

Serada Yetiştirilen Hıyarın Yarı İslatmalı Sulama ve Geleneksel Kısıntılı Sulamaya Tepkisi

Harun KAMAN¹, Ömer ÖZBEK², Ersin POLAT³

¹Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 07058 Kampüs, Antalya, Türkiye, ²Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, Antalya, Türkiye, ³Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 07058 Antalya, Türkiye.

¹<https://orcid.org/0000-0001-9308-3690>, ²<https://orcid.org/0000-0001-6334-1222>, ³<https://orcid.org/0000-0003-2414-5071>

✉: hkaman@akdeniz.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, serada yetiştirilen hıyar bitkisinin yarı ıslatmalı sulama (YIS) ve geleneksel kısıntılı sulamaya (KS) tepkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma, Türkiye'nin güneyinde Antalya koşullarında plastik örtülü ve cam olmak üzere iki farklı serada yürütülmüştür. Kontrol konu (K100) ile birlikte iki geleneksel kısıntılı sulama (KS75 ve KS50), ardışık-yarı ıslatmalı sulama (A-YIS75 ve A-YIS50) ve sabit-yarı ıslatmalı sulama (S-YIS75 ve S-YIS50) olmak üzere yedi sulama konusu ele alınmıştır. Sulama suyu (mm), verim (t ha⁻¹), bitki boyu (cm), kuru madde vb gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) değerleri (kg (ha×mm)⁻¹) hesaplanmıştır. Beklenildiği gibi, K100 kontrol konusu toprak su içeriği en yüksek değerlerde ve tarla kapasitesi yakın bir seyir izlemiştir. Diğer konularda ise bitki kök bölgesi toprak su içeriği K100 konusundan daha düşük düzeyde kalmıştır. Toplam verim değerlerinin istatistiksel analizi sonucu Tukey's %5 düzeyinde sulama konuları arasındaki fark önemli bulunmuştur. İlk yıl K100, KS75, S-YIS75, A-YIS75 ve A-YIS50 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerinde yer almış ve aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Yine ilk yıl, S-YIS50 ve KS50 konuları ise istatistiki olarak en düşük verim değerlerine sahip olmuştur. İkinci yıl, birinci yıla benzer bir şekilde ancak, sadece K100 ve S-YIS75 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerine sahip olmuş ve aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Yine ikinci yıl, KS50 konusu istatistiki olarak en düşük verim değerine sahip olmuştur. SSKR değeri her iki yıl en yüksek A-YIS50 konusunda hesaplanmıştır. En düşük SSKR değeri ise birinci yıl KS50, ikinci yıl ise A-YIS75 konularında belirlenmiştir. Araştırmada, genel olarak, sulama suyunun kısıntı düzeyi arttıkça verimde azalma saptanmıştır. Sulama suyundan tasarruf sağlamaya yönelik araştırmalar özellikle suyun kıt ve pahalı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde önemini gittikçe artırmaktadır. Bu bağlamda, verimdeki düşüşün sulama suyundaki azalma oranından daha küçük kalması, YIS konularının bir avantajı olarak görülebilir.

Araştırma Makalesi

Makale Tarihiçesi

Geliş Tarihi : 19.02.2021

Kabul Tarihi : 09.04.2021

Anahtar Kelimeler

Kısıntılı sulama

Su tasarrufu

Verim

Sulama suyu kullanım randımanı

Response of Greenhouse Grown Cucumber to Partial Root Zone Drying and Conventional Deficit Irrigation

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the response of greenhouse grown cucumber to the partial root zone drying (YIS) and conventional deficit irrigation (KS). The study was conducted in plastic and glass covered two greenhouses in Antalya condition. With control (K100) and total of seven irrigation treatments including two conventional deficit irrigation (KS75 and KS50), two alternate-partial root zone drying (A-YIS75 and A-YIS50) and two fixed-partial root zone drying (S-YIS75 and S-YIS50) were discussed. Irrigation water (mm), yield (t ha⁻¹), plant height (cm), dry matter etc. observations and measurements were recorded. Irrigation water use

Research Article

Article History

Received : 19.02.2021

Accepted : 09.04.2021

Keywords

Deficit irrigation

Water saving

Yield

Irrigation water use efficiency

efficiency (SSKR) values ($\text{kg (ha}\times\text{mm)}^{-1}$) were calculated. As expected, the soil water content of control (K100) treatment was at the highest values and field capacity followed a close course. In other treatments, the soil water content in the plant root zone remained lower than the K100. As a result of the statistical analysis of the total yield values, Tukey's 5% level difference between irrigation treatments was found to be significant. In the first year, K100, KS75, S-YIS75, A-YIS75 and A-YIS50 treatments were statistically at the highest efficiency values and there was no statistically difference between them. Again, in the first year, S-YIS50 and KS50 treatments had statistically the lowest efficiency values. In the second year, similar to the first year, but only the K100 and S-YIS75 treatments had the highest efficiency values statistically, and there was no statistically difference between them. Again, in the second year, KS50 treatment had the lowest efficiency value statistically. The SSKR value was calculated for the highest A-YIS50 for both years. The lowest SSKR value was determined in the first year KS50 and the second year in A-YIS75. In the study, generally, as the level of irrigation water reduced, the yield was decreased. Studies on saving irrigation water, in particular, it is increasingly important in arid and semi-arid regions where water is scarce and expensive. In this context, an advantage of YIS treatment is that the reduction in yield remains smaller than the rate of reduction in irrigation water.

Atıf İçin: Kaman H, Özbek Ö, Polat E 2022. Serada Yetiştirilen Hıyarın Yarı İslatmalı Sulama ve Geleneksel Kısıntılı Sulamaya Tepkisi. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 25 (2): 337-347. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.883294>
To Cite: Kaman H, Özbek Ö, Polat E 2022. Response of Greenhouse Grown Cucumber to Partial Root Zone Drying and Conventional Deficit Irrigation. KSU J. Agric Nat 25 (2): 337-347. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.a.vi.883294>

GİRİŞ

Suyun kıt ve pahalı olduğu bölgelerde yaygın kullanıma sahip olan ve geleneksel olarak uygulanan kısıntılı sulama ile mevsim içi sulamalarda optimum ürünü sağlamak koşuluyla, gerekenden daha az su uygulayarak, mevcut su kaynağı ile daha fazla tarım alanının sulanması amaçlanır. Diğer bir kısıntılı sulama uygulaması da yarı ıslatmalı sulama (YIS) uygulamasıdır. YIS uygulaması ile geleneksel sulamalarda uygulanan su miktarı belirli bir oranda azaltılarak görece olarak bitki köklerinin yarısı ıslatılmakta ve kalan diğer yarısı kuru bırakılmaktadır. Böylece, suyun kıt ve pahalı olduğu bölgelerde geleneksel kısıntılı sulamaya benzer şekilde, daha az su uygulayarak, mevcut su kaynaklarından daha etkin bir şekilde yararlanılması amaçlanır (Kang ve ark., 1998). Yarı ıslatmalı sulama uygulaması altında bitki kök bölgesinin periyodik olarak yarısının ıslatılmasıyla, bilinen geleneksel kısıntılı sulama uygulamasına kıyasla su kullanım randımanının daha yüksek olabileceği gösterilmiştir (ör., Chaffey, 2001). Yarı ıslatmalı sulama uygulamasında bitki köklerinin bir tarafı görece ıslatılırken, köklerin diğer tarafı görece kuru bırakılır.

Yarı ıslatmalı sulama uygulamasına yönelik ilk çalışmalar, seralarda saksı denemeleriyle yapılmıştır. Bitkiler, kökleri ikiye ayrılarak iki farklı saksıda

yetiştirilmekte, köklerinin yarısının bulunduğu saksılar ardışık olarak sulanır ve kuru bırakılırken, gelişimlerini devam ettirebilmektedirler. Bu durumda yetiştirilen bitkilerin yapraklarında su kaybı daha az olmakta ve stomaları görece olarak kapanmaktadır (Zhang ve ark., 1987; Davies ve Zhang, 1991; Davies ve ark., 1994). Bitkilerdeki stoma kontrolünün, köklerin bir yarısının periyodik olarak kuru bırakılmasıyla köklerden yapraklara gönderilen kimyasal sinyallerle sağlandığı ileri sürülmüştür (Davies ve Zhang, 1991; Tardieu ve Davies, 1992). Bu sinyaller bitkide vegetatif gelişmeyi azaltırken, generatif gelişmeyi teşvik etmektedir. Köklerin bir yarısının kuru bırakılırken, diğer yarısının ıslatılması sonucu ksilem elementleri içinde absisik asit konsantrasyonunun artarak stomaların kapanmasını tetikledikleri gösterilmiştir (Stoll ve ark., 2000). Kök içi su potansiyelinin değişimi, ksilem suyu pH'sının artması gibi diğer nedenler de yapraklarda stoma açıklığının kontrolünde etkili olduğu gösterilmiştir (Wilkinson ve Davies, 1997).

Yarı ıslatmalı sulama (YIS) ile ilgili literatür taramasından, YIS tekniği üzerine yoğun bir şekilde araştırmaların yapıldığı görülmektedir. Ele alınan araştırmalarda kimi değişik bitki tür ve çeşidi materyal olarak yer almasına karşın, YIS tekniği altında hıyar bitkisinin olası tepkilerine yönelik bir araştırmanın yürütülmediği görülmektedir. Hıyar, Antalya yöresi ve Türkiye için çok geniş üretim

alanına ve tüketime sahip olduğu ve literatürdeki eksiliği de gidermek amacıyla bu araştırmanın bitki materyalini oluşturmuştur. Araştırmada, hıyar bitkisi yetiştiriciliğinde geleneksel kısıntılı sulama uygulamaları ile sabit ve alternatif YIS tekniği test edilerek muhtemel tepkileri araştırılmıştır.

MATERYAL ve METOD

Araştırma alanı ve özellikleri

Araştırma, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde ilkbaharda olacak şekilde, iki yetiştirme döneminde cam ve plastik örtülü olmak üzere iki farklı serada yürütülmüştür. Seralar, Türkiye'de yaygın olarak kullanılan ve kuzey-güney yönünde kurulmuş 16×60 m boyutunda planlanmıştır. Araştırma alanının deniz seviyesinden yüksekliği 54 m'dir (Anonim, 1998).

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının kimi fiziksel özellikleri.

Table 1. Some physical properties of the experimental soil.

Derinlik (cm)	Tarla kapasitesi (cm ³ cm ⁻³)	Solma noktası (cm ³ cm ⁻³)	Hacim ağırlığı (g cm ⁻³)
Plastik örtülü-sera (Birinci yıl)			
0-20	0.292	0.196	1.128
20-40	0.271	0.208	1.236
40<	0.251	0.186	1.286
Cam-sera (İkinci yıl)			
0-20	0.415	0.294	1.349
20-40	0.375	0.273	1.296
40 <	0.332	0.262	1.391

Bitki materyali

Deltastar F1 – hibrid hıyar çeşidi kullanılmıştır. Sözkonusu çeşit, geç güzlük ve erken ilkbahar yetiştiriciliği için uygun multi bir hıyar çeşididir. Güçlü ve açık bitki yapısına sahip olup uzun dönemde yetiştirilebilir. Uzunluğu 16-18 cm olup koyu yeşil ve parlak renkte meyvesi vardır. Meyveleri kaliteli ve homojendir. Raf ömrü uzundur. CMV / CVYV / Sf / Scab / Pc gibi virüs ve hastalıklara karşı dayanıklıdır.

Sulama uygulaması ve araştırma planlaması

Sulama suyu, Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Arazisi'nde bulunan pompaj sisteminden sağlanmıştır. Sulama uygulamaları damla sulama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Sulama konularının uygulanmasına başlandıktan sonra birinci yıl toplam 24 ve ikinci yıl ise toplam 19 kez sulama uygulaması yapılmıştır. Birinci yıl toplam 21 ve ikinci yıl ise 14 kez hasat işlemi gerçekleştirilmiştir. Çalışma birinci yıl 129 gün ve ikinci yıl ise iklim koşullarına bağlı olarak 119 gün sürmüştür. Araştırmada yedi sulama konusu ele alınmış ve ayrıntısı Çizelge 2'de verilmiştir.

Araştırmada ele alınan sulama konuları tesadüfi bir şekilde ve 3 yinelenmeli olarak seraya yerleştirilmiştir. Fideler tesadüf parselleri deneme desenine göre toprağa şaşırtılmıştır. Hıyarın dikim işlemi, sıra üzeri

Akdeniz ikliminin hüküm sürdüğü araştırma alanında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlıdır. Antalya'da yıllık ortalama sıcaklık 18.0 °C, en soğuk ay 9.2 °C ile Ocak ve en sıcak ay ise 28.2 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama oransal nem %63, ortalama toplam yağış 1063.5 mm ve ortalama toplam buharlaşma 1886.3 mm'dir (Anonim, 2000).

Araştırma alanı toprakları Gölbaşı serisine girmektedir. Masif travertenler üzerinde gelişmiş bulunan Gölbaşı serisi toprakları fazla profil gelişimi göstermeyen ve genç topraklar olmaları nedeniyle Entisol ordosuna dahil edilmiştir. AC horizonlu ve çok genç olan bu seri topraklarının bütün profilleri killi-tın tekstüre sahiptir. Hemen hemen düz ve düze yakın topografyalarda yer alırlar (Sarı ve ark., 1993). Yıllar itibarıyla, araştırmanın yapıldığı seralara ait kimi toprak özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir.

50 cm ve sıra arası 80 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Her bir sırada 16 bitki ve her bir sulama konusunda toplam 5 sıra yer almıştır. Hasat işlemleri, kenar tesiri de dikkate alınarak, genel olarak her bir konunun bir tekerrüründen olmak üzere 14 bitkiden yapılmıştır.

Yetiştirme mevsimi boyunca farklı sulama konuları altındaki toprak su içeriği PR2 toprak profilinde su ölçüm sensörü ile izlenmiştir. Sulamalar sabit aralıklarla çiçeklenmeye kadar haftada bir, meyve tutumundan son hasada kadar ise haftada iki olacak şekilde planlanmıştır. Sera içerisine A-Sınıfı buhar kabı konulmuş ve buradan alınan buharlaşma ölçümleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla kontrol (K100) konuya uygulanan sulama suyu miktarı hesaplanmıştır (Kirda ve ark., 2004; Kaman ve ark., 2006):

$$I = K \times E_p$$

Eşitlikte: I, sulama suyu (mm); K, bitki örtü yüzdesi katsayısı; E_p, sulama aralığına karşılık gelen A-Sınıfı buhar kabından alınan toplam buharlaşma (mm).

Hıyar bitkisi için gerekli olan ve yöredeki üretici uygulaması ile araştırma sonuçlarından elde edilen veriler doğrultusunda azot, fosfor ve potasyum gübrelerinden sırasıyla 100 mg l⁻¹, 30 mg l⁻¹ ve 200 mg l⁻¹ olarak uygulanmıştır (Kirda ve Baytorun, 1999).

Çizelge 2. Sulama konuları ve açıklamaları
Table 2. Irrigation treatments and description

Sulama konuları	Açıklamaları
K100	A-Sınıfı buharlaşma kabına göre hesaplanan, bitkinin ihtiyaç duyduğu sudan herhangi bir kısıntı yapılmaksızın geleneksel olarak uygulanan kontrol konu.
KS75	K100 konusuna uygulanan su miktarının %75'inin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusu.
A-YIS75	K00 konusuna uygulanan su miktarının %75'inin her sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.
S-YIS75	K100 konusuna uygulanan su miktarının %75'inin sezon boyunca her sulamada sabit olarak köklerin aynı tarafı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.
KS50	K100 konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin bitki köklerinin her iki tarafına uygulandığı geleneksel kısıntılı sulama konusu.
A-YIS50	K100 konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin her sulamada ardışık olarak köklerin bir yarısı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.
S-YIS50	K100 konusuna uygulanan su miktarının %50'sinin sezon boyunca her sulamada sabit olarak köklerin aynı tarafı ıslatılacak şekilde uygulanan sulama konusu.

Araştırmada farklı sulama uygulamalarına karşı hıyarın tepkisini belirlemek amacıyla bitki boyu ölçümleri yapılmıştır. Sulama uygulamalarına başlamadan önce her bir konudan ve o konuyu temsil edecek altışar bitki (altı yineleme) işaretlenmiştir. Bitki boyu ölçümleri işaretli bitkilerde yetiştirme mevsimi boyunca sürdürülmüştür. Toprak üstü kuru madde üretimi yine bitki boy ölçümünde olduğu gibi sezon boyunca izlenmiştir. Hasat işlemlerinde ise meyveler olgunlaşmaya başladıktan sonra arazi tipi tartı ile kütleleri belirlenmiştir. Bu işlem dönem sonuna-son hasada dek devam etmiştir.

Mevsim boyunca uygulanan sulama suyu ve verim değerlerinin kaydedilmesiyle birlikte, her bir sulama konusu için aşağıdaki eşitlik yardımıyla sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) hesaplanmıştır.

$$SSKR=V/SS$$

Eşitlikte: SSKR, sulama suyu kullanım randımanı (kg (ha×mm)⁻¹); V, verim (kg ha⁻¹); ve SS, mevsim boyunca uygulanan sulama suyudur (mm).

Araştırmanın tamamına sulama suyu düzeyi ve sulama uygulama biçimindeki farklılık dışında gübreleme, budama, ilaçlama vs. gibi tüm uygulamalar eşit bir şekilde yapılmıştır. Dolayısıyla hıyar bitkisinin ortaya koyduğu davranış, sadece uygulanan sulama suyu düzeyi ve uygulama biçiminden etkilenmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler SAS istatistik programı yardımıyla %5 önem seviyesinde analiz edilmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Toprak su içeriği

Yetiştirme sezonu boyunca mevsimlik toprak su içeriği izlenmiş ve Şekil 1'de araştırmanın birinci yılı için örnek olarak bitki kök bölgesi su içeriğinin mevsim boyunca değişimi verilmiştir. Araştırmanın ikinci

yılında da bitki kök bölgesi su içeriğinin mevsim boyunca değişimi benzer bir tavır sergilemiştir.

Beklenildiği gibi K100 kontrol konusu toprak su içeriği en yüksek değerlerde ve tarla kapasitesi yakın bir seyir izlemiştir (Şekil 1). Diğer konularda ise bitki kök bölgesi toprak su içeriği K100 konusundan daha düşük düzeyde kalmıştır. Bitki kök bölgesi içerisinde en düşük toprak su içeriği ise sulama suyundan %50 kısıntı yapılan konularda ölçülmüştür. Ele alınan konular itibarıyla, sulama suyu miktarındaki azalmaya bağlı olarak, bitki kök bölgesi toprak su içeriğindeki azalma Kirda ve ark. (2004), Kirda ve ark. (2005) ve Kaman ve ark. (2006) tarafında yapılan çalışmalarla benzerlik göstermiştir. Sulama suyundan %50 kısıntı yapılan konularda K100 konusuna oranla su içeriğinin net bir şekilde daha az olduğu saptanmıştır. Bu durum aynı zamanda ele alınan araştırma konularının iyi planlandığı ve doğru bir şekilde uygulandığını göstermektedir.

Verim, sulama suyu ve sulama suyu kullanım randımanı

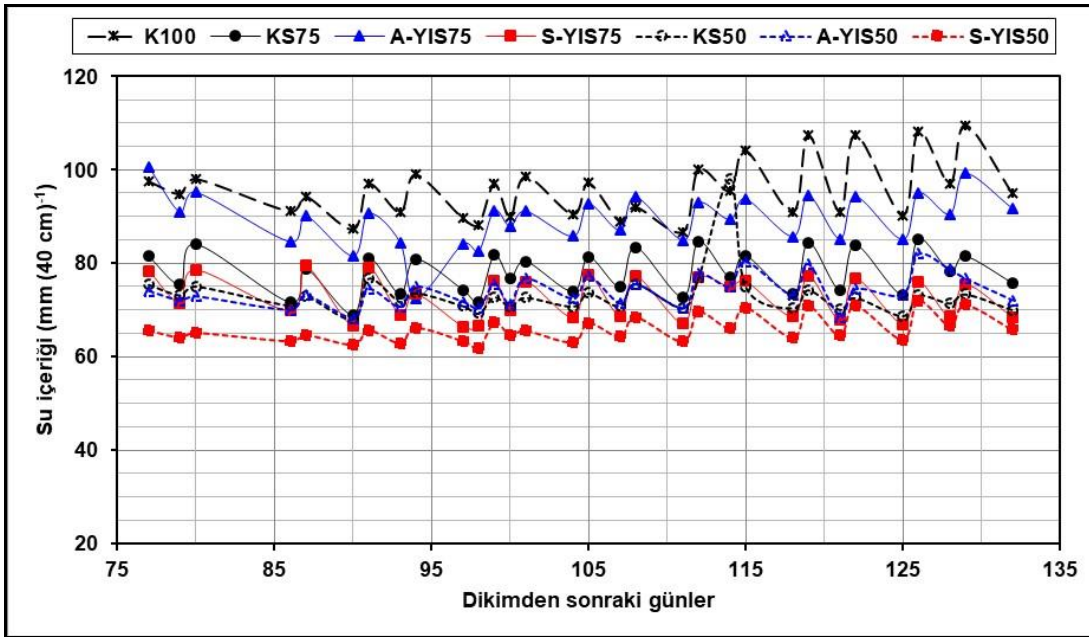
Mevsim boyunca, her bir hasatta elde edilen verim (t ha⁻¹) değerlerinin zamansal değişimi Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir. Sulama konuları altında dönem sonu itibarıyla toplam sulama suyu (mm), toplam verim (t ha⁻¹) ve sulama suyu kullanım randımanı (kg (ha×mm)⁻¹) değerleri Çizelge 3'de görülebilir. K100 konusunun sahip olduğu sulama suyunun %25 eksiği KS75, A-YIS75 ve S-YIS75 konularına, benzer bir şekilde, %50 eksiği ise KS50, A-YIS50 ve S-YIS50 konularına uygulanmıştır.

Mevsim sonu itibarıyla, birinci ortalama toplam en yüksek verim (188.10 t ha⁻¹) olarak K100 konusunda meydana gelirken, en düşük (122.67 t ha⁻¹) KS50 konusunda kaydedilmiştir. Verim azalış oranı K100 konusuna kıyasla KS50 konusunda yaklaşık %34.78 oranında gerçekleşmiştir. Yine mevsim sonu

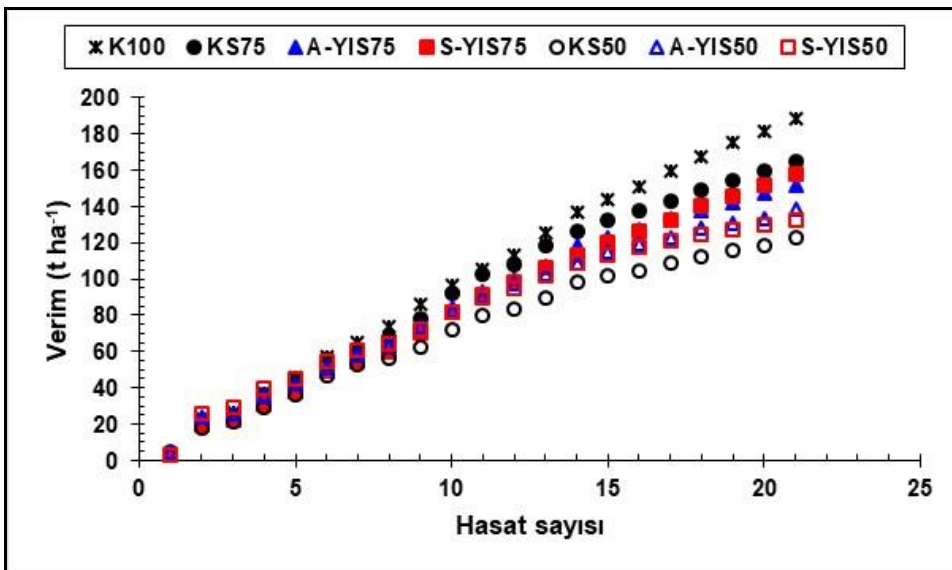
itibariyle, ortalama toplam verim değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması tüm sulama konuları için $K100 > KS75 > S-YIS75 > A-YIS75 > A-YIS50 > S-YIS50 > KS50$ şeklinde hesaplanmıştır (Çizelge 3). İkinci yıl ise (191.68 t ha^{-1}) yine K100 konusunda meydana gelirken, en düşük (100.01 t ha^{-1}) yine KS50 konusunda kaydedilmiştir. Bu durumda, verim azalış oranı K100 konusuna kıyasla KS50 konusunda yaklaşık %47.82 oranında gerçekleşmiştir. Mevsim sonu itibarıyla ortalama toplam verim değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması tüm sulama konuları için $K100 > S-YIS75 > A-YIS50 > S-YIS50 > KS75 > A-YIS75 > KS50$ şeklinde

hesaplanmıştır (Çizelge 3). Kontrol konuya göre kıyaslama yapıldığında, verim azalış oranının S-YIS75 konusu altında en düşük olarak hesaplanmıştır. Benzer bir şekilde, Kontrol konuya göre kıyaslama yapıldığında, verim azalış oranının her iki yıl için KS50 konusu altında en yüksek olarak kaydedilmiştir.

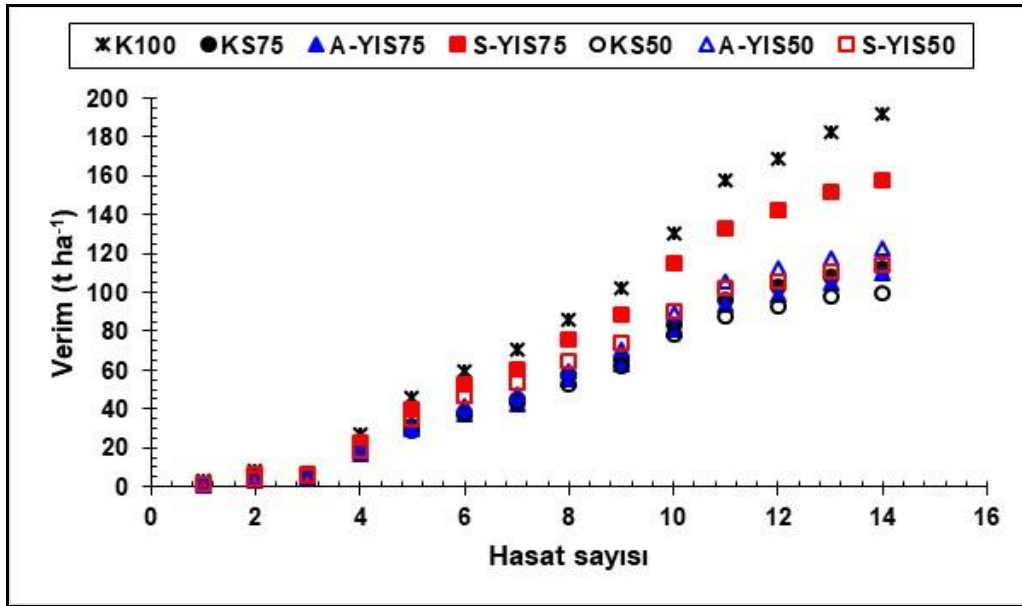
Mevsim sonu itibarıyla toplam verim değerlerinin istatistiksel analizi sonucu Tukey's %5 düzeyinde sulama konuları arasındaki fark önemli bulunmuştur (Çizelge 3). İlk yıl K100, KS75, S-YIS75, A-YIS75 ve A-YIS50 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerinde yer almış ve aralarında istatistiki olarak



Şekil 1. Birinci yıl tüm konular altında toprak su içeriğinin mevsimsel değişimi.
Figure 1. Seasonal change of soil water content under all treatments in the first year.



Şekil 2. Birinci yıl, sulama konuları altında her hasatta elde edilen verim değerlerinin değişimi.
Figure 2. In the first year, the change of yield values obtained in each harvest under irrigation treatments.



Şekil 3. İkinci yıl, sulama konuları altında her hasatta elde edilen verim değerlerinin değişimi.

Figure 3. In the second year, the change of yield values obtained in each harvest under irrigation treatments.

bir fark bulunmamıştır. Yine ilk yıl, S-YIS50 ve KS50 konuları ise istatistiki olarak en düşük verim değerlerine sahip olmuştur. İkinci yıl birinci yıla benzer bir şekilde ancak, sadece K100 ve S-YIS75 konuları istatistiki olarak en yüksek verim değerlerinde yer almış ve aralarında istatistiki olarak bir fark bulunmamıştır. Yine ikinci yıl, KS50 konusu istatistiki olarak en düşük verim değerine sahip olmuştur.

Sulama suyu kullanım randımanı (SSKR) değeri her iki yıl en yüksek A-YIS50 konusunda hesaplanmış

(Çizelge 3) ve Kırdı ve ark. (2004), Kaman ve ark. (2006) ve Topcu ve ark. (2007) tarafından yapılan araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermiştir.

En düşük SSKR değeri ise birinci yıl KS50, ikinci yıl ise A-YIS75 konularında belirlenmiştir. SSKR değerlerinin istatistiksel analizi sonucu Tukey's %5 düzeyinde sulama konuları arasındaki fark birinci yıl önemli bulunmamıştır (Çizelge 3). Ancak, ikinci yıl sulama konuları arasındaki fark istatistiki olarak önemli çıkmıştır.

Çizelge 3. Verim ($t ha^{-1}$), sulama suyu (mm) ve sulama suyu kullanım randımanı ($kg (ha \times mm)^{-1}$).

Table 3. Yield ($t ha^{-1}$), irrigation water (mm) and irrigation water use efficiency ($kg (ha \times mm)^{-1}$).

Sulama konuları	Sulama suyu (mm)	Verim ($t ha^{-1}$)*	SSKR ($kg (ha \times mm)^{-1}$)*
Plastik örtülü-sera (Birinci yıl)			
K100	216.51	188.10 ± 6.65 a	868.78 ± 30.73 ö.d.
KS75	184.27	164.89 ± 6.83 ab	894.81 ± 37.08 ö.d.
A-YIS75	184.27	152.02 ± 12.04 ab	824.99 ± 65.36 ö.d.
S-YIS75	184.27	157.97 ± 17.27 ab	857.25 ± 93.73 ö.d.
KS50	152.04	122.67 ± 8.87 b	806.85 ± 58.36 ö.d.
A-YIS50	152.04	138.60 ± 11.84 ab	911.63 ± 77.85 ö.d.
S-YIS50	152.04	132.82 ± 9.27 b	873.61 ± 60.95 ö.d.
Tukey's CV		12.56	-
Cam sera (İkinci yıl)			
K100	148.02	191.68 ± 21.64 a	1294.93 ± 146.22 ab
KS75	118.52	112.30 ± 5.79 bc	947.53 ± 48.84 ab
A-YIS75	118.52	110.06 ± 8.84 bc	928.61 ± 74.58 b
S-YIS75	118.52	157.69 ± 3.52 ab	1330.49 ± 29.67 ab
KS50	89.01	100.01 ± 13.85 c	1123.59 ± 155.64 ab
A-YIS50	89.01	122.28 ± 2.61 bc	1373.76 ± 29.29 a
S-YIS50	89.01	114.02 ± 4.87 bc	1280.99 ± 54.70 ab
Tukey's CV		14.41	13.36

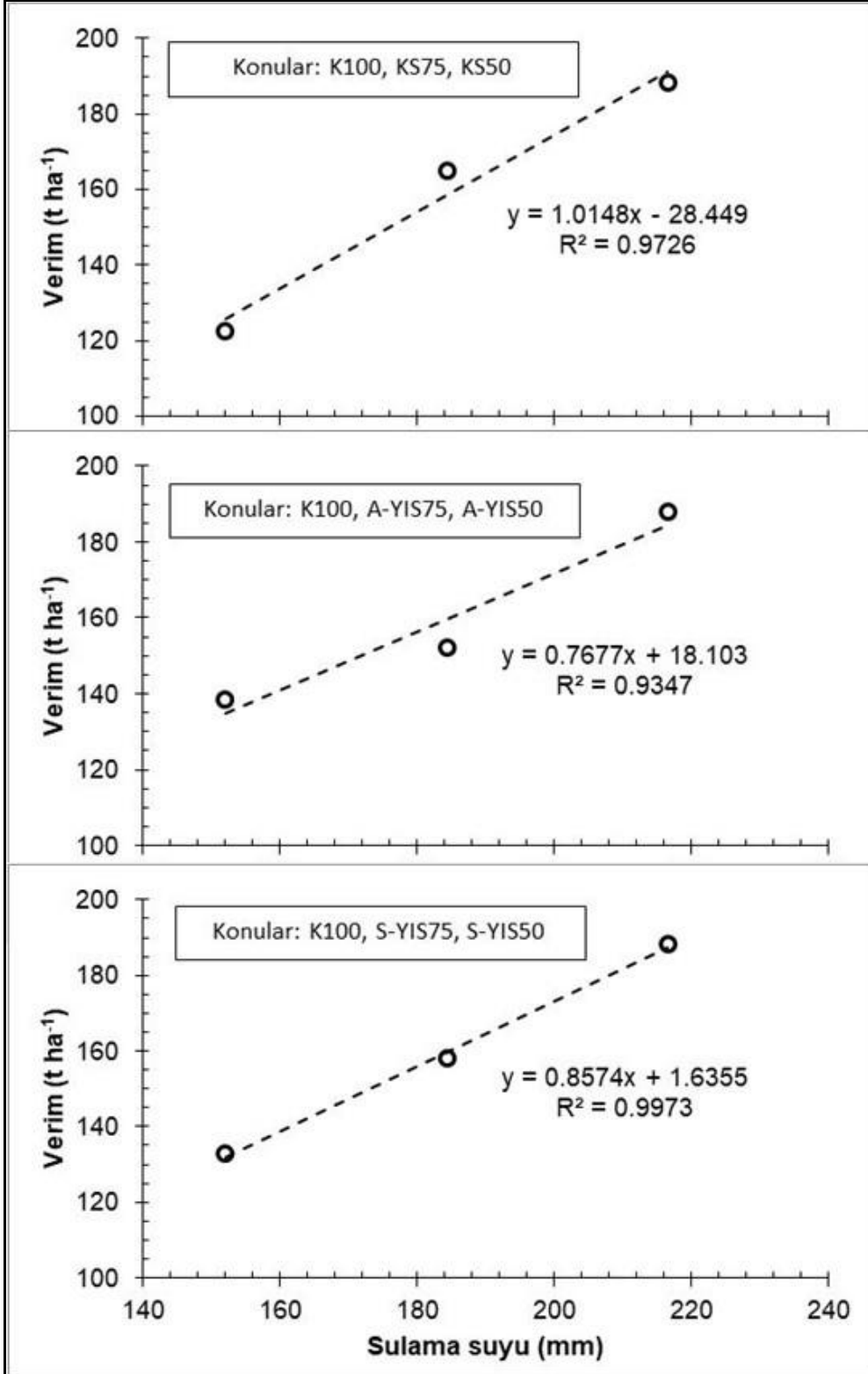
*Tukey's %5 düzeyinde önemli derecede farklıdır.

ö.d.: Önemli değil

Veriler ($n=3$) ± Standart Hata ile birlikte ortalamadır.

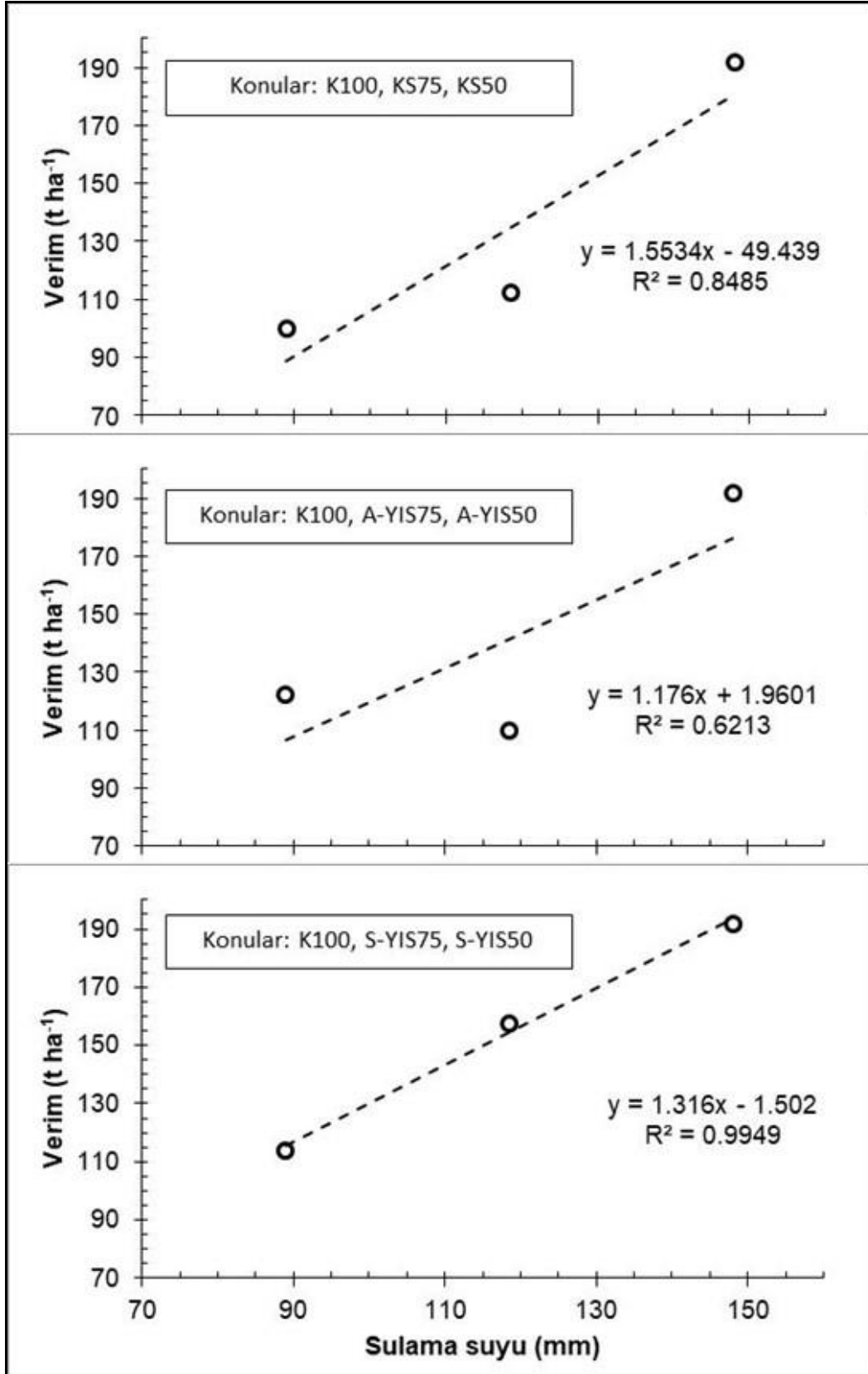
Verim ($t\ ha^{-1}$) ile sulama suyu (mm) arasındaki ilişkiler birinci ve ikinci yıl için sırasıyla Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir. Su-verim ilişkisini ayrıntılı bir şekilde irdelemek amacıyla; kontrol (K100) konuyla birlikte geleneksel kısıntılı (KS75 ve KS50), ardışık

yarı ıslatmalı (A-YIS75 ve A-YIS50) ve sabit yarı ıslatmalı (S-YIS75 ve S-YIS50) uygulamaları ayrı ayrı grafiklenmiştir. Birinci yıl ve ikinci yıl sulama suyu ile verim arasında oldukça yüksek oranda doğrulsa bir ilişki tespit edilmiştir (Şekil 4, Şekil 5).



Şekil 4. Araştırmanın birinci yılı için verim-sulama suyu arasındaki ilişki.

Figure 4. The relationship between yield-irrigation water for the first year of the study.



Şekil 5. Araştırmanın ikinci yılı için verim-sulama suyu arasındaki ilişki.

Figure 5. The relationship between yield-irrigation water for the second year of the study.

Genel olarak, sulama suyu artışına bağlı olarak verimde de artış kaydedilmiştir. Aynı zamanda, bu durum kısıntılı sulama programının da doğru bir

şekilde uygulandığının bir göstergesidir. Bununla birlikte, özellikle, sabit yarı ıslatmalı (S-YIS75 ve S-YIS50) konuları altındaki verim-sulama suyu ilişkisi

(birinci yıl $R^2=0.9973$ ve ikinci yıl $R^2=0.9949$) en yüksek çıkmıştır (Şekil 4, Şekil 5).

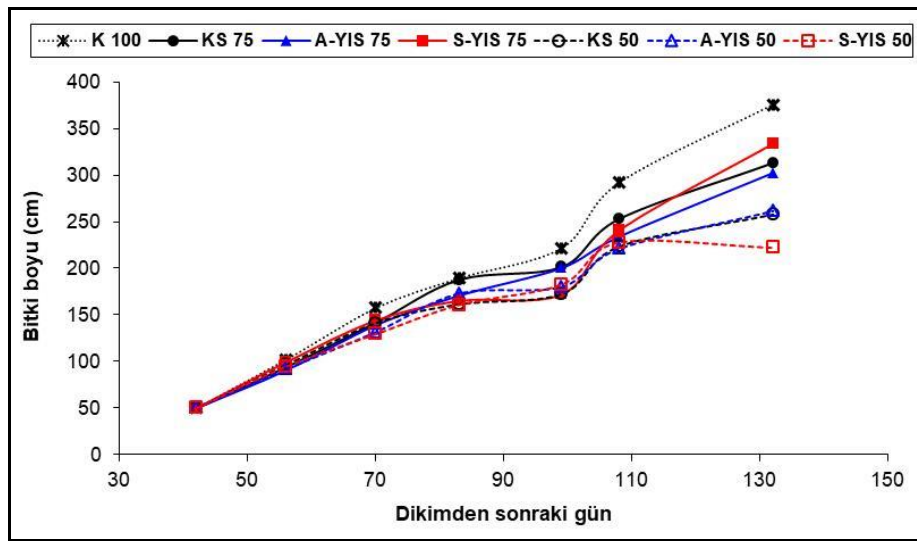
Bitki boyu ve kuru madde gelişimi

Farklı sulama düzeyi ve uygulama biçimleri altında hıyar bitkisinin davranışını test etmek amacıyla verimin yanı sıra bitki boyu ölçümleri de yapılmıştır. Birinci ve ikinci yıla ait bitki boyunun mevsimsel değişimi sırasıyla Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.

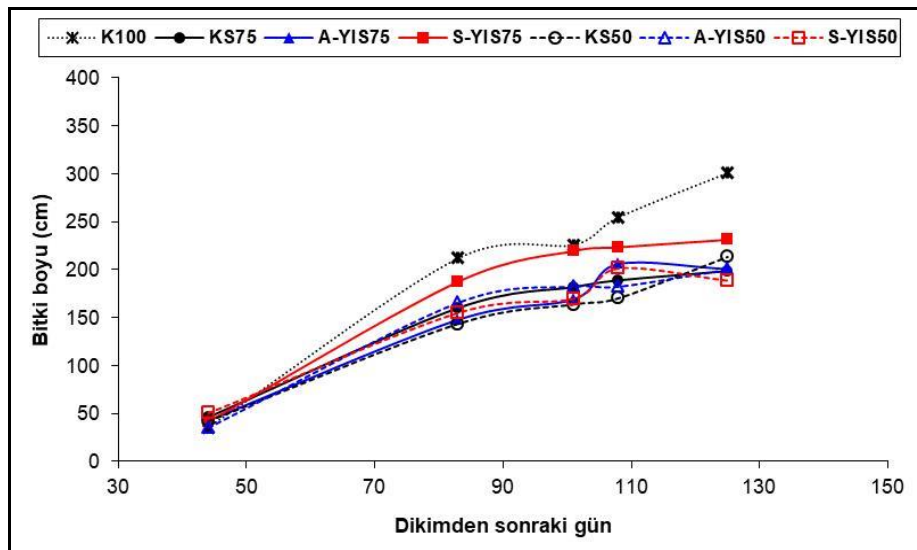
Bitki boyu gelişimi fidelerin seraya dikiminden itibaren yaklaşık 50 gün sonra ele alınan konular altında farklılaşmaya başlamıştır. Beklenildiği gibi en yüksek boy uzunluğu K100 konusunda gerçekleşmiştir (Şekil 6, Şekil 7). Özellikle ikinci yıl, bitki boy gelişimi açısından K100 konusunu S-YIS75 konusu izlemiştir (Şekil 7). Genel olarak KS50, A-

YIS50 ve S-YIS50 konularında da benzer bir eğilimle en düşük boy ölçümleri kaydedilmiştir (Şekil 6, Şekil 7).

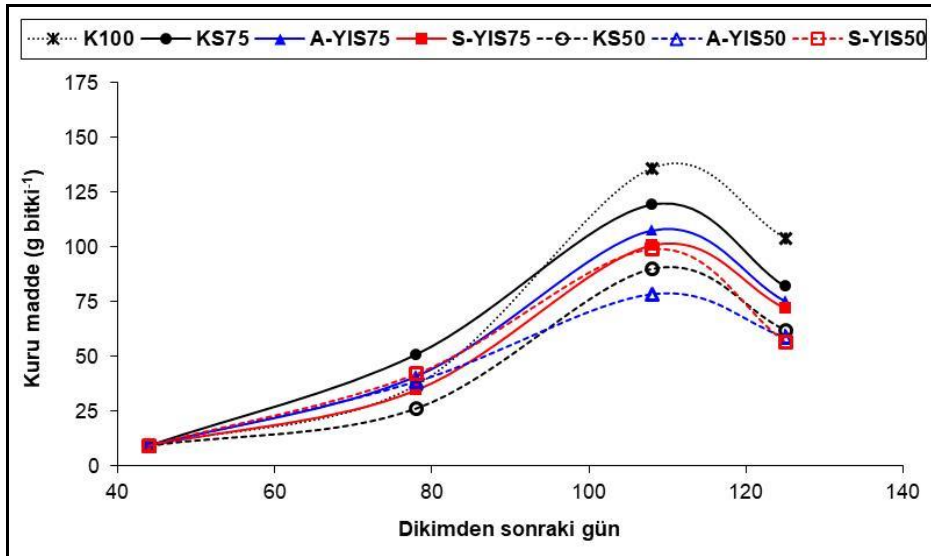
Kuru madde ölçüm değerleri için örnek olarak sadece ikinci yıla ait grafik Şekil 8'de görülebilir. Kuru madde değerlerinde özellikle birinci yıl, genel olarak mevsim içerisinde artış ve azalışlar kaydedilmiştir. Bunun nedeni ise daha iyi bir bitki gelişimi sağlamak için zaman zaman budama vb işlemler yapılmıştır. Bu nedenle kuru madde değerlerinde zaman zaman düşük değerler kaydedilebilmiştir. İkinci yıl ise özellikle mevsim sonuna değin K100 konusundaki kuru madde değeri beklenildiği gibi daha yüksek çıkmıştır. A-YIS50 konusundaki kuru madde değeri daha düşük kalmıştır (Şekil 8).



Şekil 6. Birinci yıl, tüm sulama konuları altında bitki boyunun mevsimsel değişimi.
Figure 6. First year, seasonal change of plant height under all irrigation treatments.



Şekil 7. İkinci yıl, tüm sulama konuları altında bitki boyunun mevsimsel değişimi.
Figure 7. Second year, seasonal change of plant height under all irrigation treatments.



Şekil 8. İkinci yıl, tüm sulama konuları altında kuru madde değerlerinin mevsimsel değişimi.
Figure 8. Second year, seasonal change of dry matter values under all irrigation treatments.

Ele alınan bu çalışmada, sulama suyu miktarındaki kısıntı düzeyinin artmasıyla birlikte geleneksel kısıntı sulama altındaki verim azalışı, YIS uygulamalarına oranla daha yüksek olmuş (Çizelge 3, Şekil 4, Şekil 5) ve Kırdı ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmayla benzerlik göstermiştir. YIS tekniği ile bitki köklerinin bir bölümünün kuru bırakılması sonucu susuzluk stresi meydana gelmekte, stoma açıklıkları kapanmakta ve bunun sonucu bitki su tüketimi azalmaktadır. Böylece, YIS tekniği altında verimde önemli bir azalma olmadan sulama suyundan tasarruf edilebilmektedir. Wilkinson ve Davies (1997), susuzluk stresi altında stoma davranışını gözlemişler ve gözlenen değişikliğin ksilem ile taşınan absisik asit konsantrasyonunun değişmesiyle tetiklendiğini tespit etmişlerdir. Kang ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, YIS tekniğinin diğer geleneksel sulamalara oranla sulama suyundan daha yüksek miktarlarda tasarruf sağladığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Kang ve ark., (2001) tarafından yürütülen bir başka çalışmada da YIS uygulaması altında geleneksel sulamalara oranla daha yüksek verim ve en iyi su kullanım randımanı elde edilmiştir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmanın tamamına sulama suyu düzeyi ve uygulama biçimindeki farklılık dışında gübreleme, budama, ilaçlama vs. gibi tüm uygulamalar eşit bir şekilde yapılmıştır. Dolayısıyla bitkinin ortaya koyduğu davranış sadece uygulanan sulama suyu düzeyi ve uygulama biçiminden etkilenmiştir. Değişik sulama düzeyi ve uygulama biçimleri altında hıyar bitkisinin davranışını test etmek amacıyla verimin yanı sıra bitki boyu, kuru madde gibi gözlem ve ölçümler yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre farklı sulama konuları altında

kaydedilen verim değerleri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Sulama suyunun kısıntı düzeyi arttıkça verimde azalma saptanmıştır.

İyi kaliteye sahip suların az ya da sulama amaçlı kullanılacak suların yeterli olmadığı durumlarda sulama suyu maliyeti çok önemli olmaktadır. Bu araştırma sonucunda K100 konusundan su miktarı %50 kısıntı yapılan KS50'deki verim azalışı en fazla olmuştur. Buna ilave olarak YIS uygulamaları (A-YIS50 ve S-YIS50) altında verim azalışı KS50'den daha az gerçekleşmiştir. Araştırmada, sulama suyu miktarındaki azalış ile verimdeki düşme oranı aynı olmamıştır. Sulama suyundan tasarruf sağlamaya yönelik araştırmalar özellikle suyun kıt ve pahalı olduğu kurak ve yarı kurak bölgelerde önemini gittikçe artırmaktadır. Bu bağlamda, verimdeki düşüş sulama suyundaki azalma oranından daha küçük kalması YIS konularının bir avantajı olarak görülebilir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmaya desteğinden dolayı Akdeniz Üniversitesi'ne teşekkür eder.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyan Özeti

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

KAYNAKLAR

Anonim 1998. 1997 yılı çalışma raporu. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Tarım İl Müdürlüğü, Antalya, 71ss.

- Anonim 2000. Antalya ili uzun yıllık iklim verileri. Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü, Antalya.
- Chaffey N 2001. Restricting water supply enhances crop growth. *Trends Plant Sci.* 6(8): 346.
- Davies WJ, Zhang J 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42: 55-76.
- Davies JW, Tardieu F, Trejo CL 1994. How do chemical signals work in plants that grow in drying soil? *Plant Physiol.* 104: 309-314.
- Kaman H, Kirda C, Cetin M, Topcu S 2006. Salt accumulation in the root zones of tomato and cotton irrigated with partial root-drying technique. *Irrigation and Drainage* 55: 533-544.
- Kang S, Liang Z, Hu W, Zhang J 1998. Water use efficiency of controlled alternate irrigation on root-divided maize plants. *Agricultural Water Management* 38: 69-76.
- Kang S, Liang Z, Pan Y, Shi P, Zhang J 2000. Alternate Furrow Irrigation for Maize Production in an Arid Area. *Agricultural Water Management* 45: 267-274.
- Kang S, Zhang L, Hu X, Li Z, Jerie P 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. *Sci. Hortic.* 89: 257-267.
- Kirda C, Baytorun N 1999. Fertigation under saline conditions: Irrigation management minimizing soil salinity risk. Ryan, J. (ed.), 2000. *Plant Nutrient Management under Pressurized Irrigation Systems in the Mediterranean Region. Proceedings of the IMPHOS International Fertigation Workshop Organized by the World Phosphate Institute (IMPHOS), 25-27 April 1999, Amman, Jordan.* ICARDA, Aleppo, Syria, pp. 288-296.
- Kirda C, Cetin M, Dasgan Y, Topcu S, Kaman H, Ekici B, Derici MR, Ozguven AI 2004. Yield response of greenhouse grown tomato to partial root drying and conventional deficit irrigation. *Agricultural Water Management* 69: 191-201.
- Kirda C, Topcu S, Kaman H, Ulger AC, Yazici A, Cetin M, Derici MR 2005. Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation. *Field Crops Research* 93: 132-141.
- Sarı M, Aksoy T, Köseoğlu T, Kaplan M, Kılıç Ş, Pılanalı N 1993. Akdeniz Üniversitesi yerleşim alanının detaylı toprak etüdü ve ideal arazi kullanım planlaması. Akdeniz Üniv. Yayınları, Antalya, 145 ss.
- Stoll M, Loveys B, Dry P 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *J. Exp. Bot.* 51(350): 1627-1634.
- Tardieu F, Davies WJ 1992. Stomatal response to abscisic acid is a function of current plant water status. *Plant Physiol.* 92: 540-545.
- Topcu S, Kirda C, Dasgan Y, Kaman H, Cetin M, Yazici A, Bacon MA 2007. Yield response and N-fertiliser recovery of tomato grown under deficit irrigation. *Europ. J. Agronomy* 26: 64-70.
- Wilkinson S, Davies WJ, 1997. Xylem Sap pH Increase: A Drought Signal Received at the Apoplastic Face of the Guard Cell that Involves the Suppression of Saturable Abscisic Acid Uptake by the Epidermal Symplast. *Plant Physiol.* 113: 559-573.
- Zhang J, Schurr U, Davies WJ 1987. Control of stomatal behaviour by abscisic acid which apparently originates in roots. *J. Exp. Bot.* 38: 1174-1181.