) göz önüne alındığında, özellikle kurak bölgelerdeki su kaynaklarının etkili bir şekilde kullanılması gerektiği daha da önem arz etmektedir. Su kaynaklarının korunması sadece tarımla uğraşanların değil, toplumun tamamı tarafından sahiplenilmesi zorunlu olan bir gerçektir.

Bu çalışma, farklı sulama düzeyleri uygulanarak perlit ve kokopit ortamında yetiştirilen hıyarın kök bölgesine yerleştirilen waterpadin (su tutucu pad), verim ve bazı kalite özelliklerine etkisini araştırmak amacıyla yürütülmüştür.

## **Materyal ve Metot**

### **Materyal**

Çalışma, Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eyyübiye yerleşkesinde bulunan 3000 m<sup>2</sup> alana sahip polikarbon örtülü Ar-Ge serasında, yürütülmüştür. Deneme, 2016 yılı sonbahar döneminde topraksız tarımın açık besleme sisteminde yürütülmüş olup, ortam olarak perlit ve kokopit, bitkisel materyal olarak Gordion F<sub>1</sub> hıyar çeşidi kullanılmıştır. Serada, deneme süresince bitkileri dondan korumak amacıyla sadece donlu günlerde ısıtma yapılmıştır.

### **Metot**

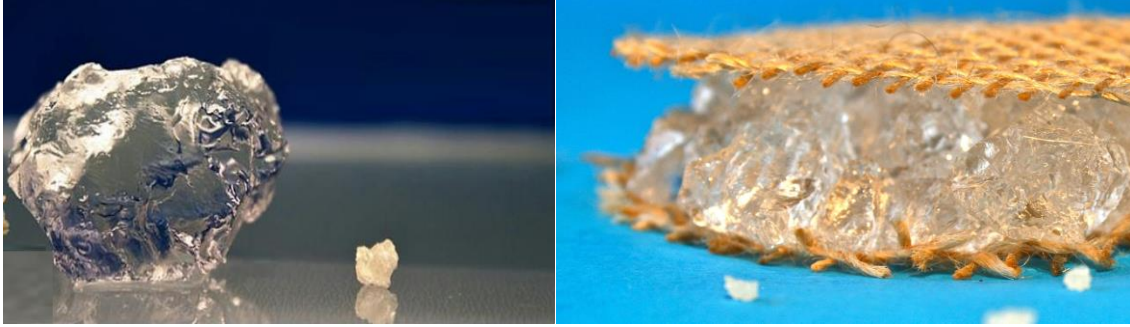
Bu çalışma, perlit ve kokopit ortamlarında, farklı sulama düzeylerinin ve waterpad kullanımının hıyarının verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Waterpad: Polimerlerin kağıt ve jüt arasına pad ya da sandviç şekline getirilerek oluşturulan, kullanıma hazır ticari bir üründür (Şekil 1). Bu ürün, dikimden önce saksıların taban alanına yerleştirilerek uygulanmıştır.

### **Denemenin kurulması**

Deneme, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak kurulmuş ve her yinelemede 4 bitki kullanılmıştır.

Fide firmasından temin edilen Gordion F<sub>1</sub> çeşidine ait fideler, 10.09.2016 tarihinde 135x25 cm sıra arası ve sıra üzeri mesafelerde ve her slaba 4 bitki olacak şekilde perlit ve kokopit ortamlarına dikilmiştir ve 27.12.2016 tarihinde hasada son verilmiştir. Perlit ortamında; perlitler 20x20x100 cm ebatlarındaki dışı beyaz, içi siyah renkte olan

growbag'lerin içerisine doldurularak hazırlanmıştır. Kokopit uygulamasında ise; 15x20x100 cm ebatlarındaki kokopit slablar kullanılmıştır. Waterpadler growbaglerin ve slabların alt kısımlarına dikimden önce yerleştirilmiş ve sulanarak tarla kapasitesine getirilmiştir.



Şekil 1. Su alarak şişmiş bir polimer (A), waterpad:iki jüt arasına yerleştirilmiş polimerler (B).

### Besin solüsyonu

Denemede, Gül (2012) tarafından önerilen besin solüsyonu kullanılmıştır. Denemede kullanılan besin solüsyonunun elektriksel iletkenliği (EC) 2.25 dS m<sup>-1</sup>e ve pH'sı ise nitrik asit ile 5.8-6.5'e ayarlanmıştır. Dikimden sonra, tüm bitkilere 10 gün boyunca eşit sulama işlemleri uygulanmış, 11. gün farklı sulama düzeyleri uygulamasına geçilmiş ve deneme bitirilinceye kadar günlük olarak devam edilmiştir.

Topraksız yetiştiricilikte sulama suyu ile birlikte ortama sürekli olarak belirli düzeyde besin solüsyonu verildiğinden dolayı kök ortamında tuz birikimi meydana gelebilmektedir. Bu birikimin önüne geçebilmek için verilen sulama suyunun bir kısmının drene edilmesi istenmektedir. Böylece kök bölgesindeki tuz yıkanarak, ortamdaki uzaklaştırılmaktadır. Sulama suyu kalitesine göre drene edilmesi gereken drenaj miktarı değişebilmektedir. Cuervo ve ark. (2012) topraksız yetiştiricilikte bitkilere uygulanan besin solüsyonunun % 30'unun drene edilmesi gerektiğini bildirmiştir. Bu nedenle çalışmamızda sulama düzeylerini belirlerken Cuervo ve ark.'nın önerisi dikkate alınarak S1 konusu için sulama suyu miktarı belirlenirken, verilen suyun %25'i drene olacak kadar sulama yapılmıştır. Kısıtlı sulamalarda ise S1 konusuna uygulanan sulama suyu miktarının 0.75 ve 0.50 katsayıları ile çarpılması ile elde edilen değerler, sırasıyla S2 ve S3 sulama konularına uygulanmıştır.

Stok A ve Stok B solüsyonlardan alınıp depolar içerisinde seyreltilerek hazırlanan besin solüsyonlarının EC ve pH ayarlaması yapıldıktan sonra bitkilere uygulanmıştır. Santrifüj pompa yardımı ile alınan besin solüsyonu, filtre ve sayaçtan geçirildikten sonra 16'lık lateral borular

üzerine takılan basınç ayarlı damlatıcılar ile her bitkiye bir damlatıcı olacak şekilde çok çıkışlı damla sulama yöntemi ile bitki kök bölgesine uygulanmıştır. Sulamalar, hava sıcaklığına bağlı olarak günde 1-2 kez yapılmıştır.

### Bitkilerin yetiştirilmesi ve kültürel işlemler

Dikimden sonra deneme materyalinde oluşan tüm koltuk sürgünleri ve yaşlı yapraklar budanarak bitkiden uzaklaştırılmış ve bitkiler tek gövdeli olarak yetiştirilmiştir. Tüm uygulamalarda vegetatif bitki gelişimini belirlemek amacıyla budama artıkları toplanmış, kese kağıtları içerisinde etüvde kurutularak, kuru ağırlıkları alınmış ve bitki kuru ağırlığına dahil edilmiştir. Gerekli görüldüğü durumlarda hastalık ve zararlılara karşı pestisit uygulaması yapılmıştır.

### Analizler

Meyvelerdeki analizler Cemeroglu (1992)'na göre yapılmıştır. Meyveler, blender kullanılarak parçalanmış ve meyve suları çıkarılmıştır. El refraktometresi üzerine meyve suyundan birkaç damla damlatılarak okunmuş ve meyvedeki ŞÇKM miktarı brix olarak belirlenmiştir. Ayrıca, meyve suyundan 10 ml alınıp erlenmayere konularak, üzerine 90 ml saf su ilave edilmiş ve fenolftaleyn indikatörlüğünde 0.1 N'lik sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilerek harcanan NaOH miktarına göre, titre edilebilir asitlik miktarı sitrik asit cinsinden aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

Asitlik=(NaOH faktörü x harcanan NaOH miktarı x 0.006404 x 100)/(titre edilen örneğin gerçek miktarı)

Vitamin C miktarını belirlemek amacıyla meyveler %2'lik oksalik asit içerisinde blender ile parçalanmış ve elde edilen ezmeden alınan örnek, 2.6. diklorofenolindofenol indikatörlüğünde titrimetrik yöntem ile belirlenmiştir. Yaprak klorofil içeriği ise %80'lik aseton ile homojenize edilerek, spektrofotometrik metotla aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmiştir (Lichtenhaler ve Wellburn, 1983).

Toplam klorofil =  $A_{652} \times 27.8 \times 20 / \text{mg}$  olarak hesaplanmıştır.

### Verilerin değerlendirilmesi

Araştırma, tesadüf parsellerinde faktöriyel deneme desenine göre 3 yinelemeli olarak yürütülmüş ve her bir ortam kendi içinde değerlendirilmiştir. Verilerin istatistiksel analizi TARİST istatistik paket programı kullanılarak yapılmıştır. Grup ortalamalarının karşılaştırmasında LSD testi uygulanmıştır.

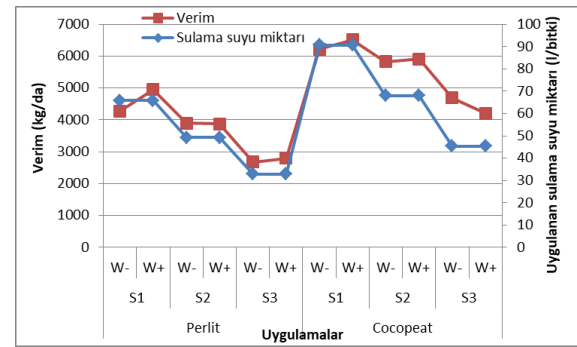
### Araştırma Bulguları ve Tartışma

Farklı sulama düzeylerinde, perlit ve kokopit ortamında yetiştirilen hıyarlarda waterpad kullanımının verim ve incelenen diğer özellikler üzerine etkisi ile ilgili sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

#### Toplam verim

Sulama düzeylerinin toplam verim üzerine etkisi istatistiksel olarak ( $p < 0.01$ ) önemli bulunmuş olup, sulama düzeylerinin azalması ile her iki ortamda da toplam verim azalma göstermiş, ancak S1 ve S2 sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 1). Sulama düzeyinin S1'den S3'e düşürülmesi ile toplam verimin perlit ortamında %40.66, kokopit ortamında ise %30.08 oranlarında azalma gösterdiği belirlenmiştir. Her iki ortamda da waterpad kullanımının toplam verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Ancak, perlit ortamında waterpad kullanımı ile toplam verimde %7.03 oranında bir artış meydana gelmiştir. Kullanılan ortamlar karşılaştırıldığında, kokopit ortamındaki toplam verimin, perlit ortamındakine göre %48.39 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kokopit ortamındaki bitkilerin tüm bitkisel özellikleri daha iyi geliştiğinden dolayı, daha fazla fotosentez yapmış ve bu nedenle bu ortamdaki verim daha yüksek bulunmuştur. Perlit ve kokopit ortamlarında en yüksek hıyar verimleri S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamalardan elde edilmiştir. Sulama suyuna göre verimdeki değişim Şekil 2'de verilmiştir. Sonuçlarımız ile benzer olarak, birçok araştırmacı da sulama düzeylerinin

azalması ile verimin azaldığını ifade etmişlerdir. Örneğin, Arshad (2017), gereğinden fazla ya da az su uygulamasının ürün verimini düşürdüğünü bildirmiştir. Benzer şekilde Bozkurt ve Sayılıkan Mansuroğlu (2017) ile Omotade ve Babalola (2019) hıyarda yaptıkları çalışmalarda, sulama düzeylerindeki artış ile verimin belirli bir seviyeye kadar arttığını, sulama düzeyinin daha fazla yükseltilmesi ile verimin azaldığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan, Pakyürek ve ark. (2001) kavunda; Pakyürek ve Söylemez (2004) başsalatada; Şimşek ve ark. (2005), Kaman ve ark. (2017) ve Karaca Bilgen ve ark. (2018) ise hıyarda yaptıkları çalışmalarda sulama düzeylerinin azalması ile verimin azaldığını bildirmişlerdir. Gholamhoseini ve ark. (2018) ise hıyarda zeolit + hidrojel uygulamasının, birim suya karşılık meyve verimini artırdığını bildirmişlerdir.



Şekil 2. Sulama suyuna göre verimdeki değişim

#### Meyve sayısı

Sulama düzeylerinin meyve sayısı üzerine etkisi önemli ( $p < 0.01$ ) bulunmuş olup, sulama düzeylerinin azalması ile her iki ortamda da meyve sayısı azalma göstermiş, S1 ve S2 sulama düzeyleri arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır (Çizelge 1). Sulama düzeyinin S1'den S3'e düşürülmesi ile meyve sayısının perlit ortamında %33.92, kokopit ortamında ise %22.49 oranlarında azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Her iki ortamda da waterpad kullanımının meyve sayısı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur. Kokopit ve perlit ortamları karşılaştırıldığında, kokopit ortamındaki toplam meyve sayısının, perlit ortamındaki göre %46.64 oranında daha yüksek olduğu saptanmıştır. Kokopit ortamındaki meyve sayısının daha yüksek olmasının nedeni, bu ortamdaki bitkilerin daha iyi gelişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Perlit ve kokopit ortamlarında en yüksek meyve sayıları S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamalardan elde edilmiştir. Sezen ve ark. (2006) biberde, Bozkurt ve Sayılıkan Mansuroğlu (2017) ile Najarian ve ark. (2018) hıyarda yaptıkları çalışmalarda sulama düzeyinin azalması ile meyve sayısının

azalma gösterdiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılarının sonuçları çalışmamızın bulgularını desteklemektedir.

#### Meyve çapı

Her iki ortamda da sulama düzeylerinin, waterpad kullanımının, sulama düzeyi\*waterpad interaksyonunun ve kullanılan ortamların meyve çapı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Her iki ortamda da en yüksek meyve çapı S2 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan elde edilmiştir. Şimşek ve ark. (2005) hıyarda sulama düzeylerinin meyve çapı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını bildirirken, Sezer ve ark. (2006) biberde yaptıkları çalışmada sulama düzeylerinin azalması ile meyve çaplarının azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmamızın sonuçları, Şimşek ve ark. (2005) ile uyum içinde; Sezer ve ark. (2006) ile çelişmektedir. Bu durum, kullanılan türlerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

#### Meyve uzunluğu

Sulama düzeylerinin azalması ile meyve uzunluğu da azalma göstermiştir. Ancak, bu azalma kokopit ortamında önemli bulunurken, perlit ortamında ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Her iki ortamda da waterpad kullanımının, sulama düzeyi\*waterpad interaksyonunun ve ortamların, meyve uzunluğu üzerine etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir. Perlit ve kokopit ortamlarında en yüksek meyve uzunlukları, S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamalardan, elde edilmiştir. Sezer ve ark. (2006) biberde, Najarian ve ark. (2018) ise hıyarda yaptıkları çalışmada sulama düzeylerinin azalması ile meyve uzunluğunun azaldığını rapor etmişlerdir. Diğer taraftan Şimşek ve ark. (2005) ise sulama düzeylerinin meyve uzunluğu üzerine etkisinin olmadığını bildirmişlerdir.

**Çizelge 1.** Hıyarın verim, meyve sayısı, meyve çapı, meyve uzunluğu ve meyve ağırlığı üzerine ortam, sulama düzeyi ve waterpad uygulamalarının etkileri.

		Toplam verim (kg da <sup>-1</sup> )	Toplam meyve sayısı (adet m <sup>-2</sup> )	Meyve çapı (mm)	Meyve uzunluğu (cm)	Meyve ağırlığı (g meyve <sup>-1</sup> )	
Perlit	S1	W-	4278.91	48.15	31.39	15.18	90.84
		W+	4949.68	52.35	31.72	14.54	90.61
	S2	W-	3899.55	44.69	31.99	14.32	91.56
		W+	3875.34	42.47	31.46	14.66	92.26
	S3	W-	2679.80	34.07	31.19	14.86	87.63
		W+	2796.30	32.35	31.86	14.23	83.48
		LSD	öd	öd	öd	öd	öd
	Sulama düzeyi	S1	4614.29 a	50.25 a	31.55	14.86	90.72
		S2	3887.45 a	43.58 a	31.72	14.49	91.91
		S3	2738.05 b	33.21 b	31.53	14.55	85.56
		LSD	747.085**	7.251**	öd	öd	öd
	Waterpad	W-	3619.42	42.30	31.52	14.79	90.01
		W+	3873.77	42.39	31.68	14.48	88.78
		LSD	öd	öd	öd	öd	öd
Kokopit	S1	W-	6217.55	67.16	32.47	15.31	104.26
		W+	6507.55	69.88	32.88	15.04	101.15
	S2	W-	5830.85	63.21	33.37	14.46	97.63
		W+	5905.67	66.17	32.83	14.69	99.34
	S3	W-	4686.66	54.07	32.03	14.06	89.18
		W+	4210.10	52.10	32.88	14.01	93.93
		LSD	öd	öd	öd	öd	öd
	Sulama düzeyi	S1	6362.55 a	68.52 a	32.68	15.18 a	102.71
		S2	5868.26 a	64.69 a	33.10	14.57 ab	98.48
		S3	4448.38 b	53.09 b	32.46	14.04 b	91.55
		LSD	840.074**	0.722**	öd	0.760**	öd
	Waterpad	W-	5578.36	61.48	32.62	14.61	97.02
		W+	5541.10	62.72	32.87	14.58	98.14
		LSD	öd	öd	öd	öd	öd
Perlit		3746.60	42.35	31.60	14.63	89.40	
Kokopit		5559.73	62.10	32.74	14.60	97.58	
	LSD	923.310**	7.130**	1.057*	öd	4.792**	

\*: 0.01<p<0.05; \*\*: p<0.01; öd: p>0.05

### **Meyve ağırlığı**

Her iki ortamda da sulama düzeylerinin, waterpad kullanımının ve sulama düzeyi\*waterpad interaksiyonunun meyve ağırlığı üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 1). Ortamların meyve ağırlığı üzerine etkisi ise önemli bulunmuş olup, meyve ağırlığı kokopit ortamında %9.15 oranda artış göstermiştir. Perlit ortamında en yüksek meyve ağırlığı S2 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamadan, kokopit ortamında ise en yüksek meyve ağırlığı S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan elde edilmiştir. Bozkurt ve Sayılıkan Mansuroğlu (2017) belirli bir noktaya kadar sulama düzeylerinin arttırılması ile meyve ağırlığının arttığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde biberde ve hıyarda yapılan çalışmalarda da sulama düzeylerinin azalması ile meyve ağırlığının azaldığı bildirilmiştir (Sezen ve ark., 2006; Najarian ve ark., 2018). Bizim yaptığımız çalışmada da sulama düzeylerinin azalması ile meyve ağırlığı azalmış, ancak bu azalma önemsiz bulunmuştur.

### **Vitamin C**

Her iki ortamda da sulama düzeylerinin azalması ile vitamin C miktarları azalmış, ancak bu azalma sadece kokopit ortamında önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Sulama düzeyinin S1’den S3’e düşürülmesi ile vitamin C miktarının perlit ortamında %10.43 ve kokopit ortamında %11.40 oranında azaldığı belirlenmiştir. Waterpad kullanımının meyvedeki vitamin C miktarı üzerine etkisinin perlit ortamında önemsiz, kokopit ortamında ise önemli olduğu tespit edilmiştir. Perlit ortamında yetiştirilen bitkilerin meyvelerindeki vitamin C miktarlarının kokopit ortamdakilere göre bir miktar daha yüksek olduğu saptanmıştır. Perlit ortamında, en yüksek vitamin C miktarı S2 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan, kokopit ortamında ise S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan elde edilmiştir.

### **Suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM)**

Her iki ortamda da sulama düzeylerinin azalması ile ters orantılı olarak SÇKM miktarlarının arttığı, ancak bu artışın önemsiz olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Sulama düzeyinin S1’den S3’e düşürülmesi ile SÇKM miktarının perlit ortamında %3.70, kokopit ortamında ise %4.02 oranlarında arttığı saptanmıştır. Her iki ortamda da waterpad kullanımının meyvedeki SÇKM miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Perlit ortamında yetiştirilen bitkilerin meyvelerindeki SÇKM miktarlarının kokopit ortamdakilere göre bir miktar daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Perlit ortamında en yüksek

SÇKM miktarı S3 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamadan, kokopit ortamında ise S3 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan ölçülmüştür. Şimşek ve ark. (2005) ile Najarian ve ark. (2018) hıyarda yaptıkları çalışmalarda sulama düzeylerinin azalması ile SÇKM miktarının arttığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Sayyari ve Ghanbari (2012), biberde SAP düzeylerinin artmasıyla SÇKM miktarının azaldığını ifade etmişlerdir.

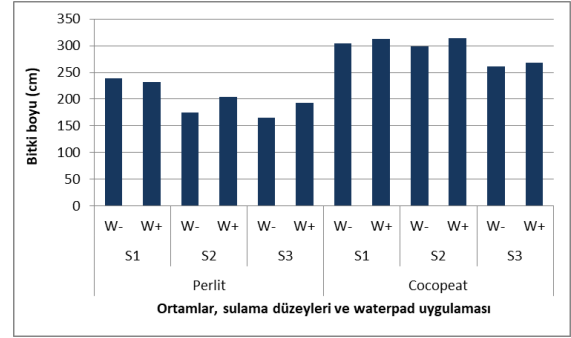
### **Titre edilebilir asitlik**

Titre edilebilir asit miktarı sitrik asit cinsinden hesaplanmıştır. Her iki ortamda da sulama düzeylerinin azalması ile titre edilebilir asit miktarlarının önemsiz bir oranda arttığı görülmüştür (Çizelge 2). Sulama düzeyinin S1’den S3’e düşürülmesi ile titre edilebilir asit miktarının, perlit ortamında %4.07, kokopit ortamında ise %8.33 oranlarında arttığı belirlenmiştir. Her iki ortamda da waterpad kullanımının titre edilebilir asit miktarı üzerine etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Perlit ortamında yetiştirilen bitkilerin titre edilebilir asit miktarının kokopit ortamdakilere göre önemsiz bir şekilde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Perlit ortamında en yüksek titre edilebilir asit miktarı S3 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan, kokopit ortamında ise S2 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamadan elde edilmiştir.

### **Bitki boyu**

Her iki ortamda da sulama düzeylerinin azalması ile bitki boylarının azaldığı belirlenmiştir. Sulama düzeylerinin S1’den S3’e düşürülmesi ile bitki boyunun, perlit ortamında %24.07, kokopit ortamında ise %14.12 oranlarında azalma gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 3). Waterpad kullanımının bitki boyu üzerine etkisi perlit ortamında önemli bulunurken, kokopit ortamında önemsiz bulunmuştur. Kokopit ortamında waterpad kullanımının bitki boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş olsa da waterpad kullanılan uygulamalardan daha yüksek değerler elde edilmiştir. Waterpad kullanımı ile bitki boyu değerlerinin perlit ortamında %8.90, kokopit ortamında ise %3.48 oranlarında artışa neden olduğu saptanmıştır. Ortamlar karşılaştırıldığında kokopit ortamdaki bitki boylarının perlit ortamdakilere %45.56 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Sulama düzeyi\*waterpad interaksiyonunun bitki boyuna etkisi perlit ortamında önemli, kokopit ortamında ise önemsiz bulunmuştur. Perlit ortamında en yüksek bitki boyu S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan elde edilirken, kokopit ortamında ise S2 sulama

düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamadan elde edilmiştir (Şekil 3.). Najarian ve ark. (2018) ile Alsaedi ve ark. (2019), hıyarda yaptıkları çalışmalarda sulama düzeylerinin azalması ile bitki boylarının azaldığını rapor etmişlerdir. Benzer şekilde Jalilian ve Mohsennia (2013), sulama düzeyinin artmasıyla arpada bitki boyu değerlerinin arttığını, ancak %40, %60 ve % 80 su düzeyleri arasında önemli bir farklılığın olmadığını ifade etmişlerdir. Diğer taraftan, Yazdani ve ark. (2007) soya fasulyesinde yaptıkları çalışmada, bitki boylarının polimer dozlarından etkilendiğini ifade etmişlerdir. Sonuçlarımızın belirtilen literatürler ile uyum içerisinde olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Uygulamaların bitki boyu üzerine etkisi

Çizelge 2. Farklı ortamlar, sulama düzeyleri ve waterpad uygulamalarının hıyarın Vitamin C, SÇKM ve titre edilebilir asitlik üzerine etkileri.

		Vitamin C (mg 100g <sup>-1</sup> taze meyve)	SÇKM (Brix)	Titre edilebilir asitlik (sitrik asit) (g 100 ml <sup>-1</sup> )	
Perlit	S1	W-	12.36	3.75	0.120
		W+	13.52	3.80	0.127
	S2	W-	13.74	3.75	0.127
		W+	11.48	3.90	0.123
	S3	W-	11.23	3.90	0.130
		W+	11.94	3.93	0.127
	LSD		öd	öd	öd
	Sulama düzeyi	S1	12.94	3.78	0.123
		S2	12.61	3.83	0.125
		S3	11.59	3.92	0.128
		LSD	öd	öd	öd
	Waterpad	W-	12.44	3.80	0.126
W+		12.31	3.88	0.126	
LSD		öd	öd	öd	
Kokopit	S1	W-	13.68 a	3.75	0.120
		W+	11.24 b	3.70	0.120
	S2	W-	11.22 b	3.70	0.127
		W+	11.06 b	3.80	0.140
	S3	W-	11.04 b	3.90	0.130
		W+	11.05 b	3.87	0.130
	LSD		1.456**	öd	öd
	Sulama düzeyi	S1	12.46 a	3.73	0.120
		S2	11.14 b	3.75	0.133
		S3	11.04 b	3.88	0.130
		LSD	1.029**	öd	0.009*
	Waterpad	W-	11.98 a	3.78	0.126
W+		11.12 b	3.79	0.130	
LSD		0.841**	öd	öd	
Perlit		12.38	3.84	0.126	
Kokopit		11.55	3.79	0.128	
LSD		öd	öd	öd	

\*: 0.01<p<0.05; \*\*: p<0.01; öd: p>0.05

#### Gövde çapı

Sulama düzeylerinin azalması ile gövde çapı değerleri önemli oranda azalma göstermiştir (Çizelge 3). Sulama düzeylerinin S1'den S3'e düşürülmesi ile perlit ortamındaki gövde çapının

%7.87, kokopit ortamındaki gövde çapının ise %8.61 oranlarında azalma gösterdiği saptanmıştır. Waterpad kullanımının gövde çapı üzerine etkisi perlit ortamında önemli, kokopit ortamında ise önemsiz bulunmuştur. Waterpad kullanımı ile



gövde çapı değerleri perlit ortamında %5.65, kokopit ortamında ise %1.17 oranında artışa neden olmuştur. Ortamlar karşılaştırıldığında kokopit ortamındaki değerlerin (%20.47), perlit ortamındaki değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür. Sulama düzeyi\*waterpad interaksyonunun, gövde çapı üzerine etkisi perlit ortamında önemli, kokopit ortamında ise önemsiz olmuştur. Perlit ortamında en yüksek gövde çapı S2 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan

uygulamadan, kokopit ortamında ise S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamadan elde edilmiştir. Nazarli ve Zardashti (2010) ayçiçeğinde, Söylemez ve ark. (2020) patlıcanda yaptıkları çalışmada sulama düzeylerinin azalması ile gövde çapının azaldığını, öte yandan Sayyari ve Ghanbari (2012) ise biberde yaptığı çalışmada SAP dozlarındaki artış ile gövde çapının artış gösterdiğini belirtmişlerdir.

**Çizelge 3.** Farklı ortamlar, sulama düzeyleri ve waterpad uygulamalarının hıyarın bitki boyu, sürgün çapı, kök, sürgün ve yaprak kuru ağırlığı üzerine etkileri.

		Bitki Boyu (cm)	Gövde çapı (mm)	Kök kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Sürgün kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Yaprak kuru ağırlığı (g bitki <sup>-1</sup> )	Klorofil içeriği (mg g <sup>-1</sup> )	
Perlit	S1	W-	239.00 a	9.12 ab	0.53	8.96 a	44.71	1.19 a
		W+	232.58 a	8.66 ac	0.52	8.64 a	45.90	1.06 ab
	S2	W-	174.25 b	9.42 a	0.38	6.44 b	31.23	1.08 a
		W+	204.58 b	8.02 c	0.54	6.99 b	41.74	1.18 a
	S3	W-	165.25 c	8.01 c	0.43	5.04 c	25.64	0.83 c
		W+	192.83 c	8.36 bc	0.48	6.46 b	29.53	0.93 b
		LSD	16.836*	0.997**	öd	0.896*	öd	0.145**
	Sulama düzeyi	S1	235.79 a	8.89 a	0.53	8.80 a	45.31 a	1.12 a
		S2	189.42 b	8.72 a	0.46	6.71 b	36.49 b	1.13 a
		S3	179.04 b	8.19 b	0.46	5.75 c	27.58 c	0.88 b
		LSD	16.774**	0.496*	öd	0.900**	5.929**	0.102**
	Waterpad	W-	192.83 b	8.85 a	0.45	6.81 b	33.86 b	1.03
		W+	210.00 a	8.35 b	0.51	7.36 a	39.06 a	1.06
		LSD	13.696**	0.405*	öd	0.517*	4.841**	öd
Kokopit	S1	W-	304.22	10.34	1.06	13.90	61.29	1.23
		W+	312.25	11.25	1.55	15.90	71.73	1.26
	S2	W-	299.33	10.52	1.09	13.16	60.45	1.37
		W+	313.83	10.32	1.05	13.72	67.94	1.48
	S3	W-	260.92	10.03	0.65	10.91	51.20	1.14
		W+	268.50	9.71	0.99	11.18	53.40	1.12
		LSD	öd	öd	öd	öd	öd	öd
	Sulama düzeyi	S1	308.24 a	10.80 a	1.31 a	14.90 a	66.51 a	1.25 ab
		S2	306.58 a	10.42 ab	1.07 ab	13.44 a	64.20 a	1.43 a
		S3	264.71 b	9.87 b	0.82 b	11.04 b	52.30 b	1.13 b
		LSD	30.257**	0.759**	0.375**	1.759**	9.188**	0.193**
	Waterpad	W-	288.16	10.30	0.93 b	12.66	57.65 b	1.25
		W+	298.19	10.42	1.20 a	13.60	64.36 a	1.29
		LSD	öd	öd	0.215*	öd	5.277*	öd
Perlit		201.42	8.60	0.48	7.09	36.46	1.04	
Kokopit		293.18	10.36	1.07	13.13	61.00	1.27	
	LSD	36.405**	0.927**	0.450**	0.951**	6.578**	0.146*	

\*: 0.01<p<0.05; \*\*: p<0.01; öd: p>0.05

#### **Kök kuru ağırlığı**

Sulama düzeylerinin kök kuru ağırlığı üzerine etkisi kokopit ortamında önemli, perlit ortamında ise önemsiz bulunmuştur (Çizelge 3). Sulama düzeyinin S1'den S3'e düşürülmesi ile kök kuru ağırlığının perlit ortamında %13.21, kokopit

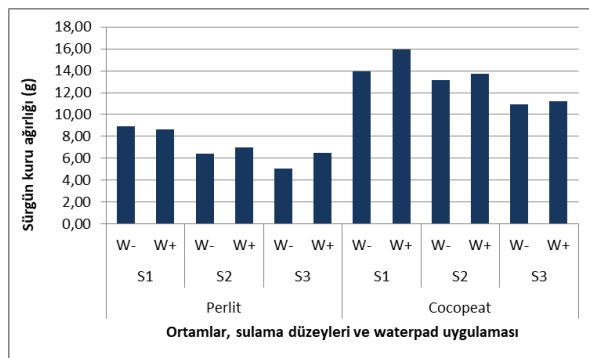
ortamında ise %37.40 oranlarında azalma gösterdiği belirlenmiştir. Her iki ortamda da waterpad kullanımı ile kök kuru ağırlıklarının arttığı, ancak bu artışın perlit ortamında önemsiz, kokopit ortamında ise önemli olduğu saptanmıştır. Waterpad kullanımı ile kök kuru ağırlığının, perlit



ortamında %13.33, kokopit ortamında ise %29.03 oranında artış gösterdiği tespit edilmiştir. Her iki ortamda da sulama düzeyi\*waterpad interaksiyonunun kök kuru ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğu, belirlenmiştir. Li ve ark. (2019) hiyarda; Jalilian ve Mohsennia (2013) ise arpada yaptıkları çalışmada SAP uygulaması ile kök kuru ağırlığının arttığı bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Al-Harbi ve ark. (1999), hiyarda yaptıkları çalışmada polimer dozlarındaki artışa bağlı olarak kök kuru ağırlığının arttığını ifade etmişlerdir.

#### Sürgün kuru ağırlığı

Kısıtlı sulama uygulamasında, sulama düzeyinin azalması ile sürgün kuru ağırlığının azaldığı belirlenmiştir (Çizelge 3). Sulama düzeyinin S1'den S3'e düşürülmesi ile perlit ortamında sürgün kuru ağırlığının %34.66, kokopit ortamında ise %25.91 oranlarında azalma gösterdiği saptanmıştır (Şekil 4). Sürgün kuru ağırlığı, waterpad uygulaması ile perlit ortamında %8.08 önemli bir oranda artış gösterirken, kokopit ortamındaki artışın ise (%7.42) önemsiz olduğu belirlenmiştir. Kullanılan ortamların sürgün kuru ağırlığına etkisi önemli bulunmuş olup, kokopit ortamındaki sürgün kuru ağırlığının, perlitte göre %122.92 oranında daha yüksek olduğu bulunmuştur. Sulama düzeyi\*waterpad interaksiyonu, sürgün kuru ağırlığını, perlit ortamında önemli, kokopit ortamında ise önemsiz oranda etkilemiştir. Perlit ortamında en yüksek sürgün kuru ağırlığı S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulamadan, kokopit ortamında ise S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamadan elde edilmiştir.



Şekil 4. Uygulamaların sürgün kuru ağırlığına etkisi

Islam ve ark. (2011), yulaf bitkisinde yeterli ve orta düzeydeki sulamalarda SAP'ın biyomas üzerine etkisinin az olduğunu, ancak kısıtlı sulama düzeyinde SAP'ın etkisinin önemli bir şekilde arttığını (%52.7) rapor etmişlerdir. Jalilian ve Mohsennia (2013) ise sulama düzeyinin artmasıyla arpada sürgün kuru ağırlığının arttığını, ancak %40,

%60 ve % 80 su düzeyleri arasında önemli bir farklılık olmadığını ifade etmişlerdir.

#### Yaprak kuru ağırlığı

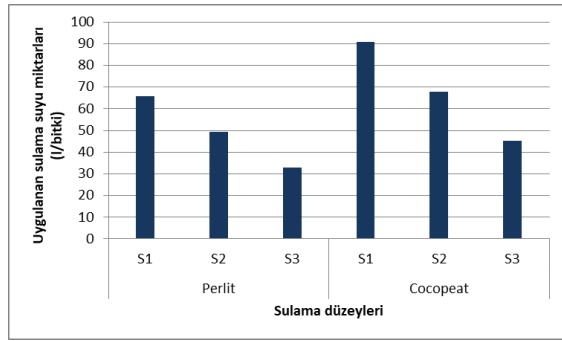
Sulama düzeylerinin yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisi önemli bulunmuş olup, ancak her iki ortamda da sulama düzeylerinin azalması ile yaprak kuru ağırlığında azalma görülmüştür (Çizelge 3). Sulama düzeyinin S1'den S3'e düşürülmesi ile yaprak kuru ağırlığı, perlit ortamında %34.66, kokopit ortamında ise %25.91 oranlarında azalma göstermiştir. Waterpad kullanımı ile perlit ortamındaki yaprak kuru ağırlığının %15.06, kokopit ortamındaki ise %11.64 oranında önemli bir artış gösterdiği tespit edilmiştir. Kullanılan ortamların yaprak kuru ağırlığına etkisi önemli bulunmuş olup, kokopit ortamındaki yaprak kuru ağırlığının perlit ortamındaki göre %67.31 oranında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Her iki ortamda da sulama düzeyi\*waterpad interaksiyonunun yaprak kuru ağırlığı üzerine etkisinin önemsiz olduğu ve en yüksek yaprak kuru ağırlıklarının S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamalardan elde edilmiştir. Tongo ve ark. (2014) akasya fidanlarında yaptıkları çalışmada kuraklık stresinin artmasıyla yaprak ağırlığının azaldığını ve sap dozlarının artmasıyla yaprak ağırlığının arttığını ifade etmişlerdir.

#### Klorofil içeriği

Sulama düzeylerinin klorofil içeriği üzerine etkisi önemli bulunmuş olup, S1 ve S2 sulama düzeyleri arasında önemli bir farklılık görülmemiştir (Çizelge 3). Ancak, sulama düzeyinin S1'den S3'e düşürülmesi ile klorofil içeriği de düşmüştür. Waterpad kullanımı ile de klorofil içeriğinin bir miktar arttığı saptanmıştır. Sulama düzeyi\*waterpad interaksiyonunun klorofil içeriği üzerine etkisi perlit ortamında önemli, kokopit ortamında ise önemsiz bulunmuştur. Perlit ortamında S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılmayan uygulama ile S2 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan ve waterpad kullanılmayan uygulamalar aynı istatistik grupta yer alarak en yüksek klorofil içeriğine sahip uygulamalar olmuştur. Kullanılan ortamlar içerisinde kokopit ortamında yetiştirilen bitkilerin klorofil içeriklerinin perlit ortamında yetiştirilenlerden önemli oranda daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bizim bulgularımıza benzer sonuç elde eden birçok araştırmacı, kuraklık stresi ile yaprak klorofil içeriğinin azaldığını ifade etmişlerdir (Tohidi-Moghadam ve ark., 2009; Nazarli ve Zardashti, 2010; Keshavars ve ark., 2012).

### Sulama suyu miktarı

Çalışmamızda, konulu sulama uygulamalarına başlamadan önce tüm ortamlar besin solüsyonu ile sulanarak tarla kapasitesine getirilmiştir. Dikimden sonra 11. gün konulu sulamalara başlanılmış ve günlük olarak deneme sonlandırılıncaya kadar devam edilmiştir. En yüksek sulama suyu miktarı 90.65 l/bitki ile kokopit ortamındaki S1 sulama düzeyine uygulanırken, en düşük sulama suyu miktarı 32.88 l/bitki ile perlit ortamındaki S3 uygulamasına verilmiştir (Şekil 5.). Senyigit ve ark. (2011) patlıcanda yaptıkları çalışmada en düşük 95.2 mm ve en yüksek 238.7 mm sulama suyu uyguladıklarını ifade etmişlerdir. Kokopit ortamındaki su tüketiminin perlit ortamındakinden daha yüksek bulunmuştur. Kokopit ortamındaki bitkilerin gerek bitki boyu gerekse de yaprak yüzeylerinin daha fazla gelişmesi nedeni ile transpirasyon yüzeyi artmış, bu nedenle de kokopit ortamındaki bitkiler daha fazla su tüketmişlerdir.



Şekil 5. Deneme süresince bitki başına uygulanan sulama suyu miktarı (l bitki<sup>-1</sup>)

### Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, waterpad isimli ürünün, perlit ile kokopit ortamlarında ve farklı sulama düzeylerinde yetiştirilen hıyarın verim, kalite ve bitki gelişimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Waterpad, polimerin daha kolay ve homojen uygulanmasını sağlamak amacıyla, kağıt ve jüt arasına su tutucu polimer yerleştirilerek pad şekline getirilmiş bir üründür. Yapılan çalışma neticesinde her iki ortamda da sulama düzeylerinin azalması ile verim ve meyve sayılarının azaldığı ve S1 ile S2 sulama düzeylerindeki verim ve meyve sayılarının aynı istatistiksel grupta yer aldığı saptanmıştır. Waterpad kullanımı perlit ortamında verimi ve meyve sayısını bir miktar arttırırken, kokopit ortamında ise waterpad kullanımının meyve verimini ve meyve sayısını etkilemediği belirlenmiştir. Kokopit ortamında yetiştirilen bitkilerin verim ve meyve sayısı perlit ortamındakilerden daha yüksek bulunmuştur.

Her iki ortamda da meyve çapı ve meyve ağırlık değerlerinin sulama düzeylerinden ve

waterpad kullanımından etkilenmediği belirlenmiştir. Sulama düzeylerinin meyve uzunluğu üzerine etkisi kokopit ortamında önemli, perlit ortamında ise önemsiz bulunmuştur. Sulama düzeylerinin azalması kök, sürgün ve yaprak kuru ağırlıklarının önemli oranda azalmasına neden olmuştur. Her iki ortamda da waterpad kullanıldığında kök, sürgün ve yaprak kuru ağırlıklarının artış gösterdiği belirlenmiştir. Hem perlit hem de kokopit ortamında sulama düzeylerinin azalması ile bitki boyu, gövde çapı değerlerinin olumsuz etkilenerek azaldığı tespit edilmiştir. Kök ortamında yeteri kadar su bulunmadığı durumlarda, bitki kuraklık ile başedebilmek ve su kaybını azaltmak amacıyla stomalarını kapatır ve suyu daha uzun süre bünyesinde tutmaya çalışır. Ancak, stomaların kapatılması, su kaybını azaltırken, fotosentez için gerekli olan ve stomalar vasıtasıyla bitki bünyesine alınan CO<sub>2</sub>'in alınmasını engeller ve fotosentez etkinliği düşer. Böylece su stresi altındaki bitkinin gelişmesi, su kısıtı olmayan bitkilere göre önemli oranda azalır. Kokopit ortamında yetiştirilen bitkilerin bitki boyu, gövde çapı ve klorofil içeriğinin perlit ortamında yetiştirilenlere göre belirgin oranda daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Perlit ve kokopit ortamlarındaki en yüksek verim sırasıyla 4949.68 kg da<sup>-1</sup> ve 6507.55 kg da<sup>-1</sup> ile S1 sulama düzeyindeki waterpad kullanılan uygulamadan elde edilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara dayanarak, en yüksek verim elde etmek için her iki ortamda da waterpad uygulamasının yapılıp, sulama düzeyi olarak S1 veya S2 sulama düzeyi uygulanabilir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda farklı miktarlarda ve farklı özelliklere sahip polimer karışımları ile oluşturulacak waterpadlerin değişik türler üzerindeki etkisi araştırılabilir.

**Teşekkür:** Bu araştırma Metameta Anatolia tarafından desteklenmiştir. Katkısı için Metameta Anatolia ve Simon Chevalking'e teşekkür ederiz.

**Çıkar Çatışması Beyanı:** Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

**Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti:** Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan ederler.

### Kaynaklar

Al-Harbi, A.R., Al-Omran, A.M., Shalaby, A.A. ve Choudhary, M.I. 1999. Efficacy of a hydrophilic polymer declines with time in

- greenhouse experiments. *Hortscience* 34(2): 223–224.
- Alsaedi, A., El-Ramady, H., Alshaal, T., El-Garawany, M., Elhawat, N. ve Al-Otaibi, A. 2019. Silica nanoparticles boost growth and productivity of cucumber under water deficit and salinity stresses by balancing nutrients uptake. *Plant Physiology and Biochemistry*, 139: 1–10.
- Anonim 2018a. www.tuik.gov.tr.
- Anonim, 2018b. www.fao.org (Erişim tarihi: 18.02.2020).
- Arshad, I. 2017. Effect of water stress on the growth and yield of greenhouse cucumber (*Cucumis sativus* L.). *PSM Biol. Res.*, 2(2): 63-67.
- Bozkurt, S. ve Sayılıkan Mansuroğlu, G. 2017. Sera hıyar yetiştiriciliğinde farklı damla sulama lateral derinlikleri ve sulama düzeylerinin bitki gelişimi ve verime etkileri. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(2): 61-66.
- Cemeroğlu, B. 1992. *Meyve ve Sebze İşleme Endüstrisinde Temel Analiz Metotları*. Biltav Üniversite Kitapları Serisi No: 02-2. Ankara, s. 381.
- Cuervo, W. J. B., Flórez, V. J. R. ve González, C. A. M. 2012. Aspects to consider for optimizing a substrate culture system with drainage recycling. *Agronomía Colombiana*, 30: 378-387.
- Du, Y.C., Nose, A., Wasano, K. ve Uchida, Y. 1998. Responses to water stress of enzyme activities and metabolite levels in relation to sucrose and starch synthesis, the Calvin cycle and the C4 pathway in sugarcane and (*Saccharum* sp.) leaves. *Aust. J. Plant Physiol.*, 25: 253-260.
- Fan, H.F., Ding, L., Du, C.X. ve Wu, X. 2014. Effect of short-term water deficit stress on antioxidative systems in cucumber seedling roots. *Botanical Studies*, 55(46): 1-7.
- Gholamhoseini, M., Habibzadeh, F., Ataei, R., Hemmati, P. ve Ebrahimian, E. 2018. Zeolite and hydrogel improve yield of greenhouse cucumber in soil-less medium under water limitation. *Rhizosphere*, 6: 7-10. Doi:10.1016/j.rhisph.2018.01.006
- Gül, A. 2012. *Topraksız Tarım*. Hasad Yayıncılık. s.140.
- Güneş, A., Kıtır, N., Turan, M., Elkoca, E., Yıldırım, E. ve Avcı, N. 2016. Evaluation of effects of water-saving süper absorbent polymer on corn (*Zea mays* L.) yield and phosphorus fertilizer efficiency. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40: 365-378.
- Islam, M.R., Xue, X, Mao, S., Ren, C., Eneji, A.E. ve Hu, Y. 2011. Effects of water-saving super absorbent polymer on antioxidant enzyme activities and lipid peroxidation in oat (*Avena sativa* L.) under drought stress. *J Sci Food Agric*, 91: 680–686.
- Jalilian, J. ve Mohsennia, O. 2013. Effects of superabsorbent and irrigation regime on seedling growth characteristics of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Cercetări Agronomice în Moldova*, Vol. XLVI, 3 (155): 11-19.
- Kafkafi, U. 2008. Soilless culture 2 functions of the root system. *Soilless Culture Theory and Practice*: 13-40. doi.org/10.1016/B978-044452975-6.50004-6.
- Kaman, H., Özbek, Ö. ve Polat, E. 2017. Sera koşullarında hıyar bitkisi üzerine sulamanın etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6 Özel Sayı: 281-288.
- Karaca Bilgen, G., Özbahçe, A., Yeter, T., Görgişen, C., Bahçeci Alsan, P. ve Avağ, K. 2018. Farklı sulama seviyeleri ve malç uygulamalarında turşuluk hıyarın verim su ilişkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 328-339.
- Keshavars, L., Farahbakhsh, H. ve Golkar, P. 2012. The Effects of drought stress and super absorbent polymer on morphophysiological traits of pear millet (*Pennisetum glaucum*). *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3(1): 148-154.
- Khadem, S.A., Galavi, M., Ramrodi, M., Mousavi, S.R., Roustia, M.J. ve Rezvani-Moghadam, P. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian Journal of Crop Science*, 4(8): 642-647.
- Kodal, S., Türkes, M., Benli, B., Çapar, G. ve Dilcan, Ç.C. 2015. Entegre su yönetimi ve iklim değişikliğine adaptasyon. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 12-16 Ocak, Ankara, s.161-183.
- Li, Y., Shi, H., Zhang, H. ve Chen, S. 2019. Amelioration of drought effects in wheat and cucumber by the combined application of super absorbent polymer and potential biofertilizer. *PeerJ* 7:e6073,1-25. doi:10.7717/peerj.6073.
- Lichtenhaler, K. ve Wellburn, A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in

- different solvents. *Biochemical Society Transactions*, 11: 591-592.
- Manivannan P., Jaleel C.A., Chang-Xing Z., Somasundaram R., Azooz M.M. ve Panneerselvam R. 2008. Variations in growth and pigment composition of sunflower varieties under early season drought stress. *Global J. Mol. Sci*, 3 (2): 50-56.
- Najarian, M., Mohammadi-Ghehsareh, A., Fallahzade, J. ve Peykanpour, E. 2018. Responses of cucumber (*Cucumis sativus* L.) to ozonated water under varying drought stress intensities. *Journal of Plant Nutrition*, 41(1): 1-9, DOI: 10.1080/01904167.2017.1346665.
- Nazarli ve Zardashti 2010. The Effect of drought stress and super absorbent polymer (A200) on agronomical traits of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under field condition. *Cercetări Agronomice în Moldova* Vol. XLIII , No. 3 (143): 5-14.
- Omotade, I.F. ve Babalola, I.A. 2019. Assessment of yield and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under deficit irrigation in the agro-ecological tropical zone. *International Journal of Engineering Science and Application*, 3(3): 137-141.
- Örs, S. ve Ekinci M. 2015. Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi. *Derim*, 32(2): 237-250. doi: 10.16882/derim.2015.90060.
- Pakyürek A.Y., Söylemez S. ve Şimşek M. 2001. Plastik serada farklı sulama düzeylerinin kavunun verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. 6. Seracılık Sempozyumu, 5-7 Eylül, Fethiye Muğla, s.133-138.
- Pakyürek, A. Y. ve Söylemez S. 2004. Şanlıurfa koşullarında ısıtmasız serada farklı sulama düzeyleri ve azot dozlarının baş salatanın (*Lactuca Sativa* var. *Capitata*) verim ve bazı baş kalitesine etkileri. V. Sebze Tarımı Sempozyumu, 21-24 Eylül, Çanakkale, s.372-374.
- Pouresmaeil, P., Davod Habibi, D., Boojar, M.M.A. ve Tarighaleslami, M. 2013. Effect of super absorbent polymer application on chemical and biochemical activities in red bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars under drought stress. *European Journal of Experimental Biology*, 3(3): 261-266.
- Sayyari, M. ve Ghanbari, F. 2012. Effects of Super absorbent polymer A200 on the growth, yield and some physiological responses in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under various irrigation regimes. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 1(1): 1-11.
- Sezen, S.M., Yazar, A. ve Eker, S. 2006. Effect of drip irrigation regimes on yield and quality of field grown bell pepper. *Agricultural Water Management*, 81: 115–131.
- Shekari, F., Javanmard, A. ve Abbasi, A. 2015. Effects of super-absorbent polymer application on yield and yield components of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 7(3): 361-366. DOI: 10.15835/nsb.7.3.9554.
- Söylemez, S., Esin, Ş. ve Pakyürek, A.Y. 2020. Waterpad polimerin farklı sulama düzeylerinde yetiştirilen patlıcanın verim ve bazı kalite özelliklerine etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 30(2), 367-378.
- Şeniz, V., Eser, B., Daşgan, Y., Akbudak, N., İlbi, H., Sürmeli N. ve Başar S. 2005. Sebze üretiminde gelişme ve hedefler. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Ankara.
- Şimşek, M., Tonkaz, T., Kaçıra, M., Çömlekçioğlu, N. ve Doğan, Z. 2005. The effects of different irrigation regimes on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield and yield characteristics under open field conditions. *Agricultural Water Management* 73: 173–191. doi:10.1016/j.agwat.2004.10.013.
- Tohidi-Moghadam, H. R.; Shirani-Rad, A. H.; Nour-Mohammadi, G.; Habibi, D.; Modarres-Sanavy, S. A. M.; Mashhadi-Akbar-Boojar, M. ve Dolatabadian, A. 2009. Response of six oil seed rape genotypes to water stress and hydrogel application. *Pesq. Agropec. Trop., Goiânia*, v. 39( 3): 243-250.
- Tongo, A., Mahdavi, A. ve Sayad, E. 2014. Effect of superabsorbent polymer aquasorb on chlorophyll, antioxidant enzymes and some growth characteristics of *Acacia victoriae* seedlings under drought stress. *Ecopersia*, 2 (2): 571-583.
- Yazdani, F., Allahdadi, I. ve Akbari, G.A. 2007. Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max* L.) under drought condition. *Pakistan Journal of Biological Sciences* , 10(23): 4190-4196.