

Bingöl İli Koşullarında Referans Bitki Su Tüketiminin Doğrudan ve Farklı Tahmin Yöntemleri ile Belirlenmesi

¹Azize DOĞAN DEMİR, ¹Ramazan MERAL*

¹Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Bingöl

*Sorumlu yazar: rmeral@bingol.edu.tr

Geliş Tarihi: 03.12.2015

Düzeltilme Geliş Tarihi: 30.12.2015

Kabul Tarihi: 30.12.2015

Özet

Bitkisel üretimin artırılması ve toprak-su kaynaklarının korunması açısından toprağa uygulanan suyun miktarı büyük önem taşımaktadır. Bu bakımdan bitki su tüketiminin bilinmesi temel bir planlama unsurudur. Bu amaçla ampirik eşitlikler kullanılmakla birlikte, bu sonuçların doğrudan ölçüm yöntemiyle test edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada FAO-Penman-Monteith, FAO Blaney-Criddle ve Hargreaves-Samani eşitlikleri kullanılarak referans evapotranspirasyon değerleri belirlenmiştir. Bu amaçla hem denemenin kurulduğu 2013 yılı hem de uzun yıllık iklim verileri kullanılmıştır. Ayrıca altı adet mini lizimetrede çim bitkisi yetiştirilerek tartım yoluyla gerçekleşen referans evapotranspirasyon değeri belirlenmiştir. Elde edilen değerler Nisan-Ekim ayları arasında 3.2 -5.7 mm ay⁻¹ arasında değişmiştir. Ampirik eşitliklerden FAO-Penman-Monteith gerçeğe en yakın değerleri vermiştir.

Anahtar kelimeler: Evapotranspirasyon, lizimetre, bitki su tüketimi

Determining of Reference Evapotranspiration with Direct Measurement and Different Estimating Methods for Bingol Conditions

Abstract

The irrigation amount has great importance for increasing crop production and soil–water conservation. In this regard, knowledge of evapotranspiration is a fundamental element of planning. While empirical equations used for this purpose, these results have to be tested in the method of direct measurements. In this study, the FAO - Penman-Monteith, FAO Blaney - Criddle and Hargreaves - Samani methods were used to estimate reference evapotranspiration. For this purpose, 2013 and for long term climate values were used. Additionally actual reference evapotranspiration were measured with six mini lysimeter which is grass planted and ponderable. Actual values were obtained between 3.2 and 5.7 mm m⁻¹ for April to October. From empirical equations of FAO-Penman-Monteith gave values closest to the truth.

Key words: Evapotranspiration, lysimeter, crop water requirement

Giriş

Bitki su tüketiminin (Evapotranspirasyon, ET) belirlenmesi; su kaynaklarının işletilmesi, sulama sistemlerinin planlanması ve sulama programlarının yapılabilmesi için temel bir gerekliliktir. Bitkisel üretimde suyun ölçülü kullanılması, hem verim hem de toprak-su kaynaklarının korunması açısından büyük önem taşımaktadır (Abtew and Melesse, 2013; Güngör ve ark., 2004).

Bitki su tüketimi toprak yüzeyinden olan buharlaşma (evaporasyon) ile bitki yapraklarından

terleme (transpirasyon) miktarının toplamı olarak tanımlanmaktadır Bitki su tüketimi iklim, toprak ve bitki faktörlerinin etkisi altında değişim gösteren ve farklı koşullar için belirlenmesi gereken bir parametredir. Bu nedenle bitki su tüketimi uygulamada ya doğrudan ölçülmekte ya da iklim verilerinden yararlanarak tahmin edilmektedir. Doğrudan ölçme yöntemleri sağlıklı sonuç vermesine karşın, her koşul için ölçülmesi oldukça zaman alıcıdır. Bu nedenle, bitki su tüketimi yaygın olarak iklim verilerine dayalı tahmin eşitlikleri kullanılarak belirlenmektedir (Güngör ve ark.

2004). Ayrıca lizimetre düzeneklerinin hareketsiz oluşları, maliyetlerinin kısmen yüksekliği, bitki ve parsel boyutlarında çalışabilmeleri, doğrudan bitki su tüketimi ölçümünün en sınırlılıklarını oluşturmaktadır (Kanber ve Steduto, 1999).

Günümüzde araştırmacılar değişik iklim bölgeleri için ampirik eşitlikler ve programlar geliştirerek bitki su tüketimini tahmin etmeye çalışmışlardır (Balçın ve ark., 2004; Allen et al., 1998). Ampirik eşitliklerle ET tahmin edilmesi amacıyla farklı koşullar için pek çok araştırma yürütülmüştür. Lopez-Urrea et al. (2006) yapmış oldukları çalışmada tartılı lizimetre kullanarak belirlediği referans bitki su tüketimini ile iklim verilerinden yararlanılarak hesaplanan referans bitki su tüketimleri karşılaştırılmıştır. Referans bitki su tüketimleri FAO-24 Penman (I), FAO-24 Penman (II), Penman 1963, FAO-24 Blaney-Criddle, FAO-24 Radyasyon, Hargreaves 1985 ve FAO-56 Penman Monteith yöntemlerine göre hesaplanan çalışmanın sonunda; lizimetrelerden elde edilen ET ile en iyi ilişkiyi sırasıyla Hargreaves 1985, FAO-56 Penman Monteith ve FAO-24 Radyasyon yöntemleri verdiği belirtilmiştir.

Schneider et al. (1996) Bushland, U.S.A ve Mısır'da çim ve yonca ekili lizimetrelerden elde edilen su tüketimlerini, Penman Monteith, Kimberley Penman ve Penman (1963) eşitliklerden belirlenen su tüketimleri ile karşılaştırmışlar ve Penman 1963 eşitliği ile belirlenen bitki su tüketiminin lizimetrelerden elde edilen değerlere çok yakın olduğunu belirlemişlerdir.

Torres and Calera (2010) bitki örtüsüz toprak koşullarında olan buharlaşmayı belirlemek amacıyla lizimetre sistemi ve karşılaştırma için de FAO-56 modeli ve Bowen İstasyonunu (BS) kullanmışlardır. Çalışma boyunca BS ve lizimetrelerden alınan verilerin, FAO-56 modeli ile uyumuna bakılmıştır. Sonuç olarak FAO-56 modelde birikimli evapotranspirasyonun miktarı benzer bulunmuş ancak günlük evapotranspirasyon oranında farklılıklar görülmüştür.

Aydınşakir ve ark. (2003) Hem tarla hem de mini lizimetre koşullarında en uygun çim kıyas bitki su tüketimi hesaplama yönteminin FAO-A Sınıfı Buharlaşma Kabı yöntemi olduğunu, bunu Penman yönteminin izlediği belirtmişlerdir. Ayrıca mini lizimetre koşullarının tarla koşullarını iyi temsil etmediği sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışma, ürün veriminin artışında doğrudan etkili olan bitki su tüketiminin belirlenmesi amacıyla, daha önce herhangi bir çalışma yapılmamış olan, Bingöl ilinde yürütülmüştür. Çalışmada doğrudan ölçüm yanı sıra bazı ampirik eşitliklerin kullanılabilirliği karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Deneme Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme bahçesinde yürütülmüştür. 38°53'20.0" kuzey enlemi ile 40°29'39.5" doğu boylamında yer alan araştırma alanı 1108 m rakıma sahiptir. Deneme için 4x5m boyutunda bir parsel oluşturulmuş ve alandan bünye analizi, hacim ağırlığı, su tutma kapasitesi, elektriksel iletkenlik, pH ve organik madde gibi temel parametreler belirlenmek üzere toprak örnekleri alınmıştır.

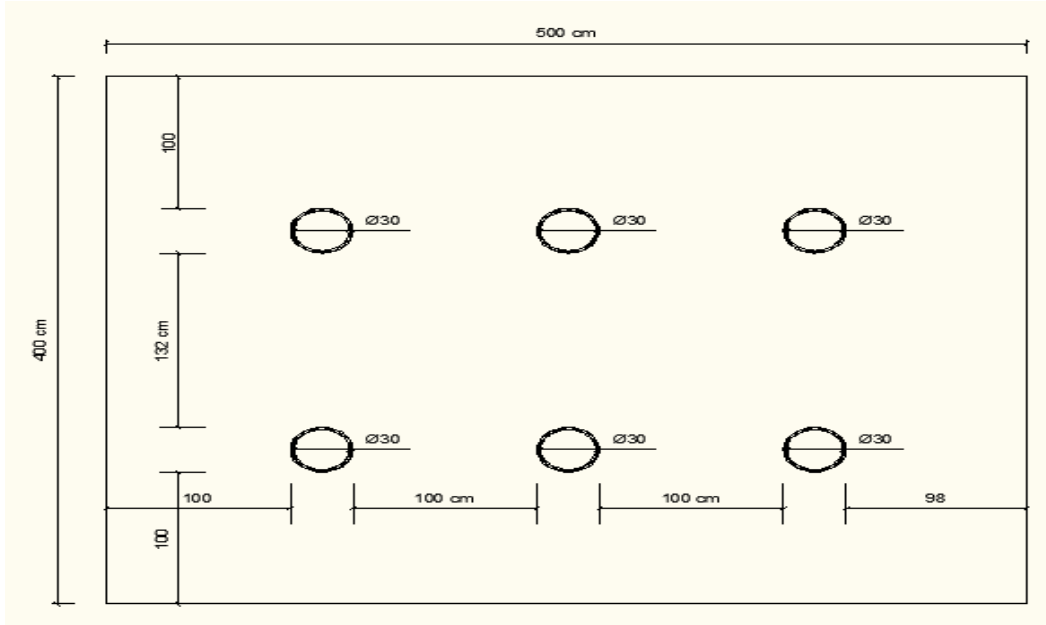
Referans bitki su tüketiminin doğrudan ölçülmesi için tartılabilir mini lizimetreler kullanılmıştır. Lizimetrede dış çeper sınır etkisini azaltmak amacıyla daire kesit tercih edilmiş ve tartım hassasiyetini arttırmak için boyutlar küçük tutulmuştur. Kullanılan lizimetre sayısı 6 olup çapları 30 cm ve derinlikleri 40 cm'dir. Yanlarından toprak dökülmesini önlemek ve lizimetreleri buradan tartım amaçlı kolaylıkla çıkarıp tekrar yerleştirebilmek amacıyla daha geniş çaplı plastik kova ile çukur stabil hale getirilmiştir (Şekil. 1-3).

2013 yılı Mart ayı içerisinde lizimetre ve etrafında uygun tohum yatağı hazırlanıp alana çim ekimi yapılmıştır. Olası drenaj suyunun ölçümü için lizimetre tabanında eşit sayıda delik açılmıştır. Bu deliklerin zamanla tıkanmasını önlemek için en alta kaba kum serildikten sonra, elenmiş toprak + hayvan gübresi karışımı ile standart bir sıkıştırma oranında lizimetre doldurulmuştur. Çim ekimi çevre alan ekimiyle aynı koşulda ve aynı zamanda yapılmıştır. Lizimetre tabanında oluşabilecek drenaj suyunun birikmesi için, lizimetrenin düzgün bir şekilde oturmasını sağlayan kaplar yerleştirilmiştir.

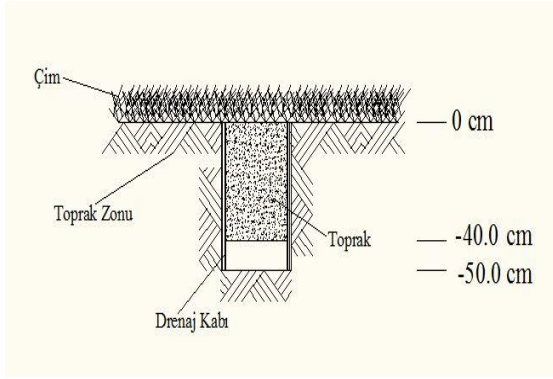
Toprakta eksilen nem miktarları ve referans ET'nin belirlenmesi amacıyla; koşullara bağlı olarak yaklaşık iki günde bir, 0.1 gr hassasiyetli terazi ile lizimetreler tartılmıştır. Tartım değerleri takip edilerek hesaplanan yarıyıllık suyun yarısı tüketildiğinde sulama yapılmıştır. Sulama yapılan günlerde ise sulama öncesi ve sonrası olmak üzere çift tartım yapılmıştır. Tartım yapılan her saatte drenaj kabında su olup olmadığı kontrol edilmiş ve olduğunda mezür ile ölçülüp kayıt edilmiştir.



Şekil 1. Deneme Alanı



Şekil 2. Deneme parseli ve lizimetrelerin yerleştirilme düzeneği



Şekil 3. Lizimetrenin kesit görünüşü

Ampirik eşitliklerle bitki su tüketiminin tahmini

Bölgenin iklim elemanları kullanılarak bazı amprik eşitlikler yardımıyla referans bitki su tüketimi belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan ampric eşitlikler aşağıda özetlenmiştir.

FAO-Penman-Monteith eşitliği (PM)

Doorenbos and Pruitt (1977) tarafından verilen Penman eşitliği, sonraki çalışmalarla Penman-Monteith eşitliğine göre düzeltilmiştir. Anılan eşitlik FAO-PM diye tanınmaktadır (Allen et al. 1994 a ve b).

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

ET₀=Kıyas bitki su tüketimi, mm g⁻¹

R_n = Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ m⁻²g⁻¹

G = Toprak ısı akısı yoğunluğu, MJ m⁻²g⁻¹

T = 2 m yükseklikteki ortalama sıcaklık, °C

U₂ = 2 m yükseklikte ölçülen rüzgar hızı, m s⁻¹

(e⁰-e_a) = 2 m yükseklikte ölçülen buhar basıncı açığı, kPa

Δ = Buhar basıncı eğrisinin eğimi, kPa °C⁻¹

γ = Psikometrik katsayı, kPa °C⁻¹

FAO-24 Blaney-Criddle eşitliği (BC)

Doorenbos and Pruitt (1977 ve 1984), Blaney-Criddle yaklaşımını değiştirmişlerdir. Eşitlikte uzun dönemli ortalama en düşük oransal nem, gündüz rüzgar hızı ile gerçek ve olası güneşlenme oranı değerleri kullanılmıştır.

$$f = P (0.46 T_{ort} + 8.13)$$

$$ET_o = c.f$$

ET_o = Referans bitki su tüketimi, mm day⁻¹

T_{ort} = Ortalama günlük sıcaklık, °C

P= Yıllık gündüz saatlerinin günlük ortalama yüzdesi

C= En düşük oransal nem, gündüz rüzgar hızı ile gerçek ve olası güneşlenme oranı değerlerine bağlı katsayıdır.

Hargreaves-Samani eşitliği (HS)

Hargreaves and Samani (1982 ve 1985) klasik Hargreaves eşitliğinin yeniden geliştirilmiş farklı biçimini önermişlerdir. Eşitlik çayır örtüsünden kaldırılan su buharı miktarının kestirilmesinde kullanılmaktadır. Değınilen yöntem Davis Kaliforniya'da soğuk dönemlerde Alta Fescue otunun yetiştirildiği lizimetrelerde 8 yıl süren ölçmeler sonucu geliştirilmiştir.

$$ET_0 = 0.0023R_aTD^{0.5}(T+17.8)$$

ET₀= Referans bitki su tüketimi mm g⁻¹

R_a=Ekstra terrestriyal radyasyon mm g⁻¹

TD= Sıcaklık katsayısı

T= Ortalama sıcaklık °C

Bulgular ve Tartışma**Çalışma alanı toprak özellikleri;**

Yapılan analiz sonucu elde edilen bazı toprak özellikleri Çizelge 1 de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma Alanı Toprak özellikleri

Bünye	Killi-Tın
EC ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	662
pH	7.33
CaCO ₃ %	5.91
O.M %	2.07
N %	0.103
TK Pv,%	36.56
SN Pv;%	22.84
Hacim Ağırlığı gr.cm^{-3}	1.34

Amirik eşitlikler ve lizimetre ölçümleri ile elde edilen referans evapotranspirasyon değerleri

Belirlenen hem 2013 yılı hem de uzun yıllık iklim değerleri (Çizelge 2) kullanılarak farklı amirik eşitliklerle referans evapotranspirasyon değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3. ve

Şekil 4.'de verilmiştir. Lizimetre tartımlarıyla ağırlık (gram) cinsinden elde edilen günlük buharlaşma miktarları lizimetre alanı dikkate alınarak derinlik (mm) cinsine çevrilmiştir. Elde edilen değerlerden düşen yağış ve oluşan derine sızma (varsa) çıkartılarak net referans ET değeri belirlenmiştir.

Sonuçların istatistiksel olarak karşılaştırılması
İklim verileri setlerinin karşılaştırılması;

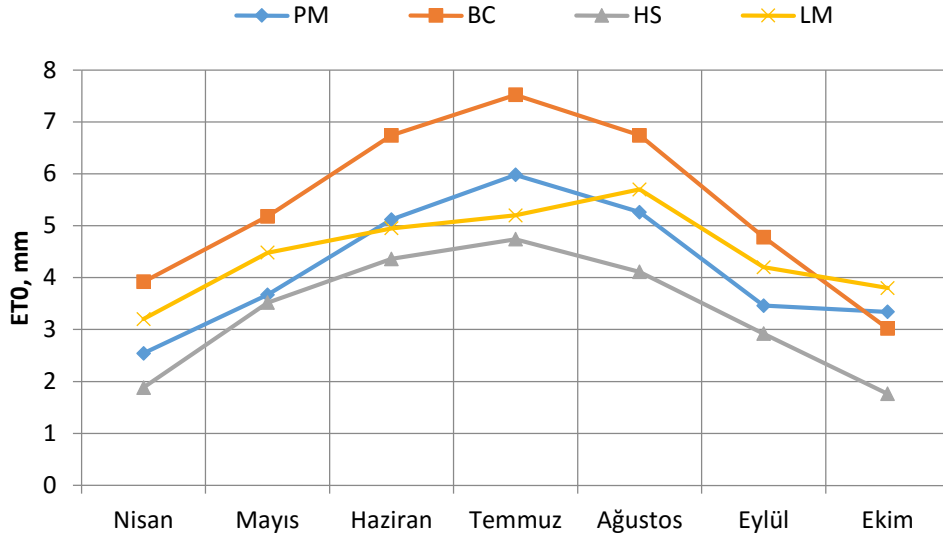
İlk karşılaştırma 2013 iklim verileri ile uzun yıllık veri ortalamalarının kullanılması sonucu elde edilen referans ET₀ sonuçları arasında eşleştirilmiş t-testi kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 4). Çok sayıda iklim parametresinin kullanıldığı Penman-Monteith yöntemine göre uzun yıllık verilerden elde edilen ET₀ değerleri 2013 yılı verilerine göre elde edilenlerden istatistiksel olarak farklı çıkmıştır ($p < 0.01$). Diğer iki yöntemde ise her iki iklim setinde benzer sonuçlar elde edilmiş ve aralarında istatistiksel anlamda fark çıkmamıştır.

Çizelge 2. Deneme yapılan yılda gözlemlenen ve uzun yıllık iklim değerleri

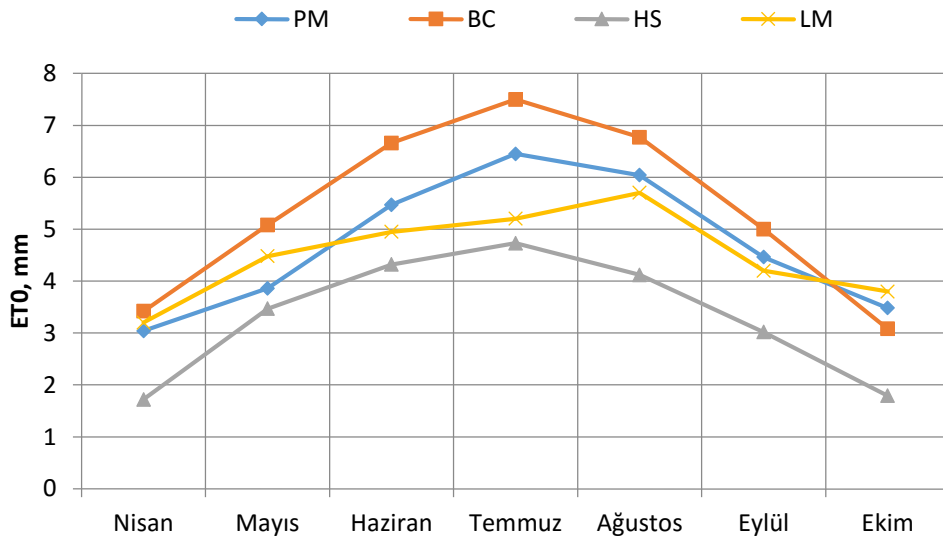
	2013 yılı gözlemlenen iklim değerleri						
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Oransal nem, %	53.3	55.4	35.3	27.7	27.3	36.6	41.12
Rüzgar hızı, m s^{-1}	0.97	0.85	0.98	1.16	0.98	0.74	0.79
Ortalama sıcaklık, °C	13.18	16.73	22.44	26.84	26.17	19.91	13.64
Güneşlenme süresi, saat	8.16	8.15	11.21	12.12	11.05	8.79	7.3
Yağış, mm	63.2	51.8	9.2		0.8	9.2	16
	Uzun yıllık iklim değerleri						
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Oransal nem, %	62.7	55.8	43.7	36.1	35.3	41.1	57.31
Rüzgar hızı, m s^{-1}	1.83	1.89	2.14	2.19	2.08	1.9	1.64
Ortalama sıcaklık, °C	10.6	16.25	22.08	26.72	26.35	21.12	14.03
Güneşlenme süresi, saat	5.55	7.56	9.7	9.93	9.43	8.55	6.28
Yağış, mm	4.09	2.46	0.69	0.19	0.11	0.33	2.06

Çizelge 3. Amirik eşitlikler ve lizimetre ölçümleri ile elde edilen evapotranspirasyon değerleri (mm)

	2013 yılı gözlemlenen iklim verileri ile belirlenen ET ₀ değerleri						
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
FAO-Penman-Monteith Eşitliği	2.54	3.67	5.12	5.98	5.26	3.46	3.34
FAO-24 Blaney-Cridde Eşitliği	3.92	5.18	6.74	7.52	6.74	4.78	3.02
Hargreaves-Samani	1.88	3.52	4.36	4.74	4.11	2.92	1.76
	Uzun yıllık iklim verileri ile belirlenen ET ₀ değerleri						
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
FAO-Penman-Monteith Eşitliği	3.04	3.86	5.47	6.45	6.04	4.46	3.48
FAO-24 Blaney-Cridde Eşitliği	3.42	5.08	6.66	7.50	6.77	5.00	3.08
Hargreaves-Samani	1.72	3.47	4.32	4.73	4.12	3.02	1.79
	Lizimetre ölçümleri ile belirlenen ET ₀ değerleri						
	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim
Ölçülen ET ₀	3.20	4.48	4.95	5.20	5.70	4.20	3.80



Şekil 4. 2013 yılı iklim değerleri kullanılarak belirlenen evapotranspirasyon değerleri (PM: FAO-Penman-Monteith, BC: FAO-24 Blaney-Criddle Eşitliği, HS: Hargreaves-Samani, LM: Lizimetre ölçümleri)



Şekil 5. Uzun yıllık iklim değerleri kullanılarak belirlenen evapotranspirasyon değerleri (PM: FAO-Penman-Monteith, BC: FAO-24 Blaney-Criddle Eşitliği, HS: Hargreaves-Samani, LM: Lizimetre ölçümleri)

Çizelge 4. İklim verileri ile karşılaştırma

Varyasyon kaynakları	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	t	Serbestlik derecesi
PM(2013) – PM(uzun yıllık)	-0.4900	0.3101	0.1172	-4.181**	6
BC(2013) - BC_L(uzun yıllık)	0.0557	0.2229	0.0842	0.661 ^{ns}	6
HS(2013) - HS_L(uzun yıllık)	0.0171	0.0804	0.0304	0.564 ^{ns}	6

*:p<0.05; **:p<0.01

Yöntemlerin karşılaştırılması

İkinci karşılaştırma ise ampirik yöntemlerin ölçülen referans ET değerlerini en iyi temsil etme derecesini belirlemek için yapılmıştır. Bu amaçla

2013 yılı iklim değerleri kullanılarak elde edilen sonuçlar üzerinde eşleştirilmiş t testi yapılmıştır (Çizelge 5).

Çizelge 5. Yöntemlerin karşılaştırılması

Varyasyon kaynakları	Ortalama	Standart sapma	Standart hata	t	Serbestlik derecesi
PM - LM	-3.086	0.5795	0.2191	-1.409 ^{ns}	6
PM - BC	-1.2186	0.6857	0.2592	-4.702 ^{**}	6
PM - HS	0.8686	0.4835	0.1828	4.752 ^{**}	6
BC - LM	0.9100	0.9853	0.3724	2.444 [*]	6
BC - HS	2.0871	0.5448	0.2059	10.136 ^{**}	6
HS - LM	-1.1771	0.5556	0.2100	-5.606 ^{**}	6

*:p<0.05; **:p<0.01

Çizelge 5. incelendiğinde ölçülen referans ET'ye en yakın değerleri PM yönteminin verdiği görülmektedir (P=0.209). İkinci sırada ise BC yöntemi gelmekle beraber önem düzeyi P=0.05 bulunmuştur. Bu sonuç P<0.01 düzeyindeki çalışmalarda BC yönteminin gerçekleşen değerlerden farklı olacağı anlamına gelmektedir. Amprik yöntemler kendi aralarında birbirinden farklı bulunmuştur. Bununla birlikte birçok bitki için yoğun sulama sezonu olan haziran ve temmuz aylarında HS yönteminde gerçek ET değerlerine oldukça yakın sonuçlar vermesi yöntemi değerlendirilebilir kılmaktadır. Benzer konuda yapılan çalışmalar arasında, Howell ve Steiner (1997) mısır, sorgum ve kışlık buğday bitkilerinde lizimetreleri kullanarak elde edilen bitki su tüketimi değerlerini, Penman-Monteith, Penman 1948, Priestly-Taylor, Jensen-Haise ve Pan buharlaşması eşitliklerinden elde edilen değerlerle karşılaştırarak, bitki su tüketiminin tahmininde kullanılabilecek en güvenilir eşitliğin Penman-Monteith eşitliği olduğunu saptamışlardır. Lopez-Urrea et al. (2006) 2000-2002 yılları arasında yapmış oldukları çalışmada 3 adet tartılı lizimetre ile yarı kurak iklim koşullarında referans bitki su tüketimini hesaplamışlardır. Tartılı lizimetreden elde edilen değerlerle iklim verilerinden yararlanılarak hesaplanan referans bitki su tüketimleri karşılaştırılmıştır. Araştırmacılar bu çalışmada FAO-24 Penman ve Blaney-Cridde yöntemlerinin gerçek değerlere göre oldukça düşük değerler verdiği sonucunu elde etmişlerdir. Sonuç olarak gözlemlenen bu farklı sonuçlar; doğrudan ölçüm yöntemi esas olmak üzere, kullanılacak tahmin eşitliklerinin yöre mevcut koşullarına göre test edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bitkisel üretimde temel bir faktör olan bitki su ihtiyacının belirlenmesi diğer girdileri de etkileyen bir öneme sahiptir. Her ne kadar referans bitki su tüketimi amprik eşitliklerle belirlenebilse de asıl olan doğrudan ölçüm yoluyla belirlenmesidir. Bu amaçla kullanılan lizimetre ölçümleri yöntemi zaman alıcı, zor ve maliyetlidir. Amprik eşitliklerin kullanılması durumunda, uygunluğunun incelenmesi ve yöre için

kalibrasyonun yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada değinilen hedef doğrultusunda yapılan ölçümlerde FAO Penman Monteith yönteminin gerçek değerler oldukça yakın sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Ayrıca bu yöntemde o dönemki anlık verilerin kullanılması uzun yıllık verilerin kullanılmasına kıyasla daha farklı ve olumlu sonuçlar verdiği gözlenmiştir. Yine bitki su tüketimine etkili iklim faktörleri; sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, güneşlenme süresi ve buharlaşma değerlerinin girdi olarak kullanıldığı çoklu regresyon analizi ile referans evapotranspirasyonu tahmin eden eşitlik elde edilmiştir. Yüksek korelasyon katsayısına sahip bu regresyon modeli diğer amprik eşitliklere kıyasla kullanımı kolay ve doğrudan yöreye uyumlu olması açısından iyi bir alternatif olarak görülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma Bingöl Üniversitesi tarafından bireysel araştırma projeleri kapsamında desteklenmiştir (BAP-77-69-2011).

Kaynaklar

- Abtew, W. Melesse A., 2013. *Evaporation and Evapotranspiration, Measurements and Estimations*. Springer Dordrecht Heidelberg New York London.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration*. FAO Irrigation and Drainage Paper, No:56, Rome.
- Allen, R.G., Smith, M., Pereira, L.S., Perrier, A. 1994a. An Update for the Calculation of Reference Evapotranspiration. *Intertional Comission on Irrigation and Drainage Bulletin* Vol. 43, No. 2, s, 35-92.
- Allen, R.G., Smith, M., Perrier, A., Pereira, L.S. 1994b. An Update for the Defination of Reference Evapotranspiration *Intertional Comission on Irrigation and Drainage Bulletin* Vol. 43, No. 2, s, 1-34.
- Aydınşakir, K., Baştuğ, R., Büyüktaş D. 2003. Antalya yöresinde çim kıyas bitki su tüketimini veren bazı amprik eşitliklerin tarla ve lizimetre koşullarında kalibrasyonu. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*,16(1),107-119.

- Balçın, M., Kodal, S. Karaata, H., Güleç H. 2004. Karadeniz geçit bölgesi için uygun bir bitki su tüketim eşitliği. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 10 (4) 435-443.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O. 1977. *Crop Water Requirements. Irrigation and Drainage Paper N.24*, FAO, Rome.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O. 1984. *Guidelines for Predicting Crop Water Requirements*. Irrigation and Drainage Paper N.24, FAO, Rome.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., Yıldırım, O. 2004. *Sulama (3.baskı)*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1540, Ders kitabı:493, Ankara.
- Hargreaves, G. H., Samani, Z. A. 1982. Estimating potential evapotranspiration. *Technical Note, Journal Irrigation and Drainage, ASCE*, 108(3):225-230.
- Hargreaves, G. H., Samani, Z. A. 1985. Reference crop evapotranspiration from temperature. *Applied Engineering in Agriculture*. 1(2): 96–99.
- Howell, T.A., Steiner, J.L. 1997. Seasonal and maximum daily et of irrigated winter wheat, sorghum and corn –southern high plants. *Transactions of the ASAE* Vol:40:623-634.
- Kanber, R. ve Steduto, P. 1999. Bitki su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan yöntem bilimi: inceleme ve değerlendirmeler. Ulusal Çalışma Toplantısı, Adana. s. 169- 183.
- Lopez-Urrea, R., Martin de Santa Olalla, F., Faberio, C., Moratalla, A. 2006. Testing evapotranspiration equations using lysimeter observations in a semiarid climate. *Agricultural Water Management*, 85: 15-26.
- Schneider, A.D., Howell,T.A. Moustafa, A.T.A., Evett, S.R., Abou-Zeid, W. 1996. *A weighing lysimeter for developing countries*. Evapotranspiration and Irrigation Scheduling, pp.289-294, Texas.
- Torres, E.A., Calera, A. 2010. Bare soil evaporation under high evaporation demand: a proposed modification to the fao-56 model. *Hydrological Sciences Journal*, 55:3, 303-315.