

## Yarı Kurak Koşullarda Tamamlayıcı Sulamanın Arpada Verim ve Kaliteye Etkisi

Nida YILDIZ Ali Fuat TARI

Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Şanlıurfa/TÜRKİYE  
Sorumlu yazar: aftari@hotmail.com

Geliş tarihi:07/08/2018 Yayına kabul tarihi:15/12/2018

**Özet:** Bu araştırma, 2012-2013 üretim sezonunda Harran Ovası koşullarında arpa için en uygun tamamlayıcı sulama (TS) programını belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, yetiştirme mevsimi boyunca bitkinin fenolojik gelişme dönemleri göz önüne alınarak uygulanan tamamlayıcı sulamaların arpada verim, kalite, verim bileşenleri, bitki su tüketimi, (ET) ve su kullanım randımanı üzerine etkileri irdelenmiştir. Bu amaçla bitkinin üç farklı büyüme dönemi dikkate alınarak (sapa kalkma, başaklanma ve süt olum) 9 farklı sulama programı uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek verim, sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinde üç kez sulanan konudan elde edilmiştir. Bu konuya 289 mm sulama suyu uygulanırken su tüketimi 514 mm ve verimi 569 kg da<sup>-1</sup> olmuştur. Yetiştirme dönemi boyunca bir defa sulanan konulardan en yüksek verim başaklanma ve süt olum dönemleri sulanan konulardan, iki defa sulanan konulardan ise en yüksek verim başaklanma ve süt olum dönemleri sulanan konulardan elde edilmiştir. Deneme konularının bin dane ağırlıkları 38.3 g ile 48.2 g arasında, su kullanım randımanları 0.18 kg m<sup>-3</sup> ile 0.93 kg m<sup>-3</sup> arasında sulama suyu kullanım randımanları ise 0.38 kg m<sup>-3</sup> ile 1.63 kg m<sup>-3</sup> arasında değişirken, protein içerikleri %9.4 ile %11.1 arasında selüloz oranları %6.1 ile %7.2 arasında değişmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Arpa, Harran Ovası, tamamlayıcı sulama, su tüketimi, kalite

### The Effect of Supplemental Irrigation on the Yield and Quality of Barley in Semi-arid Conditions

**Abstract:** This research was carried out aim to assess the most appropriate supplementary irrigation program (TS) for barley in Harran Plain conditions during the 2012-2013 production season. In the study, effects of applied irrigation on consideration of the different phenological development periods of the plant were evaluated on yield, quality, yield components, water consumption (ET) and water use efficiency. For this purpose, 9 different irrigation programs were applied considering three different growth stages of barley (stem elongation, heading and milk stage). As a result of the research, complementary irrigation made up stem elongation, heading, milk stage gave the highest yield. The irrigation water requirement of this treatment was 289 mm, the water consumption was 514 mm and the yield was 569 kg da<sup>-1</sup>. Through the growth season of the one-time irrigated treatments, maximum yield was obtained from irrigated during the heading period, through the two times irrigated treatments, maximum yield was obtained from irrigated during the heading and milk stage periods. The thousand kernel-weights of experimental treatments varied between 38.3 g and 48.2 g, water use efficiencies were between 0.18 kg m<sup>-3</sup> and 0.93 kg m<sup>-3</sup> and irrigation water use efficiencies were between is 0.38 kg m<sup>-3</sup> and 1.63 kg m<sup>-3</sup>. Protein ratios of the treatments were between %9.4 and %11.1, cellulose ratios were between %6.1 and %7.2.

**Keywords:** Barley, Harran Plain, supplemental irrigation, water consumption, quality

## Giriş

Dünyada tarımsal üretimin artışını sınırlayan en önemli faktör su kaynaklarının yetersizliğidir. Günümüzde dünyadaki tarım alanlarının yalnızca %20'sinde sulu tarım yapılmaktadır (Oweis ve Hachum, 2006). Zaten yetersiz olan tarım alanlarına ve su kaynaklarına günden güne artan baskı yakın gelecekte büyük sorunlara neden olabilecektir. O nedenle önümüzdeki on yıllarda meydana gelebilecek gıda güvenliği ve sürdürülebilirlik sorunlarının aşılması ancak, besin ve su yönetiminde önemli değişiklikler yapılarak mümkün olacaktır (Mueller ve ark., 2012). Bundan dolayı, tarım alanları giderek artan tarımsal talepleri karşılamak için doğru yönetilmeli ve kullanılmalıdır. Uygun bitkilerin seçilmesi, toprakların düzgün yönetimi, yağmur suyundan daha etkin yararlanma, toprak nemini koruma ve tamamlayıcı sulama (TS) bu alanların verimliliğini artırması için izlenebilecek yollardır (İlbeyi ve ark., 2006; Passioura, 2006; Rockstrom ve ark., 2007). Su kaynaklarının kısıt olduğu bölgelerde su verimliliğinin artırılması bir zorunluluktur. Su verimliliği, tüketilen birim hacimdeki suya karşın üretim miktarını artırarak veya su tüketimini azaltarak aynı üretimin elde edilmesiyle geliştirilebilir (Kijne ve ark., 2003; Rijsberman, 2006).

Tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de tarıma ayrılan kaynakların payı her geçen gün azalmaktadır. Ülkemizin büyük bir bölümünde tipik Akdeniz iklimi hakim olup zaten yetersiz olan yağışların büyük bir kısmı kış ve bahar aylarında düşmektedir. Yetersiz su kaynakları nedeniyle ülkemizdeki sulanabilir alanların %80'inde halen kuru tarım yapılmaktadır. Bu alanlarda zorunlu olarak kış yağışlarına bağlı olarak yetiştiricilik yapılmakta olup genellikle buğday, arpa, nohut ve mercimek yetiştirilmektedir. Düşen yağışın yetersizliği ve gerçekleşme zamanına bağlı olarak kuru tarım yapılan bu alanlarda özellikle hububatların son dönemlerinde bitkiler su stresi yaşamaktadır (Oweis ve ark. 1992). Yarı kurak bölgelerdeki buğday verimi, yetişme mevsiminde düşen yağış miktarı ile doğrudan ilişkilidir (Sharma ve Sharma, 2015). Arpa için de aynı durum söz

konusudur. Bu nedenle birim alandan elde edilen verimler yıldan yıla önemli farklılıklar göstermektedir. Düşen yağışın zamanına veya miktarına bağlı olarak uygulanabilecek ilave sulama suyu verimde önemli oranda artışa sebep olabilmektedir. Tamamlayıcı sulama (TS) Yağışın, gerekli nem koşullarını sağlamak için yeterli olmadığı bitkilere ek su miktarı uygulanması olarak ya da yağışın bitkinin normal gelişmesi için yeterli suyun doğal olarak sağlanmadığı zamanlarda az miktarda suyun yağışa ek olarak bitkilere uygulanması olarak tanımlanan Tamamlayıcı Sulama (TS) yağmura dayalı yetiştirilen bitkilerin verimini artırmak ve stabilize etmek için bir alternatiftir (Howell et al.,1975; Zhang et al., 1998; Oweis ve ark., 1999; Oweis ve ark. 2000).

Dünyada, tamamlayıcı sulama araştırmaları farklı bitkilerle en çok Güney ve Güneybatı Asya'da yürütülmüştür. TS, özellikle Suriye'de ve Güney ve Doğu Akdeniz ülkelerinde yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu çalışmalar genellikle buğdayda tamamlayıcı sulama konusunda yapılmıştır. Suriye'de yürütülen araştırmalarda, iki veya üç sulama ile uygulanan 80-200 mm tamamlayıcı sulamanın buğdayda tane verimini %36 ile %450 arttırdığını ve tam sulama koşullarına yakın verim elde edilğini göstermiştir (Perrier ve Salkini, 1991; Oweis, 1994). Mahmood ve ark. (2015)'un yürüttüğü araştırma sonuçlarına göre kurak dönemlerde sınırlı miktarda uygulanan TS'nin, buğday ve yer fıstığı veriminde net gelirden artışa neden olabileceğini bildirmişlerdir.

Çeşitli abiyotik streslerin, çoğunlukla da su stresinin arpa verimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Day ve ark., 1987; Yau ve Ryan, 2013). Arpa verimi üzerindeki su stresinin etkileri, kurak periyodun süresine, şiddetine ve zamanına bağlıdır (Szira ve ark., 2008; Francia ve ark., 2011). En kritik aşamalar başaklanma öncesi ile tozlanma arası dönem (Cossani ve ark., 2009), ve çiçeklenme dönemidir (Thameur ve ark., 2012). Bazı araştırmalar ise, arpa tane veriminin tüm yetişme sezonu süresince olabilecek şiddetli su stresinden

etkilendiğini göstermiştir (Day ve ark., 1987; Francia ve ark., 2011). Bu nedenle tamamlayıcı sulama programları su kaynağının yetersiz olduğu koşullar için bir alternatif olarak görülmektedir.

Bu araştırma, Harran Ovası koşullarında 2012-2013 üretim sezonunda arpa için en uygun tamamlayıcı sulama programını geliştirmek için yürütülmüştür. Bu amaçla arpanın büyüme mevsimi boyunca fenolojik gelişme dönemleri göz önüne alınarak, uygulanan farklı sulama programlarının arpada verim, kalite ve verim bileşenleri üzerine etkileri irdelenmiştir.

### Materyal ve Metot

Araştırma Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yer alan Şanlıurfa ilinde yürütülmüştür. Harran Ovasında bulunan, Şanlıurfa merkezine 8 km uzaklıktaki Eyyübiye Yerleşkesinde yer alan deneme

alanının konumu 36° 42' kuzey enlemi 38° 58' doğu boylamında olup, denizden yüksekliği 460 m'dir

**Araştırma yerinin iklim ve toprak özellikleri:** Şanlıurfa, Güneydoğu Anadolu iklim bölgesinde yer almakla beraber, Akdeniz ikliminin etkisi de kısmen görülmektedir. Yazları çok sıcak ve kurak, kışları ise ılık olan bir iklim özelliği göstermektedir. Deneme yerinin yıllık ortalama yağıışı 451 mm olup bu yağışın tamamına yakını kış ve ilkbahar aylarında düşmektedir.

Deneme yeri toprakları derin profilli ve kil bünyeli olup hafif alkali özellik göstermektedir (Çizelge 1). Drenaj ve tuzluluk sorunu olmayan deneme alanında topraklar, kireç ve potasyumca zengin, organik madde ve fosfor içeriği bakımından orta düzeydedir.

Çizelge 1. Deneme yeri topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Table 1. Some physical and chemical properties of the soil at experimental site

Toprak Derinliği <i>Soil layers</i> (cm)	Tarla Kapasitesi <i>Field capacity</i> (g g <sup>-1</sup> )	Solma Noktası <i>Wilting point</i> (g g <sup>-1</sup> )	Hacim Ağırlığı <i>Bulk density</i> (g cm <sup>-3</sup> )	pH	CaCO <sub>3</sub> (%)	Bünye Sınıfı <i>Texture</i>
0-30	0.358	0.221	1.37	7.3	8.3	C
30-60	0.364	0.212	1.48	7.4	8.3	C
60-90	0.357	0.221	1.48	7.4	8.4	C

**Tarımsal işlemler:** Denemede bölgede yaygın olarak tarımı yapılan ve yemlik olarak yetiştirilen Şahin-91 çeşidi kullanılmıştır. Ekim 22.11.2012 tarihinde hububat mibzeri ile yapılmış olup çıkış tamamlandıktan sonra 3.0 x 5.0 m (15 m<sup>2</sup>) boyutlarında deneme parselleri oluşturulmuştur. Konular arasında su geçişi olmaması için parseller arasında mesafe 2.0 m tekerrürler arasında ise 3 m boşluk bırakılmıştır. Gübrelemede tüm konulara eşit olarak 8 kg da<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ile 14 kg da<sup>-1</sup> N verilmiştir. Taban gübresinin tamamı ile azotlu gübrenin yarısı ekimde, azotlu gübrenin kalan yarısı ise kardeşlenme döneminde verilmiştir. Sapa kalkma dönemi başlangıcında, ilk sulamadan önce herbisit ilaçlaması yapılmıştır. Hasat 25.05.2013 tarihinde orak ve tırpan kullanılarak

yapılmıştır. Hasat işlemi yapılırken, parsel başlarından 0.5 m, kenarlardan dörder sıra kenar tesiri olarak atılmış ve 4.0 m x 2.0 m (8 m<sup>2</sup>) boyutlarındaki kalan kısım hasat edilmiştir.

**Deneme deseni ve deneme konuları:** Araştırma, tesadüf blokları deneme deseninde 3 tekerrürlü yürütülmüştür. Denemede 8'i sulu biri susuz konu olmak üzere toplam 9 farklı deneme konusu ele alınmıştır. Deneme konularının oluşturulmasında arpa bitkisinin farklı büyüme dönemleri dikkate alınmıştır. Sulama konuların ikisi 3kez, üçü 2 kez, 3'ü bir kez sulanacak şekilde tasarlanmıştır. Ele alınan deneme konuları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneme konuları ve sulama sayıları  
Table 2. Research treatments and irrigation numbers

Konular <i>Treatments</i>	Büyüme dönemler / <i>Growth stages</i>			Sulama sayısı <i>Number of irrigation</i>
	Sapa kalkma <i>Stem elongation</i>	Başaklanma <i>Heading</i>	Süt olum <i>Milk stage</i>	
I <sub>0</sub>	-	-	-	0
I <sub>1</sub>	S*	S	S	3
I <sub>2</sub>	S	S	-	2
I <sub>3</sub>	S	-	S	2
I <sub>4</sub>	-	S	S	2
I <sub>5</sub>	S	-	-	1
I <sub>6</sub>	-	S	-	1
I <sub>7</sub>	-	-	S	1
I <sub>8</sub>	S <sub>0.5</sub>	S <sub>0.5</sub>	S <sub>0.5</sub>	3

(\*) Sulama yapılacak (Be irrigated)

**Sulama, su tüketimi ve su kullanım randımanları:** Denemede ekimden hasada kadar konuların toprak nem içerikleri gravimetrik metotla izlenmiştir. Bitki büyüme dönemlerinde bir sulama yapılmış ve 0-90 cm derinliğindeki toprak profili tarla kapasitesine getirilecek düzeyde su uygulanmıştır. Yalnızca I<sub>8</sub> konusundaki sulamalarda topraktaki eksik nem dikkate alınmamış, eksik sulama yapılmıştır. Sulamalar damla sulama sistemiyle yapılmıştır. Parsel alanının tamamı eşit ıslatılmasını sağlamak amacıyla, toprak özellikleri dikkate alınarak, 4 l h<sup>-1</sup> debili ve 30 cm aralıkları damlatıcıları bulunan 16 mm çaplı lateral boruları, parsellere 40 cm aralıklarla döşenmiştir. Deneme konularının bitki su tüketimlerinin belirlenmesinde su dengesi (1) eşitliğinden yararlanılmıştır. (Garrity ve ark. 1982)

$$ET=I+P+K-D-R\pm\Delta S \quad (1)$$

Eşitlik'de ET: bitki su tüketimini (mm), I: sulama suyunu (mm), P: yağışı (mm), K: kapılar yükselişi (mm), D: derine süzülme kayıplarını (mm), R: yüzey akışı (mm) ve  $\Delta S$ : toprak profilindeki nem değişimini (mm) göstermektedir. Deneme alanında taban suyu bulunmaması, sulamalarda eksik nem kadar su uygulanması ve sulama döneminde aşırı yağış olmaması nedeniyle hesaplamalarda K, R ve D sıfır alınmıştır.

Su kullanım randımanlarının belirlenmesi için Howell ve ark. (1990) tarafından belirtilen eşitliklerden (2-3) yararlanılmıştır.

$$WUE = \frac{Y}{ET} \quad (2)$$

$$IWUE = \frac{Y - Y_0}{I} \quad (3)$$

Eşitliklerde; WUE: su kullanım randımanını (kg m<sup>-3</sup>), IWUE: sulama suyu kullanım etkinliğini (kg m<sup>-3</sup>), Y: verimi (kg da<sup>-1</sup>), Y<sub>0</sub>: susuz konunun verimini (kg da<sup>-1</sup>), I: sulama suyu miktarını (m<sup>-3</sup>), ET ise toplam su tüketimini (m<sup>-3</sup>) ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçların istatistikî değerlendirmelerinde, sulama düzeyi ile verim ve verim unsurları arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde Minitab paket programından yararlanılmıştır.

### Araştırma Bulguları ve Tartışma

**Uygulanan sulama suyu miktarları ve su tüketimleri:** Araştırmada sulama zamanlarının belirlenmesinde bitki büyüme dönemleri, sulama suyu miktarının hesaplanmasında ise sulama öncesi toprak profilindeki nem düzeyi dikkate alınmıştır. Denemede, sulanacak konularının sulama öncesi toprak profilindeki nem düzeyleri gravimetrik metotla belirlenmiş ve tarla kapasitesine getirecek miktar su tamamlayıcı sulama (TS) olarak parsellere uygulanmıştır. I<sub>8</sub> konusuna ise II konusuna verilen suyun yarısı uygulanmıştır. bu nedenle bu konun nem düzeyi sezon boyunca tarla kapasitesi

düzeyine ulaşmamıştır. Konuların sulama zamanlarının farklı olması deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları dönemsel olarak farklılık göstermiştir. Araştırmada ele alınan konulara ait sulama suyu miktarları ve hesaplanan mevsimlik bitki su tüketim değerleri Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Deneme konularına ilişkin sulama suyu ve mevsimlik su tüketimi (ET) değerleri  
Table 3. Amount of irrigation water and evapotranspiration (ET) for the treatments.

Konular Treatments	Sulama dönemi			Toplam Sulama suyu Total irrigation water (mm)	ET (mm)
	Sapa kalkma Stem elongation	Başaklanma Heading	Süt olum Milk stage		
I <sub>0</sub>	-	-	-	-	289
I <sub>1</sub>	38	110	141	289	514
I <sub>2</sub>	38	110	-	148	409
I <sub>3</sub>	38	-	183	221	440
I <sub>4</sub>	-	122	136	258	476
I <sub>5</sub>	38	-	-	38	323
I <sub>6</sub>	-	122	-	122	371
I <sub>7</sub>	-	-	195	195	406
I <sub>8</sub>	19	55	70	144	397

Deneme konularına uygulanan sulama suyu miktarları sulama dönemlerine bağlı olarak farklılık göstermiştir. Özellikle kış aylarında düşen yağışın etkisiyle sapa kalkma dönemine topraklar yüksek nem içermiştir. Bu nedenle toprak nem açığı düşük olmuş ve ilk dönemde 38 mm su uygulanması ile konuların (I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>5</sub>) nem düzeyi tarla kapasitesine getirilmiştir.

Yetiştirme sezonu boyunca sadece bir kez sulanan konulara (I<sub>5</sub>, I<sub>6</sub>, ve I<sub>7</sub>) 38 mm ile 195 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Deneme yerinin mart ve nisan ayları yağış toplamı uzun yıllık ortalamalara göre 110 mm iken deneme yılının aynı döneminde sadece 30 mm yağış düşmüştür. Bahar yağışlarının düşük olmasına bağlı olarak sulama dönemi geciktikçe topraktaki nem açığı artmış, süt olum döneminde 195 mm’ye ulaşmıştır. İki kez sulanan konulara (I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub> ve I<sub>4</sub>) ise 148 mm ile 258 mm arasında sulama suyu uygulanmıştır. Bu konulardan sulamaların bitkinin son dönemlerine denk geldiği I<sub>4</sub> konusu en fazla suyun uygulandığı konu olmuştur. Her üç dönemde de sulamalarla mevcut nemin tarla kapasitesine getirildiği I<sub>1</sub> konusuna en fazla sulama suyu uygulanmıştır. Her üç dönemde de sulanan ancak %50 kısıntı uygulanan I<sub>8</sub> konusuna ise yaklaşık olarak 2 kez sulanan I<sub>2</sub> ve I<sub>7</sub> konuları kadar su uygulanmıştır.

Deneme konularını su tüketim miktarları uygulanan sulama suyu miktarına ve uygulama dönemine bağlı olarak değişiklik göstermiştir. Hasattaki toprak nemleri dikkate alındığında geç dönemde sulanan konuların toprak nem içerikleri daha yüksek bulunmuştur. Dolayısı ile bu konular uygulanan sulama suyundan daha az yararlanmıştır.

**Dane verimi ve kalite:** Araştırmada, deneme konularından elde edilen verimler ve bazı kalite değerleri belirlenmiş olup elde edilen sonuçlar Çizelge 4’de özetlenmiştir.

Deneme konularından elde edilen dane verimi ve kalite değerleri varyans analizine tabi tutulmuş ve analiz sonucunda verim, bindane ağırlığı, protein oranı ve selüloz oranı arasındaki farkların önemli olduğu (p=0,01), başaktaki tane sayısı ve ağırlığının ise uygulamalardan etkilenmediği saptanmıştır. Varyans analizine göre sulamalardan etkilenen verim ve kalite kriterleri Tukey testine tabi tutulmuş, meydana gelen Tukey grupları Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Araştırma konularından elde edilen arpa verimleri 270 kg da<sup>-1</sup> ile 569 kg da<sup>-1</sup> arasında değişmiştir. En yüksek verim üç büyüme döneminde de sulanan I<sub>1</sub> konusundan elde edilmiş en düşük verim ise susuz konudan I<sub>0</sub> elde edilmiştir. Uygulanan tamamlayıcı

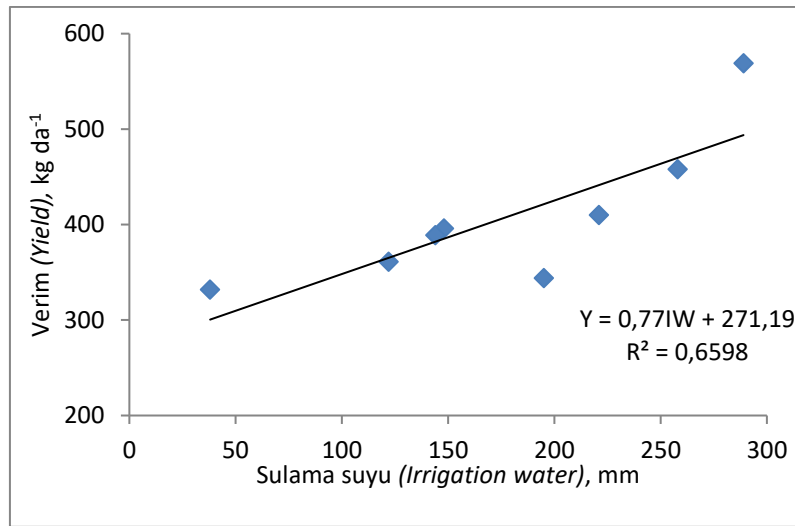
sulama suyu ile verimde artış meydana gelmiştir. Bu verim artışının miktarı sulamanın yapıldığı dönem ve sulama suyu miktarına bağlı olarak farklılık göstermiştir.

Yapılan korelasyon analizinde sulama suyu miktarı ile verim arasında önemli ilişki bulunmuştur (Şekil 1).

Çizelge 4. Deneme Konularından elde edilen dane verimleri ve bazı kalite değerleri

Table 4. Grain yields and some quality values obtained from the treatments

Konular Treatments	Verim Yield (kg da <sup>-1</sup> )	Bin dane ağırlığı 1000 grain weight (g)	Protein oranı Protein ratio (%)	Selüloz oranı Cellulose ratio (%)	Başakta tane sayısı Number of grains per spike	Başakta tane ağırlığı Weight of grains per spike (g)
I <sub>0</sub>	270d	42.3c	9.4b	6.4bc	33.0	1.50
I <sub>1</sub>	569a	46.4ab	10.5a	6.1c	40.1	1.95
I <sub>2</sub>	396bc	43.2bc	10.2a	6.1c	43.7	1.95
I <sub>3</sub>	410bc	43.7bc	10.8a	6.8ab	38.3	1.77
I <sub>4</sub>	458b	42.8c	10.8a	6.5bc	43.3	2.13
I <sub>5</sub>	332cd	40.9cd	11.0a	6.4bc	37.5	1.56
I <sub>6</sub>	361bcd	48.2a	10.3a	7.2a	39.8	1.84
I <sub>7</sub>	344cd	38.3d	11.1a	7.2a	36.8	1.73
I <sub>8</sub>	389cd	43.3bc	10.7a	6.6bc	38.1	1.75



Şekil 1. Sulama suyu verim ilişkisi

Figure 1. The relationships between irrigation water and yield.

Araştırmada bir kez sulanan konularda I<sub>6</sub> konusu (başaklanma döneminde sulama), iki kez sulanan konularda ise I<sub>4</sub> konusu (başaklanma ve süt olum döneminde sulama) öne çıkmıştır. Elde edilen verimler ülkemiz koşulları için düşük kalsa da az yağış alan bölgelerden elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir. Örneğin Alikhasi ve ark. (2014)'nın İran'da yaptıkları araştırmada da benzer sonuçlar bulunmuş iki kez yapılan tamamlayıcı sulama ile %41.8 verim artışı sağlarken Oweis ve Hachum, (2006) daha kurak koşullarda %350 verim artışı sağlamışlardır. Yine Ürdün'de

buğdayda tamamlayıcı sulama konusunda yürütülen bir araştırmada benzer sonuçlar elde edilmiş olup, susuz konudan 83 kg da<sup>-1</sup>, en fazla su uygulanan konudan ise 371 kg da<sup>-1</sup> verim elde edilmiştir (Abu-Awwad ve Kharabsheh, 2000).

Bin dane ağırlığının tahıllarda tane verimini etkileyen önemli özelliklerden biri olduğu birçok araştırmacı tarafından bildirilmiştir (Gençtan ve Sağlam, 1987; Korkut ve ark., 1993). Araştırmada elde edilen bindane ağırlıklarına göre yapılan sulamanın miktarından çok sulama zamanı bindane ağırlığında daha etkili olmaktadır.

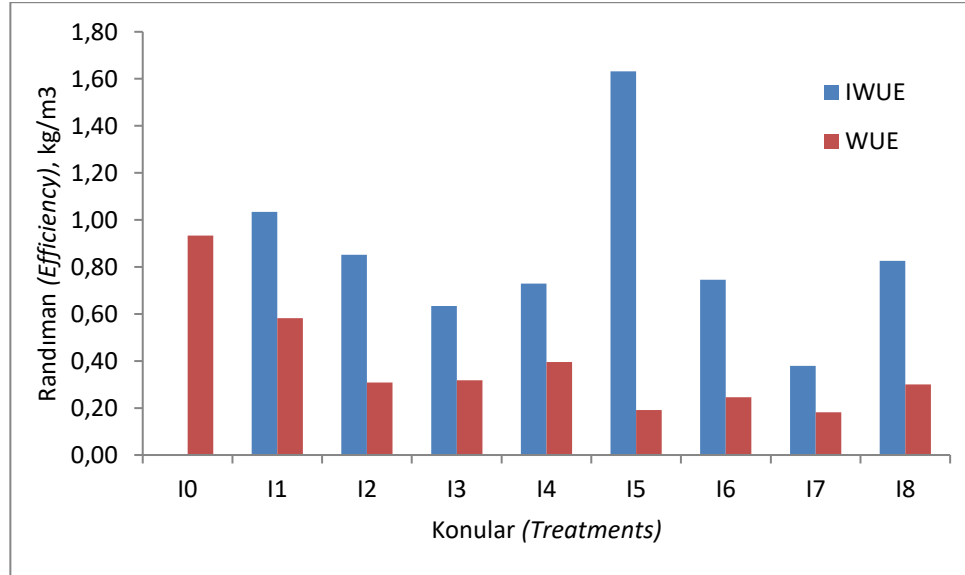
Tukey gruplamasında, dane veriminin aksine en yüksek bindane ağırlığı yetiştirme döneminde sadece başaklanma döneminde bir kez sulanan sulanan I<sub>6</sub> konusu tek başına ilk grubu oluşturmuştur. Tamamlayıcı sulama ile arpanın bindane ağırlığı artmakla birlikte en düşük bindane ağırlığı ise sadece ilk dönemde sulanan konudan elde edilmiştir. Alikhasi ve ark. (2014) da tamamlayıcı sulama ile bindane ağırlığının arttığını ifade etmişlerdir.

Protein içeriği de yemlik arpalarda önemli bir kalite özelliğidir. Sulama ile arpanın protein içeriği bir miktar artmıştır. Bu artış sulama zamanı veya miktarına bağlı olarak önemli farklılık göstermemiştir. Oluşan Tukey grupları incelendiğinde, sulanan tüm konular aynı grupta yer alırken sulanmayan I<sub>0</sub> konusu son grubu oluşturmuştur.

Yemlik arpada kalite kriterlerinden bir diğeri de içerdiği selüloz oranıdır. Arpada selüloz oranı arttıkça yem kalitesi de düşmektedir. Bu araştırmanın sonuçlarına göre geç yapılan sulamalar selüloz miktarını artırmakta dolayısı ile yemlik kalitesini düşürmektedir. Deneme konularının selüloz oranları incelendiğinde en düşük selülozun tam sulama konusu ile ilk iki dönemde

sulanan I<sub>2</sub> konusundan elde edildiği görülmektedir. Son iki dönem yapılan sulamalar, arpanın selüloz oranını önemli miktarda artırmış, sulanmayan konunun selülozundan da yüksek orana ulaştırmıştır.

Denemede sulanan konularının su kullanım randımanları (WUE) 0.18 kg m<sup>-3</sup> ile 0.58 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir (Şekil 2). En yüksek su kullanım randımanı her üç büyüme döneminde de sulanan I<sub>1</sub> konusundan elde edilmiştir. İkinci dönem yapılan sulamadan daha yüksek WUE değerleri elde edilmiştir. Sulama dönemi gecikmesi ile su uygulama randımanı düşmüştür. Sulama suyu kullanım randımanları (IWUE) sulama programlarının değerlendirilmesinde ve sulama stratejilerinin oluşturulmasında başvurulan önemli bir kriterdir. Söz konusu değerler sulama zamanına bağlı olarak önemli farklılıklar göstermiştir. Bir kez sulanan konuların WUE değerleri 0.38 kg m<sup>-3</sup> ile 1.63 kg m<sup>-3</sup> arasında değişmiştir. Yaklaşık dört kata ulaşan bu farklılık sulama zamanının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. En yüksek IWUE sapa kalkma döneminde sulanan konudan elde edilirken en düşük değer ise son dönem sulanan I<sub>7</sub> konusundan elde edilmiştir.



Şekil 2. Deneme konularına ilişkin su kullanım randımanları  
Figure 2. Water use efficiencies for the treatments

## Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada Güneydoğu Anadolu Bölgesinde önemli bir yetiştirilme potansiyeline sahip olan arpaya uygulanan tamamlayıcı sulamaların verim ve kaliteye etkileri incelenmiştir. Arpaya yağışa ek olarak verilen tamamlayıcı sulamalar hem verimi hem de kaliteyi artırmıştır. Bu nedenle sudan en etkin şekilde yararlanmak için en uygun tamamlayıcı sulama programının uygulanması önemlidir. Eğer eldeki su kaynağı sadece bir sulamaya yetiyor ise tamamlayıcı sulama sapa kalkma döneminde yapılmalıdır. Ancak imkanlar iki sulamayı olanaklı kılıyor ise sapa kalkma ve süt olum dönemlerinde iki kez sulama yapılmalıdır. Bunun yanında düşen yağışların miktarı ve dönemine bağlı olarak sulama zamanlarının ve uygulanacak su miktarlarının değişebileceği dikkate alınmalıdır.

## Teşekkür

Bu çalışma, Nida YILDIZ'ın Yüksek Lisans tezinden üretilmiş olup, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyon Başkanlığı (HÜBAK) tarafından 13023 numaralı proje ile desteklenmiştir. İlgili kuruma desteklerinden dolayı teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Abu-Awwad, M. and Kharabsheh, A. 2000. Influence of supplemental irrigation and soil surface furrowing on barley yield in arid areas affected by surface crust. *Journal of Arid Environments*, 46:227-237.
- Alikhasi, M., Kouchakzadeh, M., Tavakoli, A., Tahmasebi, R. and Mokhtassi-Bidgoli, A. 2014. Evaluation of rainwater harvesting system and supplemental irrigation effect on yield and yield components in barley. *Ecology Environment and Conservation*; 20, 3; 887-897
- Cossani, C.M., Slafer, G.A. and Savin, R. 2009. Yield and biomass in wheat and barley under a range of conditions in a

Mediterranean site. *Field Crops Res.* 112,205–213.

- Day, W., Lawlor, D.W. and Day, A.T. 1987. The Effect of drought on barley yield and water use in two contrasting years. *Irrig. Sci.* 8, 115–130.
- Francia, E., Tondelli, A., Rizza, F., Badeck, F.W., Nicosia, O.L.D., Akar, T., Grando, S., Al-Yassin, A., Benbelkacem, A., Thomas, W.T.B., van Eeuwijk, F., Romagosa, I., Stanca, A.M. and Pecchioni, N. 2011. Determinants of barley grain yield in a wide range of Mediterranean environments. *Field Crops Res.* 120, 169–178.
- Gençtan, T. ve Sağlam, N. 1987. Ekim zamanı ve ekim sıklığının üç ekmeklik buğday çeşidinde verim ve verim unsurlarına etkisi. *Türkiye Tahıl Sempozyumu*, 6-9 Ekim. Bursa. s. 171-183.
- Howell, T.A., Hiler, E.A., Redel and D.L, 1975. Optimization of water use efficiency under high frequency irrigation. II. System simulation and dynamic programming: evapotranspiration and yield relationship. *Trans. ASAE* 18 (5), 8793–8887.
- Howell, T.A., Cuenca, R.H. and Solomon, K.H. 1990. *Crop Yield Response. Manegement of Farm Irrigation Systems*, Edit. G.J. Hoffman., T.A. Howell., K.H. Solomon. Chap. 5. An ASAE Monograph, s. 93-116, St. Joseph, MI.
- İlbeyi, A., Üstün, H., Oweis, T., Pala, M. and Benli, B. 2006. Wheat water productivity and yield in a cool highland environment: effect of early sowing with supplemental irrigation. *Agric. Water Manage.* 82, 399–410.
- Garrity, P.D., Watts, D.G., Sullivan, C.Y. and Gilley, J.R. 1982. Moisture Deficits and Grain Sorghum Performance; Evapotranspiration-Yield Relation Ships. *Agrom.J.* 77: 815-820.
- Kijne, J.W., Barker, R. and Molden, D. 2003. *Water productivity in agriculture: limits and opportunities*



- for improvement. CAB International, Wallingford, UK;
- Korkut, K. Z., Sağlam, N. ve Başer, İ. 1993. Ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda verimi etkileyen bazı özellikler üzerine araştırmalar. *Trakya Üniv. Zir. Fak. Der.* 2 (2):111-118.
- Mueller, N., Gerber, J.S., Johnston, M. ve Ray, D.K., Ramankutty, N. ve Foley, J.A. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature* 490, 254–257.
- Mahmood, A., Oweis, T., Ashraf M., Majid, A., Aftab, M., Aadal, N.K. and Ahmad, I. 2015. Performance of improved practices in farmers' fields under rainfed and supplemental irrigation systems in a semi-arid area of Pakistan. *Agri. Water Manag.* 155: 1–10
- Oweis, T., Ziedan H., and Taimah A. 1992. Modeling approach for optimizing supplemental irrigation management. *Proc. Int. Conf. on Supplementary Irrigation and Drought Water Management, Valenzano, Italy.* 27 Sept.–2 Oct. 1992. *Inst. Medit. Agron., Valenzano, Bari, Italy.*
- Oweis, T. 1994. Supplemental irrigation: An option for improved water use efficiency. p. 115–131. In *Proc. Regional Seminar on the Optimization of Irrigation in Agriculture, Amman, Jordan.* 21–24 Nov. 1994.
- Oweis, T.Y., Pala, M. and Ryan, J. 1999. Management alternatives for improved durum wheat production under supplemental irrigation in Syria. *Eur. J. Agron.* 11, 255–266.
- Oweis T., Zhang, H. and Pala, M. 2000. Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a Mediterranean Environment. *Agron. J.* 92:231–238.
- Oweis, T. and Hachum, A. 2006. Water harvesting and supplemental irrigation for improved water productivity of dry farming systems in West Asia and North Africa. *Agric. Water Manag.* 80, 57–73.
- Perrier, E.R. and Salkini A.B. 1991. Supplemental irrigation in the Near East and North Africa. Kluwer Acad. Publ., Netherlands
- Passioura, J. 2006. Increasing crop productivity when water is scarce – from breeding to field management. *Agric. Water Manage.* 80, 176–196.
- Rijsberman, F.R. 2006. Water scarcity: fact or fiction? *Agric. Water Manage.* 80, 5–22.
- Rockstrom, J., Habtibu, N., Oweis, T., Wani, S. and Farahani, F. 2007. Managing water in rainfed agriculture. In: Molden, D. (Ed.), *Water for Food, Water for Life: A Comprehensive Assessment of Water*
- Sharma K.R. and Sharma, V. 2015. Supplemental irrigation from harvested rainwater to enhance yield and economic returns from wheat in sub-montane region of Jammu, India. *Journal of Soil & Water Conservation* 14(3): 219-226.
- Szira, F., Bálint, A.F., Börner, A. and Galiba, G. 2008. Evaluation of drought-related traits and screening methods at different developmental stages in spring barley. *J. Agron. Crop Sci.* 194, 334–342.
- Thameur, A., Lachihe, B. and Ferchichi, A. 2012. Drought effect on growth, gas exchange and yield, in two strains of local barley Ardhaoui, under water deficit conditions in southern Tunisia. *J. Environ. Manag.* 113, 495–500.
- Yau, S.K. and Ryan, J. 2013. Differential impacts of climate variability on yields of rainfed barley and legumes in semi-arid Mediterranean conditions. *Arch. Acker. Pfl. Boden.* 59, 1659–1674.
- Zhang, H., T. Oweis, S. Garabet, and Pala, M. 1998. Water use efficiency and transpiration efficiency of wheat under rainfed and irrigation conditions in a Mediterranean environment. *Plant Soil* 201:295–305.