

REFERANS TOPLAM BUHARLAŞMA (ET_o) NORMAL HARİTALARI

Osman ŞİMŞEK¹, Ali MERMER², Hakan YILDIZ², K. Aytaç ÖZAYDIN², Meral PEŞKİRCİOĞLU²

¹ MGM Araştırma Dairesi Başkanlığı Ziraî Meteoroloji Şube Müdürlüğü
06120 Kalaba, Keçiören, Ankara, TÜRKİYE, e-mail: osimsek@mgm.gov.tr

² Şehit Cem Ersever Cad. No: 9-11 Yenimahalle Kampüsü: İstanbul Yolu 5. km
06171 Yenimahalle /Ankara, TÜRKİYE,

ÖZET

Toplam buharlaşma (Evapotranspiration-ET), etkin sulama ve uygun su yönetimi yarı kurak ve kurak bölgelerde çok önemlidir. Sulama projesi planlayıcıları tarafından baraj, gölet ve bitki deseni projelerinin planlama çalışmalarında kullanılmak için sıklıkla ürün su gereksinimleri ve/veya toplam buharlaşma verilerine ihtiyaç duyulur. Diğer taraftan, iklim değişikliği, su talebindeki artış ve su kıtlığından dolayı su muhafazası gitgide daha fazla önem kazanmaktadır.

FAO Penman-Monteith yöntemi ile çim referans toplam buharlaşma (ET_o) değerlerini hesaplamak için bir FAO yazılımı olan AgroMetShell (AMS) bitki iklim modeli kullanılmış, 1981-1982 Tarım Yılı'ndan 2010-2011 Tarım Yılı'na kadar hesaplanmış olan ET_o değerlerinin aylık ve yıllık olarak ortalamaları alınarak normal haritaları oluşturulmuştur.

Anahtar Kelimeler: FAO Penman-Monteith, ET_o, AgroMetShell,

REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION NORMAL MAPS

ABSTRACT

Evapotranspiration, efficient irrigation and water management in semi-arid and arid regions is very important. The irrigation project planners often use water requirements of products and/or evapotranspiration data to plan dams, ponds and plant design projects. On the other hand, water conservation is becoming more and more important due to climate change, increase in demand of water and water scarcity.

FAO-Penman-Monteith method and AgroMetShell (AMS) Model which is crop growing model of FAO is used to calculate the values of grass reference evapotranspiration (ET_o). Annual and monthly averages of evapotranspiration values calculated between 1981-1982 to 2010-2011 Agricultural Years and normal maps were developed.

Key Words: FAO Penman-Monteith, ET_o, AgroMetShell.

1. GİRİŞ

Bitkinin su tüketimi, yetiştirildiği bölgenin meteorolojik ve ekolojik şartlarının etkisi altında, normal gelişmesini tamamlamak için kullandığı su miktarıdır. Meteorolojik ve ekolojik koşulların su tüketimine olan etkisi zamanla değişiklik gösterir. Bu değişiklik nedeniyle bitki su tüketimi, bölgeler arasında ve bir bölgede birbirini izleyen kısa periyotlar içerisinde farklı miktarlarda olmaktadır (Özgürel ve Mengü, 2009). Bir taraftan fizyolojik (terleme) diğer taraftan fiziksel (buharlaşma) olayları kapsayan toplam buharlaşma (Evapotranspiration-ET), bitki ile örtülü alandan kaybolan su buharı miktarı olarak tanımlanmaktadır (Hatfield ve Fuchs, 1990). Su kaybı, bitki yüzeyinden terleme ve buharlaşma ile toprak yüzeyinden ise doğrudan buharlaşma ile meydana gelmektedir. ET bitki, toprak, iklim ve işletme biçimi gibi çok sayıda etmenin ortak etkisi ile meydana gelmekte olan karmaşık bir olaydır.

Toplam buharlaşma etkin sulama ve uygun su yönetimi yarı kurak ve kurak bölgelerde çok önemlidir. Sulama projesi planlayıcıları tarafından baraj, gölet ve bitki deseni projelerinin planlama çalışmalarında kullanılmak için sıklıkla ürün su gereksinimleri ve/veya toplam buharlaşma verilerine ihtiyaç duyulur. Diğer taraftan, iklim değişikliği, su talebindeki artış ve su kıtlığından dolayı su muhafazası gitgide daha fazla önem kazanmaktadır. Çiftlik sulama planlaması, su kullanım etkinliğinin iyileştirilmesi, su muhafazası, kurak ve yarı kurak bölgelerde çevre ve sürdürülebilir üretimi korumaya yardım edecek olan uygun sulama sonucu ortaya çıkan üretim optimizasyonu için, en önemli yöntemlerden birisidir (Kaya, 2011).

Su tüketiminin belirlenmesinde kullanılan temel yöntem, kontrollü şartlar altında lizimetre denemeleridir. Söz konusu yöntemde güvenilir sonuçlar elde edebilmek için hem çalışmalar konu uzmanı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilmeli, hem de pahalı ekipmanlarla yoğun bir emek sarf edilmelidir. Bu yöntemin yerine pratikte sulama denemelerinde yaygın olarak gravimetrik esasa dayalı toprak su dengesi modeli kullanılmaktadır. Elde her hangi bir araştırma sonucunu olmadığı durumda ise meteorolojik parametrelerden yararlanarak geliştirilmiş deneye dayalı eşitlikler kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen tahmini değerler kullanılır. Tahminde kullanılan eşitliğin gerçek su tüketimine paralel ya da en yakın sonuçlar vermesi beklenir. Günümüzde tahmin konusunda geliştirilmiş çok sayıda deneye dayalı eşitlik bulunmaktadır. Söz konusu eşitliklerin bir kısmı oldukça basit ve ihtiyaç duydukları meteorolojik veriler kolay ölçülebilen ve elde edilebilen parametrelerden oluşurken bazıları ise son derece karmaşık olmasının yanında çok detaylı veri setlerine ihtiyaç duymaktadırlar (Taş ve Kırnak, 2011).

Toplam buharlaşma, doğrudan lizimetrelerle ölçülerek veya dolaylı olarak değişebilir iklim parametrelerine dayalı matematiksel ve istatistiksel metotlar ile olmak üzere iki şekilde tespit edilebilir. Birinci yöntem; uzun bir zaman periyodu, aşırı miktarda işgücü ve masraf gerektirir. İkinci yöntem daha basit, daha hızlı ve bu nedenle daha uygulanabilir olanıdır. Ancak, buharlaşma ve iklim arasındaki fonksiyonel ilişkiye dayalı deneysel metotlar ilişkilerin geliştirildiği şartlardan farklı şartlarda uygulandığında problemler ortaya çıkar. Bu problemi çözmek için, 1971-1975 yıllarında FAO bir danışma kurulu oluşturmuştur. Bu kurul, buharlaşmanın deneysel olarak belirlenmesi için, dünyanın farklı jeolojik ve iklim bölgelerinde konuşlandırılmış olan birçok kurum ile işbirliği yaparak dört yöntem seçmiş, uyarlamış ve önermiştir. Bu yöntemler; güncellenmiş Penman yöntemi, radyasyon yöntemi, güncellenmiş Blaney-

Criddle yöntemi ve güncellenmiş evaporimetre yöntemidir. Buharlaştırmanın belirlenmesi kavramı değiştirilmiş, üç yeni kavram sunulmuş ve açıklanmıştır. Bu kavramlar; yukarıda bahsedilmiş olan yöntemler ile elde edilen referans toplam buharlaşma (ET_o), ürün katsayısı (K_c) ve ürünün toplam buharlaşmasıdır (ET_a) (Dorenboos and Pruitt, 1996; Milivojevic et al., 1996). Suyun sınırlı olmadığı koşullarda sağlıklı büyüyen, toprağı tamamen gölgeleyen, aynı boylu (8-15 cm), yoğun bir yüzeye sahip, yeşil çayır otu (çim) örtüsünden oluşan toplam buharlaşma, referans toplam buharlaşma (ET_o) olarak tanımlanmaktadır.

Kıyaslamalı çalışmalar ve çok sayıda araştırma çalışmaları FAO Penman-Monteith yaklaşımının üstün performansını doğrulamıştır. Kombinasyon metodu içerisine aerodinamik ve bitki örtüsü direnci ilave edilmek suretiyle rüzgar ve türbülans etkilerinin ve ürün örtüsünün gözeneksel davranışının daha iyi benzeşimi başarılmıştır (Monteith, 1965). Rezistans değerlerinin hesaplanmasına ilişkin, başlangıçta metodun kullanımındaki zorluklar; araştırmadaki ilerlemeler, çim ve yonca referans ürünlerini içeren bir dizi ürün için iki parametrenin geçerli tahminleri ile büyük çapta aşılmıştır. FAO uzmanlar konseyi, bir referans ürünün toplam buharlaşmasını hesaplamak için en iyi metod olarak Penman-Monteith yaklaşımının önerilmesinde oybirliğiyle anlaşmaya varmıştır ve referans ürün için standart değerler olarak Allen et al. (1989) tarafından detaylandırıldığı gibi kütle yüzeyi ve aerodinamik rezistans için hesaplamaları benimsemiştir (Smith et al., 1996). Dolayısıyla, Penman-Monteith metodu referans ürünün gerçek toplam buharlaşmasını hesaplamak için en uygun metottur (Allen et al., 1989; Jensen et al., 1990; Rana et al., 1996). Ayrıca, Penman-Monteith eşitliğinin lizimetrelerle ölçülmüş olan toplam buharlaşmaya en yakın sonuçlar verdiği anlaşılmıştır (Mecham, 1996).

FAO-Penman-Monteith yöntemi ile ET_o değerlerini hesaplamak için bir FAO yazılımı olan AgroMetShell (AMS) bitki iklim modeli kullanılmıştır. FAO tarafından finanse edilen “Ürün Verim ve Üretim Tahminleri Kapasitesinin Güçlendirilmesi (TCP/TUR/3002-A) Projesi” kapsamında Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı (GTHB) Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün (MGM) işbirliği ve diğer ilgili kurumların desteği ile yürütülen proje ile, FAO’nun AMS Modeli, istatistiksel yöntemler, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) teknikleri kullanılarak buğday için Türkiye’de aylık bazda verim tahminleri yapılmış, bültenler hazırlanarak yayınlanmıştır (Şimşek vd., 2007). Bu kapsamda Türkiye’de çalıştırılan AMS Modeli kullanılarak 1981-1982 Tarım Yılı’ndan 2010-2011 Tarım Yılı’na kadar hesaplanmış olan çim referans toplam buharlaşma (ET_o) değerlerinin aylık ve yıllık olarak ortalamaları alınarak normal haritaları oluşturulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

FAO Penman-Monteith eşitliği ile çim referans evapotranspirasyon (ET_o) değerlerini hesaplamak için gerekli girdiler araştırılıp temin edilmiştir. Meteorolojik veriler MGM’den (MGM, 2012) alınmış olup, 257 Büyük Klima İstasyonu’na ait verileri kapsamaktadır. Veriler, günlük olarak yağış, nispi nem, rüzgâr hızı, güneşlenme süresi ve şiddeti, maksimum, minimum ve ortalama hava sıcaklığı değerleridir. AMS modeli

bu meteorolojik verileri kullanarak, FAO Penman-Monteith eşitliği ile ETo değerlerini hesaplamaktadır.

Yöntem

Orijinal Penman eşitliğinde buhar iletimine karşı yüzey direnci dikkate alınmamıştır. Penman-Monteith eşitliğinde ise aerodinamik ve termodinamik terimlerin yanında, buhar iletimine karşı bitki tacının aerodinamik direnci (r_c) ile hissedilir ısı ve buhar iletimine karşılık hava direnci (r_a) da eşitliğin içerisine alınmıştır. Ayrıca psikrometrik katsayı düzeltilerek kullanılmıştır. Daha sonra toplanan uzmanlar grubu bu yöntemi FAO Penman-Monteith olarak düzenlemiştir. Yöntemde aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Allen et al. 1998).

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \quad \text{Eşit. 1}$$

Burada;

ET_o = Referans bitki su tüketimi, mm/gün,

γ = Psikrometrik sabite, kPa/°C,

Δ = Buhar basıncı eğrisinin eğimi, kPa/°C,

R_n = Bitki yüzeyindeki net radyasyon, MJ/m²/gün,

G = Topraktaki ısı akımı (günlük-on günlük dönem için $G \approx 0$), MJ/m² gün,

T = Sıcaklık, °C,

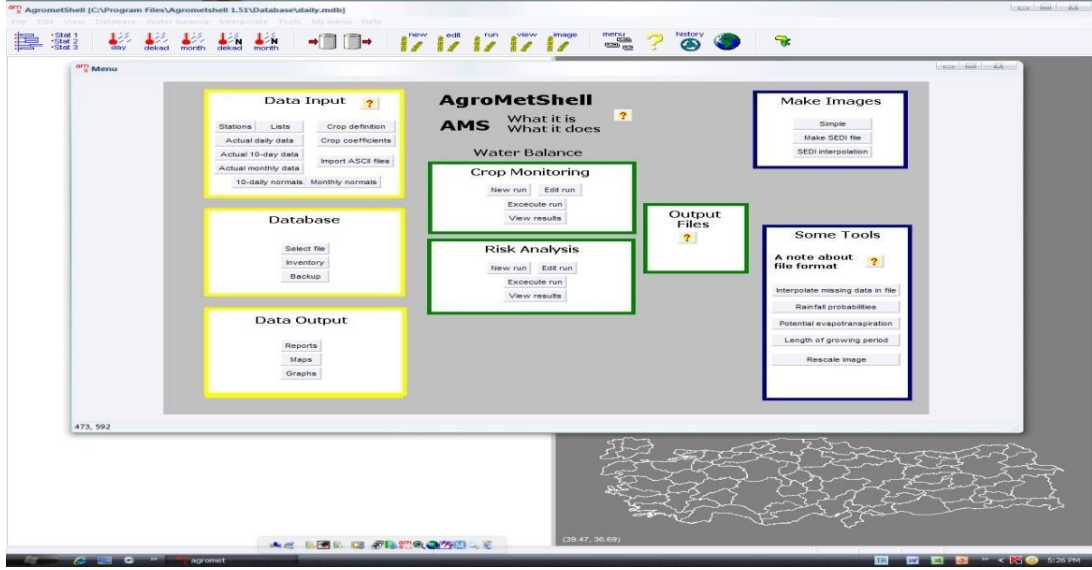
e_s = Ortalama hava sıcaklığındaki doygun buhar basıncı, kPa

e_a = Ortalama hava sıcaklığındaki gerçek buhar basıncı, kPa

u_2 = 2 m yükseklikteki rüzgar hızı, m/s,

Bu çalışmada meteorolojik istasyonlara ait ETo değerlerini hesaplamak için FAO tarafından geliştirilen, farklı araçların bir araya getirildiği AgroMetShell (AMS) modeli kullanılmıştır. AMS, ürün özel toprak su bütçesini hesaplamak için kullanılan bitki, toprak ve meteorolojik verilerin üzerine inşa edilmiştir ve bitki koşullarını değerlendirmek için kullanılan bazı zirai meteorolojik anlamlı değişkenleri üretmektedir (FAO, 2004). Yazılım veri analizi ve Görüntü Veri Analizi (Image Data Analysis-IDA) fonksiyonlarını birleştirir.

Bu çalışmada AMS 1.51 model versiyonu kullanılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 AgroMetShell 1.51 modelinin ana kullanım yüzü

Bu çalışmada 257 meteoroloji istasyonundan elde edilen nokta özelliğindeki ETo değeri ANUSPLINE (Hutchinson, 1989) metoduna göre enterpole edilmiştir. Bu yöntemde sadece istasyonların birbirine olan mesafesi veya parametre ağırlığı değil aynı zamanda yükseklik değeri de hesaplama işleminde kullanılmaktadır. Yöntemde yükseklik verisi olarak SRTM Sayısal Arazi Modeli kullanılmaktadır. Elde edilen sonuç harita arazi modeliyle uyumlu olmaktadır.

3. BULGULAR

Bu çalışmada FAO'nun AMS modeli kullanılarak, FAO Penman-Monteith yöntemiyle ETo değerleri üretilmiş ve Türkiye geneli analizler yapılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen değerler Türkiye'nin çok farklı coğrafik yapı ve iklime sahip olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. 257 istasyon için elde edilen değerlerin aylık ve yıllık bazda maksimum, minimum ve ortalama değerleri Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Referans Toplam Buharlaşma Değerlerinin Zamansal Değişimi

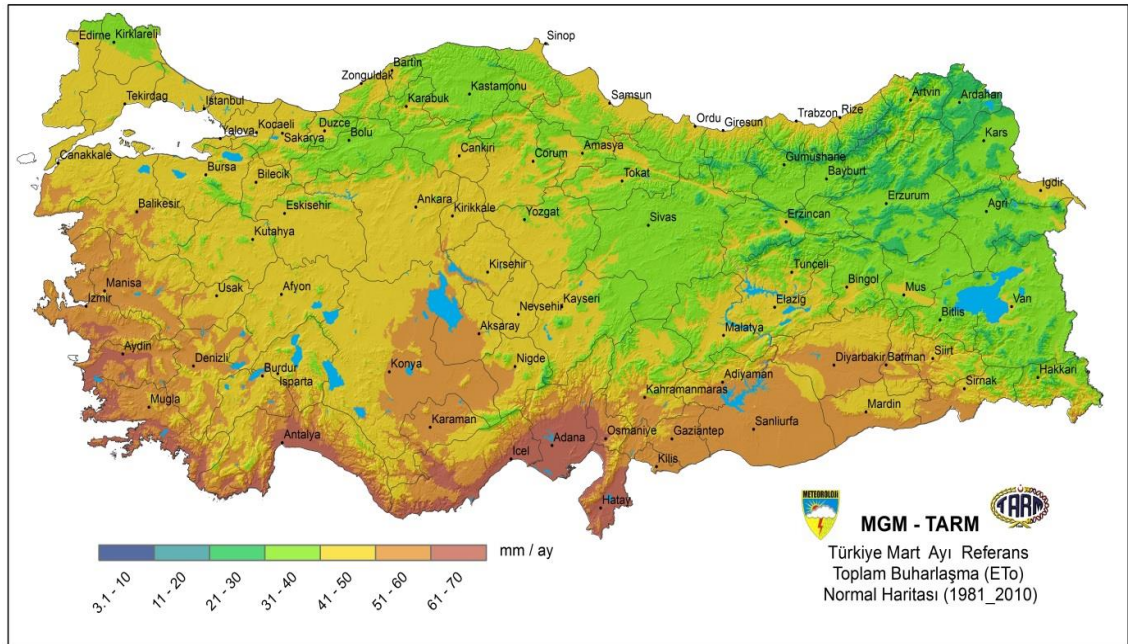
ETo Dağılımı	Ortalama(mm)	Maksimum(mm)	Minimum(mm)
Ocak	20,0	37	10
Şubat	26,4	45	14
Mart	48,1	76	29
Nisan	72,3	102	39
Mayıs	105,3	144	49
Haziran	133,0	199	57
Temmuz	152,6	231	61
Ağustos	139,0	204	59
Eylül	97,6	143	50
Ekim	58,8	96	37
Kasım	29,1	57	17
Aralık	19,6	38	10
Yıllık Toplam	901,8	1268	479

Tablo 3.1'den de görüldüğü üzere ETo değerleri arasında ciddi farklılıklar bulunmaktadır. Bu farklılık, Türkiye'nin değişik coğrafik yapı ve iklim tiplerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı ay içerisinde hesaplanan maksimum ve minimum değerler arasında 3-4 kata varan farklılıklar gözlenmektedir. Örneğin Ocak ayında hesaplanan Ardahan istasyonu ETo değeri 10 mm iken Samandağ istasyonu için hesaplanan değer 37 mm'dir. Temmuz ayında ise Pazar istasyonu için hesaplanan değer 61 mm iken Diyarbakır için hesaplanan değer 231 mm'dir. Yıllık toplam değerlere baktığımızda en yüksek değer Antalya'da 1268 mm olarak bulunurken, en düşük değer Pazar istasyonunda 479 mm olarak tespit edilmiştir.

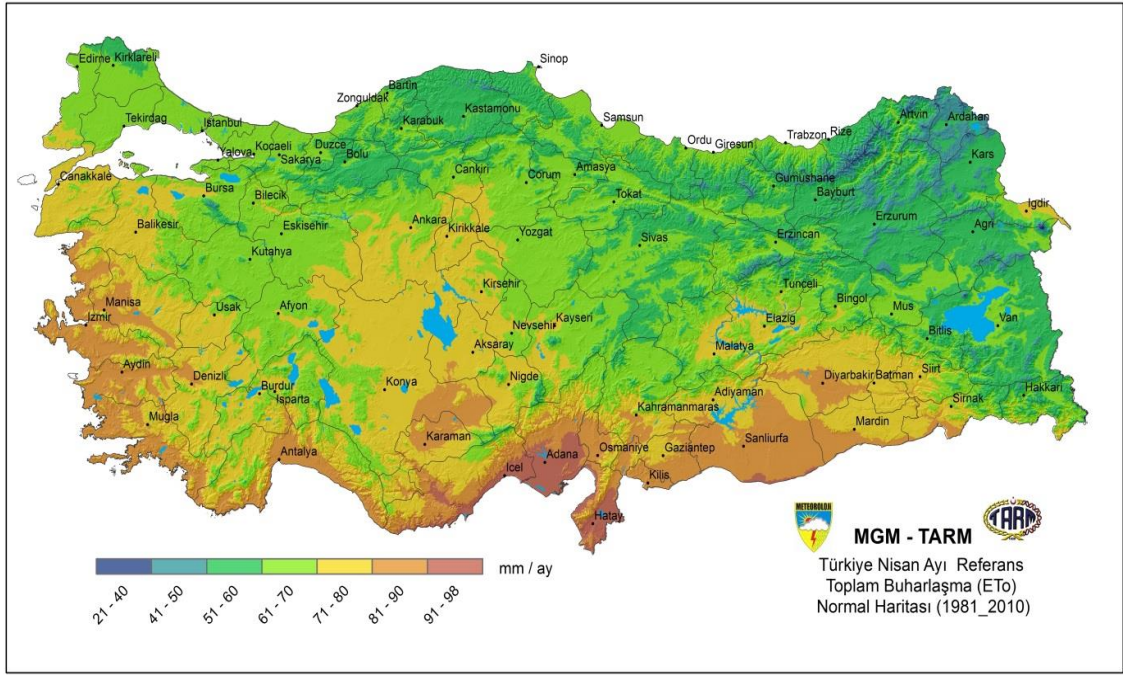
Antalya'da en yüksek değer elde edilmesinin sebebi hem yaz hem de kış sıcaklıklarının yüksek olması, daha uzun süre güneş ışığı alması ve yüksek rüzgâr hızına sahip olmasıdır. Adana'da nem değerleri daha yüksek ve rüzgâr hızı daha düşük olduğu için toplamda ETo değeri Antalya'dan düşük kalmaktadır. Şanlıurfa ve Diyarbakır'da ise kışın karasal iklim nedeniyle sıcaklıklar oldukça düşmekte, ETo değerleri düşük kalmakta ve yıllık toplamda Antalya'nın değerinin altında kalmaktadır. Pazar istasyonunda en düşük değer elde edilmesinin sebebi ise yüksek yıllık yağış, nem ve bulutluluk, çevresine göre düşük ortalama sıcaklık olarak ifade edilebilir.

Aşağıda Mart ayından Haziran ayına kadar Türkiye geneli ETo aylık dağılım haritaları ve yıllık dağılım haritası verilmiştir (Şekil 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5). ETo haritalarının tamamına <http://www.mgm.gov.tr/tarim/referans-toplam-buharlasma.aspx#sfU> linkinden ulaşmak mümkündür.

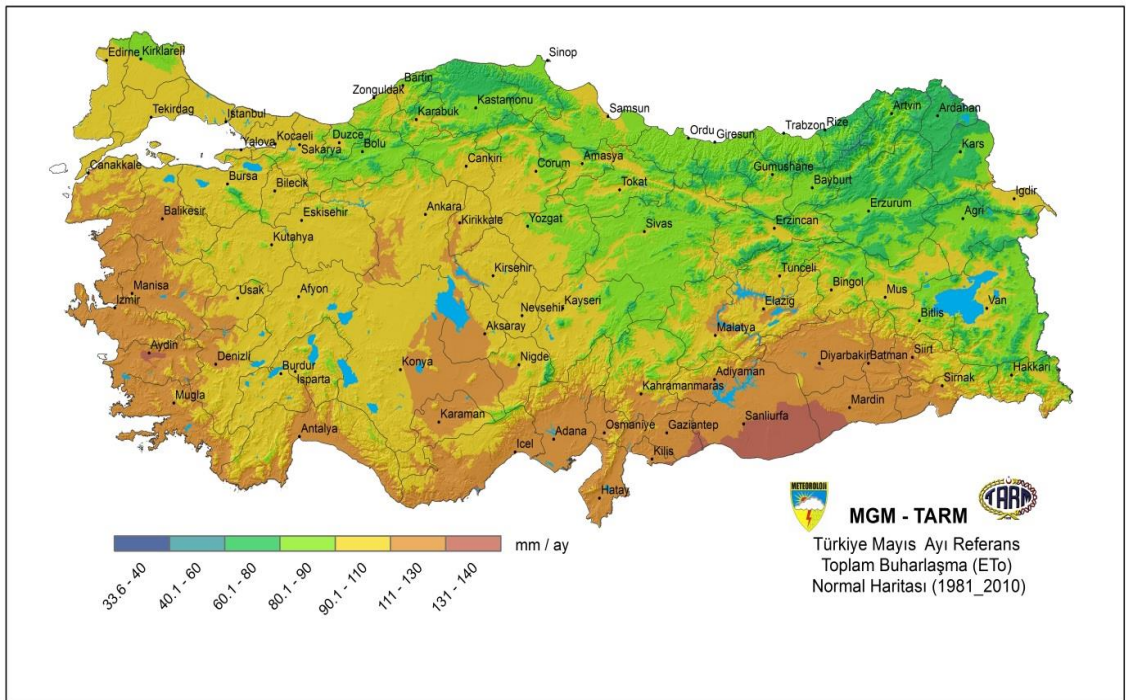
Haritalardan da görüleceği üzere yurdumuzun güney enlemlerinde ve denize yakın bölgelerde yüksek ETo değerleri tespit edilmiştir. Bu bölgeler tarımsal üretimin yoğun olduğu bölgeler olup genellikle de 2. ürün elde etme imkânına sahip olan bölgelerdir. Eğer bu bölgelerde sulama imkânı varsa oldukça yüksek miktarlarda ürün elde etme potansiyeli mevcuttur.



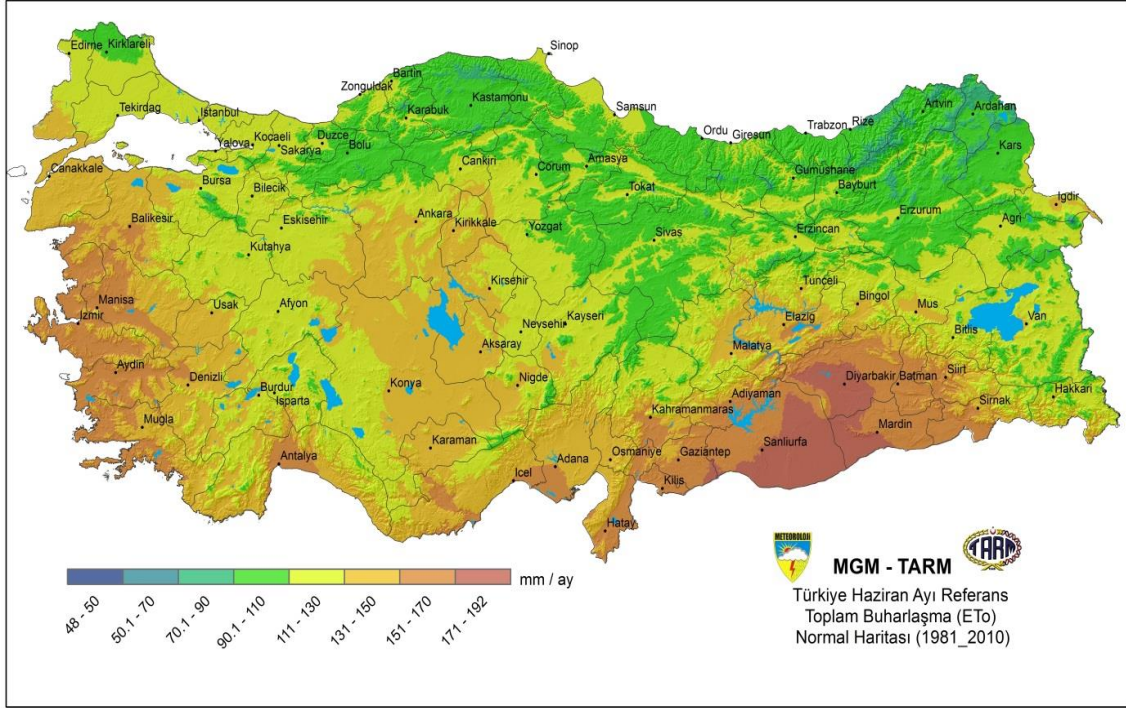
Şekil 3.1 Mart ayı referans toplam buharlaşma normal haritası



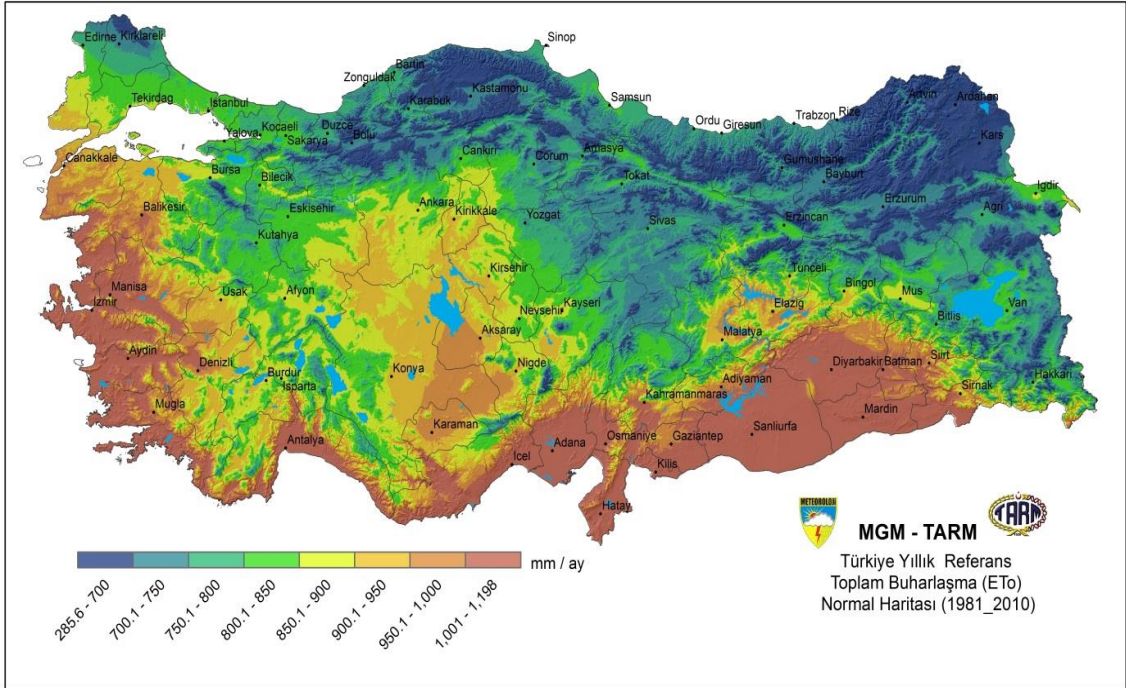
Şekil 3.2 Nisan ayı referans toplam buharlaşma normal haritası



Şekil 3.3 Mayıs ayı referans toplam buharlaşma normal haritası



Şekil 3.4 Haziran ayı referans toplam buharlaşma normal haritası



Şekil 3.5 Yıllık referans toplam buharlaşma normal haritası

4. SONUÇ

Bitki su tüketim değerleri, gerek sulama projelerinin gerekse sulama programlarının hazırlanmasında, hayati öneme sahiptir. Bitkisel üretimde kalite ve verimin artırılmasında en önemli girdi hiç şüphesiz sulama suyudur. Bitkinin gereksinim duyduğu suyun, ihtiyaç duyulan zamanda ve miktarda sağlanabilmesi ancak doğru verilerle tasarlanmış, inşa edilmiş ve işletilen sistemlerde mümkündür. Sulama yapılarının planlama ve tasarım çalışmalarının en önemli bileşenlerinden bir tanesi de inşaatın gerçekleştirileceği bölgedeki üretilen ve üretilmesi planlanan bitkilerin su tüketim değerlerinin bilinmesidir. Tasarımda dikkate alınan bitki su tüketim değerlerinin doğruluğu, doğrudan planlama sonuçlarını etkiler.

FAO-Penman-Monteith yöntemi ile ETo değerlerini hesaplamak için bir FAO yazılımı olan AgroMetShell (AMS) bitki iklim modeli kullanılmıştır. Bu kapsamda Türkiye’de çalıştırılan AMS Modeli kullanılarak 1981-1982 Tarım Yılı’ndan 2010-2011 Tarım Yılı’na kadar hesaplanmış olan çim referans toplam buharlaşma (ETo) değerlerinin aylık ve yıllık olarak ortalamaları alınarak normal haritaları oluşturulmuştur.

Türkiye geneline bakıldığında, ETo değerleri arasında ciddi farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Bu farklılık, Türkiye’nin değişik coğrafik yapı ve iklim tiplerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Aynı ay içerisinde hesaplanan maksimum ve minimum değerler arasında 3-4 kata varan farklılıklar gözlenmektedir. Örneğin Ocak ayında hesaplanan Ardahan istasyonu ETo değeri 10 mm iken Samandağ istasyonu için hesaplanan değer 37 mm’dir. Temmuz ayında ise Pazar istasyonu için hesaplanan değer 61 mm iken Diyarbakır için hesaplanan değer 231 mm’dir. Yıllık toplam değerlere baktığımızda en yüksek değer Antalya’da 1268 mm olarak bulunurken, en düşük değer Pazar istasyonunda 479 mm olarak tespit edilmiştir.

Toplam buharlaşma etkin sulama ve uygun su yönetimi yarı kurak ve kurak bölgelerde çok önemlidir. Sulama projesi planlayıcıları tarafından baraj, gölet ve bitki deseni projelerinin planlama çalışmalarında kullanılmak için sıklıkla ürün su gereksinimleri ve/veya toplam buharlaşma verilerine ihtiyaç duyulur. Diğer taraftan, iklim değişikliği, su talebindeki artış ve su kıtlığından dolayı su muhafazası gitgide daha fazla önem kazanmaktadır. Çiftlik sulama planlaması, su kullanım etkinliğinin iyileştirilmesi, su muhafazası, kurak ve yarı kurak bölgelerde çevre ve sürdürülebilir üretimi korumaya yardım edecek olan uygun sulama sonucu ortaya çıkan üretim optimizasyonu için, en önemli yöntemlerden birisidir.

5. KAYNAKLAR

- Allen, R.G., Jensen, M.E., Wright, J.L., Burman, R.D. 1989. Operational estimate of reference evapotranspiration. *Agron.J.*81:650-662.
- Allen, R.G., Pereira, L. S., Raes, D. and Smith, M. 1998. Crop Evapotranspiration. FAO Irrigation and Drainage Paper, No 56, Rome, Italy: FAO.
- Doorenbos, J., Pruitt, W.O.1975. Les Besoins an Eau Des Cultures. *Bulletin D’Irrigation Et De Drainage.*No.24,p. 1-60.
- FAO. 2004. AgroMetShell Toolbox CD-ROM. FAO-SDRN Working Paper Series. Rome, Italy: FAO – 124.

- Hatfield, J.L. and Funchs, M. 1990. Evapotranspiration Models. Management of Farm Irrigation Systems, Ed: Hoffman ve ark., ASAE Monograf, St. Joseph.
- Hutchinson, M.F. 1989. A new objective method for spatial interpolation of meteorological variables from irregular networks applied to the estimation of monthly mean solar radiation, temperature, precipitation and windrun. Division of Water Resources Technical Memorandum, CSIRO, Australia, 89: 95-104.
- Jensen, M.E., Burman, R.D., Allen, R.G. 1990. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. ASCE Manual And Reports on Engineering Practice No.70.
- Kaya, S. 2011. Yarı-Kurak İklim Koşullarında Farklı Yöntemlerle Hesaplanan Referans Evapotranspirasyon Değerlerinin Karşılaştırılması. Bingöl Ü. Fen Bil. Dergisi, 1(1), 58-60, 2011.
- Mecham, B.Q. 1996. Scheduling turfgrass irrigation by various ET equations. Proceeding of the International Conference.(Eds. C.R.Camp, E.J.Sadler, and R.E.Yoder). 3-6 November, San Antonio, TX.245-249.
- MGM. 2012. Meteorolojik Veriler. Meteoroloji Genel Müdürlüğü, İstatistik ve Yayın Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Milivojevic, J., Nedic, M., Stojanovic, Z., Bosnjakovic. 1996. Supplement to adapted Blaney-Criddle method for determining evapotranspiration. Proceeding of the International Conference.(Eds. C.R.Camp, E.J.Sadler, and R.E.Yoder). 3-6 November, San Antonio, TX.1046-1052.
- Monteith, J.L. 1965. Evaporation and the environment. In the state and movement of water in living organism. XIXth Symposium Soc. for Exp. Biol. Swansea, Cambridge University Pres. pp.205-234.
- Özgürel, M. ve Gülay, P.M. 2009. Tarımsal Meteoroloji. Ege Üniversitesi Yayınları, Ziraat Fakültesi Yayın No: 567, Bornova, İzmir.
- Rana, G., Katerji, N., Mastrorilli, M. 1996. Evapotranspiration measurement of crops under water stress. Proceeding of the International Conference.(Eds. C.R.Camp, E.J.Sadler, and R.E.Yoder). 3-6 November, San Antonio, TX.691-696.
- Smith, M., Allen, R., Pereira, L. 1996. Revised FAO methodology for crop water requirements. Proceeding of the International Conference.(Eds. C.R.Camp, E.J.Sadler, and R.E.Yoder). 3-6 November, San Antonio, TX. 116-123.
- Şimşek, O., Mermer, A., Yıldız, H., Özyayın, K.A. ve Çakmak, B. 2007. AgroMetShell Modeli Kullanılarak Türkiye’de Buğdayın Verim Tahmini. Tarım Bil. Der., 2007, 13(3); 299-307, Ankara.
- Taş, İ. ve Kırnak, H. 2011. Yarı Kurak İklim Bölgelerinde Bitki Su Tüketiminin Tahmininde Kullanılabilecek Ampirik Modeller. ADÜ Ziraat Fak. Dergisi, 8(1), 57-66, 2011.