

Konya İli Açık Tarla Koşullarında Marul Bitkisinin Su-Verim Parametrelerinin Belirlenmesi**

Yıldırım Fekrt Abdulrazzaq AL-BAYATI

Mehmet ŞAHİN^{1*}¹Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

*Sorumlu yazar e-mail (Corresponding author e-mail): mhsahin@selcuk.edu.tr

Geliş tarihi (Received): 19.07.2018

Kabul tarihi (Accepted): 14.9.2018

DOI: 10.21657/topraksu.460725

Öz

Bu araştırma, Konya ili açık tarla şartlarında Cuore (*Lactuca Sativa* L. var. *longifolia*) marul çeşidinin su-verim fonksiyonlarını belirlemek amacıyla, Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde 2017-2018 yılı yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Çalışmada 4 gün sulama aralığında dört farklı sulama düzeyi uygulanmıştır. Sulama düzeyleri, A sınıfı buharlaşma kabından oluşan yığılımlı buharlaşma değerinin % 60'ı (I_{60}), % 80'i (I_{80}), % 100'ü (I_{100}) ve % 120'si (I_{120}) alınarak oluşturulmuştur. Deneme tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Araştırma sonuçlarına göre, mevsimlik su tüketimi en yüksek 441.9 mm ile I_{120} konusunda, en düşük 317.8 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. En yüksek ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı 865.85 g ile I_{120} konusunda, en düşük ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı ise 475.68 g ile I_{60} konusunda bulunmuştur. Sulama suyu ve su kullanım randımanları, konulara bağlı olarak, sırasıyla 14.6-18.3 kg m⁻³ ve 12.5-17.0 kg m⁻³ arasında değişmiştir. Marul verim tepki etmeni (ky) ise 1.38 olarak bulunmuştur. A sınıfı buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma değerinin % 100'ünün sulama suyu olarak verildiği konu ideal sulama programı olarak önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: A sınıfı buharlaşma kabı, damla sulama yöntemi, konya, marul bitkisi, verim tepki etmeni

**Yüksek Lisans tezinden türetilmiştir.

Determination of Water-Yield Parameters of Lettuce Plant in Konya Open Field Conditions

Abstract

This research was conducted to determine water-yield functions of Cuore (*Lactuca Sativa* L. var. *Longifolia*) lettuce cultivars under open field conditions at research station of Konya Soil, Water and Deserting Control Research Institute during 2017-2018 growing season. In the study, four different irrigation treatments were constituted as 60 % (I_{60}), 80% (I_{80}), 100% (I_{100}) and 120% (I_{120}) of the cumulative evaporation measured from the Class A Pan within 4 days period. The experiment was conducted according to randomized block design with three replications.

According to research results, maximum evapotranspiration rate was measured in I_{120} treatment as 441.9 mm while minimum evapotranspiration was measured in I_{60} treatment as 317.8 mm. The highest average marketable head weight was obtained at I_{120} treatment with 865.85 g and the lowest average marketable head weight was obtained at I_{60} treatment with 475.68 g. Irrigation water use efficiency and

water use efficiency varied between 14.6-18.3 kg m⁻³ and 12.5-17.0 kg m⁻³, respectively, depending on the treatments. The yield response factor (ky) was found as 1.38 100 % of the cumulative evaporation of the Class A Pan is recommended as a optimal irrigation program for drip irrigated lettuce crop under field condition to get higher and quality lettuce yield for the Konya Region.

Key words: class A pan, drip irrigation method, konya, lettuce plant, yield response factor

GİRİŞ

Konya ili, kurak ve yarı kurak bir iklim özelliğine sahiptir. Dolayısıyla su bölgede bitkisel üretim için hayati bir öneme sahiptir. Bir bölgenin su kaynakları potansiyeli, bitki desenini ve sulama programlamasını etkileyen en önemli unsurdur. Son yıllarda iklim değişikliği ve gelişen ülke koşulları dikkate alındığında çiftçilerin, birim alandan daha çok gelir elde etme istekleri sulu tarım arazilerinin giderek artmasına dolayısıyla mevcut su kaynakları üzerinde baskıya sebep olmaktadır. Bu durum, tarımsal sulamanın önemini daha da arttırmakta ve su kaynaklarının daha da etkin kullanılmasını gündeme getirmektedir. Kısıtlı su kaynaklarının üzerinde, sanayi ve kentsel su ihtiyacı baskısının artması sulamada kullanılan su potansiyelinin azalmasına ya da kalitesi düşük suların da tarımda kullanılmasına neden olmaktadır (Özbağçe ve Tari, 2010). Yeraltı ve yerüstü su kaynaklarından en iyi şekilde faydalanmak için, toprak-bitki- iklim ilişkileri çerçevesinde sulama zamanı ve miktarı arasındaki ilişkinin belirlenmesi gerekir (James, 1988). Sulama-verim ilişkileri, öncelikle sulama zamanı, uygulama yöntemi, su kalitesi, bitki, toprak heterojenliği ve iklimsel koşullar gibi faktörlere bağlıdır (Doorenbos, 1977).

Marul, dünya üzerinde üretimi yaygın olarak yapılan ve ekonomik değeri yüksek olan bir sebze çeşididir. Marul salata gurubu sebzeler içerisinde en çok tüketilen ve yılın tamamında pazarda bulunabilen tek senelik serin iklim sebzesidir (Stagnari et al., 2015). FAO'nun 2016 verilerine göre dünyada marul türleri 1.223.407 ha alanda üretilmekte ve 26.779.564 ton verim elde edilmektedir (FAOSTAT, 2018). Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2016 yılında, Türkiye genelinde toplam marul türleri üretimi; 221.516 da alanda 478.442 ton, Konya ilinde ise toplam 1143 da alanda 3207 ton olarak gerçekleşmiştir (TUIK, 2016).

Marul ile ilgili araştırmalar genellikle sera koşullarında; bitki besleme, gübreleme, bitki koruma ve az da olsa sulama konularında

yapılmıştır. Öneş vd. (1995), Yazgan vd. (2006), Acar vd. (2008), Kuslu vd. (2008), Bozkurt vd. (2009), Senyigit ve Kaplan (2013) ve Yıldırım vd. (2015) yaptıkları araştırmalarda farklı A sınıfı buharlaşma kap katsayıları kullanarak seralarda marul bitkisi için sulama programları oluşturmuşlardır. Ancak açık tarla koşullarında sulama konusunda yapılmış araştırma sayısı azdır. Bu araştırma, Konya ilinde açık tarla koşullarında, sulama programı A sınıfı buharlaşma kabına göre yapılan ve damla sulama yöntemi ile sulanan marul bitkisinin su-verim fonksiyonlarının belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma, Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü deneme arazisinde yürütülmüştür. Deneme alanının koordinatları ve Google Earth görüntüsü Şekil 1'de verilmiştir.

Araştırmada, Yedikule (*Lactuca Sativa* L. var. *longifolia*) Cuore marul çeşidi kullanılmıştır.

Konya ili, Türkiye'nin en az yağış alan bölgelerinden bir tanesidir. Araştırmanın yürütüldüğü yıla ait bazı iklimsel parametreler Çizelge 1'de verilmiştir (DMİ 2017). Bölgede yağış miktarları buharlaşma miktarlarına oranla çok düşüktür. Dolayısıyla bölgede tarımsal faaliyetler için sulama mutlak suretle gereklidir.

Araştırma alanı topraklarından 0-30 ve 30-60 cm derinlikten alınan örneklerde yapılan analiz sonuçlarına göre; her iki katmanda da bünye killi olup, hacim ağırlığı değerleri sırası ile 1.32-1.33



Şekil 1. Deneme alanının görüntüsü

Figure 1. Experimental area

Çizelge 1. Konya iline ait bazı iklim verileri

Table 1. Meteorological data of Konya province

Yıllar	İklim elemanları	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
2017	Ortalama sıcaklık (C) *	15.2	20.2	24.6	23.6	20.7
	Ortalama bağıl nem (%)	57.7	55	35.6	45.2	31.2
	Toplam yağış (mm) *	33,7	5.2	-	7.2	-
	Ort. rüzgar hızı (m s ⁻¹) *	1,2	1.1	1.1	1.1	0.5
	Toplam buharlaşma (mm)	130.2	162	269.7	229.4	171
Uzun yıllar ortalaması (1960-2016)	Ortalama sıcaklık	15.7	20.1	23.4	22.8	18.4
	Ortalama bağıl nem (%)	55.9	48.4	42.1	42.9	48.0
	Toplam yağış (mm)	44.3	23.9	6.5	5.4	12.9
	Ort. rüzgar hızı (m s ⁻¹)	2.2	2.5	2.8	2.6	2.1
	Toplam buharlaşma (mm)	155.0	210.5	269.0	250.1	172.1

* Araştırma alanında bulunan meteoroloji istasyonundan alınan değerler

g cm⁻³ dür. Toprağın faydalı su kapasitesi (0-30 cm) için 36.09 mm, (30-60 cm) için ise 31.05 mm olarak hesaplanmıştır. Toprakların pH değerleri 8.06 ve 7.93, tuzluluk değerleri ise 0.57 ve 0.73 dS m olarak belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan sulama suyu C₂S₁ sınıfındadır.

Araştırmada, A sınıfı buharlaşma kabından 4 günde oluşan buharlaşmanın farklı pan katsayıları ile hesaplanması sonucu bulunan 4 farklı sulama konusu (% 60'ı (I₆₀), % 80'i (I₈₀), % 100'ü (I₁₀₀) ve % 120'si (I₁₂₀)) denenmiştir. Araştırma tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her parselde sıra arası 0.40 m sıra üzeri 0.30 m olacak şekilde marul fide dikimi yapılmıştır. Her parselde 4 sıra marul olacak şekilde parsel eni 1.6 m, parsel boyu ise 3 m olarak belirlenmiştir. Bloklar arasında 2 m, parseller arasında ise 1.2 m. mesafe bırakılmıştır.

Marul bitkisinin sulanmasında damla sulama yöntemi kullanılmıştır. Sistemde; çapı 16 mm, lateral aralığı 40 cm, damlatıcı aralığı 30 cm damla sulama borusu kullanılmış ve 1 atm basınçta damlatıcı debisi 4 L h⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Dikim öncesi denemenin yürütüleceği alana dekara 20 kg DAP gübresi uygulaması yapılmıştır. Marul fidelerinin dikimi 13 Temmuz 2017 tarihinde el ile doğrudan parsellere yapılmıştır. Deneme boyunca herhangi bir ilaca ihtiyaç duyulmamıştır. Hasat 5 Eylül 2017 tarihinde el ile yapılmıştır. Bütün deneme parsellerinde, her bir parselin orta iki sırasından 10'ar adet marul bitkisi hasat edilerek verim ve verim parametreleri incelenmiştir.

Dikim sonrası çimlenme ve homojen çıkış için sulama yapılmıştır. Daha sonra toprağın 0-60 cm lik mevcut nemi tarla kapasitesine getirilmiştir. Sulama konularına, faydalı su kapasitesinin yaklaşık % 30'u tüketildiğinde (Kırda vd., 2005; Öktem 2006) başlanmıştır. Sulama suyu miktarları Eşitlik 1 yardımı ile hesaplanmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarları parsellere yerleştirilen su sayaçları ile kontrol edilmiştir.

$$I = A \times Epan \times Kpc \quad (1)$$

Eşitlikte; I parsellere uygulanan sulama suyu miktarı (litre), Epan 4 gün sulama aralığında A sınıfı kaptan oluşan buharlaşmaların toplamı (mm), Kpc deneme konusuna ilişkin pan katsayısıdır

Bitki su tüketimi, gravimetrik yöntem ile 0-60 cm derinliğinde ölçülen toprak nem değerleri dikkate alınarak Eşitlik 2'ye göre hesaplanmıştır (James, 1988).

$$ET = I + R - Dp + Cp - Rf + \Delta S \quad (2)$$

Eşitlikte; ET: Bitki su tüketimi (mm), I: Sulama suyu miktarı (mm), R: Etkili yağış (mm), Dp: Kök bölgesi altına derine sızma kayıpları (mm), Cp: Kök bölgesi altından kapılar yükselme (mm), Rf: Yüzey akış kayıpları (mm), ΔS : Toprak profilindeki su içeriği değişimi (mm) dir. Dp değeri, sulama öncesi ve sonrası 60 ve 90 cm derinliklerde gravimetrik metotla hesaplanmıştır. Cp ve Rf değerleri ise deneme alanının drenaj bakımından sorunsuz olması ve sulama yönteminin uygun planlanması sonucu dikkate alınmamıştır. ΔS , marul ekimi öncesi ve hasattaki toprak nem ölçümleri arasındaki farktan hesaplanmıştır.

Sulama programlarının değerlendirilmesinde kullanılan su ve sulama suyu kullanım randıman değerleri Eşitlik 3 ve 4 yardımı ile hesaplanmıştır (Howell ve ark, (1990). Hesaplamalarda dekardan elde edilen pazarlanabilir baş ağırlığı değerleri kullanılmıştır.

$$WUE = \frac{E_y}{ET} \quad (3)$$

$$IWUE = \frac{E_y}{I} \quad (4)$$

Eşitlikte; WUE: Su kullanma randımanı (Kg da⁻¹ mm⁻¹), E_y=Ekonomik verim (Kg da⁻¹) ET= Mevsimlik bitki su tüketimi (mm), IWUE= Sulama suyu kullanma randımanı (Kg da⁻¹ mm⁻¹) I= Sulama suyu miktarı (mm).

Bitkilerin su-verim ilişkilerini belirlemek için birçok model geliştirilmiştir. Bunlar içerisinde Stewart eşitliği en yaygın kullanılan modellerden birisidir (Stewart ve ark, 1976; Doorenbos ve Kassam, 1979). Bu model oransal bitki su tüketimi eksikliği ile oransal verim azalışı arasındaki ilişkiye dayanmakta olup, verim tepki etmeni hesaplanmaktadır. Birden büyük ky değerleri, bitkinin su kısıtına hassas olduğunu, birden küçük ky değerleri ise bitkinin su kısıtına toleranslı olduğunu göstermektedir (Steduto ve ark, 2012). Modele ait eşitlik aşağıda verilmiştir (Eşitlik 5).

$$(1-Y_a/Y_{max}) = ky(1-ET_a/ET_{max}) \quad (5)$$

Bu eşitlikte; Y_a: su kısıntısı koşullarında gerçek verim (kg da⁻¹), Y_m: tam sulama koşulunda en yüksek verim (kg da⁻¹), E_{Ta}: su kısıntısı koşullarında gerçek bitki su tüketimi (mm), E_{Tm}: tam sulama koşulunda en yüksek bitki su tüketimi (mm) ve ky: su-verim tepki etmenini göstermektedir.

Çizelge 3. Farklı sulama düzeylerinde marul bitkisinin bitki su tüketim değerleri

Table 3. Evapotranspiration values of lettuce plants at different irrigation water levels

Yıl	Deneme Konuları	Net sulama suyu miktarları (mm)	Etkili yağış (mm)	Ekimde toprak nemi (mm/60cm)	Hasatta toprak nemi (mm/60cm)	Mevsimlik bitki su tük. (mm)
2017	I ₆₀	270.6	7.2	168	128.0	317.8
	I ₈₀	320.8	7.2	168	131.8	364.2
	I ₁₀₀	371.0	7.2	168	145.6	400.6
	I ₁₂₀	421.2	7.2	168	154,5	441.9

Verim ve verim parametreleri arasındaki farklılıkları belirlemek için varyans analizi yapılmış ve sonuçlar % 1 ve % 5 önem düzeyine göre Duncan testi esas alınarak gruplandırılmıştır. Yurtsever (1984); Düzgüneş vd. (1987). İstatistiksel analizler "SPSS11.0" bilgisayar paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Uygulanan Sulama Suyu ve Bitki Su Tüketim Değerleri

Sulama tarihleri ile uygulanan sulama suyu miktarları Çizelge 2 de verilmiştir. Marul bitkisinin

Çizelge 2. Verilen sulama suyu miktarları (mm)

Table 2. Applied irrigation water amounts (mm)

Sulama tarihleri	Deneme Konuları			
	I ₆₀	I ₈₀	I ₁₀₀	I ₁₂₀
13-27 Temmuz	120	120	120	120
01 Ağustos	12	16	20	24
05 Ağustos	15	20	25	30
09 Ağustos	21.6	28.8	36	43.2
13 Ağustos	28.8	38.4	48	57.6
17 Ağustos	21.6	28.8	36	43.2
21 Ağustos	18	24	30	36
25 Ağustos	12	16	20	24
30 Ağustos	21.6	28.8	36	43.2
Toplam	270.6	320.8	371	421.2

vegetasyon süresi 54 gün olarak gerçekleşmiştir. Homojen bir çimlenme ve çıkış için 13-27 Temmuz tarihleri arasında toplam 120 mm su uygulanmıştır. Konulara ise 1 Ağustos'da başlanmış, 5 Eylül'de son verilmiştir. Denemeye başladıktan sonra, 4 gün sulama aralığında toplam 8 kez sulama yapılmıştır.

Araştırmada uygulanan toplam sulama suyu

miktarı konulara göre 270.6 ile 421.2 mm arasında değişmiştir. Marul bitkisinin vegetasyon süresi boyunca hesaplanan bitki su tüketimi I_{60} , I_{80} , I_{100} ve I_{120} deneme konularında sırasıyla, 317.8, 364.2, 400.6 ve 441.9 mm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

En yüksek marul su tüketimi 441.9 mm ile I_{120} , en az marul su tüketimi ise 317.8 mm ile I_{60} konusunda gerçekleşmiştir. Araştırmacılar yetiştirme sezonu boyunca marul bitkisinin su tüketim değerlerinin 100-400 mm arasında oluşabileceğini bildirmişlerdir (Sammis et al., 1988; Gallardo vd., 1996; Karam vd., 2002; Kırnak vd., 2002; Kadayıfçı vd., 2004). Santosh ve ark (2017) ise yapmış oldukları bir araştırmada marul bitkisinin toplam su ihtiyacını konulara göre 219 ile 339 mm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Verim ve Verim Unsurlarına İlişkin Sonuçlar

Araştırma sonunda her parseldeki bitkiler kökleri ile birlikte hasat edilmişlerdir. Kökler su ile dikkatlice yıkanıp temizlenip kök ölçümleri yapıldıktan sonra kökler kesilerek baş tartımları yapılmıştır. Araştırma sonucunda, konulardan elde edilen ortalama baş ağırlıkları, pazarlanabilir baş ağırlıkları, ana kök uzunlukları, kök genişliği, baş boyları ve baş çaplarının ölçüm değerleri Çizelge 4’de verilmiştir.

Açık tarla koşullarında yürütülen bu denemede en yüksek ortalama baş ağırlığı 934.82 g bitki⁻¹ ile I_{120} konusundan, en düşük ortalama baş ağırlığı ise 530.89 g bitki⁻¹ ile I_{60} konusundan elde edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Test sonuçlarına göre üç farklı verim grubu oluşmuştur. I_{100} ile I_{120} konuları ilk grupta (a) yer alırken, I_{80} konusu ikinci grupta (b) ve I_{60} konusu ise üçüncü grupta (c) yer almıştır. Bozkurt vd. (2009), 2003 Kasım-2004 Şubat tarihleri

arasında Türkiye'nin Doğu Akdeniz bölgesinde yapmış oldukları bir çalışmada; en yüksek verimin Kcp_{125} konusundan 570 g bitki⁻¹, en düşük verimin ise 250 g bitki⁻¹ Kcp_0 konusundan elde edildiğini belirtmişlerdir. Yıldırım vd. (2015) tarafından 2011–2012 yıllarında cam serada, farklı sulama konularının kıvırcık marulun verimine etkilerini belirlemek için yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Denemede en yüksek ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı 865.85 g bitki⁻¹ ile I_{120} konusundan, en düşük ortalama baş ağırlığı ise 475.68 g bitki⁻¹ ile I_{60} konusundan elde edilmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre üç farklı verim grubu oluşmuş I_{120} ve I_{100} konuları ilk grupta (a), I_{80} konusu ikinci grupta (b) ve I_{60} konusu ise üçüncü grupta (c) yer almıştır. Karam vd. (2002) ile Acar vd. (2008), yapmış oldukları araştırmalarda uygulanan sulama suyu arttıkça marul baş ağırlıklarının arttığını belirtmişlerdir. Kırnak vd. (2016), Aralık-Şubat aylarında Şanlıurfa’da ısıtılmayan serada farklı sulama düzeylerinin marul verimine etkisini inceledikleri çalışmada; en yüksek ortalama marul verimini tam sulama yaptıkları Kp_1 konusundan (I_{100}) 7.8 ton dekar⁻¹ olarak belirlemişlerdir.

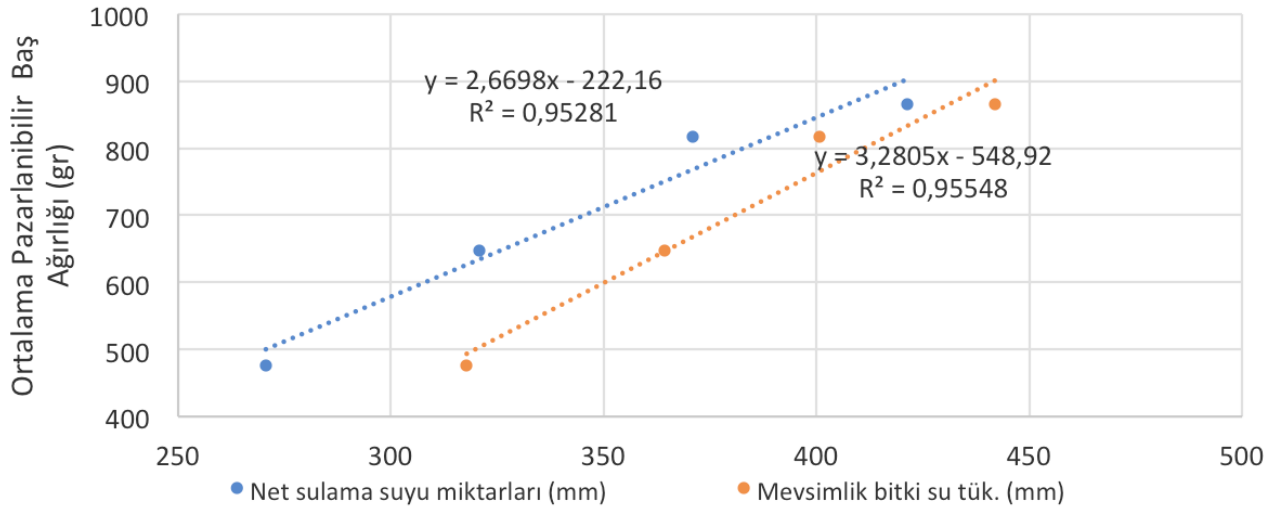
Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı- net sulama suyu ve bitki su tüketimi miktarları arasında doğrusal ilişkiler olduğu görülmektedir (Şekil 2). Marul veriminin su kullanımına olan doğrusal ilişkisi önceki çalışmalarla da uyumludur (Sammis et al., 1988; Gallardo vd., 1996; Kırnak vd., 2002).

En yüksek ortalama ana kök uzunluğu 15.88 cm ile I_{100} konusunda ve en düşük ortalama ana kök uzunluğu ise 15.23 cm ile I_{120} konusundan elde edilmiştir. En yüksek ortalama kök genişliği 21.50 cm ile I_{100} konusundan, en düşük ortalama kök

Çizelge 4. Sulama uygulamalarının marulların ortalama verim öğeleri üzerindeki etkileri

Table 4. The effects of irrigation water application on mean lettuce yield components

Sulama Seviyeleri	Baş Ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Pazarlanabilir Baş Ağırlığı (g bitki ⁻¹)	Ana Kök Uzunluğu (cm)	Kök genişliği (cm)	Baş Boyu (cm)	Baş Çapı (cm)
I_{60}	530.89c	475.68c	15.83	18.29	24.66c	21.08c
I_{80}	710.64b	647.04b	15.32	20.28	27.60b	24.92b
I_{100}	877.12a	816.79a	15.88	21.50	29.69a	27.17ab
I_{120}	934.82a	865.85a	15.23	21.29	30.72a	27.92a



Şekil 2. Ortalama pazarlanabilir baş ağırlığı-uygulanan net sulama suyu ve bitki su tüketim ilişkileri

Figure 2. The relationships between evapotranspiration - mean lettuce marketable head and applied net irrigation water

genişliği 18.29 cm ile I_{60} konusundan ölçülmüştür (Çizegele 4). Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında ortalama ana kök uzunluğuna ve genişliğine ilişkin istatistiksel açıdan farklılık bulunmamıştır. Acar vd. (2008) farklı su ve azot seviyelerinin marul verimi ve verim parametrelerine etkisini inceledikleri çalışmalarında; ortalama kök uzunluklarının artan su miktarlarıyla önemli ölçüde değişmediğini belirtmişlerdir.

En yüksek ortalama baş boyu 30.72 cm ile I_{120} konusundan, en düşük ortalama baş boyu 24.66 cm ile I_{60} konusundan ölçülmüştür (Çizegele 4). Bu değer I_{100} konusunda 29.69 cm, I_{80} konusunda ise 27.60 cm olarak belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Konular arasında üç farklı grup oluşmuş I_{120} ve I_{100} konuları ilk grupta (a) yer alırken, I_{80} konusu ikinci grupta (b) ve I_{60} konusu ise üçüncü grupta (c) yer almıştır. Kuslu vd. (2008), yapmış oldukları bir araştırmada; baş uzunluğunun sulama suyu miktarı ile birlikte

arttığını vurgulamışlardır. Benzer bir sonuçta, Kırnak vd. (2002) tarafından farklı sulama düzeylerinin marul bitkisi verim ve parametreleri üzerine etkisini belirlemek üzere yaptıkları çalışmada ortaya çıkmıştır. Uygulanan sulama suyu miktarının artması sonucu baş boyunun da arttığını bildirmişlerdir.

En yüksek ortalama baş çapı 27.92 cm ile I_{120} konusunda, en düşük ortalama baş çapı ise 21.08 cm ile I_{60} konusundan elde edilmiştir. Bu değer I_{100} konusunda 27.17 cm, I_{80} konusunda ise 24.92 cm olarak belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçlarına göre konular arasında % 1 önem seviyesinde farklılık bulunmuştur. Konular arasında üç farklı grup oluşmuş, I_{120} konusu ve I_{100} konusu ilk grupta, I_{100} ve I_{80} konusu ikinci grupta yer alırken, I_{60} konusu ise üçüncü grupta yer almıştır. Benzer sonuçlar; Kuslu vd. (2008) ile Kırnak vd. (2002) tarafından yapılan çalışmalarda da bulunmuştur. Uygulanan sulama suyu miktarının artması sonucu baş çapının da arttığını bildirmişlerdir.

Çizelge 5. Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Table 5. Irrigation water and water use efficiency

Konular	Sulama Suyu (mm)	Bitki su tük. (mm)	Pazarlanabilir Baş ağırlığı (kg da ⁻¹)	IWUE (kg m ⁻³)	WUE (kg m ⁻³)
I_{60}	270.6	317.8	3963.8	14.6	12.5
I_{80}	320.8	364.2	5391.7	16.8	14.8
I_{100}	371.0	400.6	6806.3	18.3	17.0
I_{120}	421.2	450.8	7215.1	17.1	16.0

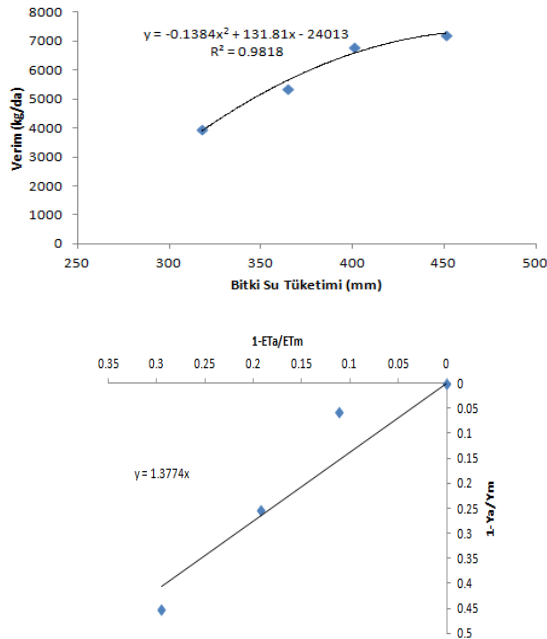
Sulama suyu ve su kullanım randımanı

Ortalama pazarlanabilir baş ağırlıklarının uygulanan sulama suyu miktarlarına bölünmesiyle sulama suyu kullanım randımanı (IWUE); ortalama pazarlanabilir baş ağırlıklarının mevsimlik bitki su tüketim değerlerine bölünmesiyle ise su kullanım randımanı (WUE) hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5 incelendiğinde; toplam su kullanım randımanı değerleri 12.5 - 17.0 kg m⁻³ arasında, sulama suyu kullanım randımanı değerleri ise 14.6 - 18.3 kg m⁻³ arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek IWUE ve WUE değerleri sırasıyla 18.3 ve 17.0 kg m⁻³ ile I₁₀₀ deneme konusundan elde edilirken, en düşük değerler ise I₆₀ konusundan elde edilmiştir. Bozkurt vd. (2009) yaptıkları benzer bir çalışma sonucu; konulara göre su kullanım randıman değerlerinin (WUE) 12.4-23.1 kg m⁻³; sulama suyu kullanım randımanı değerlerini ise (IWUE) ise; 13.7-28.2 kg m⁻³ arasında bulmuşlardır. Kırnak vd. (2016), Aralık-Şubat aylarında Şanlıurfa'da ısıtılmayan serada farklı sulama düzeylerinin marul verimine etkisini inceledikleri çalışmada; maksimum sulama suyu kullanımı ve toplam su kullanım etkinliğini sırasıyla 0.117 ve 0.074 ton da⁻¹ mm⁻¹ ile elde etmişlerdir.

Verim Tepki Etmeni

Marul bitkisinin verim tepki etmeninin belirlenmesi için oransal bitki su tüketim değerleri ile oransal verim azalışları arasındaki ilişkiler



Şekil 3. Marul bitkisi ET-verim ilişkisi ve verim tepki etmeni
Figure 3. ET - yield relationship and yield response factor

belirlenmiştir. Şekil 3'de marul bitkisinin ET-verim ilişkisi ve verim tepki etmeni grafiksel olarak gösterilmiştir.

Ky değerinin hesaplanmasında mevcut bitki su tüketim değerleri ve verim değerleri arasındaki ilişkiler, regresyon analizi yapılarak araştırılmış ve bitki su tüketimi ile verim arasında polinomiyal bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre Marul verim tepki etmeni 1.38 olarak bulunmuştur. Bulunan verim tepki etmeni birden büyük olduğu için, açık tarla koşullarında yetiştirilen marulun su kısıtına hassas olduğu sonucuna varılabilir. Kuslu ve ark (2008) Erzurum'da açık tarla koşullarında yapmış oldukları çalışmada verim tepki etmenini 1.39 olarak hesaplamışlardır. Kırnak vd., (2002); Kadayıfçı vd., (2004) sera koşullarında yürütülen bazı araştırmalarda marul verim etmeni birden küçük olarak hesaplanmıştır.

SONUÇ

Bu araştırma ile, Konya ili açık tarla koşullarında A sınıfı buharlaşma kabı yöntemine göre belirlenen 4 farklı sulama konusunun, marul bitkisinin verim ve verim parametreleri üzerine etkisi incelenmiştir. Marul bitkisinin yetiştirme süresi en az su tüketimi 317.8 mm ile I₆₀ konusunda, en fazla su tüketimi ise 441.9 mm olarak I₁₂₀ konusunda gerçekleşmiştir. En fazla sulama suyu 421.2 mm I₁₂₀ ile en az sulama suyu 270.6 mm ile ise I₆₀ konusuna uygulanmıştır. Tarımsal sulamalarda programlama yaparken dikkate alınan önemli kriterlerden su ve sulama suyu kullanım randımanlarının en yüksek değerleri sırasıyla 17.0 ve 18.3 kg m⁻³ ile I₁₀₀ deneme konusundan elde edilirken, en düşük değerler ise yine sırasıyla 12.5 ve 14.6 kg m⁻³ ile I₆₀ konusundan elde edilmiştir. Konya koşullarında damla sulama yöntemi ile sulanan marul bitkisi için, 4 gün sulama aralığında, buharlaşma kabından meydana gelen buharlaşma miktarının tamamının sulama suyu olarak verildiği I₁₀₀ sulama konusu (yaklaşık 371 mm) ideal sulama programı önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tez çalışmasını araştırma projesi olarak destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinatörlüğüne ve araştırmanın yürütülmesi için arazi tahsis eden Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Acar B, Paksoy M, Türkmen Ö, Seymen M (2008). Irrigation and nitrogen level affect lettuce yield in greenhouse condition. *African Journal of Biotechnology*, 7 (24).
- Bozkurt S, Mansuroğlu G, Kara M (2009). Responses of lettuce to irrigation levels and nitrogen forms, *African Journal of Agricultural Research*, 4 (11), 1171-1177.
- DMİ (2015). Devlet Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları
- Doorenbos J, Pruitt WO (1992). Guidelines for predicting crop water requirement (3rd ed.) FAO irrigation and drainage paper, Rome. pp. 24-193.
- Doorenbos J, Kassam A H (1979). Yield response to water. FAO Pub.33 Irrigation and Drainage Paper, Rome.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F (1987). Araştırma Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No. 1021, 214.
- FAOSTAT (2018). Statistical database. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Gallardo M, Jackson L E, Schulbach K F, Snyder R L, Thompson R B, Wyland L J (1996). Production and water use in lettuces under variable water supply, *Irrig Sci* 16, 125-137. doi:10.1007/BF02215620.
- Howell T A, Cuenca R H, Solomon K H, (1990). Crop yield response. Management of farm irrigation systems, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon. Chap. 5. An ASAE Monograph, St. Joseph, MI pp. 93-116.
- James L G (1988). Principles of farm irrigation systems design, John Wiley and Sons Limited
- Kadayıfçı A, Tuylu G I, Uçar Y, Çakmak B, (2004). Effects of mulch and irrigation water amounts on lettuce's yield, evapotranspiration, transpiration and soil evaporation in Isparta location, Turkey. *J Biol Sci* 4, 751-755.
- Karam F, Mounzer O, Sarkis F, Lahoud R (2002). Yield and nitrogen recovery of lettuce under different irrigation regimes, *J. Appl. Hort*, 4 (2), 70-76.
- Kırda C, Topcu S, Kaman H, Ulger A, Yazıcı A, Cetin M Derici M (2005). Grain yield response and N-fertiliser recovery of maize under deficit irrigation, *Field Crops Research*, 93 (2), 132-141.
- Kırnak H, Demir S, Tas İ, Çakmaklı M (2002). Response of different irrigation water applications on yield and growth of lettuce grown in greenhouse, *J Agric Fac Harran Uni*, 6 (1-2), 47-54.
- Kırnak H, Taş I, Gökalp Z, Karaman S, (2016). Effects of different irrigation levels on yield of lettuce grown in an unheated greenhouse, *Current Trends in Natural Sciences*, 5 (9), 145-151.
- Kuslu Y, Dursun A, Sahin U, Kiziloglu F M, Turan M (2008). Effect of deficit irrigation on curly lettuce grown under semiarid conditions, *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6 (4), 714-719.
- Öktem A (2006). Effect of different irrigation intervals to drip irrigated Dent Corn (*Zea mays L. intendata*) water-yield relationship. *Pak. J. Biol. Sci.* 9(8): 1476-1481.
- Öneş A, Demir K, Çakmak B, Kendirli B (1995). Sera Koşullarında Yetiştirilen ve Damla Sulama Yöntemi İle Sulanan Baş Salatanın Sulama Zamanının Planlanması. 5. Ulusal Kültürteknik K. Antalya: 207-219.
- Özbahçe A, Tarı AF (2010). Effects of different emitterspace and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. *Agricultural Water Management*, Vol: 97(9): 1405-1410.
- Santosh D T, Reddy R G, Tiwari K N (2017) Effect of Drip Irrigation Levels on Yield of Lettuce under Polyhouse and Open Field Condition *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* ISSN: 2319-7706 Volume 6 Number 7 pp. 1210-1220.
- Sammis T W, Kratky B A, Wu I P, (1988). Effects of limited irrigation on lettuce and Chinese cabbage yields. *Irrig Sci* 9, 187-198. doi:10.1007/BF00275431.
- Stagnari F, Galiene A, Pisante M (2015). Shading and nitrogen management affect quality, safety and yield of greenhouse-grown leaf lettuce. *Scientia Horticulturae*, 192(31), 70-79.
- Steduto P, Hsiao T C, Fereres E, Raes D (2012). Crop yield response to water (Vol. 1028). Rome: fao.
- Stewart J I, Hagan R M, Pruitt WO (1976). Production Functions and Predicted Irrigation Programs for Principal Crops as Required for Water Resources Planning and Increased Water use Efficiency. Tech. Bureau Recl. No: 14-06-D. 7329, USA, p. 80.
- TÜİK (2016). Türkiye İstatistik Kurumu Verileri (www.tuik.gov.tr).
- Yazgan S, Ayas S, Büyükcangöz H (2006). Örtü Altında Yetiştirilen Baş Salatanın (*Lactuca sativa* var. Olenka) Sulama Zamanının Planlanması. *KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi*. 9 (1): 88-91.
- Yıldırım M, Bahar E, Demirel K (2015). Farklı Sulama Suyu Seviyelerinin Serada Yetiştirilen Kıvrık Marulun (*Lactuca sativa* var. campania) Verimi ve Gelişimi Üzerine Etkileri, *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29.
- Yurtsever, N (1984). Deneysel İstatistik Metotlar. T.C. Tarım Orman ve Köyleri Bakanlığı. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. Genel Yayın No: 121, Teknik Yayın No: 56. Ankara.