

Atf İçin: Harput, A., Teoman Duran, S. ve Akbudak, N. 2023. Farklı Sulama Seviyesi Uygulamalarının Turşuluk Hıyarda Meyve Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. *İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 1-11.

To Cite: Harput, A., Teoman Duran, S. & Akbudak, N. 2023. The Effects of Different Irrigation Levels on Fruit Yield and Quality in Pickling Cucumber. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 15(1), 1-11.

Kısıtlı Sulama Uygulamalarının Turşuluk Hıyarın Meyve Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri

Alperen HARPUR¹, Sevin TEOMAN DURAN^{2*}, Nuray AKBUDAK³

Öne Çıkanlar:

- Calypso F1 turşuluk hıyar çeşidinde, %75 seviyesinde kısıtlı sulama uygulamasının kullanılabilirliği belirlendi.

Anahtar Kelimeler:

- *Cucumis sativus* L.
- Kısıtlı sulama,
- Sürdürülebilir tarım,
- Verim

ÖZET:

Küresel iklim değişikliğinin sonuçlarından biri olan kuraklığın artması, tarımsal üretimde su kıtlığının yaşanmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, var olan sınırlı su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlayacak sulama uygulamalarının kullanılması ve su yönetiminin yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada, açık tarla koşullarında damlama sulama yöntemi kullanılarak yapılan kısıtlı sulama uygulamalarının Calypso F1 çeşidi turşuluk hıyar bitkilerinde meyve verim ve kalite özellikleri üzerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Denemede sulama suyu miktarlarının belirlenmesinde A sınıfı buharlaşma kabı kullanılmış; %100 (S100), %75 (S75), %50 (S50) ve %25 (S25) olmak üzere dört farklı seviyede sulama uygulamaları yapılmıştır. Buna göre; bitki başına düşen en yüksek verim S100 (244.08 g⁻¹) ve S75 (235.81 g/bitki⁻¹) uygulamalarından elde edilmiştir. Özellikle, S50 uygulaması (198.25 g/bitki⁻¹) ile birlikte verimde kayıplar meydana geldiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, su miktarının azalması ile bitki boyu, yaprak oransal su kapsamı (YOSK), meyve eti sertliği, pH, toplam fenolik madde, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarı değerlerinin azaldığı; suda çözünür kuru madde (SÇKM) miktarının arttığı belirlenmiştir. Titre edilebilir asit (TEA) ve elektriksel iletkenlik (EC) değerlerinde meydana gelen değişimler ise istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (P<0.05). Meyve rengi "L", "a", "b", Kroma (C*) ve hue açısı (hue°) değerleri bakımından da uygulamalar arasında önemli farklılıklar saptanmıştır (P≥0.05). Sonuç olarak; Calypso F1 turşuluk hıyar çeşidinde, sulama suyunu etkin kullanarak, meyvelerde verim ve kalite kaybını en aza indirerek üretim yapabilmek için S75 uygulamasının kullanılabilirliği belirlenmiştir.

The Effects of Deficit Irrigation Treatments on Fruit Yield and Quality of Pickling Cucumber

Highlights:

- It was determined that the level of 75% can be used for deficit irrigation treatments in pickling cucumber cv. 'Calypso F1'.

Keywords:

- *Cucumis sativus* L.
- Deficit irrigation,
- Sustainable agriculture,
- Yield

ABSTRACT:

One of the consequences of global climate change, the increase in drought, causes water scarcity in agricultural production. Therefore, it is necessary to use irrigation practices that will ensure the sustainability of the limited water resources and to implement water management. In this study, it was objected to assess the effects of deficit irrigation treatments using drip irrigation system on yield and quality parameters of pickling cucumber cv. Calypso F1 plants in open field conditions. In this experiment, irrigation treatments were performed at four different levels of 100% (S100), 75% (S75), 50% (S50) and 25% (S25) of using the Class A evaporation container. Accordingly, the highest yield per plant was obtained from S100 (244.08 g⁻¹) and S75 (235.81 g/bitki⁻¹) treatments and yield loss was determined along with the S50 (198.25 g/bitki⁻¹) treatment. Besides, plant height, leaf relative water content (LRWC), fruit hardness, pH, chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll and total phenolic content values decreased, water-soluble dry matter (WSDM) increased. Changes in the values of titratable acid (TA) and electrical conductivity (EC) were not found as statistically significant (P<0.05). Significant differences were observed between fruit colour parameters in terms of "L", "a", "b", Chroma (C*) and hue° (P≥0.05). In conclusion, it was determined that S75 treatment can be used in pickling cucumber cv. Calypso F1 production by using the irrigation water effectively and minimizing yield and quality loss in fruits.

¹ Alperen HARPUR ([Orcid ID: 0009-0003-5170-2950](https://orcid.org/0009-0003-5170-2950)), Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bursa, Türkiye

² Sevin TEOMAN DURAN ([Orcid ID: 0000-0003-1469-6777](https://orcid.org/0000-0003-1469-6777)), Bursa Uludağ Üniversitesi, Karacabey Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı, Bursa, Türkiye

³ Nuray AKBUDAK ([Orcid ID: 0000-0003-2669-5667](https://orcid.org/0000-0003-2669-5667)), Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bursa, Türkiye.

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Sevin TEOMAN DURAN, e-mail: sevinteoman@uludag.edu.tr

Bu çalışma Alperen HARPUR'un Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği nedeni ile son yıllarda etkisini daha fazla gösteren kuraklık, doğadaki sınırlı su kaynaklarının varlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Yaşamın kaynağı olan suyun kullanımı, Dünya genelinde giderek stratejik bir konu haline gelmiştir. Özellikle tarımsal üretim alanı, doğadaki su kaynaklarının kullanımında büyük küresel tüketici konumundadır. Günümüzde hızlı nüfus artışı ile kentsel tüketim ihtiyaçlarının artması ve hızlı sanayileşme nedeni ile tarımsal sulamaya ayrılan pay ise giderek azalmaktadır (Gleick, 2002). Bu nedenle, her alanda olduğu gibi tarım sektöründe de su tasarrufu sağlayan sulama uygulamalarının kullanılması, mevcut su potansiyelinin etkin kullanımı açısından büyük önem arz etmektedir. Tarımda su tasarrufu sağlamaya yönelik olarak yapılabilecek uygulamalardan biri, kısıtlı sulama uygulamalarıdır. Kısıtlı sulama, bitkilere tam su ihtiyacından daha az miktarda su verilmesi olarak tanımlanmaktadır (Feres ve Soriano, 2007). Kısıtlı sulama ile bitkilerde su kullanım etkinliğinin artırılarak, verim kaybı olmadan veya en az miktarda kayıp ile üretimin sağlanması amaçlanmaktadır. Özellikle su kaynaklarının sınırlı olduğu yerlerde, kısıtlı sulama uygulamaları ile gereksiz su kullanımı önüne geçilebilmektedir (Ahmadi ve ark., 2010). Bu nedenle, tarımda su kaynaklarının daha az tüketilmesi ve su yönetiminin ön plana çıkarılarak sürdürülebilirliğin sağlanmasına yönelik yapılacak çalışmaların sayısı ve önemi giderek artmaktadır (Anonim, 2018).

Türkiye, bulunduğu coğrafi konum itibari ile kurak ve yarı kurak iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu nedenle, küresel ısınmanın bir sonucu olan kuraklıktan büyük ölçüde etkilenmekte olan ülkelerden biridir. Türkiye'deki ekilebilir tarım arazi alanın yaklaşık 24 milyon hektar olduğu ve bu alanın sadece 8.5 milyon hektarlık kısmının sulanabildiği bilinmektedir. Yakın gelecekte tarımda su kıtlığı yaşanabileceği ve Türkiye'deki sulanabilir tarım alanlarının daha da azalacağı öngörülmektedir (DSİ, 2020).

Hıyar (*Cucumis sativus* L.), Cucurbitaceae familyasında yer alan tek yıllık bir sıcak iklim sebzesidir (Eşiyok, 2012). Dünya genelinde, açıkta ve örtü altında üretimi yaygın olarak yapılan, sofralık ve taze olarak değerlendirilen hıyar, ticari öneme sahip ve ekonomik değeri yüksek olan bir sebze türüdür. Dünya'da 2174347 ha alanda toplam 94718396 tonluk hıyar üretimi yapılmaktadır. Üretimde Çin 77258256 ton ile ilk sırada; Türkiye 1938545 tonluk üretim ile ikinci sırada, Rusya Federasyonu ise 1635903 tonluk üretim ile üçüncü sırada yer almaktadır (FAO, 2022). Türkiye'de ise 352782 da'lık alanda yapılan 1871712 tonluk toplam hıyar üretiminin 309654 tonluk (%16.54) kısmı turşuluk hıyar üretimi olup, üretim 113433 da'lık alanı kapsamaktadır. Ülkemizde turşuluk hıyar üretimi yapılan illerin başında İzmir (124651 ton), Afyonkarahisar (90196 ton) ve Manisa (36078 ton) yer almaktadır (TÜİK, 2023).

Hıyar bitkisinin yıllık su tüketimi yaklaşık 400-650 mm'dir. Hıyar bitkisi yaprak alanının büyük ve yaprak sayısının fazla olması nedeni ile su tüketimi de fazla olan bir sebze türüdür ve hıyar bitkisinin susuzluğa karşı çok hassas olduğu bilinmektedir. Topraktaki su miktarının %50 oranında azalması ile bitkiler solmaya başlamaktadır (Eşiyok, 2012). Hıyar yetiştiriciliğinde bitkilere verilen su miktarı ürün verim ve kalitesini doğrudan etkilemektedir. Özellikle, hıyar meyve verim ve kalitesindeki değişimler, su kullanım etkinliğinin en iyi göstergelerindedir. Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde sulamanın yetersiz gelmesi meyvelerde acı tat oluşumu, renk değişimi, yumuşama ve şekil bozukluğu gibi kalite kayıplarına neden olmaktadır. Aynı zamanda verimin düşmesine de yol açmaktadır (Çetinsoy, 2014).

Tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması için, hıyar bitkisi gibi suyu çok seven ve ekonomik değeri yüksek olan sebze türlerinde sulama ile ilgili yeni stratejilerin geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca, bitkisel üretimde su tasarrufu yapmaya yönelik yeni sulama uygulamalarının geliştirilmesinin yanı sıra, meyve kalitesi ile ilgili özelliklerin korunması ve iyileştirilmesi de göz önünde

bulundurulmalıdır. Bu çalışmada, Calypso F1 turşuluk hıyar çeşidinde, kısıtlı sulama uygulamalarının meyve verim ve kalite parametreleri üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma, 2022 yılında Haziran ve Ekim ayları arasında Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi uygulama parsellerinde yürütülmüştür. Araştırmada, bitkisel materyal olarak açık tarla yetiştiriciliğine uygun Calypso F1 turşuluk hıyar çeşidi kullanılmıştır. Meyveleri silindirik yapıda olup, koyu yeşil renkli ve dikenlidir. Aynı zamanda gelişmesi ve adaptasyon yeteneği güçlü bir çeşittir (Anonim, 2024a).

Bursa ilinde genel olarak ılıman iklim hakim olup; denize kıyısı olan ilçelerinde ise Akdeniz iklimi görülmektedir (Anonim, 2024b). Bursa ilinin uzun yıllar (1928-2023) ortalama iklim verileri incelendiğinde; Mayıs-Ekim ayları arasında en yüksek sıcaklık ortalaması Temmuz (24.5 °C) ve Ağustos (24.4 °C) aylarında gözlenmiştir. Yıllık en düşük ortalama yağış miktarı da Ağustos (18.2 mm) ayında görülmüştür (Çizelge 1). (MGM, 2024). Denemenin yürütüldüğü 2022 yılında, Mayıs-Ekim ayları arasındaki aylık en düşük ortalama sıcaklık 11.2 °C ile Mayıs; en yüksek ortalama sıcaklık ise 31.9 °C ile Ağustos ayında görülmüştür. Yıl boyunca en az yağış Ekim (0.40 mm); en fazla yağış ise Şubat (4.15 mm) aylarında gerçekleşmiştir (Şekil 1) (Anonim, 2024c).

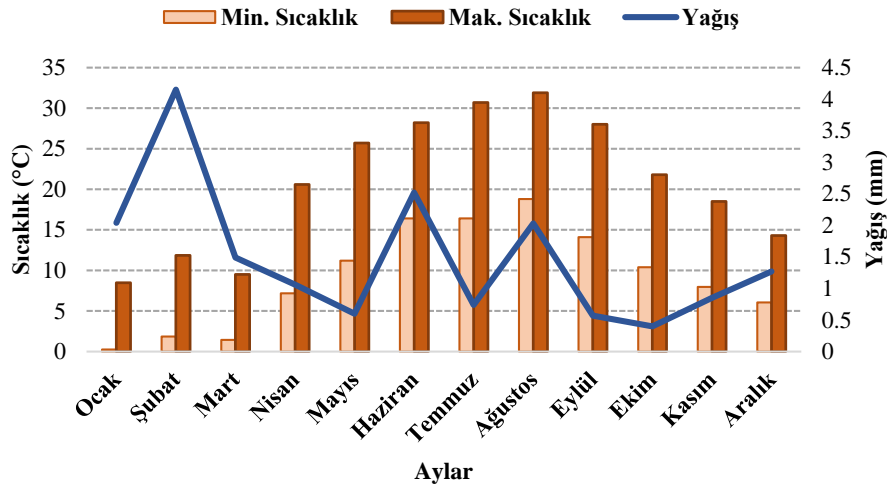
Denemenin yürütüldüğü arazinin deniz seviyesinden yüksekliği 112 m'dir. Arazinin 0-120 cm'lik toprak katmanında, toprak bünyesi killi; toprak hacim ağırlığı 1.35 g cm⁻³-1.38 g cm⁻³; solma noktası değeri ise %23.18-%27.07 ve kuru ağırlık yüzdesi cinsinden toprak tarla kapasitesi değeri ise %38.17-%43.01 arasındadır. Hıyar köklerinin etkin olduğu 0-60 cm'lik toprak katmanında toprağın tuzluluk derecesi 0.45 dS m⁻¹; ortalama pH değeri 6.5; organik madde miktarı %0.43-%0.72 ve kireç miktarı ise %0.00 olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Denemede kullanılan sulama suyu, Bursa Uludağ Üniversitesi'nde bulunan göletten temin edilmiştir. Sulama suyunun elektriksel iletkenlik (EC) değeri ise 0.30 dS m⁻¹, pH değeri 7.10 ve sodyum adsorbsiyon oranı (SAR) ise 0.22 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 1. Bursa ilinin 1928-2023 yıllarına ait aylık ortalama iklim verileri (Mayıs-Ekim)

Aylar	Ortalama Minimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C)	Ortalama Sıcaklık (°C)	Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (mm)
Mayıs	11.4	23.9	17.7	50.5
Haziran	15.0	28.3	22.0	35.5
Temmuz	17.3	30.9	24.5	21.9
Ağustos	17.3	31.1	24.4	18.2
Eylül	13.8	27.2	20.3	43.2
Ekim	10.2	22.0	15.6	65.8

Çizelge 2. Deneme arazisinin toprak özellikleri

Toprak Derinliği (cm)	pH	EC (dS m ⁻¹)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	Kireç (%)	Hacim Ağırlığı (g cm ⁻³)	Tarla Kapasitesi (%)	Solma Noktası (%)	Organik Madde (%)
0-30	6.6	0.45	24.32	26.18	49.50	C	0.0	1.35	38.17	27.07	0.72
30-60	6.4	0.45	23.28	26.22	50.50	C	0.0	1.36	40.01	27.03	0.43
60-90	7.1	0.79	21.88	24.62	53.50	C	1.3	1.34	43.01	26.75	0.57
90-120	8.0	0.64	21.64	37.86	40.50	C	43.7	1.38	40.05	23.18	0.17



*Min: Minimum, *Mak: Maksimum

Şekil 1. Bursa ili aylık sıcaklık ve ortalama yağış miktarı değerleri (2022 yılı)

Yöntem

Deneme üç tekerrürlü olarak ve her tekerrürde 10 adet bitki olacak şekilde tesadüf blokları deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Denemede turşuluk hıyar bitkileri fide ile üretilmiştir. Bu amaçla, hıyar tohumları 01.07.2022 tarihinde, 45 gözlü viyollere ekilmiş ve çimlendirme ortamı olarak torf/perlit (3:1) karışımı kullanılmıştır. Üç gerçek yapraklı aşamaya gelen fideler 25.07.2022 tarihinde çift sıralı dikime uygun olarak (150 x 50 x 50 cm) araziye dikilmiştir.

Denemede %100 (S100), %75 (S75), %50 (S50) ve %25 (S25) olmak üzere dört farklı sulama seviyesi kullanılmıştır. Bitkilere verilecek sulama suyu miktarı, A sınıfı buharlaşma kabından buharlaşan su miktarı dikkate alınarak hesaplanmıştır. Buna göre, Eşitlik 1'de, bitkilere verilen su miktarının hacim (L) cinsinden değerinin hesaplanması gösterilmiştir (Yıldırım ve Madanoğlu, 1985).

$$I = A \times Epan \times kpc \times P \quad (1)$$

Verilen eşitlikte, "I" araziye uygulanan sulama suyu miktarını (L), "A" yetiştirme alanını (m²), "Epan" iki sulama zamanı arasında kaptan buharlaşan su miktarının kümülatif değerini (mm), "kpc" bitki-kap katsayısını ve "P" ise sulanan alan oranını (%) ifade etmektedir. Denemede sulama suyu uygulamaları olan S100, S75, S50 ve S25'e göre sırası ile "P" değerleri 1.00, 0.75, 0.50 ve 0.25 olarak belirlenmiştir. Araştırmada damlama sulama sistemi kullanılmıştır ve sulamalar 3 gün aralıklar ile yapılmıştır.

Fide dikiminden 35 gün sonra ilk hasada başlanmış olup; son hasat ise 02.10.2024 tarihinde gerçekleştirilmiştir. İlk hasat tarihinden itibaren tüm sezon boyunca tartımlar yapılarak, bitki başına düşen toplam verim değerleri 0.01 g hassasiyete sahip Radwag PS 3500/C/1 marka terazi ile belirlenmiştir. Turşuluk hıyar bitkilerinin bitki boyu (cm) değerleri sürgün ucu ile kök boğazı arasındaki mesafeler 0.1 cm hassasiyete sahip cetvel ile ölçülerek elde edilmiştir. Meyvelerin çap ve boy ölçümleri dijital kumpas ile yapılmıştır (0.001 mm hassasiyette, Mesem, PRC). Meyve eti sertliği değerleri 8 mm uçlu penetrometre (Loyka, GY-3); suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM) (°Briks) dijital el refraktometresi (Quick brix 60, USA); pH değerleri dijital pH metre (Hanna pH 211, USA) ile belirlenmiştir. Hıyar meyvelerinin EC değerleri EC metre (İnolab Cond Level 1) ile µS/cm cinsinden ölçülmüştür. Titre edilebilir asitlik miktarı (TEA) Regnel (1976) yöntemine göre tespit edilmiştir. Hıyar meyvelerinin kabuk rengi ölçümlerinde Minolta CR-400 (Konica- Minolta, Osaka, Japan) marka renk cihazı kullanılmıştır. Elde edilen renk değerleri Kolorimetrik (CIELab yöntemi) yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yöntemle; renk "L, a ve b" olarak adlandırılan 3 farklı sayısal değer ile

tanımlanmıştır. “L” değerleri rengin koyuluğunu (siyah=0) veya parlaklığını (beyaz=100); “a” değerleri yeşillik (-a) veya kırmızılık (+a), “b” değerleri mavilik (-b) ve sarılık (+b) renklerini tanımlamaktadır. Ayrıca denemede hesaplanan, Kroma (C*) değerleri renk doygunluğunu ve Hue açısı (H°) değerleri ise renk yoğunluğunu ifade etmektedir (Fan ve ark., 2017). Meyvelerin klorofil içerikleri Helrich (1990) yöntemine; fenolik madde miktarı gallik asit eş değer cinsinden Folin-Ciocalteu yöntemine (Slinkard ve Singleton, 1977) göre Thermo Scientific Genesys 10s UV-Vis marka spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir. Yaprak oransal su kapsamı (YOSK) değerleri ise Nejadsahebi ve ark. (2010) yöntemine göre belirlenmiştir.

Denemeden elde edilen tüm verilerin istatistik analizleri JMP 17.0 istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Ortalamalar arası farklılıklar ise aynı istatistik programında 0.05 önemlilik seviyesinde LSD testi ile değerlendirilmiştir.

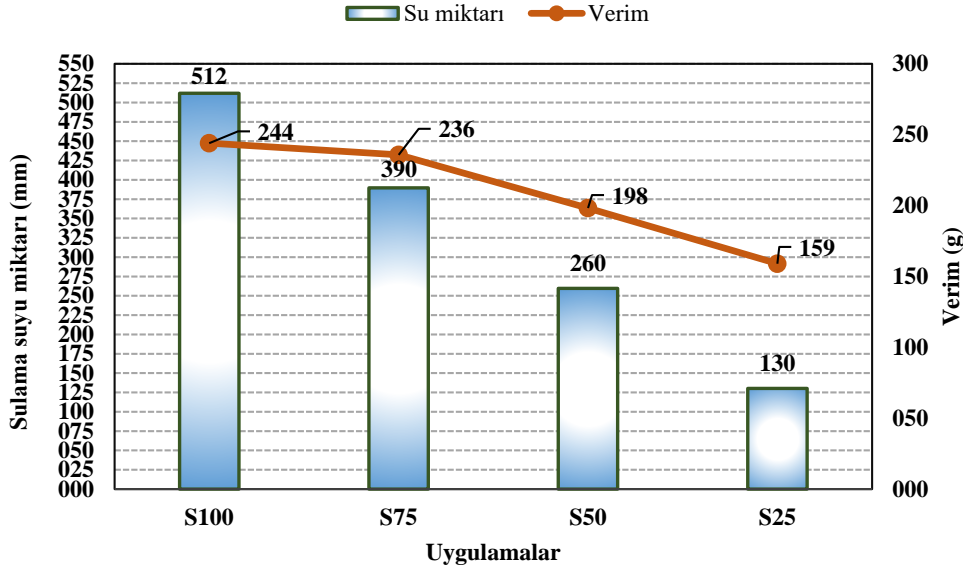
BULGULAR VE TARTIŞMA

Deneme süresince bitkilere verilen toplam sulama suyu miktarı 512.0 (S100)-130.00 (S25) mm arasında değişmiştir (Şekil 2). Akbunar ve Akbudak (2023) sakız kabağında yaptıkları farklı kısıtlı sulama uygulamaları ile bitkilere 393.00 (S100)-20.75 (S25) mm arasında su verdiklerini belirtmişlerdir. Cucurbitaceae familyasına ait farklı sebze türlerinde yürütülen diğer kısıtlı sulama uygulamaları çalışmalarında ise bitkilere verilen su miktarının 105-470 mm arasında değiştiği tespit edilmiştir (Demirel ve ark., 2010; Amer, 2011; Kuşçu ve ark., 2015).

Sulama suyu miktarının azalması ile bitki boy uzunluğu değerlerinde azalma görülmüştür. Buna göre; en yüksek boy uzunluğu değeri S100 (180.61 cm) uygulamasından elde edilmiştir. Bunu 176.00 cm ile S75 uygulaması takip etmiş ve iki uygulama arasında istatistiki olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. En düşük bitki boy uzunluğu değeri ise 138.11 cm ile S25 uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Hıyarda (Söylemez ve ark., 2020); biberde (Showemimo ve Olarewaju, 2007); sakız kabağında (Özer, 2012; Akbunar ve Akbudak, 2023;) ve kavunda (Li ve ark., 2021) yaptıkları çalışmalarda, bitkilere tam sulama uygulaması olan %100 seviyesinden %25 oranından fazla kısıntı yapılarak su verildiğinde; bitki boyu gibi vejetatif özelliklerin olumsuz yönde etkilendiğini bildirmişlerdir. Su tüketimi fazla olan sebze türlerinde kısıtlı sulama uygulamaları YOSK değerlerinde azalmaya neden olmaktadır (Pıtır, 2015). Bu çalışmada YOSK değerleri %32.84 (S100)-%16.44 (S25) arasında değişmiştir (Çizelge 4). Ghahremani ve ark. (2021) ve Duran (2023) tarafından hıyar bitkisinde yapılan çalışmalarda da kısıtlı sulama uygulamalarının etkisi ile YOSK değerlerinin azaldığı rapor edilmiştir.

Farklı kısıtlı sulama uygulamalarının turşuluk hıyar bitkisinin meyve verim ve kalite özellikleri üzerine etkileri incelendiğinde; kısıtlı sulama uygulamaları ile birlikte bitki başına düşen verimde azalmalar meydana gelmiştir. Buna göre en yüksek verim 244.08 g ile S100; en düşük verim ise 159.01 g ile S25 uygulamasından elde edilmiştir. Sulama düzeylerinin S100'den S75, S50 ve S25'e düşürülmesi ile birlikte verimde sırası ile %3.36, %18.77 ve %34.85'lik oranlarda kayıp meydana gelmiştir (Çizelge 4). Ancak, verim bakımından S100 uygulaması ile S75 (235.81 g) uygulaması arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunmamıştır (Şekil 2; Çizelge 3). Benzer olarak, Duraktekin ve ark. (2018) kavun bitkisinde yaptıkları bir çalışmada, su sıkıntısı yaşanan yerlerde verimde hiç kayıp olmadan, yüzey altı damla sulama sistemi kullanarak %25 oranında kısıtlı sulama yapılabileceğini vurgulamışlardır. Karaca Bilgen ve ark. (2018) da turşuluk hıyarda farklı sulama uygulamaları ile malç kullanımının ilişkilerini inceledikleri çalışmada; malç uygulamaları ile birlikte en yüksek verimin %75 kısıtlı sulama uygulamasından elde edildiğini ortaya koymuşlardır. Kaman ve ark. (2017) hıyar bitkisinde en yüksek verimin %100 sulama yapıldığında sağlandığını; %25 oranında su kısıtı ile sulama

yapıldığında, yarı ıslatmalı sulama yapılarak verim kaybı olmadığını belirtmişlerdir. Ancak, De Cantuário ve ark., (2021), turşuluk hıyarda en yüksek verimin tarla kapasitesi oranında sulama yapıldığında elde edildiğini ve kısıtlı sulama uygulamalarının verim kaybı meydana getirdiğini bildirmişlerdir.



Şekil 2. Turşuluk hıyar bitkilerine verilen sulama suyu miktarları ve bitki başına düşen toplam verim değerleri

Çizelge 3. Kısıtlı sulama uygulamalarının turşuluk hıyar bitkisinde bitki boyu, YOSK, toplam verim ve verimdeki değişim üzerine etkileri

Sulama Seviyesi (%)	Bitki Boyu (cm)	YOSK (%)	Toplam verim (g bitki ⁻¹)	Verimdeki değişim (%)
100	180.61 a*	32.84 a	244.08 a	Rf
75	176.00 a	25.44 b	235.81 a	-3.36
50	148.33 b	18.77 c	198.25 b	-18.77
25	138.11 c	16.44 c	159.01 c	-34.85
LSD _{0.05}	5.75	2.67	11.10	

* Farklı harfler uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu ifade etmektedir ($P \leq 0.05$), *Rf: Referans Değer

Çalışmada, en yüksek meyve boy uzunluğu değeri 7.97 cm ile S75 uygulamasından elde edilmiştir. Ancak; S75 uygulaması S100 (7.96 cm) ve S50 (7.93 cm) uygulamaları ile aynı istatistiki grupta yer almıştır. En düşük meyve boy uzunluğu değeri ise 7.33 cm ile S25 uygulamasında ölçülmüştür. Meyve çap uzunluğu değerleri bakımından da S100 (2.48 cm) ve S75 (2.45 cm) uygulamaları arasında istatistiki olarak önemli bir fark bulunmamıştır. S50 (2.14 cm) uygulaması ile birlikte meyve çap değerlerinde azalma meydana gelmiştir (Çizelge 4). Parkash ve ark. (2021), hıyar bitkisinde yapılan kısıtlı sulama uygulamaları sonucunda meyve uzunluğunun azaldığını belirtmişlerdir. Ancak; Şimşek ve ark. (2005) ile Söylemez ve ark. (2020) yaptıkları çalışmalarda bitkilere verilen su miktarının azaltılması ile meyve çap ve boy uzunluğu değerlerinde önemli değişim meydana gelmediğini rapor etmişlerdir.

Turşuluk hıyar meyvelerinde meyve eti sertliği önemli bir kalite parametresidir. Özellikle meyve sertliğinin pazarlama ve nakliye şartlarına dayanıklılık, hıyar meyvelerinden hazırlanacak turşu kalitesinin iyi olması gibi konuları doğrudan etkilemektedir (Saraçoğlu, 2013). Araştırmada, meyve eti sertlik değerleri 11.24 N (S100)- 7.68 N (S25) arasında değişmiş olup; S100 uygulaması ile S75 (11.03 N) uygulaması arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık bulunmamıştır. Ancak, S50 ve S25 uygulamaları ile meyve etinde yumuşamalar meydana geldiği ve sertlik değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir (Çizelge 4). Ancak; Akbunar ve Akbudak (2023) kabakta yaptıkları kısıtlı sulama uygulamaları sonucunda meyve eti sertlik değerlerinin arttığını ve en yüksek sertlik değerinin S25

uygulamasından (8.29 kg cm⁻²) elde edildiği belirtilmiştir. Kabakta yapılan bir başka çalışmada da en yüksek sertlik değeri ise 8.14 kg cm⁻² ile S50 uygulamasından elde edilmiştir (Özdüven, 2016). Denemede, su miktarlarının azalması ile ters orantılı olarak SÇKM değerlerinde artış meydana gelmiştir. Buna göre en yüksek SÇKM değeri 3.70 (S25)- 3.33 (S100) arasında değişmiştir (Çizelge 4). Najarian ve ark. (2018) da hıyarda sulama düzeylerinin azalmasının SÇKM miktarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Hıyar meyvelerinde sertliğin azalması ile birlikte pH değerlerinde de azalma meydana gelmiştir. Bu durum, meyvenin içerisindeki sükröz, glikoz gibi şekerlerin aside dönmesi ile ilişkilendirilmektedir (Handley ve ark. 1983). En yüksek pH değeri 5.13 ile S75; en düşük pH değeri ise 4.73 olarak S25 uygulamasında ölçülmüştür. Kısıtlı sulama uygulamalarının turşuluk hıyar meyvelerinde TEA ve EC değerleri üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Hıyar meyvelerinde TEA değerleri %0.02 (S100)- %0.01 (S25); EC değerleri ise 5.50 μ S cm⁻¹(S100)-5.33 μ S cm⁻¹ (S25) arasında değişmiştir (Çizelge 4).

Hıyar bitkilerinde sulama suyu miktarındaki azalmalara bağlı olarak meyvelerin klorofil içerikleri de azalmıştır. Klorofil a değeri 3.97 mg/g (S100)-1.84 mg/g (S25); klorofil b değeri 2.33 mg/g (S75)-1.08 mg/g (S25); toplam klorofil miktarı 6.03 mg/g (S100)- 2.92 mg/g (S25) arasında değişmiştir. Özellikle, su miktarının %50 oranında düşürülmesi hıyar meyvelerindeki toplam klorofil içeriğini yaklaşık %50 oranında azaltmıştır (Çizelge 5). Piri ve ark. (2022), sulama suyundaki azalmaya bağlı olarak hıyar meyvelerinde klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil değerlerinin azaldığını belirtmişlerdir.

Fenolik bileşikler bitkilerin yapısında bulunan önemli antioksidanlardır (Olszowy, 2019). Hıyar bitkisi fenolik bileşikler bakımından zengin bir sebzedir ve hıyar meyvelerinde 73 adet fenolik madde bulunduğu tespit edilmiştir (Ripol ve ark., 2016). Bu çalışmada, kısıtlı sulama uygulamaları ile birlikte hıyar meyvelerindeki toplam fenolik madde miktarlarının azaldığı tespit edilmiştir. Buna göre; meyvelerdeki fenolik madde içerikleri 252.09 mg/100 g (S100) - 106.50 mg/100 g (S25) arasında değişmiştir (Çizelge 5). Hıyarda (Duran, 2023); kiraz domatesinde (Coyago-Cruz ve ark., 2022) ve sakız kabağında (Kuslu ve ark., 2014; Akbunar ve Akbudak, 2023) yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak, Abdelkhalik ve ark. (2019) kavun meyvelerinde fenolik madde içeriğinin su stresine bağlı olarak arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4. Kısıtlı sulama uygulamalarının turşuluk hıyar meyvelerinde boy, çap, sertlik, TEA, SÇKM, pH ve EC değerleri üzerine etkileri

Sulama Seviyesi (%)	Meyve Boyu (cm)	Meyve Çapı (cm)	Meyve Sertliği (N)	Eti (%)	TEA (%)	SÇKM (°Brix)	pH	EC (μ S/cm)
100	7.96 ^a	2.48 ^a	11.24 ^a		0.02	3.33 ^c	5.11 ^a	5.50
75	7.97 ^a	2.45 ^a	11.03 ^a		0.02	3.53 ^b	5.13 ^a	5.34
50	7.93 ^a	2.14 ^c	9.74 ^c		0.02	3.50 ^b	4.91 ^b	5.35
25	7.33 ^b	2.07 ^c	7.68 ^d		0.01	3.70 ^a	4.73 ^c	5.33
LSD _{0.05}	0.25	0.08	0.46		öd	0.15	0.03	öd

* Farklı harfler uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu ifade etmektedir (P \leq 0.05), *öd: önemli değil

Turşuluk hıyar meyvelerinde standardizasyonu sağlayan diğer bir önemli kalite parametresi meyve kabuğu rengidir. Turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde meyvenin sararması taze tüketimde olduğu gibi istenmeyen bir durumdur (Saraçoğlu, 2013; Akbudak ve Üstün, 2023). Bu çalışmada, kısıtlı sulama uygulamaları ile birlikte meyve kabuğunda koyu yeşilden açık yeşile doğru renk değişimleri meydana gelmiş ve özellikle S50 uygulaması ile birlikte meyvelerin sarardığı gözlenmiştir. Meyve renk parametreleri incelendiğinde; L, a, b, C* ve hue^o değerleri için en iyi sonuçlar S100 uygulamasından elde edilmiş olup; bunu istatistiki olarak aynı grupta yer alan S75 uygulaması takip etmiştir. Buna göre “L” değeri 47.03 (S100) -38.91 (S25); a değeri -12.79 (S100) ile -16.22 (S25); b değeri 18.25 (S100)-27.60 (S25); C* değeri 22.29 (S100)-32.02 (S25) ve Hue^o değeri ise 123.03 (S100)- 120.43 (S25)

arasında değişmiştir (Çizelge 6). Demir ve ark. (2022), buharlaşma kabı kullanarak kıvırcık salata ve göbekli marul bitkilerinde farklı seviyelerde sulama uygulamaları yapmışlardır. Buna göre; sulama suyu miktarındaki azalmanın L ve hue° değerlerini arttırdığını, C* değerini ise azalttığını rapor etmişlerdir.

Çizelge 5. Kısıtlı sulama uygulamalarının turşuluk hıyar meyvelerinde klorofil ve fenolik madde miktarı üzerine etkileri

Sulama Seviyesi (%)	Klorofil a (mg/g)	Klorofil b (mg/g)	Toplam Klorofil (mg/g)	Fenolik Madde (mg/100 g)
100	3.97 ^{a*}	2.06 ^b	6.03 ^a	252.09 ^a
75	2.91 ^b	2.33 ^a	5.24 ^a	156.25 ^b
50	1.87 ^c	1.65 ^c	3.52 ^b	125.29 ^c
25	1.84 ^c	1.08 ^d	2.92 ^b	106.50 ^d
LSD _{0,05}	0.74	0.17	0.82	4.20

* Farklı harfler uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu ifade etmektedir (P ≤0.05)

Çizelge 6. Kısıtlı sulama uygulamalarının turşuluk hıyar bitkisinde meyve renk değerleri üzerine etkileri

Sulama Seviyesi (%)	L	a	b	C*	Hue°
100	47.03 ^{a*}	-12.79 ^a	18.25 ^c	22.29 ^c	125.03 ^a
75	44.78 ^{ab}	-13.00 ^a	19.18 ^c	23.17 ^c	124.12 ^a
50	42.32 ^b	-15.29 ^b	26.06 ^b	30.21 ^b	120.40 ^b
25	38.91 ^c	-16.22 ^c	27.60 ^a	32.02 ^a	120.43 ^b
LSD _{0,05}	2.59	0.81	1.18	1.67	1.88

*Farklı harfler uygulamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunduğunu ifade etmektedir (P ≤0.05)

SONUÇ

Bu çalışmada, kısıtlı sulama uygulamalarının turşuluk hıyar meyvelerinin verim ve kalite özellikleri üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada, kısıtlı sulama uygulamaları sonucunda en yüksek verim tam sulama uygulamasını (S100) takiben S75 uygulamasından elde edilmiştir. Turşuluk hıyar meyvelerinde en önemli kalite göstergesi meyvenin sert, gevrek, lezzetli ve kabuk renginin koyu yeşil olmasıdır. Buna göre; araştırmada meyve kabuk rengi, pH, SÇKM ve meyve eti sertliği başta olmak üzere incelenen tüm kalite parametrelerinden elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde; en iyi sonuçlar tam sulama (S100) uygulamasından elde edilmiştir. Ancak; bu çalışma ile tam sulama koşullarından %25 oranında su tasarrufu yapılarak meyvelerin verim ve kalite değerlerinde önemli kayıp meydana gelmeden turşuluk hıyar üretimi yapılabileceği ortaya çıkmıştır. Özellikle, kurak ve yarı-kurak iklime sahip bölgeler ile yağış miktarının az olduğu yerlerde yapılacak turşuluk hıyar yetiştiriciliğinde S75 uygulamasının kullanımı önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Sulama programının hazırlanmasındaki desteklerinden dolayı Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. Hayrettin KUŞÇU'ya teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Nuray AKBUDAK: Çalışmayı planlamış ve tasarlamıştır. Sevin TEOMAN DURAN: Verileri değerlendirmiş, istatistiksel analizleri yapmış ve makaleyi yazmıştır. Alperen HARPUR: Veri toplamış ve verileri değerlendirmiştir.

KAYNAKLAR

- Abdelkhalik, A., Pascual-Seva, N., Nájera, I., Giner, A., Baixauli, C. & Pascual, B. (2019). Yield response of seedless watermelon to different drip irrigation strategies under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, 212, 99-110.
- Ahmadi, S. H., Andersen, M. N., Plauborg, F., Poulsen, R. T., Jensen, C.R., Sepaskhah, A. R. & Hansen, S. (2010). Effects of irrigation strategies and soils on field grown potatoes: Yield and water productivity. *Agricultural Water Management*, 97(11), 1923-1930.
- Akbudak, N. & Üstün, E. G. (2023). The effect of irrigation of pickling cucumber with urban wastewater on product quality and heavy metal accumulation. *Gesunde Pflanzen*, 75, 593-601.
- Akbunar, A. B. N. ve Akbudak, N. (2023). Sakız kabağında (*Cucurbita pepo* L.) Meyve Verimi ve Kalitesi Üzerine Farklı Sulama Seviyesi Uygulamalarının Etkisi. *Muş Alparslan Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 3(1), 16-26.
- Amer, K. H. (2011). Effect of irrigation method and quantity on squash yield and quality. *Agricultural Water Management*, 98, 1197-1206.
- Anonim. (2018). Tarımda Toprak ve Suyun Sürdürülebilir Kullanımı. Erişim adresi: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/06/Tar%C4%B1mda-Toprak-ve-Suyun%20S%C3%BCrd%C3%BCrebilir-Kullan%C4%B1m%C4%B1-%C3%96zel-%C4%B0htisas-Komisyonu-Raporu.pdf> (Erişim tarihi: 08 Temmuz, 2024).
- Anonim. (2024a). Calypso F1 Turşuluk Hıyar Çeşidi Tohum Özellikleri. Erişim adresi: <https://www.intfarming.com/intfa-hibrit-hiyar-tohumu-calypso-f1-500-gr-satisi> (Erişim tarihi: 09 Ağustos, 2024).
- Anonim. (2024b). Bursa İli Nüfus, Konum, İklim ve Coğrafya Özellikleri. Erişim adresi: <https://www.bursa.com.tr/tr/sayfa/nufus-konum-iklim-ve-cografya-47> (Erişim tarihi: 10 Ağustos, 2024).
- Anonim. (2024c). Bursa ili 2022 Yılı İklim Verileri. Erişim adresi: <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/bursa/niluefer-53103/> (Erişim tarihi: 03 Temmuz, 2024).
- Coyago-Cruz, E., Corell, M. Moriana, A., Hernanz, D., Stinco, C. M., Mapelli-Brahm, P. & Meléndez-Martínez, A. J. (2022). Effect of regulated deficit irrigation on commercial quality parameters, carotenoids, phenolics and sugars of the black cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) 'Sunchocola'. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105, 104220.
- Çetinsoy, M. F., (2014). *Açıkta Hıyar Yetiştiriciliğinde Yapıpraktan Uygulanan Selenyum ve Silisyumun Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi), Erişim adresi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=dxJIsWV4a_2RuSZlB7Yxfw&no=xumBAkaLez34HOr39BhoTw
- De Cantuário, F. S., Salomão, L.C., Da Silva Curvêlo, C.R., De Jesus Guimarães, J., Luz, J. M. Q., Ferreira, L. L. & Pereira, A. I. A. (2021). Growth and yield traits of pickling cucumber plants to measure the impact of different irrigation management practices. *Australian Journal of Crop Science*, 15(02), 271-277.
- Demir, H., Kaman, H., Sönmez, İ., Mohamoud, S. S., Polat, E. & Üçok, Z. (2022). Yield, quality and plant nutrient contents of lettuce under different deficit irrigation conditions. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 21(1), 115-129.
- Demirel, K., Genç, L., Çamoğlu, G. ve Açıık, G. (2010). Karpuz Bitkisinde Yaprak Su İçeriği ve Klorofil Okumalarından Yararlanılarak Su Stresinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(3), 155-162.
- DSİ, (2020). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Tarım Raporu. Erişim adresi: <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/720> (Erişim tarihi: 01 Ağustos, 2024).
- Duraktekin, G., Bozkurt Çolak, Y., Atağ, G., Özfidaner, M., Baydar, A. ve Gönen, E. (2018). Karpuzda Kısıtlı Sulamanın Verim ve Su Kullanım Randımanı Üzerine Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı: 218-222.

- Duran, U. T. (2023). Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Bitkisinde Arıtılmış Su Kullanılarak Yapılan Kısıntılı Sulama Uygulamalarının Verim, Kalite ve Ağır Metal İçerikleri Üzerine Olan Etkileri. (Doktora Tezi), Erişim adresi: <https://acikerisim.uludag.edu.tr/items/4b4821d1-c879-4ad7-8cbb-bb8ce13adf53>
- Eşiyok, D. (2012). Kışlık ve Yazlık Sebze Yetiştiriciliği. Mete Basım Matbaacılık Hizmetleri. İzmir, Türkiye.
- Fan, Z., Herrick, J. E., Saltzman, R., Matteis, C., Yudina, A., Nocella, N. & Van Zee, J. (2017). Measurement of soil color: a comparison between smartphone camera and the munsell color charts. *Soil Science Society of America Journal*, 81(5), 1139-1146.
- FAO, (2022). Food and Agriculture Organization of the United Nations Crop Statistics, 2022. URL: <http://Www.Fao.Org/Faostat/En/#Data/QC> (Accessed date: 10 August, 2024).
- Fereres, E. & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58(2), 147-159.
- Ghahremani, Z., Mikaealzadeh, M. Barzegar, T. & Ranjbar, M. E. (2021). Foliar application of ascorbic acid and gamma aminobutyric acid can improve important properties of deficit irrigated cucumber plants (*Cucumis sativus* cv. us). *Gesunde Pflanzen*, 73(4), 1-8.
- Gleick, P. (2002). *The World's Water: The biennial report on freshwater resources*. Island Press.
- Handley, L.W., Pharr, D. M. & McFeeters, R. F. (1983). Carbonhydrat changes during maturation of cucumber fruit. *Plant Physiology*, 72(2), 498-502.
- Helrich, K. (1990). *Official methods of analysis of the association of analytical chemistry*. Arbington, Virginia, 22201, USA, 62-63.
- Kaman, H., Özbek, Ö. ve Polat, E. (2017). Sera Koşullarında Hıyar Bitkisi Üzerine Sulamanın Etkisi. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6, 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 İlişkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı, 328-339.
- Kuslu, Y., Şahin, Ü., Kızıloğlu, F. M. & Memiş, S. (2014). Fruit yield and quality and irrigation water use efficiency of summer squash dripirrigated with different irrigation quantities in a semi arid agricultural area. *Journal of Integrative Agriculture*, 13(11), 2518-2526.
- Kuşçu, H., Turhan, A., Özmen, N., Aydınol, P. ve Demir, A. O. (2015). Bursa Ekolojik Koşullarında Karpuzun Su Kullanım Etkinliği, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Farklı Sulama Rejimlerinin Etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 21-26.
- Li, X., Zhang, H. & Li, F. (2021). Application of increasing yield and quality of melon crops subjected to regulated deficit irrigation. In Proceedings of the 2nd Conference on Artificial Intelligence and Healthcare, pp:11-17.
- MGM, (2024). Meteoroloji Genel Müdürlüğü illere ait resmi istatistikler. Erişim adresi: <https://www.mgm.gov.tr/Veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?m=BURSA> (Erişim tarihi: 05 Ağustos, 2024).
- Najarian, M., Mohammadi-Ghehsareh, A., Fallahzade, J. & 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.
- Nejadsahebi, M., Moallemi, N. & Landi, A. (2010). Effects of cycocel and irrigation regimes on some physiological parameters of three olive cultivars. *American Journal of Applied Sciences*, 7(4), 459-465.
- Olszowy, M. (2019). What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants?. *Plant Physiology and Biochemistry*, 144,135-143.
- Özdüven, F. F. (2016). *Salisilik Asit Uygulamalarının Kısıtlı Su Koşullarında Yetiştirilen Yazlık Kabakta (Cucurbita pepo L.) Bitki Gelişimi ve Verime Etkileri*. (Doktora Tezi), Erişim adresi: <https://acikerisim.nku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11776/371>
- Özer, S. (2012). *Kabak (Cucurbita pepo L.) Bitkisinin Sulama Zamanının Planlanmasında Bitkiye Dayalı Ölçüm Tekniklerinin Kullanım Olanakları*. (Yüksek Lisans Tezi). Erişim adresi: <https://acikerisim.nku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11776/953>

- Parkash, V., Singh, S., Singh, M., Deb, S. K., Ritchie, G. L. & Wallace, R. W. (2021). Effect of deficit irrigation on root growth, soil water depletion, and water use efficiency of cucumber. *HortScience*, 56(10), 1278-1286.
- Pıtır, M. (2015). *Biber Yetiştiriciliğinde Farklı Su Kısıtlarının Meydana Getirdiği Fizyolojik, Morfolojik Ve Kimyasal Değişikliklerin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Erişim adresi: <https://acikerisim.nku.edu.tr/xmlui/handle/20.500.11776/992>
- Piri, H., Naserin, A. & Albalasmeh, A. (2022). Interactive effects of deficit irrigation and vermicompost on yield, quality, and irrigation water use efficiency of greenhouse cucumber. *Journal of Arid Land*, 14(11), 1274-1292.
- Regnell, C. J. (1976). İşlenmiş Sebze ve Meyvelerin Kalite Kontrolü İle İlgili Analitik Metotlar. Gıda Kontrol Eğitim Araştırma Yayınları, 2, Bursa.
- Ripoll, J., Urban, L., Brunel, B. & Bertin, N. (2016). Water deficit effects on tomato quality depend on fruit developmental stage and genotype. *Journal of Plant Physiology*, 190, 26-35.
- Saraçoğlu, İ. O. (2013). Turşuluk Hıyarların Meyve Kalitesinin Belirlenmesi. (Yüksek Lisans Tezi), Erişim adresi: <https://acikerisim.aku.edu.tr/xmlui/handle/11630/6038>
- Showemimo, F. A. & Olarewaju, J. D. (2007). Drought tolerance indices in sweet pepper (*Capsicum annum L.*). *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 1, 29-33.
- Slinkard, K. & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28, 49-55.
- Söylemez, S., Pakyürek, A. ve Esin, Ş. (2020). Kısıtlı Sulama Koşullarında Yetiştirilen Hıyarın Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Waterpad Polimer Uygulamasının Etkisi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 1031-1042.
- Şimşek, M., Tonkaz, T., Kaçıra, M., Çömlekçioğlu, N. & 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(3), 173-191.
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 10 Ağustos, 2024).
- Yıldırım, O. ve Madanoğlu, K. (1985). *A-Sınıfı Buharlaştırma Kaplarının Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılması*. Köy Hizmetleri Araştırma Ana Projesi, No:433, Ankara.