

Farklı Sulama Stratejileri Uygulanan Kışlık Buğday için Sulama Üretkenliğinin Değerlendirilmesi*

Mehmet Ali DÜNDAR¹

Ramazan TOPAK²

¹Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Konya

mehmetali.dundar@tarimorman.gov.tr

Öz

Bu çalışmanın amacı, ekmeçlik buğdayda uygulanan geleneksel tam sulama ve bitki gelişme dönemlerine dayalı farklı tamamlayıcı sulama stratejilerinin üretkenliğini ekonomik açıdan değerlendirmektir. Bunun için 2018-2020 döneminde Konya’da Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü’nde yürütülen tarla denemelerinin sonuçları kullanılmıştır. Çalışmada en yüksek ürün verimi ve net gelir, toprak faydalı su kapasitesinin %60’ı tüketilince sulamaların yenilediği geleneksel tam sulama konusundan elde edilmiştir. Buğdayın su stresine hassas olduğu gelişme dönemlerine dayalı tamamlayıcı sulama uygulamaları arasında en iyi performansı, üç gelişme döneminde tam sulanan (toplam 321 mm) konu ile her bir gelişme döneminde sabit 90 (toplam 270 mm), 70 (toplam 210 mm) ve 50 (toplam 150 mm) mm sulama suyu uygulanan konular göstermiştir. Çalışmadan elde edilen sulamanın üretkenliğine ilişkin göstergeler analiz edildiğinde, Konya gibi su kaynakları kısıtlı olan bölgelerde, optimum verim ve net gelirin tam sulama yerine, kısıntılı tamamlayıcı sulanan daha geniş alandan temin edilebileceği görülmektedir. Bu yolla ürün ve net gelirden bir azalış olmadan, buğday tarımında tüketilen sulama suyu miktarında %28.3 ile %45.3 tasarruf sağlanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Ekmeçlik buğday, tamamlayıcı sulama, sulamanın ekonomik üretkenliği, net gelir

Evaluation of Irrigation Productivity Using Different Irrigation Strategies for Winter Wheat

Abstract

The aim of this study is to economically evaluate the productivity of different supplemental irrigation strategies based on plant growth periods and conventional full irrigation applied for bread wheat. For that reason, findings from field research performed at Konya Soil Water and Deserting Control Research Institute in 2018-2020 crop growing season were used. The maximum yield as well as net income was obtained from conventional full irrigation treatment for irrigation doing 60% of available water capacity consumption. The highest performances among supplemental irrigations events in growth cycles being crop sensitive water stress were found in full irrigation treatment at three growth stages (total 321 mm), constant levels of 90 mm (total 270 mm), 70 mm (total 210 mm), and 50 mm (total 150 mm) in each growth stage. In examined indicators relevant to the irrigation productivity, particularly for water shortage environments such as Konya plain, optimal yield and net income can be obtained from deficit supplemental irrigation treatment application at wider areas instead of full irrigation practice. By this way, it is possible to save 25% and 42% irrigation water amount without resulting yield and net income reduction at wheat farming.

Keywords: Bread wheat, supplemental irrigation, economic irrigation water productivity, net income

Giriş

Buğday, insanların beslenmesinde ve kepeği hayvan yemi olarak kullanılan önemli bir tarım ürünüdür. Değişik iklim ve toprak şartlarında yetiştirilebilmesi, ucuz besin kaynağı olması, taşıma, depolama ve işleme kolaylığından dolayı, buğday dünyada en çok ekimi yapılan tarım ürünüdür. USDA (2021) verilerine göre 2019-2020 üretim sezonunda dünya genelinde 215.6 milyon ha alanda buğday ekimi yapılmış ve 762.2 milyon ton üretim

gerçekleşmiştir. Aynı dönemde dünya buğday ekim alanının %55.3'ünü Hindistan, Rusya, AB, Çin ve ABD'den oluşan 5 ülke oluştururken, bu ülkeler dünya buğday üretiminin de yaklaşık %65.9'unu gerçekleştirmişlerdir. Türkiye ise dünya buğday üretiminde 10'ununcu büyük üretici ülke durumundadır. Türkiye'de 2019-2020 yetiştirme yılında 6.8 milyon ha alanda buğday tarımı yapılmış ve 19 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2021). Ülkemizdeki buğday ekim alanının yaklaşık %42'sini sırasıyla; Konya, Şanlıurfa, Ankara, Diyarbakır, Yozgat, Sivas, Tekirdağ, Çorum, Kayseri ve Mardin'den oluşan 10 il oluşturmaktadır (TEPGE, 2021).

Türkiye'de buğday üretiminin hem alan olarak ve hem de üretim miktarı olarak yaklaşık %10'u tek başına Konya ilinde gerçekleşmektedir (TEPGE, 2021; TÜİK, 2021). Buğday, Konya bölgesinde ana tarım ürünü olup, kısmen suluda ve geniş bir alanda yağışa dayalı tarımı yapılmaktadır. Bölgede, Konya ovalarının yer aldığı çok büyük bir bölümde yıllık yağış miktarı 300 mm civarında olup, Türkiye'de en düşük yağış düşen alanı oluşturmaktadır. Bölgede çok büyük bir alanda yağışa dayalı yapılan buğday üretiminde verim düşük gerçekleşmektedir. DSİ (2021) verilerine göre, Konya 2.94 milyar m³'ü yerüstü, 1.5 milyar m³'ü yeraltı olmak üzere toplam 4.45 milyar m³ su potansiyeline sahiptir. Ancak toplam su potansiyelin kullanılabilir miktarı ise 2.5 milyar m³ kadardır. Konya'nın toplam tarım alanının 1.96 milyon ha olduğu ve tamamına yakınının sulamaya uygun olduğu dikkate alındığında, su kaynakları varlığının çok kısıtlı olduğu görülmektedir. Bölgede günümüze kadar yaklaşık 304 bin ha tarım alanı devletçe planlı şekilde sulamaya açılmış durumdadır (DSİ, 2020).

Dünyada buğdayın yetiştiği alanlarda, yıllık yağış 250-1750 mm arasında değişir. Bununla birlikte, asıl buğday kuşağı yılda 350-1000 mm yağış alır. Buğdayın gelişme dönemlerine uygun dağılmış 600-700 mm'lik bir yağış maksimum verim için yeterlidir (Kün, 1988). Diğer bir ifade ile buğdayda kaliteli ve yüksek ürün verimi yıllık yağışı 500-600 mm olan yerlerde veya toprakta bu nemi sağlayacak sulamalarda alınabilmektedir (Aykanat ve Barut, 2018). Buğday, yıllık yağışı 450 mm ve yıl içindeki dağılışı düzenli olan bölgelerde sulanmaksızın ekonomik seviyede tarımı yapılabilmektedir. Kurak ve yarı kurak alanlarda, yağışa dayalı buğday tarımında ürün verimini sınırlayan en önemli faktörlerin başında yağışların düşük ve düzensizliği nedeniyle ortaya çıkan kuraklık gelmektedir. Konya bölgesinde kışlık buğday için tahmin edilen mevsimlik su tüketimi 502 mm (Çumra) ile 587 mm (Yunak) arasında değişirken (Anonim, 2017), gerçekleşen yağışların; uzun dönem (1985-2020) ortalamasının 326 mm civarında olması (MBM, 2021) ve düşen yağışların yıl içindeki dağılımının düzensiz olması yüksek verim için sulamayı gerekli kılmaktadır.

Kışlık buğdayda sulama konusunda yakın geçmişte yapılan bazı araştırmaların tamamlayıcı ve kısıtlı sulama (Xu ve ark., 2018; Aykanat ve Barut, 2018; Çap, 2017; Tarı, 2016; Ma ve ark., 2015; Li ve ark., 2015; Dandan ve ark., 2013; Karrou ve Oweis, 2012) ile farklı sulama yöntemleri (Fank ve ark., 2018; Gültekin ve ark., 2011; Kharrou ve ark., 2011) uygulamalarının ürün verimi, kalitesi ve su kullanım etkinliği üzerine etkileri konusuna yoğunlaşmış çalışmalar olduğu görülmektedir. Bazı araştırmalarda da (Fank ve ark., 2018; Darouich ve ark., 2017) buğdayın sulanması ekonomik yönden değerlendirilmiştir. Söz gelimi, Fank ve ark. (2018) Kuzey Çin Ovasında yaptıkları bir çalışmada; tava, su yastığı, yağmurlama ve damla sulama yöntemleriyle buğdaya sapa kalkma ve çiçeklenme dönemleri baz alınarak tamamlayıcı sulama programları uygulamışlardır. Kısıtlı su kaynağı koşulları için yağmurlama, damla ve su yastığı yöntemiyle her iki dönemde de eşit şekilde 45 mm (toplamda 90 mm) sulama suyu uygulaması ürün verimini etkilememiş olup, en iyi net gelir yağmurlama yönteminde sağlanmıştır. Yeterli su kaynağı koşulları için tava yönteminde sapa kalkma 90 mm ve çiçeklenme döneminde 70 mm (toplam 160 mm), su yastığı ve yağmurlama yönteminde sapa kalkma 60 mm, başaklanma 50 mm ve dane dolum döneminde

50 mm (Toplamda 160 mm) sulama suyu uygulaması, yöntemler arasında verim yönünden bir fark oluşturmazken, tava sulama en yüksek net geliri sağlamıştır. Darouich ve ark. (2017) buğday tarımında yağmurlama ve tava sulama uygulamalarını ekonomik getiri ve su tasarrufu yönünden değerlendirmişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, yağmurlama sulama net gelir ve ekonomik su üretkenliği değerleri yönünden tava sulamaya göre daha iyi bir performans göstermiştir. Bu koşullarda yağmurlama yönteminin yaklaşık %17 su tasarrufu sağladığı bildirilmiştir.

Kısacası, Konya havzasının yıllık yağışı düşük, su kaynakları sınırlıdır; ancak Ova, Türkiye'deki en önemli buğday üretim alanıdır ve yüksek tane verimi elde etmek için buğdayın sulanması gerekir. Dolayısıyla, Konya havzasında kısıtlı su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı vazgeçilemez bir zorunluluktur. Bu nedenle havzada sulamalı bitkisel üretimde; suyun etkin kullanımını sağlayan, yenilikçi sulama programlarının uygulanması yoluyla, hem üretimin ve çiftçi gelirinin artırılması ve hem de su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının korunması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı; ekmeklik buğday için farklı tamamlayıcı sulama uygulamalarının üretkenliğini ekonomik yönden değerlendirmektir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmanın tarla denemesi Konya'da Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü merkez arazisinde 2018-2020 döneminde yürütülmüştür. Konya Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü'nden ve enstitü kayıtlarından alınan bazı meteorolojik veriler Çizelge 1'de ve deneme tarlası toprağının bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Uzun yıllar (1985-2020) ortalamalarına göre; yıllık ortalama sıcaklık 11.8 °C'dir. Aylık sıcaklık ortalamaları açısından en soğuk ay -0.3 °C ile Ocak ayı, en sıcak ay ise 24 °C ile Temmuz ayıdır. Yıllık ortalama toplam buharlaşma 1352.5 mm, ortalama toplam yağış miktarı ise 325.6 mm olup yağışların %25.9'u sonbahar, %31.3'ü kış, %30.9'u ilkbahar ve %11.9'u yaz mevsiminde düşmektedir. Ortalama nispi nem %59.5 olup, nispi nem miktarları %40.1 ile %79.8 arasında değişmektedir. En düşük nispi nem Temmuz ve Ağustos aylarında, en yüksek nispi nem ise Aralık ayında gerçekleşmektedir.

Çizelge 1. Araştırma alanının uzun yıllar ve deneme yıllarına ait aylık bazı meteorolojik verileri

Yıllar	Meteorolojik Verileri	Aylar												Yıllık Ortalama/Toplam
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1985-2020 *	Ortalama Sıcaklık (°C)	-0.3	1.2	5.8	11.1	15.7	20.4	24.0	23.9	19.3	13.1	6.0	1.5	11.8
	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	4.6	6.8	12.2	17.8	22.6	27.3	30.8	30.8	26.8	20.2	12.6	6.4	18.2
	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-4.0	-3.4	0.1	4.6	8.9	13.5	17.0	17.0	12.0	6.6	0.6	-2.3	5.9
	Toplam Yağış (mm)	34.6	23.5	27.3	33.6	39.6	25.9	7.2	5.9	15.3	30.7	38.5	43.6	325.6
	Toplam Buharlaşma (mm)	-	-	-	94.7	166.3	225.3	286.9	266.7	186.1	107.6	19.0	-	1352.5
	Ortalama Nispi Nem (%)	79.1	73.1	63.6	58.4	56.4	48.0	40.1	40.1	45.0	58.7	71.1	79.8	59.5
	Ortalama Rüzgâr Hızı (m s ⁻¹)	2.0	2.3	2.7	2.7	2.5	2.9	3.2	3.0	2.5	2.1	1.9	1.9	2.5
2018 **	Ortalama Sıcaklık (°C)	1.3	5.8	9.9	13.5	16.9	20.7	24.5	27.3	19.3	12.9	7	3.1	13.5
	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	12.9	18.8	24.8	27	28.8	32.9	34.4	34.1	33.3	25.4	19.9	13.5	25.5
	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-10.3	-7.5	-3.1	-1.4	5.3	9.3	13.1	11.2	5.4	-2.2	-4.6	-10.9	0.4
	Toplam Yağış (mm)	33.8	8.6	25.2	7.6	54.8	56	4.8	1.8	7.4	29.8	22.6	53.8	306.2
	Toplam Buharlaşma (mm)	-	-	-	124.7	144.4	191.7	261	238.1	160.5	88.4	-	-	1208.8
	Ortalama Nispi Nem (%)	86.6	76.4	64.1	55.85	66.2	59	47.6	45.3	52.2	70.3	76.1	86.4	65.5
	Ortalama Rüzgâr Hızı (m s ⁻¹)	0.9	0.8	1.1	0.9	0.7	0.8	1.3	1	0.5	0.3	0.3	0.5	0.8
2019 **	Ortalama Sıcaklık (°C)	0.5	4.1	6.4	11	18.5	21.2	22.4	22.7	18.5	15.1	7.9	2.9	12.6
	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.5	14.4	20.1	24.1	34.1	33	34.9	34.8	31.6	28.4	21.9	13.1	25.1
	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-16.8	-4	-6.4	-0.4	2.9	8.2	10.1	10.9	2.3	2.4	-3.2	-3.9	0.2
	Toplam Yağış (mm)	56.6	22	14.4	27.3	13.2	30.4	6.2	7.8	9.6	14	39.6	89.2	330.3
	Toplam Buharlaşma (mm)	-	-	-	79.9	151.9	190.4	219.9	216.6	164.4	109.5	3.6	-	1136.2
	Ortalama Nispi Nem (%)	86.3	72.5	60.1	64.8	50.1	58.5	49.9	51.8	56.7	62.8	78.6	88.6	65.1
	Ortalama Rüzgâr Hızı (ms ⁻¹)	0.9	1.2	1.3	0.7	1.6	1.8	1.9	1.9	1.3	1.1	0.7	1.3	1.3
2020 **	Ortalama Sıcaklık (°C)	0.6	3.3	7.4	11	16.1	20.3	25.1	22.8	21.5	16.1	5.6	4.7	12.9
	Ortalama En Yüksek Sıcaklık (°C)	10.8	18.8	21	24.3	33.8	33.2	35.8	35.5	37.3	30.7	17.5	14.4	26.1
	Ortalama En Düşük Sıcaklık (°C)	-9.8	-10.3	-6.1	-0.7	2.9	7	13.2	9.4	9.7	4.6	-6.7	-6.5	0.6
	Toplam Yağış (mm)	53	30.4	19.8	13.6	17	19.4	0	19.2	7.8	8.8	16.6	11.4	217.0
	Toplam Buharlaşma (mm)	-	-	-	76.7	170.1	193.7	281.3	257.1	192.8	123.5	24.7	-	1319.9
	Ortalama Nispi Nem (%)	81.6	75.8	71.6	64.8	57.5	54.2	44.4	45.5	54.4	59.8	76.7	82.4	64.1
	Ortalama Rüzgâr Hızı (m/sn)	1.8	2.1	2	1.9	1.7	1.7	1.9	1.6	1.3	0.9	1.2	0.8	1.6

*: MBM (2021); **: TSÇMAE (2020)

Çizelge 2. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri

Sezon	Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye sınıfı	TK (%Pw)	SN (%Pw)	Hacim ağırlığı (gcm ⁻³)	FSK (mm)
2018-2019	0-30	23.7	20.9	55.4	C	26.9	17.9	1.30	35.10
	30-60	21.6	18.8	59.6	C	32.3	20.0	1.27	46.86
	60-90	19.6	18.7	61.7	C	32.8	20.3	1.26	47.25
	90-120	21.6	18.8	59.6	C	33.0	20.8	1.27	46.48
2019-2020	0-30	26.4	20.8	52.8	C	28.9	18.0	1.34	43.82
	30-60	22.2	20.9	56.9	C	31.6	19.6	1.30	46.80
	60-90	20.1	23.0	56.9	C	32.2	19.9	1.29	47.60
	90-120	24.3	20.8	54.9	C	32.5	20.6	1.31	46.77

Çizelge 2 incelendiğinde, 2018-2019 üretim sezonunda deneme alanı toprak bünyesinin killi olduğu, hacim ağırlığı değerlerinin ise 1.26 – 1.30 g/cm³ arasında değiştiği görülmektedir. 2019-2020 üretim sezonunda ise denemenin yürütüldüğü parsel toprağının killi bünyeye sahip olduğu ve hacim ağırlığı değerlerinin ise 1.29 – 1.34 g/cm³ arasında değiştiği görülmektedir. Denemede buğdayın etkili kök derinliği olarak alınan 0-90 cm toprak derinliğinde toplam kullanılabilir su tutma kapasitesi 2018-2019 üretim sezonundaki deneme alanında 129.2 mm/90 cm, 2019-2020 üretim sezonundaki deneme alanında ise 138.2 mm/90cm olarak belirlenmiştir.

Araştırma Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede geleneksel tam sulama, tamamlayıcı sulama ve sulamasız olmak üzere üç farklı strateji altında farklı sulama programları planlanmıştır. Bu kapsamda toplam 14 araştırma konusu oluşturulmuştur. Geleneksel tam sulamada toprak nemi baz alınarak, bitki kök bölgesi Faydalı Su Kapasitesi (FSK)'nin %60'ı tüketilince sulama yapılması ve mevcut nemin tarla kapasitesine ulaştırılması planlanmıştır. Tamamlayıcı sulama grubunda ise, buğdayın su stresine en hassas olduğu; sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemleri dikkate alınarak sulama yapılması planlanmıştır. Bu kapsamda, iki farklı planlama yapılmıştır. Birincisinde, söz konusu bu gelişme dönemlerinde toprak nemine bağlı dönemsel tam sulama yapılmış ve bu kapsamda 3 farklı tamamlayıcı sulama programı oluşturulmuştur. İkincisinde ise, buğdayın mevsimlik bitki su tüketimi (ETc) ile buğdayın yetiştirme dönemi (Ekim-Temmuz arası) uzun yıllar (1986-2016) ortalaması yağış miktarı, ortalama üstü yağış alan yıllar ortalaması ve ortalama altı yağış alan yıllar ortalaması yağış değerleri farkı dikkate alınarak üç farklı mevsimlik sulama suyu ihtiyacı tahmin edilmiştir. Tahmin edilen sulama suyu ihtiyaç değerleri hassas gelişme dönem sayısına (3 adet) bölünerek, her dönem için eşit miktarda sulama suyu ihtiyaçları kestirilmiştir. Bu kapsamda 9 adet tamamlayıcı sulama programı oluşturulmuştur. 1986-2016 dönemini kapsayan 31 yılın 15 yılında yağış miktarı uzun yıllar (1986-2016) ortalamasının (291.8 mm) üzerinde gerçekleşirken, 16 yılda ise ortalama altında yağış gerçekleşmiştir (MBM, 2017). Araştırma konuları Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Araştırma konuları

Konular	Sulama zamanı/ miktarı (mm)			Sulama sayısı	Toplam sulama suyu miktarı (mm)	
Geleneksel tam sulama	S ₁	*FSK'nın %60'ı tüketildiğinde sulama			-	-
		Sapa kalkma	Başaklanma	Süt olum		
	S ₂	**TK	TK	TK	3	-
	S ₃	TK	TK	-	2	-
	S ₄	TK	-	-	1	-
	S ₅	50	50	50	3	150
	S ₆	50	50	-	2	100
Büyüme dönemlerine göre sulama konuları	S ₇	50	-	-	1	50
	S ₈	70	70	70	3	210
	S ₉	70	70	-	2	140
	S ₁₀	70	-	-	1	70
	S ₁₁	90	90	90	3	270
	S ₁₂	90	90	-	2	180
	S ₁₃	90	-	-	1	90
Sulamasız	S ₁₄	Yağışa bağlı			-	-

*FSK: Faydalı su kapasitesi, **TK: Tarla kapasitesi

Denemenin S₁ konusu geleneksel tam sulama konusu olup, buğdayın ekiminden süt olum dönemine kadar (Vernalizasyon dönemi hariç) toprağın FSK'nın %60'ı tüketildiğinde sulamalar yenilenmiş ve mevcut toprak nemi sulama ile tarla kapasitesine tamamlanmıştır. Denemede S₂, S₃ ve S₄ konuları, toprak nemine dayalı tamamlayıcı sulama konularıdır. S₂ konusunda buğdayın; sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinde, S₃ konusunda sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde ve S₄ konusunda ise sapa kalkma döneminde toprağın mevcut nemini tarla kapasitesine tamamlayacak miktarda sulama yapılmıştır. Denemenin S₅, S₆ ve S₇ konularında, Anonim (2017)'dan alınan kışlık buğdayın sezonluk bitki su tüketimi (ET_c = 506 mm) değerinden, kışlık buğday yetiştirme dönemini kapsayan uzun yıllar (1986-2016 dönemi) yağış ortalamasının (291.8 mm) üzerinde yağış alan yılların yağış ortalaması (356.5 mm) düşülerek hesaplanan toplam sulama suyu ihtiyacı (506 – 356.5 = 150 mm) gelişme dönem sayısı olan üçe bölünmüş (150 mm / 3 = 50 mm) ve dönem başına düşen sulama suyu miktarı (50 mm) belirlenmiştir. Denemenin S₈, S₉ ve S₁₀ konularında ise mevsimlik su tüketiminden (506 mm), uzun yıllar yağış ortalaması miktarı (291.8 mm) düşülerek dönem başına düşen sulama suyu miktarı belirlenmiştir (506-292/3 = 70 mm). Denemenin S₁₁, S₁₂ ve S₁₃ konularında ise uzun yıllar yağış ortalamasının altında yağış düşen yılların yağış ortalaması (231 mm) düşülerek, dönem başına düşen sulama suyu miktarı 90 mm (506-231/3 = 90 mm) belirlenmiştir. Denemede S₁₄ konusunda ise sulama yapılmamış, buğdayın yağışa bağlı verim ve kalite değerleri belirlenmiştir.

Denemenin kurulduğu arazi parçası kulaklı pullukla sürülmüş, kazayağı, kombi kürüm ve merdane ile toprak işlenerek ekime hazır hale getirilmiştir. Ekim, kombine hububat ekim mibzeri ile ilk yıl 19.10.2018 tarihinde, ikinci yıl ise 24.10.2019 tarihinde yapılmıştır. Ekimde dekara 20 kg tohumluk kullanılmıştır. Deneme, ekim yönü 50 m ve parsel eni 78 m olan 3.9 da büyüklüğünde parsel şeklinde kurulmuş, parselin ekimden sonra bitkilerce örtüldüğü dönemde traktöre bağlanan rotovator aleti ile bölünerek bloklar ve deneme parselleri oluşturulmuştur. Deneme parseli boyutları; 2.60 m × 12 m = 31.2 m² olmuş, hasatta ise her parselin iki yanından ikişer bitki sırası ile parsel uçlarından 1'er metre kenar tesiri

olarak değerlendirme dışı bırakılarak $2.02 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 20.2 \text{ m}^2$ 'lik alan hasat edilmiştir. Ayrıca bloklar arasında 4 m, parseller arasında ise 2.60 m boşluk bırakılmıştır.

Denemede toprağın kimyasal analiz sonuçları dikkate alınarak, denemede saf madde olarak; 16 kg/da Azot (N) ve 10 kg/da Fosfor (P) hesabıyla gübreleme yapılmıştır. Fosforun tamamı Diamonyumfosfat (%18-46) gübresi (220 kg ha^{-1}) ile ekimde tabana uygulanmıştır. Azotun bir kısmı ekimle birlikte tabana, kalan kısmı ise üst gübresi olarak buğdayın; kardeşlenme döneminde üre gübresi (%46) (150 kg ha^{-1}), sapa kalkma ve başaklanma dönemlerinde ise sulamalarla birlikte Amonyumsülfat (%21) gübresi (250 kg ha^{-1}) ile uygulanmıştır. Deneme konularından sadece sapa kalkma döneminde sulama yapılan konularda bu dönemde üst gübresinin tamamı sulama ile birlikte uygulanmıştır. Ayrıca, yağışa bağlı konuda (S_{14}) ekimle birlikte fosforun tamamı ve azotlu gübrenin bir kısmı tabana uygulanmış, yağış durumuna göre üst gübresinin tamamı üre gübresi (%46) olarak buğdayın kardeşlenme döneminde tek seferde uygulanmıştır.

Denemede yabancı ot mücadelesi için her iki yılda da mart ayı son haftasında; 452.42 g L^{-1} (300 g a.e./l) 2,4-D EHE + 6.25 g L^{-1} Florasulam etken maddeli herbisit dekara 70 ml dozunda uygulanmıştır. Bunun yanında aynı dönemde hastalıklara karşı; 84 g L^{-1} Epoxiconazole ve 250 g L^{-1} Fenpropimorph etken maddeli Fungisit dekara 125 ml uygulanmıştır. Ayrıca, süne zararına karşı her iki yılda da süne ile mücadele için verilen erken uyarı dönemlerinde; 250 g L^{-1} Cypermethrin etken maddeli İnsektisit dekara 30 ml uygulanarak gerekli zirai mücadele çalışmaları yapılmıştır.

Tarla denemesinde sulama programları damla sulama sistemi ile uygulanmıştır. Sistemde çapı 16 mm, damlatıcı aralığı 30 cm ve 1 atm işletme basıncındaki damlatıcı debisi 2 L/saat olan yuvarlak damlatıcı borular kullanılmıştır. Her parselde 7 adet lateral boru hattı kullanılmıştır. Bu lateraller bir yan boruya bağlanmış, yan borular da her bloğa uzanan yan ana boru hattına bağlanmıştır. Bu yan ana borular bir ana boruya bağlanmak suretiyle sistem kurulmuştur. Yan boruların yan ana borudan ayrıldığı yerlere su sayacı bağlanmış, parsellere verilen su bu su sayaçlarından ölçülerek parsellere verilmiştir. Denemede kullanılan sulama suyu, enstitü içinde bulunan yeraltı su kuyusundan temin edilmiştir.

Hasat, birinci yıl 12 Temmuz'da, ikinci yıl ise 19 Temmuz tarihinde yapılmıştır. Her iki yılda da hasat başlamadan önce her parselde hasat parseli dışında kalan buğdaylar mastarlı ot biçme makinası ile biçilerek deneme alanı dışına çıkarılmıştır. Hasat işlemi parsel biçerdöveri ile gerçekleştirilmiştir. Her parselden elde edilen buğday taneleri ayrı ayrı çuvallanmış ve her çuvala, ait olduğu parsel numarası yazılarak tartılmıştır. Elde edilen parsel verimleri, birim alan (hektar) verimine dönüştürülmüştür.

Deneme konularının Kısmi Bütçe Analizi yöntemi (Perrin ve ark., 1976) kullanılarak ekonomik analizleri yapılmıştır. Kısmi Bütçe Analizi genel olarak işletmede uygulanacak yeni bir tekniğin uygulanmasında ortaya çıkabilecek karlılığı belirlemek ve işletme açısından teknik konuların yanında karar vermede önemli bir kriterdir. Araştırmada sulama masrafları hariç diğer üretim masrafları (tohum, gübre, dizel yakıtı, ilaç, makine-ekipman, hasat, nakliye) bütün deneme konularında eşit olduğundan değişen masraflar olarak sulama masrafları dikkate alınmıştır. Birim alan (ha) için tohum, gübre, dizel yakıtı, ilaç, makine-ekipman kullanımı ve hasat işleminden oluşan buğday üretim masrafı, hasat işlemi hariç tarla denemesinde kullanılan girdilerden hesaplanmıştır. Üretimde kullanılan tohum, gübre, ilaç ve dizel yakıtının birim fiyatları, 2020 yılı için piyasadan temin edilmiştir. Traktör ve makine kullanımına ilişkin masrafların hesabında, traktör ve her bir makinanın faydalı ömrünün saati başına düşen maliyeti belirlenerek, üretimde kullanıldıkları süre (saat) ile çarpılarak birim alana (ha) masrafı hesaplanmıştır. Buğday hasadına ilişkin birim alan (ha) masrafı piyasadan temin edilmiştir. Bu kapsamda buğdayın sulama işlemi hariç üretim masrafı 4350 TL ha^{-1} olarak hesaplanmıştır. Sulama masrafları kapsamında derin kuyudan

temin edilen yeraltı sulama suyu ücreti ve sulama sistemi giderleri dikkate alınmıştır. Sulama sistemi unsurlarının faydalı ömürleri damlatıcı boru için 7 yıl (Enciso ve ark.,2005 ;Çetin ve Uygan, 2008), diğer boru sistemi için 15 yıl (Rodrigues ve ark., 2013) alınmıştır. Sulama sistemine ilişkin birim fiyatları piyasadan temin edilmiş ve ilgili unsurun miktarı ile çarpılarak masraf hesabı yapılmıştır. Sulama sisteminin faydalı ömür değerleri dikkate alınarak, sistem masrafı yıllık masrafa dönüştürülmüştür. Damla sulama sistemi açısından konular arasında bir fark olmayıp, sistem masrafı 2035 TLha⁻¹ olarak hesaplanmıştır. Yeraltı suyu ile sulama birim fiyatı 2020 yılı için 0.5 TLM⁻³ olarak dikkate alınarak, sulama suyu masrafı hesaplanmıştır. Deneme konularının üretim değeri (ÜD) birim alan (ha) ürün miktarının, 1 kg ürünün satış fiyatı (2020 yılı için 1.9 TL) ile çarpılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda 2020 yılı birim fiyatları kullanılmıştır. Çalışmada uygulanan sulama programlarının ekonomik yönden değerlendirilmesinde aşağıdaki göstergeler kullanılmıştır.

-Net gelir (TLha⁻¹) = ÜD - TM (Ballesterro, 2000)

-Ekonomik üretkenlik (EP) (kgTL⁻¹) = Ürün verimi (kg ha⁻¹)/TM (TLha⁻¹)

-Sulama suyu ekonomik üretkenliği (TLM⁻³) = Sulu Net Gelir (TLha⁻¹) – Kuruda Net Gelir (TLha⁻¹)/Uygulanan Su Miktarı (m³ha⁻¹) (Pereira ve ark., 2012; Çetin ve Kara, 2019)

-Başa başlık noktası (kgha⁻¹) = TM / Ürün satış fiyatı (TL/kg) (Layard ve Glaister, 1994; García-García ve ark., 2004).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Sulama ve verim değerleri

Tarla denemesinin yürütüldüğü 2018, 2019 ve 2020 yıllarında yıllık yağış miktarı sırasıyla 306, 330 ve 217 mm olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 1). Bu yılların aylık yağış verileri dikkate alındığında, 2018-19 ve 2019-20 üretim yıllarında buğdayın yetiştirme döneminde (10 Ekim-1 Temmuz) düşen yağış miktarları sırasıyla 260.3 ve 282 mm olmuştur. Her iki üretim yılında da buğday üzerine düşen yağış miktarı, uzun yıllar ortalamasının (292 mm) altında gerçekleşmiş olup, bölgede ortalama altı yağış alan yıllar grubunda yer almış olmakla birlikte, buğday için uzun yıllar yağış ortalaması (292 mm) miktarına da yakındır. Her iki üretim dönemi de, S₈-S₁₃ grubunda yer alan sulama programlarının planlamasına dayanak oluşturan yağış miktarlarına yakın seyretmiştir. Fakat uzun yıllar ortalaması üzerinde yağış alan yılların ortalaması (356 mm) dikkate alınarak planlanan S₅, S₆ ve S₇ konuları, 2018-19 sezonunda yaklaşık 100 mm ve 2019-2020 sezonunda ise 80 mm daha az yağışa maruz kalmıştır. Bitki su tüketimi ve yağış miktarı dikkate alınarak oluşturulan tamamlayıcı sulama konularından her üç bitki gelişme döneminde de sulama uygulanan S₅, S₈ ve S₁₁ konuları yüksek seviyede ürün veren konulardır (Çizelge 4'den görülebilir). Bu üç konudan S₅, ortalama üstü yağışlı yıl konusu olmasına rağmen, ortalama altı yağışın gerçekleştiği koşullarda yüksek seviyede ürün sağlayabilmiştir. Bu durum, S₅ konusunun bölgeye her koşulda uygun olduğunu göstermektedir. Bu yüzden, grubunda en düşük sulama suyu uygulanan (150 mm) S₅ konusu ile daha yüksek sulama suyu uygulanan S₁, S₂, S₈ ve S₁₁ konuları verim ve su tasarrufu yönünden detaylı analizi aşağıda verilmiştir.

Araştırma konularına uygulanan mevsimlik sulama suyu miktarları ve ürün verim değerleri iki yılın ortalaması olarak belirlenmiş ve Çizelge 4'de verilmiştir. Bu kapsamda elde edilen verilere göre, en çok sulama suyu S₁ ve S₂ konularına uygulanmış olup, sırasıyla bu konulara 322 ve 321 mm sulama suyu verilmiştir. Bu konulardan S₁ 4 kez ve S₂ ise 3 kez sulanmıştır. Buğdayın sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemleri dikkate alınarak oluşturulan sulama konularından S₅, S₈ ve S₁₁ her üç dönemde de sulanmış olup, sırasıyla 150, 210 ve 270 mm sulama suyu uygulanmıştır. En düşük sulama suyu sapa kalkma

döneminde bir kez sulanan S₇, S₁₀, S₄ ve S₁₃ konularına uygulanmış olup, sırasıyla bu konulara 50, 70, 80 ve 90 mm sulama suyu verilmiştir. Araştırma konularının ürün verimleri 3508 ile 8323 kg ha⁻¹ arasında değişim göstermiş olup, en düşük verim yağışa dayalı konudan gerçekleşmiştir. Çizelge 4'den de görülebileceği gibi, en yüksek verimler sezon boyunca 4 kez sulanan S₁ konusu (8323 kg ha⁻¹) ile buğdayın su stresine hassas olan her üç gelişme döneminde de sulama yapılan konulardan (S₂, S₁₁, S₈ ve S₅ konuları) elde edilmiştir. S₂, S₁₁, S₈ ve S₅ konularından sırasıyla 7918, 7688, 7660 ve 7285 kg ha⁻¹ ürün elde edilmiştir. Diğer sulama konularında verim değerleri daha düşük olup, 5163 kg ha⁻¹ (S₇ konusu) ile 7157 kg ha⁻¹ (S₃ konusu) arasında gerçekleşmiştir. S₁ ve S₂ konularının sulama suyu miktarları birbirine eşit olmasına rağmen, S₂ konusunda ürün verimi yaklaşık %5 daha düşük gerçekleşmiştir. Bu nedenle S₁ konusu verim bakımından S₂ konusunun üstünüdür.

Ürün veriminin yüksek olduğu grupta bulunan S₅, S₈ ve S₁₁ konuları en yüksek verim sağlayan S₁ konusu ile kıyaslandığında; sulama suyu bakımında S₅ konusu %53, S₈ konusu %34.8 ve S₁₁ konusu ise %16.1 tasarruf sağlarken, tane verimindeki azalış konulara göre sırasıyla % 12.5, %8.5 ve %7.6 civarındadır. Bu verileri şu şekilde açıklamak mümkündür. S₁ ve S₂ konularında birim alana (ha) uygulanan sulama suyu ile S₅ konusundan 2 birim alan (2 ha) sulamak mümkün olmakta ve yaklaşık 14572 kg tane elde edilebileceğini göstermektedir. Yine benzer şekilde S₁ konusu yerine S₈ ve S₁₁ konuları uygulaması ile sırasıyla 1.53 birim ve 1.19 birim alan sulanarak, sırasıyla 11719 ve 9148 kg ürün elde edilebileceği anlamına gelmektedir.

Benzer bir değerlendirme yüksek verim sağlayan konularından (S₁, S₂, S₁₁ ve S₈) elde edilen ürün miktarlarının S₅ konusu uygulaması ile karşılanması ve ortaya çıkan su tasarrufu durumu yönüyle yapılabilir. S₁ konusundan elde edilen 8323 kg ha⁻¹ ürün verimi, S₅ programı ile 1.14 birimlik alandan (8323 / 7285 = 1.14 birim alan) temin edilebilir. S₅ sulama programı ile 1.14 birimlik alanın sulama suyu ihtiyacı ise 171 mm (150 × 1.14 = 171) olacaktır. Görüldüğü gibi 8323 kg ha⁻¹ ürün elde etmek için S₁ uygulamasında 322 mm suya ihtiyaç varken, S₅ konusu uygulaması ile 171 mm sulama suyuna gereksinim duyulmaktadır. Ürün eşitliği dikkate alındığında S₅ sulama programı S₁ konusuna göre %46.9 [(322-171/322) × 100 = %46.9] su tasarrufu sağlamaktadır. Benzer analizler S₁₁ ve S₈ konuları için yapıldığında, S₅ konusunun sağlayacağı su tasarrufları sırasıyla, %41.5 ve %24.8 olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. Konulara uygulanan sulama suyu miktarları (mm) ve ürün verim (kg ha⁻¹) değerleri

	Konular													
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S ₉	S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃	S ₁₄
Sulama suyu	322	321	201	80	150	100	50	210	140	70	270	180	90	0
Sulama sayısı	4	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	0
Verim	8323	7918	7157	6253	7285	6362	5163	7660	6701	5953	7688	6877	6232	3508

Ekonomik göstergeler

Bu çalışma kapsamında hesaplanan sulama üretkenliğine ilişkin ekonomik gösterge değerleri Çizelge 5'de verilmiştir. Bu tablo verilerine göre, ekmeklik buğday üretiminde en düşük net gelir 2315 TL ha⁻¹ ile yağışa dayalı üretim konusunda (S₁₄) gerçekleşmiş olup, bunu 3175 ve 4575 TL ha⁻¹ net gelir ile sırasıyla, sapa kalkma döneminde bir kez 50 mm (S₇ konusu) ve 70 mm (S₁₀ konusu) su ile sulanan konular izlemiştir. Çalışmada 5055 - 5780 TL ha⁻¹ arasında net kazanç sağlayan konular ise S₁₃, S₄, S₆, S₉ ve S₁₂ konuları olmuştur. Diğer araştırma konularının net kazanç değerleri daha yüksek olup, 6206 ile 7818 TL ha⁻¹ arasında hesaplanmıştır. En yüksek net gelir 7818 TL ha⁻¹ ile sezonda 4 kez sulanan S₁

konusunda gerçekleşmiştir. S₁ konusu ile kıyaslandığında, 3 kez sulanarak aynı seviyede sulama suyu uygulanmış olan S₂ konusunun net geliri ise 7056 TLha⁻¹ olarak gerçekleşmiş olup, S₁ konusundan %9.7 daha düşük net gelir sağlamıştır. Bu nedenle S₁ konusu, net gelir yönünden S₂ konusunun üstünüdür. Yüksek net gelir yönünden S₁ konusunu 7118 TLha⁻¹ ile S₈, 6871 TLha⁻¹ ile S₁₁ ve 6707 TLha⁻¹ ile S₅ konuları izlemiştir. Yüksek net gelir sağlayan bu grubun içinde en düşük sulama suyu 150 mm ile S₅ konusuna ve en yüksek sulama suyu miktarı ise 322 mm ile S₁ konusuna uygulanmıştır S₁ konusu ile kıyaslandığında, net gelir S₅ konusunda %14.2, S₁₁ konusunda %12.1 ve S₈ konusunda %9 azalış göstermekte iken, sulama suyundan ise sırasıyla %53.4, %16 ve %34.8 oranında tasarruf sağlanmaktadır. Bu sonuçların S₁ ile S₅ konuları açısından anlamı şudur: S₁ konusunda kullanılan sulama suyu ile S₅ konusu uygulanarak iki kat alan (2 ha) sulanabilir ve böylece aynı sulama suyu miktarı ile 13414 TL (6707 TLha⁻¹ × 2 = 13414) net kazanç sağlanabilir. Ancak su kaynaklarının etkin ve sürdürülebilir kullanımı açısından, S₁ konusundan elde edilen net gelirin, S₅ konusu uygulaması ile karşılanması durumunun tercih edilmesi daha doğru bir yaklaşımdır. Bu nedenle S₁ konusunun net geliri olan 7818 TLha⁻¹, S₅ konusu uygulaması ile karşılanabilmesi için 1.17 birim alanın (7 818/6707 = 1.165) (1.17 ha) sulanması gerekir. Böylece 1.17 birim alanın net geliri 7818 TL (6707 TL × 1.165 = 7818 TL) olacaktır. S₅ konusu ile 1.17 birimlik alanın sulama suyu ihtiyacı ise 176 mm olacak olup (150 mm × 1.17 birim = 176 mm), S₁ konusu sulama suyu miktarından (322 mm) 146 mm daha az sulama suyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Böylece, bu uygulama ile en yüksek net kazançtan bir kayıp olmaksızın, sulama suyundan S₁ konusuna göre %45.3 [(322-176/ 322) × 100 = %45.3] tasarruf sağlanmaktadır. Aynı şekilde S₁ konusu net gelirin (7818 TLha⁻¹) S₈ uygulaması ile sağlanması için 1.1 birim alanın (7818/7118 = 1.1 birim) sulanması gerekmekte ve 231 mm sulama suyuna ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda da S₈ uygulaması ile %28.3 su tasarrufu sağlanmış olmaktadır. Bu sonuçlara göre, bölgede kışlık buğday tarımının sulanmasında iki yol tavsiye edilebilir. Birincisi, buğday bitkisini toprak faydalı su kapasitesinin %60'ı tüketildikçe tam sulama yapılması uygulaması (S₁) ve sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinde toprak nemine dayalı tamamlayıcı sulama uygulaması (S₂) yerine, sulanan buğday üretim alanının %17 artırılması ve bitkinin sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinde sabit 50 mm olmak üzere sezonda toplam 150 mm sulama suyu ile sulanması (S₅ konusu) durumudur. İkincisi ise S₁ ve S₂ konuları uygulaması yerine, suluda buğday ekim alanının %10 artırılması ve buğdayın sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinde sabit 70 mm sulama suyu ile sulanmasıdır. Böylece her iki durumda da, en yüksek ürün verimi ve net gelir sağlanırken, %45.3 (S₅ konusu) ve %28.3 (S₈ konusu) gibi en yüksek su tasarrufu sağlanarak su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımına önemli katkı sağlanabilecektir.

Konular ekonomik üretkenlik bazında değerlendirildiğinde, değerler 0.78 ile 1.04 kgTL⁻¹ arasında değişmektedir. Çizelge 5'den görüldüğü gibi S₁ konusu 1.04 kgTL⁻¹ değeri ile en iyi performansı göstermiş, bunu 1.03 ve 1.02 kgTL⁻¹ değerleriyle S₈ ve S₅ konuları izlemiştir. En düşük ekonomik üretkenlik 0.78 kgTL⁻¹ ile sapa kalkma döneminde 50mm su ile bir kez sulanan konuda gerçekleşmiştir. Çizelgeden görülebileceği gibi, sapa kalkma döneminde bir kez sulama uygulanan konular (S₄, S₇, S₁₀ ve S₁₃) ile yağışa dayalı konuda ekonomik üretkenlik nispeten düşük seviyededir. Bu verilere bakıldığında, sulama konularının ekonomik üretkenlikleri arasında dikkate değer farklar olmadığı görülmektedir. Birim sulama suyuna karşılık elde edilen net gelir miktarı konulara göre farklılık göstermiştir. Konulara ilişkin sulama suyu ekonomik üretkenliği değerleri 1.48 TLM⁻³ ile 3.47 TLM⁻³ arasında değişim göstermiştir. Birim sulama suyuna (m³) karşılık en yüksek net gelir S₄ ve S₁₃ konularında gerçekleşmiş olup, sırasıyla 3.47 ve 3.04 TL'dir. Bunları 2.93 TLM⁻³ ile S₅, 2.89 TLM⁻³ ile S₆ ve 2.38 TLM⁻³ ile S₉ konuları izlemiştir. Bu verilere dikkat edilirse, sulama ekonomik üretkenliği yüksek olan konuların, ürün verimi ve net geliri

yüksek olan konular olmadığı görülecektir. Sulama suyu ekonomik üretkenliği en yüksek S₄ konusunda gerçekleşirken, ürün verimi, net gelir ve ekonomik üretkenlik yönünden en iyi performansı S₁ konusu sağlamıştır. Çalışmada, başabaşlık noktası olarak da bilinen üretim masraflarına karşılık gelen ürün miktarları, konulara göre hesaplanarak, Çizelge 5’de verilmiştir. Başabaşlık noktası değeri en düşük yağışa dayalı buğday üretimi yapılan S₁₄ konusundan elde edilmiştir. Sulamalı üretimin yapıldığı diğer konularda başabaşlık noktası değerleri 3492 kg_{ha}⁻¹ ile 4207 kg_{ha}⁻¹ arasında değişim göstermiştir. Sulama konuları arasında başabaşlık noktası 4207 kg_{ha}⁻¹ ile en yüksek S₁ ve S₂ konularında olup, bunu 4071 kg_{ha}⁻¹ ile S₁₁ ve 3913 kg_{ha}⁻¹ ile S₈ konuları izlemiştir. S₅ konusunda başabaşlık noktası değeri 3755 kg_{ha}⁻¹ olarak belirlenmiştir.

Sonuç

Her şeyden önce bu çalışma sonuçları, Konya havzası gibi su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde, buğday üretiminde optimum ürün verimi ve net gelirin tam sulamalı birim alandan sağlanması yerine, kısıntılı tamamlayıcı sulama ile buğday üretim alanının biraz daha artırılması ile elde edilebileceğini göstermiştir. Bu kapsamda iki farklı kısıntılı tamamlayıcı sulama uygulaması ile buğday üretimi ve net kazançtan bir kayıp olmaksızın, buğday sulamasında tüketilen sulama suyundan %28.3 (S₈ konusu) veya %45.3 (S₅ konusu) oranında tasarruf sağlanabilecektir. Bu bağlamda, Konya havzası ve benzer özellik gösteren alanlarda, buğday tarımında tam sulama yerine, buğday üretim alanını %10-17 oranında arttırarak, bitkinin sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinin her birinde 50 veya 70 mm sabit sulama suyu miktarı ile sulanması en akılcı yaklaşımdır. Böylece Konya havzasında, kısıtlı su kaynakları ve bitkisel üretimin sürdürülebilirliğine önemli katkı sağlanmış olacaktır.

* Bu makale Mehmet Ali DÜNDAR’ın Doktora tez çalışması kapsamında yürüttüğü tarla denemesi sonuçları kullanılarak üretilmiştir.

Çizelge 5. Sulama üretkenliğine ilişkin ekonomik göstergeler

Konular	Sulama maliyeti (TLha ⁻¹)	Buğday üretim maliyeti (TLha ⁻¹)*	Toplam üretim maliyeti (TLha ⁻¹)	Brüt gelir (TLha ⁻¹)	Net gelir (TLha ⁻¹)	Net gelir (\$ha ⁻¹)	Ekonomik üretkenlik (kgTL ⁻¹)	Ekonomik üretkenlik (kg\$ ⁻¹)	Sulama suyu ekonomik üretkenliği (Tlm ⁻³)	Sulama suyu ekonomik üretkenliği (\$m ⁻³)	Başabaşlık noktası (kgha ⁻¹)
S ₁	3645	4350	7995	15813	7818	1115.3	1.04	7.3	1.71	0.244	4207
S ₂	3639	4350	7989	15045	7056	1006.6	0.99	6.95	1.48	0.210	4204
S ₃	3041	4350	7391	13597	6206	885.3	0.97	6.79	1.93	0.276	3890
S ₄	2435	4350	6785	11881	5096	726.9	0.92	6.46	3.47	0.496	3571
S ₅	2785	4350	7135	13842	6707	956.8	1.02	7.16	2.93	0.418	3755
S ₆	2535	4350	6885	12087	5202	732	0.92	6.46	2.89	0.412	3623
S ₇	2285	4350	6635	9810	3175	452.9	0.78	5.45	1.72	0.245	3492
S ₈	3085	4350	7435	14553	7118	1015.4	1.03	7.22	2.29	0.326	3913
S ₉	2735	4350	7085	12731	5646	805.4	0.94	6.63	2.38	0.339	3728
S ₁₀	2385	4350	6735	11310	4575	652.6	0.88	6.17	2.26	0.322	3544
S ₁₁	3385	4350	7735	14606	6871	980.2	0.99	6.95	1.69	0.240	4071
S ₁₂	2935	4350	7285	13065	5780	824.5	0.94	6.63	1.92	0.275	3834
S ₁₃	2435	4350	6785	11840	5055	721.1	0.92	6.44	3.04	0.434	3571
S ₁₄	-	4350	4350	6665	2315	330.2	0.81	5.65	-	-	2289

*2020 Dolar kuru 7.01 TL'dir.

Kaynaklar

- Anonim, (2017). *Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimleri*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü web sayfası. https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Menu/28/Yayinlar_veriler (Ziyaret 10.10.2021).
- Aykanat, S., Barut, H. (2018). Buğday tarımında farklı ekim yöntemleri ve sulamanın teknik yönden karşılaştırılması. *Uluslararası Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 1(1), 131-142.
- Ballesterio, E. (2000). Economía de la empresa agraria y alimentaria. Mundi-Prensa, Madrid, p 416 (in Spanish).
- Çap, Y. (2017). *Tamamlayıcı sulamanın buğdayın verim ve kalitesine etkisi*. (Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Şanlıurfa.
- Çetin, Ö., Kara, A. (2019). Assesment of water productivity using different drip irrigation systems for cotton. *Agricultural Water Management*, 223, 105693.
- Çetin, Ö., Uygan, D. (2008). The effect of drip line spacing, irrigation regimes and planting geometries of tomato on yield, irrigation water use efficiency and net return. *Agricultural Water Management*, 95: 949–958.
- Dandan, Z., Jiayin, S., Kun, L., Quanru, L., Quanqi, L. (2013). Effects of irrigation and wide-precision planting on water use, radiation interception, and grain yield of winter wheat in the North China Plain. *Agricultural Water Management* 118: 87–92.
- DSİ, (2020). DSİ’ce inşa edilerek işletmeye açılan sulama ve bataklık ıslahı tesisleri. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, İşletme ve Bakım Dairesi Başkanlığı. https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetGaleriFile/425/DosyaGaleri/646/dsice_insa_edilerek_isletmeye_acilan_sulama_ve_bataklık_islahi_tesisleri_2020.pdf?layout=modal (Ziyaret 05.10.2021).
- DSİ, (2021). DSİ IV. Bölge Müdürlüğü Web sayfası, Toprak ve Su Kaynakları. <https://bolge04.dsi.gov.tr/> (Ziyaret 10.10.2021).
- Enciso, J.M., Colaizzi, P.D., Multer, W.L. (2005). Economic analysis of surface installation depth for cotton. *Trans. ASEA* 48 (IS-1):197-204.
- Fang, Q., Zhang, X., Shao, L., Chen, S., Sun, H. (2018). Assessing the performance of different irrigation systems on winter wheat under limited water supply. *Agricultural Water Management*, 196: 133–143.
- García-García, J., Romero, P., Botía, P., García, F. (2004). Cost-benefit analysis of almond orchard under regulated deficit irrigation (RDI) in SE Spain. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2(2), 157–165.
- Gültekin, İ., Arısoy, Z., Taner, A., Kaya, Y., Partigöç, F. (2011). *Farklı sulama ve ekim yöntemlerinin buğday verimine etkileri*. II. Ulusal Toprak ve Su Kaynakları Kongresi, 231-237. 22-25 Kasım 2011, Ankara.
- Huang, M., Gallichand, J., Zhong, L. (2004). Water–yield relationships and optimal water management for winter wheat in the Loess Plateau of China. *Irrigation Science*, 23: 47–54.
- Karrou, M., Oweis, T. (2012). Water and land productivities of wheat and food legumes with deficit supplemental irrigation in a Mediterranean environment. *Agricultural Water Management* 107: 94–103.
- Kharrou, M.H., Er-Raki, S., Chehbouni, A., Duchemin, B., Simonneaux, V., LePage, M., Ouzine, L., Jarlan, L. (2011). Water use efficiency and yield of winter wheat under different irrigation regimes in a semi-arid region. *Agricultural Science*, 2: 273-282.
- Kün, E. (1988). *Serin İklim Tahulları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No:032, A.Ü. Basımevi, 322 s. Ankara.
- Layard, R., Glaister, S. (1994). *Cost-benefit analysis*. Cambridge University Press, Cambridge, p 497.
- Li, Q., Bian, C., Liu, X., Ma, C., Liu, Q. (2015). Winter wheat grain yield and water use efficiency in wide-precision planting pattern under deficit irrigation in North China Plain. *Agricultural Water Management*, 153: 71–76.
- Ma, S.C., Duan, A.W., Wanga, R., Guana, Z.M., Yang, S.J., Ma, S.T., Shao, Y. (2015). Root-sourced signal and photosynthetic traits, dry matter accumulation and remobilization, and yield stability in winter wheat as affected by regulated deficit irrigation. *Agricultural Water Management*, 148: 123–129.
- MBM, (2017). Uzun yıllar (1985-2016) ortalaması bazı meteorolojik veriler. Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü kayıtları. Konya.
- MBM, (2021). Uzun yıllar (1985-2020) ortalaması bazı meteorolojik veriler. Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü kayıtları. Konya.
- Pereira, L.S., Cordery, I., Iacovides, I. (2012). Improved indicators of water use performance and productivity for sustainable water conservation and saving. *Agricultural Water Management*, 108: 39–51.
- Perrin, R., Winkelman, D., Moscardi, R., Anderson, J. (1976). *From Agronomic Data to Farmer Recommendations: An Economics Training Manual*. 94 p. Mexico.

- Rodrigues, G.O., Paredes, P., Gonçaves, J.M., Alves, I., Luis, S., Pereira, L.S. (2013). Comparing sprinkler and drip irrigation systems for full and deficit irrigated maize using multicriteria analysis and simulation modelling: Ranking for water saving vs. farm economic returns. *Agricultural Water Management*, 126: 85-96.
- Tarı, A.F. (2016). The effects of different deficit irrigation strategies on yield, quality, and water-use efficiencies of wheat under semi-arid conditions. *Agricultural Water Management*, 167: 1–10.
- TEPGE, (2021). *Buğday Durum ve Tahmin Raporu-2021*. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü Müdürlüğü web sayfası. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge> (Ziyaret 12.10.2021).
- TŞÇMAE, (2020). Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü, Meteoroloji İstasyonu kayıtları. Konya.
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri (2020 yılı). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?locale=tr> (Ziyaret 12.10.2021).
- USDA, (2021). United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/advQuery> (Ziyaret 11.11.2021).
- Xu, X., Zhang, M., Li, J., Liu, Z., Zhao, Z., Zhang, Y., Zhou, S., Wang,, Z. (2018). Improving water use efficiency and grain yield of winter wheat by optimizing irrigations in the North China Plain. *Field Crops Research*, 221: 219–227.