

Konya Bölgesinde Kısıtlı Tamamlayıcı Sulamanın Ekmeklik Buğdayın Un Verimine Etkisi

Mehmet Ali DÜNDAR^{1*}  Ramazan TOPAK² 

¹ Tarım ve Orman Bakanlığı, Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya, Türkiye

² Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Konya, Türkiye

Makale Bilgisi

Geliş Tarihi: 25.11.2024
Kabul Tarihi: 16.06.2025
Yayın Tarihi: 30.06.2025

Anahtar Kelimeler:

Ekmeklik buğday,
Tamamlayıcı sulama,
Un verimi,
Su tasarrufu.

ÖZET

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de buğday (*Triticum aestivum* L.), yaygın olarak yetiştirilen önemli bir tarım ürünü olmasının yanı sıra büyük bir ekonomik değerdir. Yetiştirme dönemindeki sınırlı yağış, Konya Ovası'nda yarı kurak iklim koşulları altında yetiştirilen ekmeklik buğdayın verim ve kalite değerlerini olumsuz etkilemektedir. Optimum tane veriminin yanı sıra kaliteli üretim yapılabilmesi için sulama zorunludur. Fakat bölgede su kaynakları oldukça sınırlıdır ve dolayısıyla su tasarrufu sağlayan sulama stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla, ekmeklik buğdayın kritik gelişme dönemlerine (sapa kalkma, başaklanma ve süt olum) bağlı farklı tamamlayıcı sulama stratejilerinin buğdayın un verimine etkisini belirlemek için Konya'da iki yıllık bir tarla denemesi yürütülmüştür. Deneme biri sulamasız, üçü toprak nemine bağlı ve dokuzu sabit miktarlarda (50, 70 ve 90 mm) sulama suyu uygulanan toplam 13 konudan oluşmuştur. Elde edilen sonuçlar, en yüksek un verimlerinin, buğdayın üç kritik gelişme döneminde sulandığı konulardan ve en düşük un veriminin ise yağışa bağlı konudan elde edildiğini göstermiştir. Tamamlayıcı sulama stratejilerinin buğday un verimi üzerinde önemli etkisinin olduğu, ancak 321 mm (%71.2) ile 150 mm (%70.3) sulama uygulamalarının un verimleri arasında çok büyük bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bu denemenin sonuçları, buğdayda optimum un veriminin, buğdayın sapa kalkma, başaklanma ve süt olum dönemlerinde, her bir dönemde tam sulama yerine 50 mm, toplamda 150 mm sulama suyu uygulanan kısıtlı tamamlayıcı sulama ile sağlanabileceğini göstermiştir. Böylelikle tam sulama konusuna göre sulama suyu un üretkenliği (IWP_{Un}) %79.6 düzeyinde artırılmıştır. Ayrıca, su tasarrufu sağlayan sulama stratejileriyle sulu tarım arazilerinde daha fazla buğday tarımı yapılmasının teşvik edilmesi, dünyanın en büyük un ihracatçısı olan ülkemizin un üretiminin artırılmasına katkı sağlayacaktır.

Effect of Limited Supplemental Irrigation on Flour Yield of Bread Wheat in Konya Region

Article Info

Received: 25.11.2024
Accepted: 16.06.2025
Published: 30.06.2025

Keywords:

Bread wheat,
Supplemental irrigation,
Flour yield,
Water saving.

ABSTRACT

Limited rainfall during the growing season negatively affects yield and quality values of bread wheat grown under semi-arid climate conditions in Konya Plain. Irrigation is a must for optimum grain yield and quality production. However, water resources are quite limited in the region and therefore water-saving irrigation strategies are needed. For this purpose, a two-year field experiment was conducted in Konya to determine the effects of different supplemental irrigation strategies based on critical development stages (Stem elongation, heading and milk stage) of bread wheat on flour yield of wheat. The experiment consisted of a total of 13 plots, one of which was non-irrigated (rainfall), three of which were dependent on soil moisture and nine of which were applied fixed amounts (50, 70 and 90 mm) of irrigation water. The results obtained showed that the highest flour yields were obtained from the applications where wheat was irrigated during the three critical development stages and the lowest flour yield was obtained from the application based on rainfall. It was determined that supplemental irrigation strategies had a significant effect on wheat flour yield, but there was no significant difference between the flour yields of 321 mm (71.2%) and 150 mm (70.3%) irrigation applications. The results of this experiment showed that optimum flour yield in wheat could be achieved with deficit supplemental irrigation, where 50 mm of irrigation water was applied in each stage instead of full irrigation, and 150 mm in total, during the stages of wheat stem elongation, heading and milk stage.

Bu makaleye atıfta bulunmak için:

Dündar, M. A., & Topak, R. (2025). Başlığı tümce düzeninde ekleyiniz. *Ereğli Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(1), 10-21. <https://doi.org/10.54498/ETBD.2025.38>

*Sorumlu Yazar: Mehmet Ali Dündar, mehmetali.dundar@tarimorman.gov.tr



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

GİRİŞ

Birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de buğday (*Triticum aestivum* L.), yaygın olarak yetiştirilen önemli bir tarım ürünü olmasının yanı sıra büyük bir ekonomik değerdir. Buğday, farklı çevre koşullarına adapte olabilmesi, kolay yetiştirilmesi ve depolanabilmesine ek olarak toplumların sahip oldukları beslenme alışkanlıkları nedeniyle bitkisel ürünler arasında önemli bir yere sahiptir (Dizlek ve ark., 2013). Dünyada ve ülkemizde temel gıda maddesi olan ekmeğin yanı sıra buğday bazlı gıda maddeleri, özellikle gelişmekte olan ülkelerde insanların enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılaması dolayısıyla, buğday tarımı ve ticareti büyük bir önem taşımaktadır (DESMÜD, 2024). Dünya’da 2022-2023 üretim sezonunda 804 milyon ton buğday üretimi ve 208 milyon ton buğday ticareti olduğu bildirilmiştir (TMO, 2024). Ülkemizde 2023 yılı verilerine göre, yaklaşık 4.3 milyon hektarı kuru tarım arazilerinde, 1.3 milyon hektarı ise sulu tarım arazilerinde olmak üzere toplam 5.6 milyon ha alanda ekmeklik buğday tarımı yapılmıştır. Bu alandan yaklaşık 17.7 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir. Bu üretimin yaklaşık %68’i (12.1 milyon ton) kuru tarım arazilerinden elde edilirken, %32’si (5.6 milyon ton) sulu tarım arazilerinden elde edilmiştir. Konya ilinde Türkiye’nin ekmeklik buğday üretiminin yaklaşık %9’u üretilmektedir. Dolayısıyla, Türkiye’de önemli bir tarımsal üretim alanı olan Konya’da buğday ana tarımsal üründür. 2023 yılı verilerine göre, Konya’da 400 bin ha alanda buğday tarımı yapılmış ve yaklaşık 1.6 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir. Buğday tarımı yapılan alanın yaklaşık %63’ü (250 bin ha) kuru tarım, %37’si (150 bin ha) ise sulu tarım arazileridir (TÜİK, 2024). Bu verilerden de anlaşılacağı gibi ülkemizde ve Konya bölgesinde buğday üretimi büyük oranda kuru tarım arazilerinde yapılmaktadır.

Küresel iklim değişikliğinin etkileri altında buğday kalitesinin korunması, gıda arzı ve buğdayın emtia değeri için kritik öneme sahiptir. İklim değişikliğiyle ilişkili olarak buğday üretiminde artan çevresel stres, buğday üretiminin hem verimini hem de kalitesini etkileyecektir (Nuttall ve ark., 2017). Buğday kalitesi, hasat sonrası işleme ve pazarlama endüstrisinin girdi maliyetini en aza indirmesi ve karı maksimize etmesi için önemli ve karmaşık bir kavramdır. Yanı sıra, buğday değer zincirindeki paydaşlar tarafından farklı şekilde tanımlanabilen oldukça göreceli bir kavramdır. Buğday kalitesi, buğdayı yetiştiren çiftçi, ticaretini yapan tüccar, öğüten değirmenci ve son ürün olarak işleyen gıda sanayisi için farklı anlamlar ifade edebilmektedir (Bilgiçli ve Soylu, 2016). Buğday kalitesi, çiftçi açısından yüksek tane verimi ve satış fiyatı iken, tüccar için safiyeti, protein içeriği, bin tane ağırlığı ve hektolitresi yüksek ürün demektir. Değirmen endüstrisi için kalite, yüksek un verimi, düşük enerji sarfiyatı ile yüksek öğütme verimliliği ve düşük eleme kayıplarıdır. Buğdayı son ürüne işleyen gıda sanayisi için ise kalite, işlediği ürünün en uygun; fiziksel, kimyasal, fizikokimyasal ve reolojik özelliklere sahip olmasıdır (Elgün ve Ertugay, 1992).

Buğdayın ununun tekniğine uygun, hijyenik şartlarda üretimi ve piyasaya arzında taşıması gereken özelliklerini belirleyen Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği’ne (Tebliğ no: 2013/9) göre buğday unu; yabancı madde, tat ve koku içermez, kendine özgü renk ve görünüşü vardır. İlgili tebliğe göre ekmeklik buğday ununun bazı kimyasal özellikleri ise, %14.5 nem, protein en az %10.5 ve asitlik en çok %0.07 olarak belirlenmiştir. Yine Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği’ne (Tebliğ no: 2012/2) göre ise bir ekmek en az 250 g ağırlığında olmalıdır. Günde 200 g ekmek tüketildiğinde bir insan için gerekli olan enerjinin ortalama olarak %35’i, lif ihtiyacının %55’i, protein ihtiyacının %25’i ve B1 vitamininin %66’sı karşılanmaktadır. Yanı sıra; çinko, demir, fosfor, magnezyum, sodyum, potasyum, bakır, A, E, B1, B2, B6 vitaminleri ve niasin gibi insanlar için yaşamsal olan besin kaynakları karşılanmış olacaktır (TUSAF, 2024). Dolayısıyla temel gıda maddesi olan ekmek başta olmak üzere birçok gıdanın hammaddesi olan buğday unu, insanların beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır.

Temel gıda maddesi olan un aynı zamanda önemli bir ticari üründür. Ülkemizin yıllık toplam

öğütme kapasitesi 30.1 milyon ton olup 2022 yılı un üretimi yaklaşık 10.8 milyon ton olarak bildirilmiştir (TOBB, 2023; TÜİK, 2024). Buna göre üretimde, öğütme kapasitesinin yaklaşık 3'te 1'i kullanılmıştır. Bu üretim kapasitesi ile iç piyasa talebinin karşılanması yanı sıra önemli miktarda ihracat potansiyeline ulaşılmıştır. Ülkemizde son 10 yılda un ihracatı %60 artmış ve Türkiye un ihracatında Dünya 1.'si olmuştur. Ülkemiz 2023 yılında 160 ülke, 6 serbest bölgeye, 3.6 milyon ton un ihraç ederek 1.5 milyar dolar ihracat geliri elde etmiştir (TUSAF, 2024; TÜİK, 2024).

Konya yöresinde kışlık buğdayın mevsimlik su tüketimi ortalama olarak 545 mm iken (Anonim, 2017), uzun yıllar yağış ortalamasının 326 mm civarında (MBM, 2021) ve yıl içinde düzensiz dağılması, dolayısıyla buğday tarımında tane verimini artırmak için sulamayı zorunlu kılmaktadır. Ancak bölgenin su kaynakları da oldukça sınırlıdır. Konya'da toplam tarım arazisinin yaklaşık %32'si (590 bin ha) sulanmaktadır. Bu arazinin %64'ü (377 bin ha) devlet sulaması, %36'sı (213 bin ha) ise halk sulamasıdır (DSİ, 2021).

Yetiştirme dönemindeki sınırlı yağış, Konya'da yarı kurak iklim koşulları altında yetiştirilen ekmeklik buğdayın verim ve kalite değerlerini olumsuz etkilemektedir. Optimum tane veriminin yanı sıra kaliteli ürün elde edebilmek için sulama zorunludur. Fakat bölgede su kaynakları oldukça sınırlıdır. Dolayısıyla su tasarrufu sağlayan sulama stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, ekmeklik buğdayın kritik gelişme dönemlerine dayalı farklı tamamlayıcı sulama stratejilerinin buğdayın un verimine etkisi araştırılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Konya'da 2018/2019 ve 2019/2020 üretim sezonlarında yürütülmüştür. Denemeler Konya Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü'nün merkez arazisinde, her iki üretim sezonunda farklı parselde kurulmuştur. Konya ili 36° 41' ve 39° 16' kuzey enlemleri, 31° 14' ve 34° 26' doğu boylamlarında yer almaktadır. Rakım 1016 m olup yarı kurak karasal iklim koşullarına sahiptir. Konya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (MBM) istasyonundan alınan uzun yıllar (1985-2020) ve Enstitü arazisinde bulunan meteoroloji istasyonundan alınan; 2018, 2019 ve 2020 yıllarına ait ortalama, maksimum, minimum sıcaklık ve yağış değerleri Tablo 2'de verilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü parsellere ait toprakların bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Çalışma alanı toprakları killi bünyeli ve 0-90 cm toprak profilinde kullanılabilir su tutma kapasitesi (TAW) iki üretim sezonu ortalaması 133.7 mm/90cm'dir. Arazide tuzluluk ve drenaj problemi yoktur.

Tablo 1

Toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Yıl	Derinlik (cm)	Kum (%)	Silt (%)	Kil (%)	Bünye Sınıfı	TK* (%)	SN** (%)	Hacim Ağırlığı (g/cm ³)	pH	EC (dSm ⁻¹)	Kireç (%)	Organik Madde (%)
2018	0-30	23.7	20.8	55.4	C	27.0	17.9	1.3	7.70	0.76	25.4	1.61
	30-60	21.6	18.8	59.6	C	32.3	20.0	1.27	7.88	0.71	29.1	0.66
	60-90	19.6	18.8	61.7	C	32.8	20.3	1.26	7.90	0.72	30.1	0.68
2019	0-30	26.4	20.8	52.8	C	29.0	18.1	1.34	7.75	0.84	20.4	1.96
	30-60	22.2	20.8	57.0	C	31.6	19.6	1.30	7.73	0.82	21.0	1.15
	60-90	20.1	22.9	57.0	C	32.2	19.9	1.29	7.57	0.88	21.2	1.01

*TK: Tarla kapasitesi, **SN: Solma noktası

Denemede, Konya 2002 ekmeklik buğday çeşidi deneme materyali olarak kullanılmıştır. Konya 2002; kılçıklı, beyaz başaklı ve orta sert kırmızı taneli bir çeşittir (Ayrancı, 2012). Buğdayın tüm fenolojik gelişme dönemleri izlenmiştir. Buğdayın gelişme dönemlerinin (sapa kalkma, başaklanma ve

süt olum vb.) tespitinde, bunun için geliştirilen Zadoks skalası kullanılmıştır (Zadoks ve ark., 1974). Deneme arazisi birinci sınıf (pulluk) ve ikinci sınıf (kazayağı, kombi kürüm ve merdane) toprak işleme aletleri kullanılarak ekime hazır hale getirilmiştir. Tohum ekimi, mibzer ile dekara 20 kg ekim normunda, ilk yıl 19 Ekim, ikinci yıl ise 24 Ekim tarihinde yapılmıştır. Parseller ekimde; 2.60 m x 12 m = 31.2 m² ve hasatta 2.02 m x 10 m = 20.2 m²'dir. Parseller arasında 2.60 m ve bloklar arasında 4 m boşluk bırakılmıştır. Denemede gübreleme 16 kg/da azot (N) ve 10 kg/da fosfor (P₂O₅) olacak şekilde, Diamonyumfosfat (DAP) (%18N-46P), üre (%46N) ve Amonyumsülfat (AS) (%21N) gübreleri ile yapılmıştır. Arazide; 452.42g/l (300 g.a.e./l) 2,4-D EHE + 6.25g/l Florasulam etken maddeli herbisit, 84 g/l Epoxiconazole ve 250 g/l Fenpropimorph etken maddeli Fungusit ve 250 g/l Cypermethrin etken maddeli İnsektisit ile gerekli zirai mücadele çalışması yapılmıştır. Hasat, parsel biçerdöveri ile birinci yıl 12 Temmuz, ikinci yıl 19 Temmuz tarihlerinde yapılmıştır.

Tablo 2

Uzun yıllar (1985-2020), 2018, 2019 ve 2020 yıllarına ait bazı meteorolojik veriler

Yıllar	Meteorolojik Veriler	Aylar												Yıllık
		Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	
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
	Maksimum 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
	Minimum 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
	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
	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
2018**	Maksimum 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
	Minimum 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
	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
	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
	Maksimum 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
2019**	Minimum 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
	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
	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
	Maksimum 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
	Minimum 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
2020**	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

*: Meteoroloji Bölge Müdürlüğü (MBM 2021), **: Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü (TSCMAE 2020).

Çalışma Tesadüf Blokları Deneme Deseninde 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Denemede toprak nemine dayalı tam tamamlayıcı sulama ile farklı seviyelerde kısıntılı tamamlayıcı sulama ve yağışa bağlı (susuz) konu olmak üzere üç farklı stratejide sulama programları oluşturulmuştur. Böylece toplam 13 deneme konusu planlanmıştır. Toprak nemine dayalı tam tamamlayıcı sulama konularında, buğdayın; sapa kalkma (SK), başaklanma (B) ve süt olum (SO) dönemlerinde sulama yapılması planlanmıştır. Bu şekilde 3 adet sulama programı oluşturulmuştur. Diğer tamamlayıcı sulama konularında ise buğdayın SK, B ve SO dönemlerinde eşit miktarlarda sulama yapılarak 9 adet kısıntılı tamamlayıcı sulama konusu oluşturulmuştur. Araştırma konuları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3*Araştırma konuları*

Konular	Bitki büyüme dönemleri			Sulama sayısı	Toplam sulama suyu (mm)
	Sapa kalkma	Başaklanma	Süt olum		
S ₁	TK*	TK	TK	3	-
S ₂	TK	TK	-	2	-
S ₃	TK	-	-	1	-
S ₄	50	50	50	3	150
S ₅	50	50	-	2	100
S ₆	50	-	-	1	50
S ₇	70	70	70	3	210
S ₈	70	70	-	2	140
S ₉	70	-	-	1	70
S ₁₀	90	90	90	3	270
S ₁₁	90	90	-	2	180
S ₁₂	90	-	-	1	90
S ₁₃	Yağışa bağlı (Susuz)			-	-

*TK: Tarla kapasitesi

Denemede S₁, S₂ ve S₃ grubu konular, toprak nemine bağlı tam sulamanın yapıldığı konulardır. S₁ konusunda buğdayın; SK, B ve SO dönemlerinde, S₂ konusunda SK ve B dönemlerinde ve S₃ konusunda ise sadece SK döneminde toprak nemini tarla kapasitesi düzeyine ulaştıracak şekilde sulama yapılmıştır. S₄, S₇ ve S₁₀ konularında, SK, B ve SO dönemlerinin her birinde konu sırasıyla 50, 70 ve 90 mm sulama yapılmıştır. S₅, S₈ ve S₁₁ konularında, SK ve B dönemlerinin her birinde konu sırasıyla 50, 70 ve 90 mm sulama suyu uygulanmıştır. S₆, S₉ ve S₁₂ konularında ise yalnızca SK döneminde konuya göre sırasıyla 50, 70 ve 90 mm sulama uygulanmıştır. Denemede S₁₃ konusunda ise sulama yapılmamıştır.

Tarla denemesinde damla sulama sistemi kullanılmıştır. Damlatıcı aralığı 0.3 m ve debisi 2 L/h olan 16 mm çaplı yuvarlak lateral borular parsellere 0.35 m aralıklarla yerleştirilmiştir. Sistem basıncı manometre ile takip edilmiştir. Toprak yüzeyinin tamamı ıslatıldığı için sulama suyu miktarını hesaplamada ıslatılan alan oranı %100 olarak kabul edilmiştir. Sulama suyu her parselde yerleştirilen debimetrelerden ölçülerek verilmiştir.

Denemede S₁, S₂ ve S₃ konularına uygulanacak sulama suyu miktarının belirlenmesinde bitki gelişme dönemlerindeki toprak nem içeriği dikkate alınmıştır. Toprak nemi gravimetrik yöntemle belirlenmiş ve sulama suyu ihtiyacı aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır.

$$I = \frac{FC - SM}{100} \times \gamma \times D_r \quad (1)$$

Eşitlikte; I: Sulama suyu miktarı (mm), FC: Tarla kapasitesi (g/g), SM: Toprak nemi (g/g), γ : Hacim ağırlığı (g/cm³), D_r: Bitkinin etkili kök derinliği (mm).

Diğer tamamlayıcı sulama konularında (S₄-S₁₂), Tablo 3'te belirtilen sulama suyu miktarları uygulanmıştır.

Parsellere uygulanan sulama suyu miktarı aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$I_v = A \times D \quad (2)$$

Eşitlikte; I_v: Sulama suyu miktarı (L), A: Parsel alanı (m²), D: Sulama suyu miktarı (mm).

Çalışma konularının dekardaki un verimleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$Y_{Un} = Y_T \times Y_f \quad (3)$$

Eşitlikte; Y_{Un} : Un verimi (kg/da), Y_T : Tane verimi (kg/da), Y_f : Un randımanı (%).

Deneme konularının sulama suyu un üretkenlikleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$IWP_{Un} = \frac{Y_{Un} - Y_{Yb}}{I} \quad (4)$$

Eşitlikte; IWP_{Un} : Sulama suyu un üretkenliği (kg/m³), Y_{Un} : Sulama suyu uygulanan konunun un verimi (kg/da), Y_{Yb} : Yağışa bağlı konunun un verimi (kg/da), I : Sulama suyu (m³/da).

Arazide parsel biçerdöveri ile hasat edilen buğdaylardan alınan örnekler, AACC metot 26-95'e göre tavllanmış (%14.5 rutubet olacak şekilde) ve AACC metot 26-50'ye göre Brabender Junnior değirmende öğütülerek, deneme konularının un randımanları yüzde (%) olarak belirlenmiştir (Committee, 2000).

Sulama konularının verileri varyans analizine tabi tutulmuş, sonrasında farklı grupları belirlemek için Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Yurtsever, 2011). Ayrıca faktörler arasındaki ilişkiyi belirlemek için Doğrusal Regresyon analizi yapılmıştır. İstatistik hesaplamalarında da anlamlılık düzeyi %5 alınarak SPSS (Versiyon 21) paket programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Konuların mevsimlik sulama suyu miktarları (I) iki yıl ortalaması olarak Tablo 4'te verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi S_1 ve S_{10} en çok sulama suyu uygulanan konular olmuştur. Bu konularda 3 dönemde (SK, B ve SO), toplam 321 ve 270 mm sulama yapılmıştır. Denemede, S_4 ve S_7 konuları toplamda 150 ve 210 mm ile üç dönemde de sulanan diğer konulardır. Buğdayın SK ve B dönemlerinde iki kez sulanan S_2 , S_5 , S_8 ve S_{11} konularına, sırasıyla 201, 100, 140 ve 180 mm sulama suyu uygulanmıştır. Buğdayın SK döneminde bir kez sulanan S_3 , S_9 ve S_{12} konularında ise sırasıyla; 80, 70 ve 90 mm sulama yapılmıştır. Denemede S_6 konusu buğdayın SK döneminde 50 mm sulama ile en az sulama suyu uygulanan konu olmuştur.

Tablo 4

Konulara göre sulama suyu (I), sulama sayısı ve un randımanları (%)

Konular	I (mm)	Sulama Sayısı	Un Randımanı		(%)
			2018/2019	2019/2020	Ortalama
S_1	321	3	71.7	70.8	71.2 ^a
S_2	201	2	69.0	69.0	69.0 ^{bcd}
S_3	80	1	68.7	68.0	68.3 ^{cde}
S_4	150	3	70.7	69.9	70.3 ^{abc}
S_5	100	2	67.9	68.1	68.0 ^{de}
S_6	50	1	66.7	67.8	67.2 ^{de}
S_7	210	3	70.7	69.9	70.3 ^{abc}
S_8	140	2	68.2	68.5	68.3 ^{cde}
S_9	70	1	67.6	67.6	67.6 ^{de}
S_{10}	270	3	71.5	70.1	70.8 ^{ab}
S_{11}	180	2	68.3	68.9	68.6 ^{cde}
S_{12}	90	1	68.2	68.0	68.1 ^{de}
S_{13}	-	-	66.5	67.3	66.9 ^e
Standart Hata:					0.398
$P_{Konular}$:					0.0001
$P_{Yıl}$:					0.5575
$P_{Konular \times Yıl}$:					0.6066

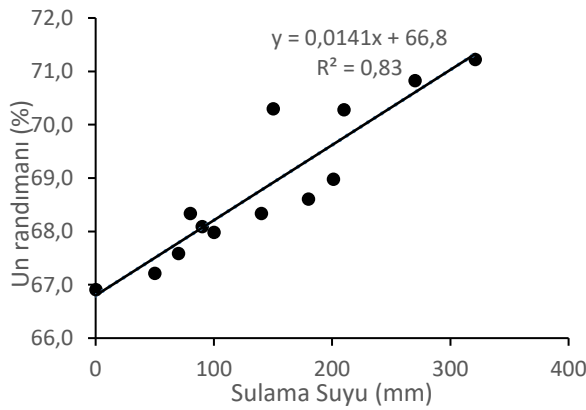
Sulama konularının iki yıllık ortalama un randımanlarına bakıldığında (Tablo 4), en yüksek un

randımanı S_1 konusunda %71.2 olarak gerçekleşmiştir. En düşük un randımanı ise yağışa bağlı S_{13} konusunda %66.9 olmuştur. Un randımanı S_1 konusundan sonra ikinci yüksek değer ile S_{10} konusu izlemiştir. Diğer tamamlayıcı sulama konularının un randımanları ise %67.2-%70.3 arasında değişmiştir. Şahin ve ark. (2016) yürütmüş oldukları uluslararası kışlık buğday projesi denemesinde yer alan 92 adet ekmeklik buğday hattının ortalama un randımanını %59.8 olarak tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Evlice ve ark. (2016) 6 lokasyonda yürüttükleri 9 denemelik çalışmalarında, hat ve çeşitlere ait ortalama un randımanlarını sırasıyla; %67.4 ve %67.8 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca İlgün ve Soylu (2019) 7 hat ve 3 standart çeşit ile sulu koşullarda yürüttükleri çalışmada un randımanlarının %63.65-%72.0 arasında değişim gösterdiğini belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada, Tunca ve ark. (2020) kuru koşullardaki 20 hat ve 5 kontrol çeşidinin un randımanının %55-%60.4, sulu koşullardaki 20 hat ve 5 standart çeşidin un randımanının ise %51.1-%61.4 arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Deneme konularının sulama suyu miktarları (I) değerleri ile un randımanları arasındaki ilişkinin fonksiyonel yapısını belirlemek için Doğrusal Regresyon analizi yapılmış ve regresyon denklemi ile düzeltilmiş R^2 değeri Şekil 1’de verilmiştir. Buna göre, sulama konularının sulama suyu miktarlarının, konuların un randımanları üzerindeki etkisinin toplam varyansın %83’ünü açıkladığı gözlenmiştir.

Şekil 1

Sulama suyu-un randımanı ilişkisi



Konuların dekara un verimleri ve sulama suyunun un üretkenlikleri (kg/m^3) iki yıl ortalaması olarak Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

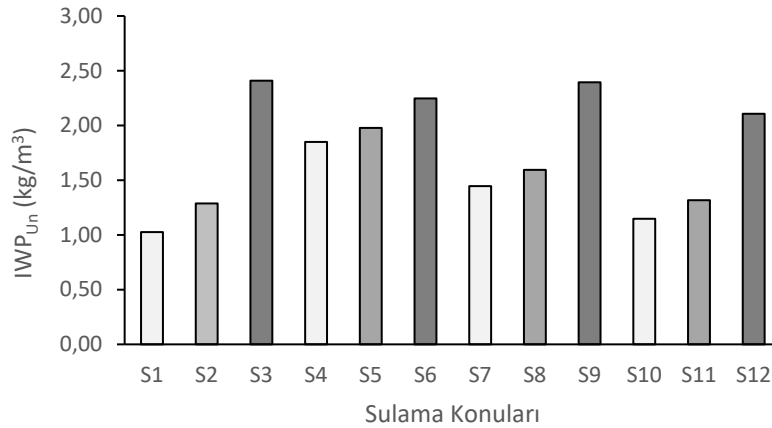
Konulara göre Un verimi (kg/da) ve Sulama suyunun un üretkenlikleri (kg/m^3)

Konular	I (mm)	Un Verimi (kg/da)			IWP _{Un} (kg/m^3)
		2018/2019	2019/2020	Ortalama	
S_1	321	564.7	563.2	563.9 ^a	1.03
S_2	201	493.1	494.2	493.6 ^{cd}	1.29
S_3	80	428.0	426.6	427.3 ^{fg}	2.41
S_4	150	510.6	513.6	512.1 ^c	1.85
S_5	100	431.4	433.5	432.5 ^f	1.98
S_6	50	342.2	351.9	347.0 ^h	2.25
S_7	210	540.6	536.0	538.3 ^b	1.45
S_8	140	452.0	463.8	457.9 ^e	1.59
S_9	70	401.6	403.0	402.3 ^g	2.39
S_{10}	270	549.3	539.7	544.5 ^{ab}	1.15
S_{11}	180	469.5	474.0	471.8 ^{de}	1.32
S_{12}	90	423.9	424.7	424.3 ^{fg}	2.11
S_{13}	-	232.2	237.3	234.7 ⁱ	-
		Standart Hata: 5.103			
		P _{Konular} : 0.0001			
		P _{Yıl} : 0.5544			
		P _{Konular x Yıl} : 0.9877			

Deneme sonuçlarına göre dekara un verimi en yüksek konu (563.9 kg/da), buğdayın sapa kalkma (SK), başaklanma (B) ve süt olum (SO) dönemlerinde, her bir dönemde toprağın mevcut neminin tarla kapasitesine tamamlandığı S₁ konusundan elde edilmiştir. Bu konunun sulama suyu un üretkenliği 1.03 kg/m³ olmuştur (Şekil 2). Dekara un verimi en düşük konu ise (234.7 kg/da) yağışa bağlı S₁₃ konusu olmuştur. Un verimi ikinci en yüksek konu (544.5 kg/da) S₁₀ konusu olmuş, bu konuda sulama suyu un üretkenliği 1.15 kg/m³ olarak gerçekleşmiştir. Denemede un verimleri en yüksek olan konuları (S₁ ve S₁₀), sırasıyla; 538.3 ve 512.1 kg/da un verimi ile S₇ ve S₄ konuları izlemiştir. Bu iki konunun sulama suyu un üretkenlikleri sırasıyla; 1.45 ve 1.85 kg/m³ olarak gerçekleşmiştir. Diğer konuların dekara un verimleri 347.0 kg/da ile 493.6 kg/da arasında değişmiş ve sulama suyu un üretkenlikleri ise 1.29 kg/m³ ile 2.41 kg/m³ arasında değişmiştir.

Şekil 2

Konuların sulama suyu un üretkenlikleri değişimi



TARTIŞMA VE SONUÇ

Deneme sonuçlarına göre en yüksek un randımanı (%71.2), buğdayın sapa kalkma (SK), başaklanma (B) ve süt olum (SO) dönemlerinde, her bir dönemde toprağın mevcut neminin tarla kapasitesine tamamlandığı S₁ konusundan elde edilmiştir. Bu konuya toplam 321 mm sulama uygulanmıştır. Un randımanı S₁ konusunu ikinci yüksek değer (%70.8) ile S₁₀ konusu izlemiştir. Bu konuda buğdayın SK, B ve SO dönemlerinde, her bir dönemde 90 mm sulama suyu uygulanmış ve toplamda 270 mm sulama yapılmıştır. Bu iki konuyu %70.3 un randımanı ile S₄ ve S₇ konuları izlemiştir. Bu iki konuya ise buğdayın SK, B ve SO dönemlerinde, her bir dönemde sırasıyla; 50 mm ve 70 mm sulama suyu uygulanmış ve toplamda sırasıyla; 150 mm ve 210 mm sulama yapılmıştır. Bu sonuçlarına göre sulama suyu miktarı arttıkça un randımanı artmıştır. Day ve Barmore (1971) buğdayın herhangi bir büyüme dönemindeki su stresinin un verimini düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca yapılan bir çalışmada kışlık buğdayın tüm büyüme dönemi boyunca 2-3 kez sulanması gerektiği bildirilmiştir (Yang ve ark., 2004).

Denemenin; S₁, S₁₀, S₄ ve S₇ konularının un randımanları istatistiki olarak farklı gruba girmiş olsalar da aralarında çok büyük farklar oluşmamıştır (%71.2 - %70.3). Özellikle S₄ ve S₇ konularının un randımanları (%70.3) aynı iken, S₄ konusunda S₇ konusuna göre 60 mm daha az sulama suyu kullanılmıştır. Dolayısıyla S₄ uygulaması, S₇ konusuna göre su tasarrufu açısından avantaj sağlamıştır. Yine S₄ konusuna, S₁ (%71.2) konusuna göre 171 mm, S₁₀ (%70.8) konusuna göre ise 120 mm daha az sulama suyu uygulanarak, S₁, S₁₀ ve S₇ konularına göre sırasıyla; %53, %44 ve %29 su tasarrufu sağlamıştır. Bu koşullarda S₄ konusu, S₁, S₁₀ ve S₇ konularına göre ön plana çıkmaktadır. Zira S₄ konusu uygulandığında 60 ila 171 mm su kazancı sağlanacaktır. Güler (2001) ekmeklik buğdayın belirli gelişme

dönemlerindeki su stresinin bazı kalite özelliklerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada, 300 mm sulama suyu uygulanan konuda un randımanını iki yıl ortalaması olarak %72.03, 225 mm sulama suyu uygulanan konuda %71.32 ve 150 mm sulama suyu uygulanan konuda %70.1 olarak tespit etmiştir. Çalışma sonucuna göre un randımanları arasında çok büyük farklar oluşmamış, tam su konusuna göre kısıt uygulanan konularda 75 ila 150 mm daha az sulama suyu kullanılmıştır.

Sulama konularının dekara un verimleri ve sulama suyu un üretkenliklerine baktığımızda ise, S₄ konusu diğer konulara (S₁, S₁₀ ve S₇) göre yine ön plana çıkmaktadır. Örneğin, S₁ konusunda dekara 563.9 kg un elde edilirken, 1 m³ sulama suyu ile sadece 1.03 kg un elde edilebilmiştir. Yine S₁₀ konusundan dekarda 544.5 kg un elde edilirken, 1 m³ sulama suyu ile 1.15 kg un elde edilmiş, S₇ konusunda ise dekarda 538.3 kg, 1 m³ sulama suyu ile de 1.45 kg un elde edilebilmiştir. Her ne kadar dekara un verimi bu konulara göre düşük olsa da (512.1 kg) S₄ konusunda 1 m³ sulama suyu ile 1.85 kg un elde edilmiştir. Böylece, S₄ konusu; S₁, S₁₀ ve S₇ konularına göre sulama suyunun un üretkenliğini sırasıyla; %79.6, %60.9 ve %27.6 artırmıştır. Zeng ve ark. (2021) buğdayın kardeşlenme ve sapa kalkma aşamalarında yapılan iki kısıntılı sulamanın, kışlık buğdayın önemli büyüme dönemlerinde su stresini hafifleterek verim ve sulama suyu üretkenliği (IWP)'nin artmasına katkıda bulunduğunu bildirmişlerdir.

Denemenin yağışa bağlı konusunda (S₁₃) dekara un verimi 234.7 kg/da olarak belirlenirken, denemenin tam su konusunda (S₁) un verimi 563.9 kg/da olarak en yüksek değeri almıştır. Buna göre, buğdayın sapa kalkma (SK), başaklanma (B) ve süt olum (SO) dönemlerinde, her bir dönemde toprağın mevcut neminin tarla kapasitesine tamamlandığı tam su konusu, yağışa bağlı susuz konuya göre un verimini %140 artırmıştır. Ayrıca S₄, S₇ ve S₁₀ konuları yağışa bağlı konuya (S₁₃) göre un verimini sırasıyla; %118, %129 ve %132 artırmıştır. Buradan hareketle, sulu tarım arazilerinde buğday tarımının yaygınlaştırılması ile ülkemizin un üretimini artırmak mümkündür. Son 10 yıldır dünyanın en büyük un ihracatçısı olan ülkemizin un üretiminin artırılması ile daha fazla istihdam ve döviz girişi sağlanacaktır.

Bu sonuçlar dikkate alındığında, Konya ve benzer yarı kurak iklim koşullarına sahip bölgelerde, buğdayın SK, B ve SO dönemlerinde, her bir dönemde 50 mm ve toplamda 150 mm sulama suyu uygulanması (S₄ konusu), buğdayda optimum un verimi için yeterlidir.

Yazar Katkıları

Tasarım: Yazar 1 (%60) – Yazar 2 (%40)

Veri Toplama veya veri girişi yapma: Yazar 1 (%90) – Yazar 2 (%10)

Analiz ve yorum: Yazar 1 (%60) – Yazar 2 (%40)

Literatür tarama: Yazar 1 (%90) – Yazar 2 (%10)

Yazma: Yazar 1 (%60) – Yazar 2 (%40)

Finansman

Yok

Çıkar Çatışması

Yazarlar çıkar çatışması belirtmemiştir.

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG)

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları: 4 Temiz Su ve Sanitasyon

6.4. 2030'a kadar bütün sektörlerde su kullanım etkinliğinin büyük ölçüde artırılması, su kıtlığı sorununu çözmek için sürdürülebilir tatlısu tedarikinin sağlanması ve su kıtlığından mustarip insan

sayısının önemli ölçüde azaltılması.

Teşekkür

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

REFERANSLAR

- Anonim (2017). Türkiye’de Sulanan Bitkilerin Bitki Su Tüketimleri. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM>
- Ayrancı R. (2012). Farklı Kuraklık Tiplerinde Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Fizyolojik, Morfolojik, Verim ve Kalite Özellikleri Yönüyle İslahta Kullanılabilecek Uygun Parametrelerin Belirlenmesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Doktora Tezi*, Konya.
- Bilgiçli, N., Soylu, S. (2016). Buğday ve Un Kalitesinin Sektörel Açidan Değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5 (2), 58-67.
- Committee, A. A. O. C. C. A. M. (2000). Approved methods of the American association of cereal chemists, Amer Assn of Cereal Chemists, p.
- Day A.D., Barmore, M.A. (1971). Effects of Soil-Moisture Stress on the Yield and Quality of Flour from Wheat (*Triticum aestivum* L.) *Agronomy Journal*, Vol. 63, January-February.
- DESMÜD (2024). Değirmen ve Sektör Makinaları Üreticileri Derneği. <https://www.desmud.org/>
- Dizlek, H., Özer, M. S., Gül, H., Dizlek, E., Özkan, H. (2013). 2002-2003 Ürün Yılında Çukurova Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü Arazilerinde Yetiştirilen 24 Farklı Buğday Çeşidinin Kalitatif Özelliklerinin Belirlenmesi, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8, 34-50.
- DSİ (2021). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü. <https://www.dsi.gov.tr/>
- Elgün, A., Ertugay, Z. (1992). Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Erzurum.
- Evlice, A.K., Pehlivan, A., Külen, S., Keçeli, A., Şanal, T., Karaca, K., Salantur, A. (2016). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Genotiplerinde Ekmek Hacmi ve Bazı Kalite Parametreleri Arasındaki İlişkilerin İncelenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-1), 12-18.
- Güler, M. (2001). Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.)’ın Belirli Gelişme Dönemlerindeki Su Stresinin Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 7 (3), 21-28.
- İlgün, S.Y., Soylu, S. (2019). Orta Anadolu Bölgesi Sulu Şartları İçin Geliştirilmiş Bazı Ekmeklik Buğday Hatlarının Verim ve Kalite Performanslarının Değerlendirilmesi. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 8 (2): 232-238.
- MBM (2021). Uzun yıllar (1985-2020) ortalaması bazı meteorolojik veriler. Meteoroloji 8. Bölge Müdürlüğü kayıtları. Konya.
- Nuttall, J.G., O’Leary, G.J., Panozzo, J.F., Walker, C.K., Barlow, K.M., Fitzgerald, G.J. (2017). Models of grain quality in wheat-A review. *Field Crops Research*, 202 (2017) 136–145.
- TMO (2024). Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü. 86. Hesap Dönemi Faaliyet Raporu 2023. Mart 2024. <https://www.tmo.gov.tr/>
- TOBB (2023). Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği. Sanayi Veritabanı. <https://www.tobb.org.tr/Sayfalar/AnaSayfa.php>
- TSCMAE (2020). Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü, Meteoroloji İstasyonu kayıtları. Konya.
- Tunca, Z.Ş., Karaduman, Y., Topal, A., Önder, O., Akın, A., Belen, S., Dayıoğlu, R., Sönmez, A.C. (2020). Kuru ve Sulu Koşullarda Seçilmiş Yumuşak Ekmeklik Buğday Genotiplerinin Bisküvilik Kalite Özelliklerinin Araştırılması. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, Türkiye 13. Ulusal, I.

Uluslararası Tarla Bitkileri Kongresi Özel Sayısı:1-7.

TUSAF (2024). Türkiye Un Sanayicileri Federasyonu. <https://www.tusaf.org/>

TÜİK (2024). Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr>.

Şahin, M., Akçacık, A.G, Aydoğan, S., Hamzaoglu, S., Demir, B., Özdemir, F. (2016). Ekmeklik Buğday, Buğday Unu ve Kepek Protein Oranlarının Karşılaştırılması. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 5 (1), 22-27.

Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Xu, G., Zhu, Q. (2004). Activities of key enzymes in sucrose-to-starch conversion in wheat grains subjected to water deficit during grain filling. *Plant Physiol.* 135, 1621-1629.

Yurtsever, N. (2011). Deneysel istatistiksel yöntemler. Yayın No: 56:121. Toprak-Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü.

Zadoks, J. C., Chang, T. T., Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *J. Weed research*, 14 (6), 415-421.

Zeng, R., Yao, F., Zhang, S., Yang, S., Bai, Y., Zhang, J., Wang, J., Wang, X. (2021). Assessing the effects of precipitation and irrigation on winter wheat yield and water productivity in North China Plain. *Agric. Water Manag.* 256, 107063.