

KONYA KENT MERKEZİNDE FARKLI SULAMA UYGULAMALARINDA ÇİM SU TÜKETİMİ VE BİTKİ KATSAYILARININ BELİRLENMESİ¹

Mehmet ŞAHİN²

Mehmet KARA²

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

ÖZET

Bu araştırma ile Konya kent merkezindeki yeşil alanların büyük bir oranını oluşturan çim bitkisinin günlük ve mevsimlik su tüketimi, hem arazi denemeleri ile normal ve kısıtlı sulama koşullarında ölçülmüş hem de meteorolojik verilere dayalı yöntemlerle hesaplanmıştır. Elde edilen değerler yardımıyla normal ve kısıtlı sulama (Faydalı su kapasitesinin %60, %50, %40, %30'u kadar sulama suyu) koşullarındaki çim bitki katsayıları belirlenmiştir.

Deneme sonuçlarına göre, Mayıs-Ekim aylarını kapsayan sulama döneminde normal ve kısıtlı sulama koşullarında çim bitkisi su tüketimi normal sulamada 771, kısıtlı sulamalarda ise sırası ile; 657, 563 ve 459 mm olarak ölçülmüştür. Normal sulama koşullarında deneme ile bulunan günlük su tüketimine en yakın değerleri, meteorolojik verilere dayalı hesap yöntemlerinden Penman-Monteith yöntemi (789.1) vermiştir ve bitki katsayısı (Kc) değerleri 0.91-1.01 arasında bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çim, Bitki Su Tüketimi, Bitki Katsayısı

DETERMINATION OF EVAPOTRANSPIRATION AND CROP COEFFICIENT FOR GRASS UNDER DIFFERENT IRRIGATION APPLICATION IN KONYA CENTRUM

ABSTRACT

The primary goal of the present study was to determine daily and seasonal evapotranspiration of grass plant which constitutes most of the green fields were measured with both field trials under full and limited irrigation conditions and methods based on meteorological data in irrigated green fields of Konya city centrum. Grass crop Coefficients, under full and limited irrigation (60%, 50%, 40%, 30% of available water) conditions, were determined by using the data obtained.

According to the results, the evapotranspiration of grass plant under full and limited irrigation condition during the irrigation period (May-October) were measured for full irrigation as 771, for limited irrigations as; 657, 563 and 459 mm, respectively. Daily evapotranspiration values found by field trial approximately had the same values found by Penman Monteith method (789.1) and plant coefficient (Kc) values determined by the Penman Monteith method ranged from 0.91 – 1.01.

Key Words: Grass, Evapotranspiration, Crop Coefficient

GİRİŞ

Kentsel yerleşim alanlarında yeşil alan ihtiyacı, insanın doğaya olan bağımlılığının bir sonucudur. Yeşil alanlar, estetik ve sağlıklı bir ortam oluşturması, hava kirliliğine neden olan bazı gazların etkilerinin azaltılması açısından kentlere büyük katkılar sağlar. Ülkemizde gelecekteki peyzaj alanları günümüzden daha fazla olacaktır. Buna paralel olarak kullanılacak olan su miktarı da artacaktır. Bununla birlikte, insanların doğası gereği yeşil alanlarda artış gözlenecektir. Çoğu yerlerde peyzaj alanlarının sulanması için gerekli su şehir şebekelerinden karşılanmaktadır. Her şeyden önce belli bir maliyeti olan içme ve kullanma sularının, peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılması ve hatta rastgele kullanılması su kaynaklarının devamlılık ilkesi çerçevesinde kullanılması ile çelişmektedir. Su kaynaklarının az olmasının yanında yağışın da çok az olduğu Konya'da, yeşil alan sulamasında kullanılan suyun tasarrufu daha da önem kazanmaktadır. Aslında, genel olarak bakıldığında sorun, suyun yetersizliğinden ziyade suyun gerçek ihtiyaca göre kullanılmaması ve yeşil alanlardaki bitki deseninin su kaynağına göre programlanmamasıdır.

Su, gerek tarım gerekse diğer alanlarda özellikle de insan hayatında vazgeçilmez bir öğedir. Bu derece

önemli olan suyun, bütün alanlarda etkin bir şekilde kullanılması zorunludur. Bunun için hidrolojik dengenin çok iyi planlanması gerekir. Hidrolojik dengenin en önemli parametresi ise bitki su tüketimidir. Özellikle sulama suyu gereksiniminin belirlenmesi ve sulama sistemlerinin planlanması için bitki su tüketiminin (Evapotransprasyon) bilinmesi zorunludur. Konya ili gibi su varlığı az olan bölgelerde, özellikle de sulama suyu ihtiyacının büyük bir çoğunluğunun şehir içme suyu şebekesinden sağlanan peyzaj alanlarının sulanmasında kullanılan suyun azaltılması ve su kayıplarının ortadan kaldırılması için iyi bir su yönetimi gerekmektedir. Bunun için de, yeşil alanlardaki gerçek bitki su tüketimi miktarları, bunların ay ve mevsimlere göre dağılımı ile ay ve mevsimlere göre sulama suyu ihtiyaçları hesaplanmalıdır. Konya'nın gelecekteki su bütçesi açısından bu durum oldukça önemlidir. Sulama suyu kullanımının tahmininde, sulama programının hazırlanmasında ve sulama sistemlerinin planlanmasında bitkilerin su tüketimlerinin bilinmesi şarttır. Bu anlamada, Meteorolojik yöntemlerle hesaplanan bitki su tüketimleri, farklı sulama uygulamalarında oluşacak bitki katsayılarının elde edilmesi ve daha sonraki yıllarda toprak nemi takibine gerek kalmadan bitki su tüketiminin belirlenmesi açısından önem içermektedir.

Sulama suyu varlığı az olan bölgelerde, kısıtlı sulama uygulamaları gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Özellikle yeşil alanların sulanmasında, ve-

¹ S.Ü. B.A.P tarafından desteklenen bu araştırma Dr. Mehmet ŞAHİN'in doktora tez çalışmasından hazırlanmıştır.

rim azalması gibi bir durum söz konusu olmadığı için, bu gibi alanlarda kısıtlı sulama uygulamaları daha da önemli hale gelmektedir. Zira çoğu bölgede yeşil alanlar belirli bir maliyet sonucu elde edilen içme ve kullanma suyu şebekesinden sulanmaktadır. Bu amaçla, yeşil alanların sulanmasında bitkinin kalite ve performans standartlarını bozmayacak şekilde, sulama suyunda kısıt uygulamak, iyi bir su yönetimi açısından oldukça önemlidir.

Bu araştırma ile peyzaj alanlarında kısıtlı sulama yapılarak mevcut sudan en etkin faydalanmanın yolları ve farklı sulama uygulamalarında meydana gelen su tüketimleri araştırılmıştır. Bununla birlikte, Konya Park ve Yeşil alanlarında yaygın kullanılan çim bitkisi için aylara göre bitki katsayısı (Kc) belirlenerek, benzer iklim bölgelerinde ve daha başka dönemlerde bu bitkiler için gerekli sulama suyu miktarlarının hesaplanması, kıyas bitki su tüketiminden faydalanarak, daha kolay hale getirilmiştir.

Çizelge 1. Konya iline ait bazı meteorolojik veriler(Anonymous 2004)

İklim Değerleri	Periyot (Yıl)	A Y L A R												Yıllık
		O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	
Ort.Max. Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ¹ 2004	4.5	6.8	11.4	17.4	22.2	26.4	29.8	29.9	25.8	20.0	13.0	6.6	17.8
		2.8	8.0	14.1	17.5	22.4	26.9	30.2	30.5	27.0	22.8	12.5	6.3	18.4
Ort.Min. Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ¹ 2004	-4.4	-3.5	-0.5	4.2	8.4	12.2	15.4	15.0	10.5	5.6	0.7	-2.4	5.1
		-5.3	-2.9	0.1	3.7	8.3	12.8	15.9	15.9	11.6	7.4	0.6	-3.0	5.4
Ort.Sıcaklık (°C)	Uzun yıllar ¹ 2004	-0.3	1.3	5.3	11.0	15.7	19.8	23.2	22.8	18.2	12.3	6.2	1.7	11.4
		-1.4	2.0	6.2	10.4	15.2	19.8	22.8	23.1	18.6	14.6	5.8	1.0	11.5
Ort. Max. Bağıl Nem (%)	2004	98	91	80	85	82	72	63	62	55	68	88	91	78
Ort. Min. Bağıl Nem (%)	2004	76	54	33	35	32	27	22	23	19	29	52	63	39
Ort. Bağıl Nem (%)	Uzun yıllar ² 2004	77	72	65	57	56	49	41	42	47	60	70	78	60
		89	74	57	58	55	48	38	40	34	48	70	81	58
Güneşlenme (saat)	Uzun yıllar ³ 2004	3.1	4.3	5.57	6.58	8.36	10.25	11.2	11.01	9.37	7.05	4.53	2.56	6.99
		1.9	4.7	6.8	7.7	9.2	9.7	11.1	10.8	10.6	8.31	5.2	3.8	7.47
Ort. Buharlaşma (mm)	Uzun yıllar ³ 2004	-*	-	-	3.22	5.26	7.18	8.89	8.41	6.27	3.43	-	-	1306
		-	-	-	4.4	5.5	6.5	8.6	8.0	6.3	4.5	-	-	1340
Toplam yağış (mm)	Uzun yıllar ¹ 2004	37.3	29.3	29.2	31.7	43.3	24.5	6.9	5.5	11.2	29.7	31.9	40.4	320.9
		34.1	31.1	3.1	40.6	17.2	56.9	4.0	21.4	-	-	51.3	2.8	262.5
Rüzgar hızı 2 m (m/sn)	Uzun yıllar ³ 2004	1.2	1.53	1.66	1.46	1.4	1.6	1.8	1.6	1.33	1.06	1.13	1.26	1.41
		0.73	1.2	1.13	1.06	1.14	1.08	1.35	0.97	1.01	0.72	0.87	0.6	0.99

¹ 72 yıllık ortalama değerler ² 51 yıllık ortalama değerler ³ 25 yıllık ortalama değerler * Ölçüm yapılmadığı için veri alınmamıştır.

Deneme alanı sert zemin üzerine toprak dolgusu yapılarak oluşturulmuş olup, toprak derinliği 20-30 cm yi geçmemektedir. Deneme alanı toprakları genellikle siltli-tın (SiL) bünyeye sahiptir. Sulama suyu şehir içme-kullanma suyu şebekesinden sağlanmıştır. Deneme alanında kullanılan sulama suyu ABD Tuzluluk Laboratuvarı sınıflandırma sistemine göre, T₂S₁ sulama suyu sınıfındadır, tuz ve sodyum konsantrasyonları düşüktür.

Araştırmada, yeşil alanların ve genellikle de küçük çim alanların sulanmasında, yaygın kullanılan, Rain Bird US-410 Sprink 10-VAN serisi sabit yağmurlama başlıkları kullanılmıştır. Denemede, sulamanın zamanında yapılması ve tüm parsellere hesaplanan miktarda suyun verilebilmesi açısından 3 programlı kontrol ünitesi ve ekipmanları (Rain Bird 24 vac

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma, çim bitkisinin tam ve kısıtlı sulama koşullarında su tüketimini ve bölgesel bitki katsayılarını (Kc) hesaplamak amacıyla, 2003-2004 yıllarında, Konya Büyükşehir Park-Bahçeler Parkı (Sanayi Parkı) içerisinde 375 m² alan üzerine tesis edilen deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanının deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 1016 m olup, coğrafi olarak 36° 41' ve 39° 16' kuzey enlemleri ile 31° 14' ve 34° 26' doğu boylamları arasında yer almaktadır.

Konya ilinde karasal iklim tipi hakimdir. Yıllık yağış ortalaması 320.9 mm olup, Türkiye'nin en az yağış alan bölgesidir. Konya'da yıllık ortalama sıcaklık 11.4 °C. Ocak ayında ortalama sıcaklık -0.3 °C iken bu değer temmuz ayında 23.2 °C dir. Maksimum sıcaklık 40 °C ve minimum sıcaklık -28.2°C dir (Çizelge 1)

selenoid vana, vana kutusu, selenoid vananın kontrol ünitesine bağlanması için 1 mm² lik elektrik kabloları kullanılmıştır. Kontrol ünitesi yardımıyla, değişik kombinasyonlarda, otomatik olarak sulama yapılabilir. Ayrıca, verilen sulama suyu miktarını ölçmek amacıyla sistemin girişine su saati monte edilmiştir. Deneme süresince meydana gelen buharlaşmayı ve düşen yağışı ölçmek amacıyla deneme alanına Class A tipi buharlaşma havuzu ile plüviyometre tesis edilmiştir.

Metot

Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre, 4 x 27 m boyutunda dört adet blokta üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bloklar 3 x 3 m büyüklüğünde parsellere bölünerek, her blokta üç parsel olmak üzere toplam 12 adet parsel oluşturulmuştur. Denemede, her

sulamada kök bölgesine verilen su miktarlarına göre dört farklı konu oluşturulmuştur. Sulamada, kök bölgesi nem oranını tarla kapasitesine ulaştıracak miktarda sulama suyu verilmesinin temel prensip olduğu noktasından hareket ederek her sulamada faydalı su kapasitesinin (FSK) belirli oranında sulama suyu verilecek şekilde oluşturulan deneme konuları aşağıdaki gibi belirlenmiştir. Tüm parsellerin sulanması, en fazla su uygulanan A parselinde etkili kök derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin % 60'ı tüketildiğinde yapılmıştır. Buna göre deneme konuları aşağıda belirtilmiştir.

- A Konusu : Faydalı su kapasitesinin (FSK) % 60'ı kadar su verilmiştir.**
B Konusu : Faydalı su kapasitesinin (FSK) % 50'si kadar su verilmiştir.
C Konusu : Faydalı su kapasitesinin (FSK) % 40'ı kadar su verilmiştir.
D Konusu : Faydalı su kapasitesinin (FSK) % 30'u kadar su verilmiştir.

Deneme başlangıcında, tüm deneme parsellerindeki (A, B, C ve D) mevcut nem tarla kapasitesine yakın olduğundan sulama yapılmamıştır. Sonraki sulama zamanlarının belirlenmesinde hemen hemen her gün alınan toprak örneklerinin ağırlığa göre belirlenen nem ölçüm değerleri kullanılmıştır. Tüm parsellerdeki sulamalar, A parselindeki faydalı su kapasitesinin (37.16mm/25cm) %60'ı ($37.16 \times 0.60 = 22.30$ mm) tüketildiğinde yapılmıştır. A parselindeki mevcut nem tarla kapasitesine getirilirken diğer parsellerde belli oranlarda, A parseline göre sırasıyla % 10, % 20 ve % 30 kısıt yapılmıştır. Hesaplanan sulama suyunun toprağa verilmesi için gerekli sulama süresi, sabit yağmurlama başlıklarının teknik özelliklerine göre belirlenmiş ve sistemin başına yerleştirilen su sayacı ile de takip edilmiştir. Ayrıca başlığın, teknik özelliğine göre, birim zamanda vermesi gereken su miktarı, sistemin başına yerleştirilen su sayacı ile devamlı kontrol edilmiştir. Başlıktan çıkan su miktarı, genellikle su sayacında okunan değere yakın bulunmuştur. Her sulamada suyun yanıl hareketini engellemek amacıyla, parseller arasındaki boşluklar da parsellere verilen su miktarıyla aynı olacak şekilde sulanmıştır. Ayrıca, yüzey akışı oluşmasını engellemek amacıyla bir defada verilecek sulama suyu, iki defada verilmiş ve buharlaşma kayıplarının engellenmesi amacıyla gece sulamaları yapılmıştır. Sulamalar genellikle, kontrol ünitesi yardımıyla, saat 23.00 ve 06.00 saatlerinde otomatik olarak yapılmıştır. Buharlaşma ölçümleri her gün aynı saatte (18.00) yapılmıştır. Ayrıca, her yağış sonrası yapılan ölçümler ilgili cetvellere işlenerek sulama suyu miktarı hesabında dikkate alınmıştır.

Çim tohumları, 50-60 gr/m² hesabı ile, % 30 Lolium Perenne (Ovation), % 25 Festuca Rubra (Franklin), % 20 Festuca Rubra Commutata (Koket), % 15 Poa Prantensis (Geronimo) ve %10 Agrostis Tenuis (Highland) karışımla 06.06.2003 tarihinde ekilmiştir. 2003 yılı içerisinde, çim bitkisinin referans

koşullarına uyacak şekilde tutunması ve gelişmesi için gerekli olan bakım işlemleri, Büyükşehir Park ve Bahçeler Müdürlüğü'nün uygulamış olduğu bakım işlemlerine paralel olarak yapılmıştır. İlk biçim tırpanla, diğer biçimler ise çim biçim makinası ile çim boyu 10-12 cm olduğunda 4-5 cm'den biçilmiştir.

Çim bitkisinin günlük su tüketimi, deneme parsellerinden vegetasyon boyunca, iklim koşullarına bağlı olarak, günlük veya 2-3 gün aralıklarla, 0-12.5 ve 12.5-25 cm derinliklerden, sürekli alınan toprak örneklerinde nem tayini yapılarak tartı (gravimetrik) metodu ile tayin edilmiş ve deneme süresince ölçülen meteorolojik veriler kullanılarak amprik yöntemlerle ayrıca hesaplanmıştır. Meteorolojik verilere dayalı hesap metodlarından Penman metodunun FAO tarafından düzenlenmiş Penman – Monteith modifikasyonu ile Blaney-Cridde ve Pan Evaporasyonu yöntemleri kullanılmıştır.

Sulama mevsimi süresince (Mayıs-Ekim), her üç referans bitki su tüketimi yöntemi için, bitki katsayılarının (Kc) belirlenmesinde Doorenbos ve Pruitt (1975) tarafından verilen eşitlik kullanılmıştır.

Bitki katsayıları (Kc), tam ve kısıtlı sulama koşullarında, iki sulama arası ve aylık dönemlere göre hesaplanmıştır.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Tam ve kısıtlı sulama koşullarında gerçek su tüketimleri

Denemede; kök bölgesine yüzeyden, yüzey altından veya kılcal yükselişle ulaşabilecek su miktarları, denemenin yüksekte kurulması ve taban suyu probleminin olmaması göz önüne alınarak ihmal edilmiştir. Ayrıca yüzey, yüzey altı akış ve derine süzülme ile oluşabilecek akımlar da, araziye suyun hassas bir şekilde ölçülerek verilmesi ve bloklar arasındaki boşlukların deneme konularına uygun olarak sulanması sonucu, ihmal edilmiştir. Böylece, suyun parsele yağış ve sulama suyu olarak girdiği ve evapotranspirasyon olarak çıktığı kabul edilerek gerçek günlük su tüketimleri hesaplanmıştır. Tam sulama programının uygulandığı A parseli ile kısıtlı sulama programlarının uygulandığı B, C ve D parsellerinde, gravimetrik örnekleme metodu ile hesaplanan günlük su tüketim değerlerinden gidilip, iki sulama arası dikkate alınarak hesaplanan çim bitkisi su tüketim değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Denemenin ilk ayı olan Mayıs'ın ilk haftalarında, tüm parsellerdeki su tüketim değerleri hemen hemen birbirine yakın gerçekleşmiştir. Bunun sebebi, denemenin başlangıcında tüm parsellerin tarla kapasitesinde nem ihtiva etmesidir. İlk sulamalarda, sulama suyuyla yapılan kısıt sonucu, farklılıklar ortaya çıkması gerekirken, yağış sebebiyle büyük farklılıklar ortaya çıkmamıştır. Daha sonraki aylarda ise, su kısıtının devam etmesinden dolayı, parsellerde meydana gelen

su tüketim değerlerindeki farklılıklar açıkça görülmektedir.

Çizelge 2. Deneme konularına göre çim bitkisinin sulama aralıklarındaki su tüketim değerleri (mm).

Aylar	Sulama Periyodu	A Konusu		B Konusu		C Konusu		D Konusu	
		Toplam (mm)	Ort. Gün. (mm)	Toplam (mm)	Ort. Gün. (mm)	Toplam (mm)	Ort. Gün. (mm)	Toplam (mm)	Ort. Gün. (mm)
Mayıs	01-09	30.81	3.42	30.27	3.36	30.29	3.37	30.18	3.35
	10-14	22.93	4.59	20.83	4.17	18.7	3.74	18.4	3.68
	15-23	32.44	3.60	25.78	2.86	25.17	2.80	22.67	2.52
	24-29	25.12	4.19	21.75	3.63	16.99	2.83	14.38	2.40
Haziran	30.5-04.6	23.32	3.89	21.49	3.58	19.7	3.28	17.44	2.91
	05-11	31.33	4.48	24.64	3.52	20.88	2.98	18.43	2.63
	12-15	21.63	5.41	18.37	4.59	17.25	4.31	15.95	3.99
	16-22	31.6	4.51	27.16	3.88	23.8	3.40	21.18	3.03
	23-28	32.04	5.34	31.17	5.20	24.62	4.10	19.03	3.17
	29.6-02.7	21.88	5.47	18.88	4.72	16.55	4.14	13.06	3.27
Temmuz	03-06	23.20	5.80	19.21	4.80	16.06	4.02	12.2	3.05
	07-09	22.12	7.37	18.55	6.18	17.42	5.81	11.82	3.94
	10-13	22.83	5.71	19.81	4.95	16.59	4.15	12.67	3.17
	14-18	29.88	5.98	25.21	5.04	19.808	3.96	17.81	3.56
	19-23	23.20	4.64	19.82	3.96	17.01	3.40	12.19	2.44
	24-29	26.92	4.49	22.93	3.82	21.51	3.59	14.5	2.42
	30.7-05.8	38.84	5.55	30.4	4.34	30.27	4.32	25.91	3.70
Ağustos	06-10	24.06	4.81	21.45	4.29	18.7	3.74	15.45	3.09
	11-15	23.20	4.64	18.93	3.79	16.5	3.30	12.25	2.45
	16-20	23.86	4.77	19.33	3.87	15.35	3.07	12.2	2.44
	21-25	23.53	4.71	21.83	4.37	16.05	3.21	11.4	2.28
	26-29	21.20	5.30	17.08	4.27	14.28	3.57	9.36	2.34
	30.8-03.9	23.53	4.71	18.39	3.68	16.17	3.23	12.44	2.49
Eylül	04-08	22.70	4.54	18.31	3.66	15.75	3.15	10.7	2.14
	09-14	22.23	3.71	18.96	3.16	15.42	2.57	12	2.00
	15-21	23.77	3.40	20.89	2.98	15.47	2.21	12.11	1.73
	22-27	22.98	3.83	18.33	3.06	14.58	2.43	11.4	1.90
	28.9-04.10	23.27	3.32	18.75	2.68	15.14	2.16	10.87	1.55
Ekim	05-14	22.84	2.28	18.31	1.83	13.1	1.31	11.7	1.17
	15-23	20.77	2.31	19.04	2.12	14.07	1.56	11.52	1.28
	24-31	13.28	1.66	11.18	1.40	9.92	1.24	8.16	1.02
	Toplam/Ort	771.31	4.19	657.05	3.57	563.12	3.06	459.38	2.50

Çizelgede 2'de görüldüğü üzere, A parselinde vegetasyon süresince, ortalama günlük çim su tüketimi en az Ekim ayının 24-31 günleri arasında 1.66 mm/gün, en fazla ise Temmuz ayının 7-9 günleri arasında 7.37 mm/gün olarak ölçülmüştür. Günlük su tüketimi en az 26 Ekim 2004 de 1.61 mm, en fazla ise 14 Temmuz 2004 de 9.01 mm olarak ölçülmüştür. B, C ve D parsellerinde vegetasyon süresince ölçülen

ortalama en az su tüketimleri ise sırası ile, tam sulama koşullarında olduğu gibi, Ekim ayının 24-31 günleri arasında 1.40, 1.24 ve 1.02 mm, en fazla ise Temmuz ayının 7-9 günleri arasında 6.18, 5.81 ve 3.94 mm olarak ölçülmüştür. Çizelgeden de görüldüğü gibi, deneme süresince sulama aralıklarının farklı oluşu; günlük bitki su tüketimindeki değişim ve o dönemlerde düşen yağış miktarından kaynaklanmaktadır.

Çizelge 3. Deneme konuları aylık çim su tüketim değerleri (mm)

Aylar		Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Toplam
A	Toplam (mm/ay)	117.7	143.42	173.09	153.43	115.18	68.49	771.31
	Konusu Ort. gün(mm/gün)	3.80	4.78	5.58	4.95	3.84	2.21	4.19
B	Toplam (mm/ay)	104.65	125.47	145.93	128.20	94.73	58.07	657.05
	Konusu Ort. gün(mm/gün)	3.38	4.18	4.71	4.14	3.16	1.87	3.57
C	Toplam (mm/ay)	96.81	107.99	127.27	109.05	77.39	44.61	563.12
	Konusu Ort. gün(mm/gün)	3.12	3.60	4.11	3.52	2.58	1.44	3.06
D	Toplam (mm/ay)	91.05	91.83	96.39	85.41	57.52	37.18	459.38
	Konusu Ort. gün(mm/gün)	2.94	3.06	3.11	2.76	1.92	1.20	2.50

A, B, C ve D konularına ait çim bitkisi aylık toplam ve ortalama günlük su tüketim değerleri Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde, A parseline ait aylık su tüketimlerinin 68.49mm (Ekim ayında) ile 173.09 mm (Temmuz ayında) arasında; aylara göre ortalama günlük su tüketim değerleri ise 2.21 mm (Ekim) ile 5.58 mm (Temmuz) arasında değiştiği

görülmektedir. Aylık olarak en fazla su tüketimi sırası ile; Temmuz, Ağustos, Haziran, Mayıs, Eylül ve Ekim aylarında gerçekleşmiştir. Elde edilen sonuçlar, Mecham (1996) ve İlbeyli ve ark. (2004) nın bulunduğu sonuçlar ile uyum içindedir.

A konusunda, çim bitkisinin mevsimlik su tüketimi 771.31 mm olarak gerçekleşirken, sulama mev-

simi süresince günlük ortalama su tüketimi de 4.19 mm bulunmuştur. Benzer çalışmalarda örneğin; Mecham'ın (1996), Colorado'nun kuzeyinde Nisan-Ekim ayları arasında, soğuk iklim çimlerinin gerçek ve referans bitki su tüketimlerini ve ilgili bitki katsayılarını belirlemek amacıyla lizimetre ile yapmış olduğu araştırmada çim bitkisinin vegetasyon süresince su tüketimini 736 mm olarak bulmuştur. B, C ve D parsellerinde ölçülen su tüketimleri ise sırasıyla; 657.05, 563.12 ve 459.38 mm olarak ölçülmüştür. Deneme süresince B, C ve D uygulanan kısıt sonucu, A parselinde ölçülen değerlere göre daha düşük çıkmıştır. Bu azalma, özellikle su tüketiminin fazla olduğu aylarda daha da büyük oranlardadır.

Sulamada esas olan toprak neminin solma noktasının altına düşürülmeden sulama yapılmasıdır. B, C ve D parsellerinde kısıtın devam etmesi ile birlikte önce D ve sonra da C parselindeki toprak nemi solma noktasının (SN) altına düşmüştür. Bu da, bu parsellerde bitki su tüketiminin giderek azalmasına ve bitkilerin solarak ölmesine neden olmuştur. C parselindeki nem, ilk olarak 13 Temmuz da solma noktasının altına düşmüş olsa da, yapılan sulamalarla tekrar SN'nin üzerine çıkmıştır. Ancak, 15 Ağustos itibaren bu parseldeki nem devamlı olarak solma noktasının altında kalmıştır. D parselindeki nem ise, ilk olarak 15 Hazi-

randa SN'nin altına düşmüş, özellikle Temmuz ayının ilk haftasından itibaren devamlı olarak SN'nin altında kalmıştır. Özellikle D parselindeki nemin deneme sonuna doğru solma noktasına yakın ve hatta daha aşağıda olması, radyasyon enerjisinin daha fazla olduğu Ağustos ayındaki su tüketimini Haziran ve Mayıs aylarına göre daha düşük bir değerde oluşmasına sebep olmuştur. Bu durum, farklı sulama koşullarında bitki su tüketim değerlerini inceleyen Brutsaert (1982), Steduto (1999) ve Ünlü (2000) nün bildirdikleri sonuçlar ile uyum içindedir.

Meteorolojik yöntemler ile hesaplanan referans su tüketimi

Gerçek bitki su tüketim değerleri ve meteorolojik yöntemler ile elde edilen referans bitki su tüketimlerini karşılaştırabilmek amacıyla, aynı dönemler için iklim verileri kullanılarak, FAO yöntemlerinden üç ayrı hesap yöntemi ile (Blaney-Cridde, FAO BC, Penman Monteith, FAO PM, ve Pan-Evaporasyon, FAO Pan,) referans bitki su tüketimleri hesaplanmıştır. Meteorolojik yöntemler ile hesaplanan günlük değerlerden gidilerek, iki sulama arası süre dikkate alınıp, çim referans su tüketim değerleri Çizelge 4 ve aylık iklim değerleri kullanılarak hesaplanan aylık değerler ise Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. Çim bitkisinin (sulama aralıklarında) meteorolojik yöntemlerle hesaplanan referans su tüketimleri.

Aylar	Sulama Periyodu	FAO PM		FAO BC		FAO Pan	
		mm	mm/gün	mm	mm/gün	mm	mm/gün
Mayıs	01-09	38.00	4.22	43.00	4.78	28.35	3.15
	10-14	23.60	4.72	25.80	5.16	20.10	4.02
	15-23	34.30	3.81	35.10	3.90	29.45	3.27
	24-29	24.10	4.02	24.20	4.03	22.30	3.72
Haziran	30.5-04.6	24.50	4.08	25.50	4.25	21.45	3.58
	05-11	33.20	4.74	38.10	5.44	26.65	3.81
	12-15	22.00	5.50	29.00	7.25	17.95	4.49
	16-22	36.20	5.17	44.90	6.41	27.90	3.99
	23-28	28.80	4.80	32.90	5.48	30.60	5.10
Temmuz	29.6-02.7	22.50	5.63	28.90	7.23	19.05	4.76
	03-06	25.20	6.30	32.30	8.08	19.80	4.95
	07-09	20.00	6.67	25.20	8.40	18.65	6.22
	10-13	24.20	6.05	32.90	8.23	19.25	4.81
	14-18	23.20	4.64	27.20	5.44	27.90	5.58
	19-23	27.30	5.46	32.40	6.48	20.10	4.02
Ağustos	24-29	33.70	5.62	45.10	7.52	23.15	3.86
	30.7-05.8	37.40	5.34	51.50	7.36	34.05	4.86
	06-10	25.20	5.04	35.90	7.18	23.10	4.62
	11-15	24.10	4.82	31.50	6.30	21.80	4.36
	16-20	25.40	5.08	32.10	6.42	22.10	4.42
	21-25	24.40	4.88	32.40	6.48	21.85	4.37
Eylül	26-29	19.00	4.75	26.30	6.58	18.65	4.66
	30.8-03.10	23.20	4.64	33.00	6.60	22.50	4.50
	04-08	22.30	4.46	27.10	5.42	20.85	4.17
	09-14	21.80	3.63	27.10	4.52	21.45	3.58
	15-21	24.90	4.15	39.00	6.50	21.85	3.64
Ekim	22-27	21.20	3.53	31.10	5.18	21.50	3.58
	28.9-04.10	22.80	3.26	33.90	4.84	21.65	3.09
	05-14	22.70	2.27	27.70	2.77	21.45	2.15
	15-23	19.90	2.21	31.00	3.44	22.00	2.44
24-31	14.00	1.75	24.50	3.06	13.70	1.71	
Toplam/Ort.	789.1	4.29	1006.6	5.47	701.15	3.81	

Çizelge 4 de görüldüğü üzere, mevsimlik su tüketim değerlerinde en yüksek tahmini 1006.6 mm ile

FAO BC yöntemi verirken, bunu 789.1 mm ile FAO PM yöntemi ve 701.15 mm ile FAO Pan yöntemi izlemiştir. Sulama mevsimi boyunca ortalama günlük

su tüketim değerleri ise sırası ile; 5.47, 4.29 ve 3.81 mm olarak hesaplanmıştır. Her üç yöntemde de, ortalama günlük en yüksek su tüketimi 07-09 Temmuz tarihleri arasında sırası ile; 8.40, 6.67 ve 6.22 mm olarak bulunurken, ortalama günlük en düşük tahminler ise FAO PM ile FAO Pan yönteminde 24-31 (Ekim) tarihleri arasında 1.75 ve 1.71 mm, FAO BC yönteminde ise 05-14 (Ekim) tarihleri arasında 2.77 mm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 5’de, vegetasyon süresince aylık iklim değerleri kullanılarak, meteorolojik yöntemlerle hesaplanan aylık toplam su tüketimleri ile ortalama günlük su tüketimleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca, aylık su tüketiminin doğrudan hesaplandığı Blaney-Criddle yönteminin orijinal formülü ile hesaplanan bitki su tüketim değerleri de bu çizelgede verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi, aylık iklim değerleri kullanılarak hesaplanan referans bitki su tüketim değerleri, günlük veri-

ler kullanılarak hesaplanan değerlere yakın çıkmıştır. Burada da, en yüksek tahmini 1005.5 mm ile FAO BC yöntemi verirken bunu 831.06 mm ile Orijinal Blaney-Criddle, 791.34 mm ile FAO PM yöntemi ve 698.55 mm ile FAO Pan yöntemi izlemiştir. Bu sonuçlar; Allen ve ark. (1998), İlbeyli ve ark. (2004) ve Mecham (1996)’ın yaptığı çalışmalarda elde ettikleri sonuçlar ile uyum içerisindedir. Orijinal Blaney-Criddle formülü, aylık su tüketim değerlerinin hesaplanması için geliştirilmiş ve bu değerleri esas alarak sulama şebekelerindeki kapasite hesaplarında kullanılmaktadır. Çizelge 5’de görüldüğü üzere, bu yöntemle hesaplanan aylık su tüketim değerleri FAO BC yöntemi ile günlük olarak hesaplanan değerlere göre gerçeğe daha yakındır. Buradan da anlaşıldığı gibi, aylık su tüketim hesaplamalarında orijinal Blaney-Criddle yöntemi, FAO BC yöntemine göre daha iyi sonuç vermektedir.

Çizelge 5. Meteorolojik yöntemler ile hesaplanan aylık çim referans su tüketimleri.

AYLAR	Su Tüketimi (mm)	Referans Bitki Su Tüketimi(mm)			
		FAO PM	FAO BC	FAO Pan	Blaney-Criddle
Mayıs	Toplam (mm/ay)	129.58	139.50	104.65	104.27
	Ort. gün(mm/gün)	4.18	4.50	3.38	3.36
Haziran	Toplam (mm/ay)	147.30	177.00	125.20	162.05
	Ort. gün(mm/gün)	4.91	5.90	4.17	5.40
Temmuz	Toplam (mm/ay)	178.25	223.20	151.20	187.17
	Ort. gün(mm/gün)	5.75	7.20	4.88	6.04
Ağustos	Toplam (mm/ay)	151.90	204.60	140.80	167.94
	Ort. gün(mm/gün)	4.90	6.60	4.54	5.42
Eylül	Toplam (mm/ay)	115.80	162.00	108.35	122.49
	Ort. gün(mm/gün)	3.86	5.40	3.61	4.08
Ekim	Toplam (mm/ay)	68.51	99.20	68.35	87.15
	Ort. gün(mm/gün)	2.21	3.20	2.20	2.81
Toplam	Toplam (mm/ay)	791.34	1005.50	698.55	831.06
	Ort. gün(mm/gün)	4.30	5.46	3.80	4.51

Tam ve Kısıtlı Sulamada Bitki Su Tüketimlerinin Karşılaştırılması

Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarında, topraktaki mevcut neme göre, bitkinin su alabilmek için harcadığı enerji farklı olduğundan bünyesine aldığı ve dolayısı ile tükettiği su miktarı da farklı olur. Tam sulamada, bitkinin toprağın faydalı su kapasitesinin belli bir kısmını kullanmasına izin verilir ve kalan mevcut nem sulama ile tekrar tarla kapasitesine getirilir. Bu koşullarda, toprakta tarla kapasitesine yakın değerlerde nem bulunduğu için bitki az bir enerji harcayarak bu suyu bünyesine alır. Kısıtlı sulamada ise, bitki her defasında toprakta az miktarda bulunan suyu alabilmek için daha fazla enerji harcar. Çünkü her sulamada topraktaki mevcut nem tarla kapasitesine getirilmez. Sulama mevsimi boyunca, kısıtlı sulama uygulamasına devam edilmesi halinde topraktaki nem giderek solma noktasına yaklaşır. Böylece, kısıtlı sulama yapılan parsellerde, vegetasyon süresi sonunda toprakta kalan nem, tam sulama koşullarına göre, solma noktasına daha yakın olur. Sonuç olarak kısıtlı sulama yapılan parsellerde, topraktaki su miktarının azalmasına bağlı olarak çim bitkisi su tüketimi de azalır.

Tam ve kısıtlı sulama koşullarında, konulara göre, aylık ve mevsimlik su blançosu Çizelge 6’da verilmiştir. Çizelge de görüldüğü üzere deneme başlangıcında, A, B, C ve D parsellerindeki mevcut nem sırası ile; 104.3, 104.1, 104.35 ve 104.45 mm’dir. Topraktaki başlangıç nem değerlerinin birbirine yakın değerlerde olması, deneme başlangıcında tüm parsellerin eşit koşullar altında olmasından kaynaklanmaktadır. Çizelgede; her ayın başlangıcında topraktaki mevcut nem değerleri, sulama ve yağış ile toprakta biriken ve tüketilen nem değerleri görülmektedir. Toprağa giren ve çıkan nem değerlerinin aylık ve mevsimlik değişimi de çizelgede görülmektedir. Çizelge incelendiğinde, deneme sonunda A, B, C ve D parsellerindeki nem miktarı, toprakta başlangıçta bulunan neme yağışlar ve sulama ile depolanan toplam su miktarı da eklenince sırası ile; 861.13, 735.5, 623.9 ve 512.6 mm olarak hesaplanmıştır. Vegetasyon dönemi süresince bitki su tüketimleri ise; 771.31, 657.05, 563.12 ve 459.38 mm olarak ölçülmüştür. Toplam nemden tüketilen nem çıkarılmasıyla deneme sonunda, A, B, C ve D parsellerinde toprakta kalan nem sırası ile; 89.82, 78.45, 60.78 ve 53.22 mm olarak tespit edilmiştir. Bu değerlerin, her bir parseldeki (A, B, C ve D) başlangıç toprak neminden çıkarılmasıyla, deneme başlangıcından

İtibaren topraktaki mevcut nemden kullanılan su miktarları sırası ile; 14.48, 25.65, 43.57 ve 51.23 mm olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 6. Tam ve kısıtlı sulama koşullarında konulara göre su blançosu (mm).

	Nem Durumu (mm)	A	B	C	D
		Konusu	Konusu	Konusu	Konusu
Mayıs	Başlangıç nemi	104.3	104.1	104.35	104.45
	Depol. su(S.S+Yağ.)	111.1	94.32	79.19	64.25
	Toplam nem	215.4	198.42	183.54	168.7
	Tüketilen su	117.7	104.65	96.81	91.05
	Kalan nem	97.7	93.77	86.73	77.65
	Aylık nem farkı	6.6	10.33	17.62	26.8
Haziran	Başlangıç nemi	97.7	93.77	86.73	77.65
	Depol. su(S.S+Yağ.)	138.92	119.4	100.8	82.25
	Toplam nem	236.62	213.17	187.53	159.90
	Tüketilen su	143.42	125.47	107.99	91.83
	Kalan nem	93.2	87.7	79.54	68.07
	Aylık nem farkı	4.5	6.07	7.19	9.58
Temmuz	Başlangıç nemi	93.2	87.7	79.54	68.07
	Depol. su(S.S+Yağ.)	170.03	141.56	115.52	89.55
	Toplam nem	263.23	229.26	195.06	157.62
	Tüketilen su	173.09	145.93	127.27	96.39
	Kalan nem	90.14	83.33	67.79	61.23
	Aylık nem farkı	3.06	4.37	11.75	6.84
Ağustos	Başlangıç nemi	90.14	83.33	67.79	61.23
	Depol. su(S.S+Yağ.)	154.69	127.48	105.16	82.9
	Toplam nem	244.83	210.81	172.95	144.13
	Tüketilen su	153.43	128.2	109.05	85.41
	Kalan nem	91.4	82.61	63.9	58.72
	Aylık nem farkı	-1.26	0.72	3.89	2.51
Eylül	Başlangıç nemi	91.4	82.61	63.9	58.72
	Depol. su(S.S+Yağ.)	115.21	92.9	74.3	55.75
	Toplam nem	206.61	175.51	138.2	114.47
	Tüketilen su	115.18	94.73	77.39	57.52
	Kalan nem	91.43	80.78	60.81	56.95
	Aylık nem farkı	-0.03	1.83	3.09	1.77
Ekim	Başlangıç nemi	91.43	80.78	60.81	56.95
	Depol. su(S.S+Yağ.)	66.88	55.74	44.58	33.45
	Toplam nem	158.31	136.52	105.39	90.4
	Tüketilen su	68.49	58.07	44.61	37.18
	Kalan nem	89.82	78.45	60.78	53.22
	Aylık nem farkı	1.61	2.33	0.03	3.73
Toplam	Başlangıç nemi	104.3	104.1	104.35	104.45
	Depol. su(S.S+Yağ.)	756.83	631.4	519.55	408.15
	Toplam nem	861.13	735.5	623.9	512.6
	Tüketilen su	771.31	657.05	563.12	459.38
	Kalan nem	89.82	78.45	60.78	53.22
	Aylık nem farkı	14.48	25.65	43.57	51.23

Sonuç olarak, kısıt oranı arttıkça, bitki daha çok enerji harcayıp topraktaki nemden biraz daha fazla kullanarak, mevcut toprak neminin solma noktasına düşmesine sebep olmuştur. Bitki su tüketimi topraktaki mevcut kullanılabilir su miktarı ile doğru ilişkilidir. Topraktaki nem miktarı azaldıkça, bitkinin su tüketimi

de azalır. Toplam 30 kez sulamanın yapıldığı deneme boyunca, parsellere göre, sulama aralıklarındaki su tüketimi değişimleri Şekil 1'de, verilmiştir.

Şekil 1 incelendiğinde, özellikle 2. sulamadan (Mayıs ayının ortasından) itibaren parsellerin bitki su kısıtlı sulama uygulamasının tam etkisini gösterememesidir. Ancak, anılan tarihten itibaren kısıtlı sulama uygulamasının da devam etmesi ile kısıt yapılan parsellerde (B, C ve D), yapılan kısıt sonucu topraktaki nemin giderek azalması ile birlikte bitki su tüketimlerinde azalma görülmektedir.

Gravimetrik ve meteorolojik yöntemler ile hesaplanan referans su tüketimlerinin karşılaştırılması

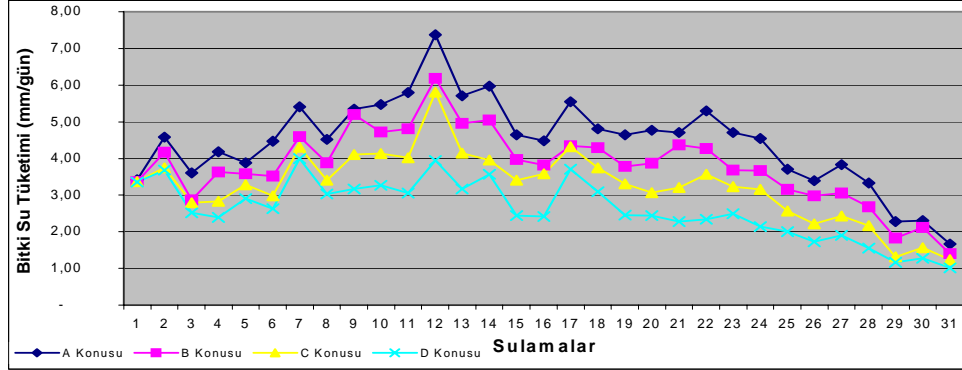
İklim verilerinden yararlanılarak referans bitki su tüketimi hesabında kullanılacak çok sayıda meteorolojik yöntemler olmasına rağmen, bunlardan, daha önce de belirtildiği üzere Yıldırım (1994) tarafından ülkemiz için önerilen FAO-PM, FAO-BC, ve FAO-Pan yöntemlerinin bu çalışma ile uygunluğu incelenmiştir. Tam sulama koşullarında ölçülen bitki su tüketimine en yakın değerleri FAO-PM yöntemi vermiştir. Zira, çalışmada su tüketimi ölçülen çim bitkisi, anılan yöntemde referans bitki olarak kullanılmaktadır. Kısıtlı sulamanın uygulandığı B parselinde ölçülen bitki su tüketim değerlerine en yakın tahmini değerleri FAO Pan verirken, C ve D parsellerinde ise ölçülen bitki su tüketim değerleri meteorolojik yöntemleri ile hesaplanan referans değerlerinin altında kalmıştır. Gravimetrik ve meteorolojik yöntemlerle hesaplanan bitki su tüketimlerinin karşılaştırılması, farklı sulama uygulamalarında oluşacak bitki katsayılarının elde edilmesi ve daha sonraki yıllarda toprak nemi takibine gerek kalmadan bitki su tüketiminin belirlenmesi açısından önem içermektedir. Tam ve kısıtlı sulama koşullarının da meydana gelen bitki su tüketimlerinin iki ayrı başlık altında toplanarak, meteorolojik yöntemler ile tahmin edilen referans bitki su tüketimleri ile karşılaştırılması daha iyi olacaktır.

Tam sulama koşullarındaki su tüketiminin referans su tüketimleri ile karşılaştırılması

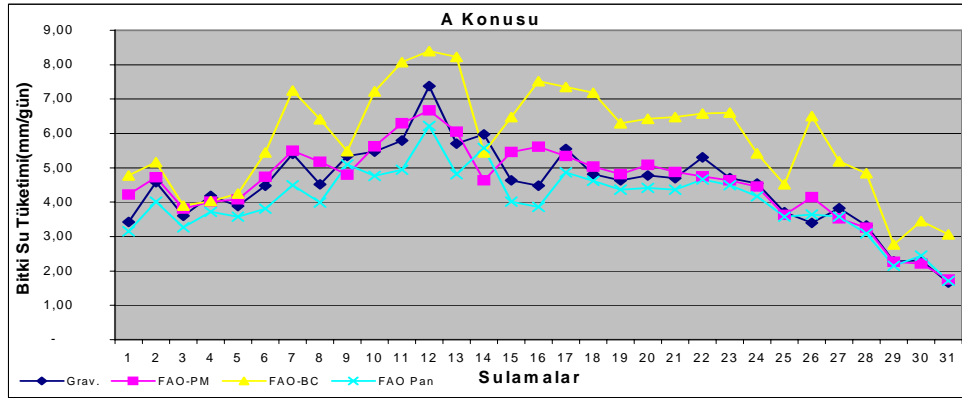
Tam sulama programının uygulandığı A parselinde, gravimetrik yöntem ile, hesaplanan gerçek bitki su tüketim değerleri ile meteorolojik yöntemler ile hesaplanan referans su tüketimleri, iki sulama aralığı ve aylık dönemler için ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Şekil 2'de, A konusu için iki sulama aralığı döneminde, ölçülen gerçek su tüketimi ile meteorolojik yöntemlerle hesaplanan referans bitki su tüketimleri arasındaki ilişki görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi, gravimetrik yöntem ile ölçülen gerçek su tüketimine en yakın tahmini değerlerin, FAO PM yöntemine göre hesaplanan referans bitki su tüketim değerleri olduğu açıkça görülmektedir. Bunun yanında, FAO BC yöntemi yüksek FAO Pan yöntemi ise düşük değerler vermiştir.

Sonuç olarak, Konya iklim şartlarında çim bitkisinin su tüketiminin belirlenmesi için kullanılacak en uygun meteorolojik yöntemin FAO PM olduğu söylenebilir. Ancak gerekli iklim verilerinin bulun-

madığı durumlarda FAO Pan yöntemi de kullanılabilir. FAO BC yöntemi ise çok yüksek değerler verdiği için uygun değildir.



Şekil 1. Tam ve kısıtlı sulama koşullarında, iki sulama aralığındaki dönemlerde, bitki su tüketimindeki değişim



Şekil 2. A Konusu'nda deneme süresince gerçek ve meteorolojik yöntemler ile hesaplanan ortalama günlük çim su tüketimleri.

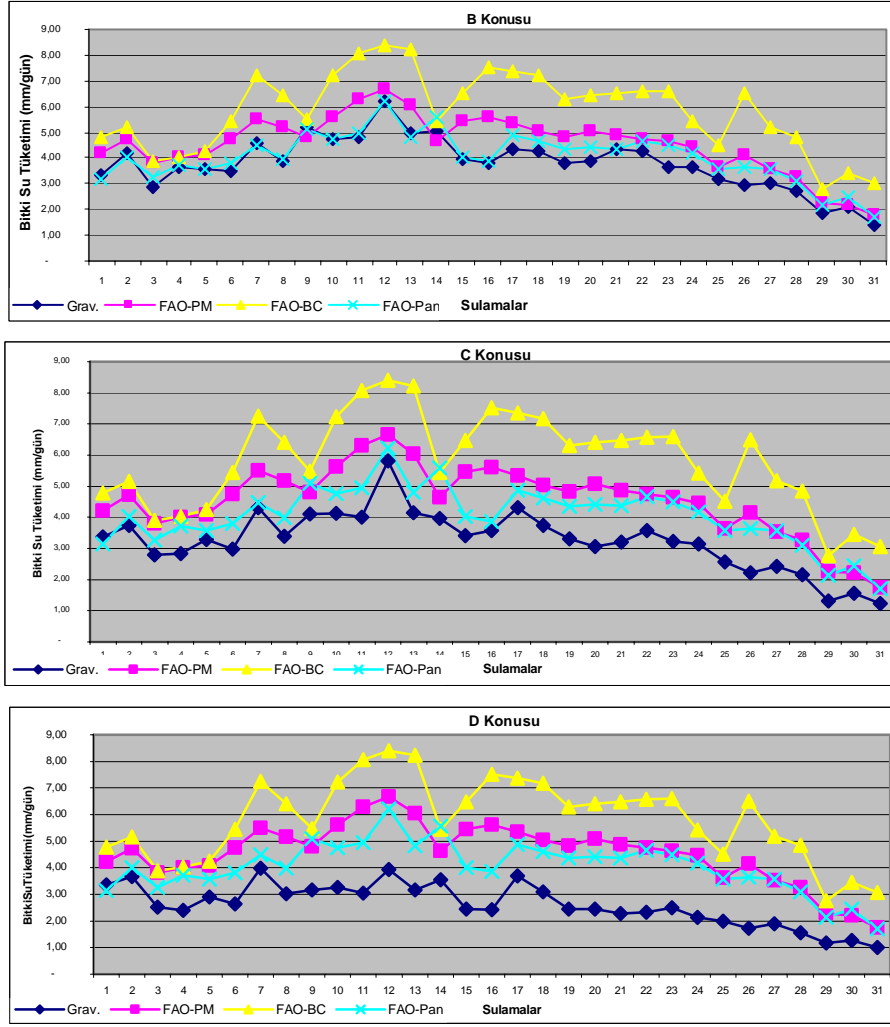
Kısıtlı sulama koşullarındaki su tüketimlerinin referans su tüketimleri ile karşılaştırılması

Konya ili gibi sulama suyu varlığı az olan bölgelerde, kısıtlı sulama uygulamaları gün geçtikçe daha da önem kazanmaktadır. Özellikle yeşil alanların sulanmasında, verim azalması gibi bir durum söz konusu olmadığı için, bu gibi alanlarda kısıtlı sulama uygulamaları daha da önemli hale gelmektedir. Zira, çoğu bölgede yeşil alanlar belirli bir maliyet sonucu elde edilen içme ve kullanma suyu şebekesinden sulanmaktadır. Bu amaçla, yeşil alanların sulanmasında bitkinin kalite ve performans standartlarını bozmayacak şekilde, sulama suyunda kısıt uygulamak, iyi bir su yönetimi açısından oldukça önemlidir. Denemede üç farklı konuda uygulanan (B, C ve D) sulama sonucu elde edilen çim bitkisi gerçek su tüketimleri, meteorolojik yöntemler ile hesaplanan değerlerle karşılaştırılmalı olarak Şekil 3'de verilmiştir.

Şekil 3'de görüldüğü gibi, B konusuna göre ölçülen gerçek bitki su tüketim değerlerine en yakın değerler FAO Pan yöntemi ile elde edilen referans bitki su tüketim değerleridir. C ve D konularına göre ölçülen

bitki su tüketimleri ise her üç meteorolojik yöntem ile elde edilen değerlerden düşük çıkmıştır.

FAO Pan yöntemi, İlbeyli ve ark. (2004) ile Yıldırım (1994)'ün de belirttiği gibi genellikle diğer meteorolojik yöntemlere göre daha düşük değer vermektedir. B konusuna göre sulanan parsellerde ölçülen gerçek bitki su tüketim değerleri, FAO Pan yöntemi ile tahmin edilen referans bitki su tüketim değerlerine oldukça yakın çıkmıştır. Sonuç olarak, araştırma alanına benzer iklim özellikleri gösteren bölgelerde su varlığına bağlı olarak öncelikle A konusuna göre sulama yapılmalıdır. Ancak suyun çok kısıtlı olduğu koşullarda, B konusuna göre sulama yapılması ve bu konuya göre tüketilen su miktarlarının tespiti için de en uygun meteorolojik yöntemin FAO Pan olduğunu söylemek mümkündür.



Şekil 3. B, C ve D konularından elde edilen gerçek bitki su tüketimleri ile referans bitki su tüketimleri arasındaki ilişki.

Hesaplanan Çim Bitki Katsayı (Kc) Değerleri

Bitki katsayısı Kc, bitkinin gerçek evapotranspirasyonu (ETc) ile referans bitki su tüketimi (ETo) arasındaki ilişkiyi ($Kc = ETc/ETo$) gösterir. Çalışmada, bitki katsayılarının belirlenmesinde, gravimetrik yöntem ile elde edilen gerçek bitki su tüketim değerleri ile son yıllarda bitki katsayılarının (Kc) hesaplanmasında, yaygın bir biçimde kullanılan

FAO tarafından tavsiye edilen; Penman-Monteith (FAO PM), Blaney-Criddle (FAO BC) ve Pan Evaporasyon (FAO Pan) yaklaşımlarına göre tahmin edilen çim referans su tüketimleri dikkate alınmıştır. Her bir formül ve deneme konusuna göre elde edilen aylık ve iki sulama arası Kc değerleri Çizelge 7 ve 8'de verilmiştir.

Çizelge 7. Aylara ve konulara göre hesaplanan Bitki Katsayıları (Kc)

Aylar	A			B			C			D		
	FAO PM	FAO BC	FAO Pan	FAO PM	FAO BC	FAO Pan	FAO PM	FAO BC	FAO Pan	FAO PM	FAO BC	FAO Pan
Mayıs	0.91	0.84	1.12	0.81	0.75	1.00	0.75	0.69	0.93	0.70	0.65	0.87
Haziran	0.97	0.81	1.15	0.85	0.71	1.00	0.73	0.61	0.86	0.62	0.52	0.73
Temmuz	0.97	0.78	1.14	0.82	0.65	0.97	0.71	0.57	0.84	0.54	0.43	0.64
Ağustos	1.01	0.75	1.09	0.84	0.63	0.91	0.72	0.53	0.77	0.56	0.42	0.61
Eylül	0.99	0.71	1.06	0.82	0.58	0.87	0.67	0.48	0.71	0.50	0.36	0.53
Ekim	0.99	0.69	1.00	0.85	0.59	0.85	0.65	0.45	0.65	0.54	0.37	0.54

Çizelge 7 ve 8 incelendiğinde, tam sulama yapılan A konusuna göre hesaplanan bitki katsayı (Kc) değerleri, FAO PM yöntemine göre 1.00'e yakın değerlerde

bulunmuştur. Bu sonuçlar, Allen ve ark. (1998) ile Doorenbos ve Pruitt'in (1975) aynı iklim koşullar için bildirmiş oldukları ortalama Kc değerleri 0.9 ile 1.00

sonuçlar ile uyum içerisindedir. FAO BC yöntemine göre hesaplanan Kc değerleri düşük değerler (0.54 – 1.10), FAO Pan yöntemi ise yüksek Kc değerleri (0.94 – 1.21) vermiştir. Bu sonuçlara göre, benzer toprak ve iklim koşullarında, çim bitkisi için gerçek su tüketiminin tahmini ve bitki katsayılarının belirlenmesinde kullanılacak en ideal FAO yaklaşımının Penman Monteith yöntemi olduğu söylenebilir.

B konusunda ise, çizelgelerin incelenmesinden, farklı FAO yaklaşımlarına göre elde edilen Kc değerlerinin değişimlerinin, FAO BC dışında, birbirlerine

benzer olduğu anlaşılmaktadır. B konusunda elde edilen bu sonuçlara göre, yine benzer toprak ve iklim koşullarında, çim bitkisi için gerçek su tüketiminin tahmininde kullanılacak en ideal FAO yaklaşımının Pan veya Penman Monteith metodu olduğu söylenebilir. C ve D konularında ise, yapılan kısıt oranının yüksek olması nedeni ile Kc değerleri diğer konulara göre daha düşük gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar, Doorenbos ve Pruitt (1975)'in bildirdikleri sonuçlar ile uyum içerisindedir.

Çizelge 8. Deneme konularında FAO PM, FAO BC ve FAO PAN yöntemlerine göre elde edilen bitki katsayıları (Kc)

Aylar	Sulama Periyodu	A Konusu			B Konusu			C Konusu			D Konusu		
		FAO PM	FAO BC	FAO PAN	FAO PM	FAO BC	FAO PAN	FAO PM	FAO BC	FAO PAN	FAO PM	FAO BC	FAO PAN
MAYIS	01-09	0.81	0.72	1.09	0.80	0.70	1.07	0.80	0.70	1.07	0.79	0.70	1.06
	10-14	0.97	0.89	1.14	0.88	0.81	1.04	0.79	0.72	0.93	0.78	0.71	0.92
	15-23	0.95	0.92	1.10	0.75	0.73	0.88	0.73	0.72	0.85	0.66	0.65	0.77
	24-29	1.04	1.04	1.13	0.90	0.90	0.98	0.70	0.70	0.76	0.60	0.59	0.64
HAZİRAN	30.5-04.6	0.95	0.91	1.09	0.88	0.84	1.00	0.80	0.77	0.92	0.71	0.68	0.81
	05-11	0.94	0.82	1.18	0.74	0.65	0.92	0.63	0.55	0.78	0.56	0.48	0.69
	12-15	0.98	0.75	1.21	0.84	0.63	1.02	0.78	0.59	0.96	0.73	0.55	0.89
	16-22	0.87	0.70	1.13	0.75	0.60	0.97	0.66	0.53	0.85	0.59	0.47	0.76
TEMMUZ	23-28	1.11	0.97	1.05	1.08	0.95	1.02	0.85	0.75	0.80	0.66	0.58	0.62
	29.6-02.7	0.97	0.76	1.15	0.84	0.65	0.99	0.74	0.57	0.87	0.58	0.45	0.69
	03-06	0.92	0.72	1.17	0.76	0.59	0.97	0.64	0.50	0.81	0.48	0.38	0.62
	07-09	1.11	0.88	1.19	0.93	0.74	0.99	0.87	0.69	0.93	0.59	0.47	0.63
AĞUSTOS	10-13	0.94	0.69	1.19	0.82	0.60	1.03	0.69	0.50	0.86	0.52	0.39	0.66
	14-18	1.29	1.10	1.07	1.09	0.93	0.90	0.85	0.73	0.71	0.77	0.65	0.64
	19-23	0.85	0.72	1.15	0.73	0.61	0.99	0.62	0.53	0.85	0.45	0.38	0.61
	24-29	0.80	0.60	1.16	0.68	0.51	0.99	0.64	0.48	0.93	0.43	0.32	0.63
EYLÜL	30.7-05.8	1.04	0.75	1.14	0.81	0.59	0.89	0.81	0.59	0.89	0.69	0.50	0.76
	06-10	0.95	0.67	1.04	0.85	0.60	0.93	0.74	0.52	0.81	0.61	0.43	0.67
	11-15	0.96	0.74	1.06	0.79	0.60	0.87	0.68	0.52	0.76	0.51	0.39	0.56
	16-20	0.94	0.74	1.08	0.76	0.60	0.87	0.60	0.48	0.69	0.48	0.38	0.55
EKİM	21-25	0.96	0.73	1.08	0.89	0.67	1.00	0.66	0.50	0.73	0.47	0.35	0.52
	26-29	1.12	0.81	1.14	0.90	0.65	0.92	0.75	0.54	0.77	0.49	0.36	0.50
	30.8-03.9	1.01	0.71	1.05	0.79	0.56	0.82	0.70	0.49	0.72	0.54	0.38	0.55
	04-08	1.02	0.84	1.09	0.82	0.68	0.88	0.71	0.58	0.76	0.48	0.39	0.51
EKİM	09-14	1.02	0.82	1.04	0.87	0.70	0.88	0.71	0.57	0.72	0.55	0.44	0.56
	15-21	0.95	0.61	1.09	0.84	0.54	0.96	0.62	0.40	0.71	0.49	0.31	0.55
	22-27	1.08	0.74	1.07	0.86	0.59	0.85	0.69	0.47	0.68	0.54	0.37	0.53
	28.9-04.10	1.02	0.69	1.07	0.82	0.55	0.87	0.66	0.45	0.70	0.48	0.32	0.50
EKİM	05-14	1.01	0.82	1.06	0.81	0.66	0.85	0.58	0.47	0.61	0.52	0.42	0.55
	15-23	1.04	0.67	0.94	0.96	0.61	0.87	0.71	0.45	0.64	0.58	0.37	0.52
	24-31	0.95	0.54	0.97	0.80	0.46	0.82	0.71	0.40	0.72	0.58	0.33	0.60

SONUÇ VE ÖNERİLER

Denemede çim bitkisinin normal sulama ve kısıtlı sulama koşullarındaki su tüketimleri ile meteorolojik yöntemlerle hesaplanan bitki su tüketimleri karşılaştırılarak, Konya iklim şartlarında çim bitkisi için bitki katsayıları belirlenmiştir.

Topraktaki faydalı su kapasitesinin (FSK) % 60'ı tüketildiği zaman yeni sulama yapılması koşulundan hareket ederek; her sulamada toprak nemini tarla kapasitesine getirinceye kadar sulama suyu verilen konuya A konusu (tam sulama); sulama suyu miktarları % 10'ar düşürülerek sulama yapılan konulara da sırasıyla B, C, D konuları denilmiştir. Deneme sonuçlarına göre, sulama suyu kısıldıkça su tüketimleri de giderek azalmıştır. Mevsimlik su tüketimleri A, B, C, D konularında sırasıyla; 771.31, 657.05, 563.12 ve

459.38 mm olarak ölçülmüştür. Vegetasyon süresince tüm konularda en fazla su tüketimi Temmuz ayının 7-9 günleri, en az su tüketimi ise Ekim ayının 24-31 günleri arasında gerçekleşmiştir. A konusuna göre sulama mevsimi süresince en fazla su tüketimi 14 Temmuz 2004 de 9.01mm, en az ise 26 Ekim 2004 de 1.61 mm olarak ölçülmüştür.

Sulama mevsimi (Mayıs-Ekim) boyunca deneme ile ölçülen gerçek bitki su tüketimi (771.31 mm) ile meteorolojik yöntemlerle bulunan referans bitki su tüketimlerini karşılaştırabilmek amacıyla, üç ayrı hesap yöntemi (FAO PM, FAO BC ve FAO Pan) kullanılarak referans bitki su tüketimleri hesaplanmıştır. Bu yöntemlere göre mevsimlik çim su tüketimleri sırasıyla; 789.1, 1006.6 ve 701.15 mm olarak bulunmuştur. Tam sulama programının uygulandığı ve

gerçek bitki su tüketimi kabul edilen A parselinde ölçülen günlük çim su tüketimine en yakın değerler, FAO PM yöntemi ile hesaplanan değerlerdir. Kısıtlı sulama programının uygulandığı (FSK'nın % 50 si kadar sulama suyu verilen) B parselinde ölçülen çim su tüketimine en yakın değerler ise, FAO Pan yöntemi ile hesaplanan değerlerdir. FAO BC yönteminde ise günlük su tüketim değerleri çok yüksek çıkmıştır. Kısıt yapılan C ve D parsellerindeki (sırasıyla FSK'nın % 40 ve % 30'u kadar sulama suyu verilen) su tüketimleri ise, meteorolojik yöntemlerle tahmin edilen değerlerin çok altında kalmıştır.

Bitkinin gerçek evapotranspirasyonu (ETc) ile referans bitki su tüketimi (ETo) arasındaki ilişkiyi veren Bitki Katsayısı (Kc) değerlerinin belirlenmesinde, gravimetrik yöntem ile ölçülen gerçek bitki su tüketim değerleri ile FAO tarafından tavsiye edilen; Penman-Monteith (FAO PM), Blaney-Criddle (FAO BC) ve Pan Evaporasyon (FAO Pan) yöntemlerine göre tahmin edilen çim referans su tüketimleri dikkate alınmıştır. FAO PM ve gravimetrik yöntemle belirlenen su tüketimleri göz önüne alınarak, tam sulama yapılan A konusuna göre Mayıs-Ekim ayları arasındaki süre için hesaplanan Kc değerleri, sırasıyla; 0.91, 0.97, 0.97, 1.01, 0.99, 0.99 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, Konya şartlarında ve benzer toprak ve iklim koşullarında, çim bitkisi için gerçek günlük su tüketiminin tahmini ve bitki katsayılarının belirlenmesinde en doğru sonucu Penman Monteith yönteminin verdiği söylenebilir.

KAYNAKLAR

Anonymous. 2004. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Verileri, Konya.

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper. No:56, Rome.

Brutsaert, W., 1982. Evaporation into the Atmosphere. Theory, History and Applications. Reidel D. puble. Co., Dordrecht, the Netherland, 450 s.

Doorenbos, J., Pruitt, W.O., 1975. Guidelines for Prediction of Crop Water Requirements. FAO United Nations, Irr. And Drain. Paper; 24, 179s, Rome.

İlbeyli, A., Üstün, H., Kodal, S., 2004. Ankara koşullarında çim su tüketiminin tartılı lizimetrede saptanması ve referans bitki su tüketimi tahmin yöntemleriyle karşılaştırması. Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Sonuçları. KHGM yayın no:124, Ankara.

Mecham, B.Q., 1996. Scheduling Tufgrass Irrigation by Various ET Equations. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling. Proceedings of the International Conference. San Antonio Convention Center, pp. 245-249. Texas.

Steduto, P. 1999. Bitki Su Tüketimi İle İlgili Temel Kavramlar. Bitki Su Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem Bilimi: İnceleme ve Değerlendirmeler Konulu Ulusal Çalışma Toplantısı, 1-59s. Adana.

Ünlü, M. 2000. Çukurova Koşullarında Mikrometeorolojik Yöntemlerle Pamuk Su Tüketiminin ve Bitki Katsayılarının Belirlenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Yapılar ve Sulama A.B.D. Doktora Tezi, Adana.

Yıldırım, O., 1994. Çim Alanların Sulanması. Çağdaş Yaşamda Çim Alanlar Sempozyumu II ve III. A.Ü. Ziraat Fak. Peyzaj mimarlığı böl. S:16 Ankara.