

## Erzurum-Sakalikesik Ovası Sulama Suyu İhtiyacının Bilgisayar Programı Kullanılarak Belirlenmesi\*

Sebahattin KAYA<sup>1</sup>

Ali ÖZDENGİZ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, 12000, Bingöl, (sebahattinkaya@yahoo.com)  
<sup>2</sup>Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 25240, ERZURUM (Emekli Öğretim Üyesi)

Geliş Tarihi : 28.03.2013

Kabül Tarihi : 22.04.2013

**ÖZET :** Bu araştırma, Erzurum- Sakalikesik Ovası'nda sulu tarıma geçmeden önce, bitki su tüketimleri, sulama programları ve sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi amacıyla, 1994-1995 yıllarında yapılmıştır. Ova'nın tamamını temsil edecek şekilde açılmış olan 42 adet toprak profilinin farklı derinliklerinden alınan bozulmuş ve bozulmamış toprak örneklerinde; bünye ve birim hacim ağırlığı analizleri, tarla kapasitesi ve solma noktası tayinleri yapılmıştır. Ayrıca, toprak profillerinin infiltrasyon karakteristikleri ve sulama suyu kaynağından alınan su örneklerinin sulama suyu karakteristikleri belirlenmiştir. Yörede yetiştirilen bitkilere ait sulama planlaması ve Ova'nın sulama suyu ihtiyacı; Cropwat (V.7) bilgisayar programı yardımıyla, yörenin iklim, bitki ve toprak verileri kullanılarak; kurak, normal ve yağışlı yıllar için belirlenmiştir. Araştırma sahasının mevsimlik sulama suyu ihtiyaçları; kurak, normal ve yağışlı yıllar için sırasıyla 7047, 4605 ve 3524 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir. Araştırma sahasının aylık maksimum sulama suyu ihtiyacı ise 163 mm olarak belirlenmiştir. Bu değere göre, Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından planlanmış ana kanal debisinin, araştırma sahasının sulama suyu ihtiyacını kurak, normal ve yağışlı yıllarda karşılayabileceği anlaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Erzurum-Sakalikesik Ovası, bitki su tüketimi, sulama planlaması, sulama suyu ihtiyacı, Cropwat (V.7), Penman-Monteith Eşitliği.

### Determination of Irrigation Water Requirement for Erzurum-Sakalikesik Plain Using Computer Program

**ABSTRACT :** In 1994-1995, this study was conducted to determine the crop evapotranspirations, irrigation scheduling, and irrigation water requirement in Erzurum-Sakalikesik Plain which will be under irrigation in near future. The texture, bulk density, field capacity, and wilting point analyses were performed on disturbed and undisturbed soil samples collected from different soil depth of 42 soil profiles throughout the Plain. Furthermore, infiltration characteristics of all soil profiles and irrigation water characteristics of water samples from water supply were determined. The irrigation scheduling of crops grown in the plain and irrigation water requirement of the plain were determined by means of the Cropwat (V.7) computer program using climate, crop, and soil data of the study area for dry, normal and wet years. Amounts of seasonal irrigation water required were determined as 7047, 4605 and 3524 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> for dry, normal, and wet years, respectively. Maximum amount of monthly irrigation water required in the study area was determined as 163 mm. According to this value, it was determined that the flow rate of main channel planned by Turkish State Water Services could meet the irrigation water requirements of the study area for dry, normal, and wet years.

**Key words:** Erzurum- Sakalikesik Plain, crop evapotranspiration, irrigation scheduling, irrigation water requirement, Cropwat (V.7), Penman-Monteith Equation.

### GİRİŞ

Sulama suyu gereksiniminin belirlenmesi ve sulama sistemlerinin planlanması için bitki su tüketiminin bilinmesi zorunludur. Bitki su tüketimi evapotranspirasyon ile eşanlı kullanılmaktadır. Evapotranspirasyon toprak yüzeyinden olan buharlaşma (evaporasyon) ile bitki yapraklarından olan terleme (transpirasyon) yoluyla atmosfere verilen toplam su miktarıdır. Genellikle derinlik (mm) olarak ifade edilmektedir. Uygulamada transpirasyon ile evaporasyonun ayrı ayrı ölçülüp değerlendirilmesi oldukça güçtür. Gerçekte sulama yönünden de buna gerek yoktur (Güngör ve Yıldırım, 1989).

Gerçek bitki su tüketimi, kök bölgesi toprağından periyodik olarak örnek alınıp, toprak nemindeki değişim belirlenmek suretiyle direkt olarak saptanabilir. Ancak, bu yöntem fazla miktarda işgücü gerektirmekte ve örnekleme hatalarından doğan bazı sakıncaları bulunmaktadır (Ul ve Anaç, 1990). Uygulamada, her hangi bir bitkinin

evapotranspirasyonunun hesaplanması, öncelikle potansiyel evapotranspirasyonun (ET<sub>p</sub>) ya da referans bitki evapotranspirasyonunun (ET<sub>o</sub> veya ET<sub>r</sub>) hesaplanması ve sonra da uygun bitki katsayısı (K<sub>c</sub>) kullanılarak gerçek bitki evapotranspirasyonunun bulunması işlemlerini kapsamaktadır (Başkan, 1993). Penman (1956) potansiyel evapotranspirasyonu, "toprağı tam olarak örten, üniform yükseklikte, kısa, yeşil ve hiç bir zaman su stresi bulunmayan bitkinin birim zamandaki su tüketimi" olarak tanımlamıştır (Jensen, vd., 1989). Potansiyel evapotranspirasyon tahmininde çeşitli amprik yaklaşımlar önerilmiştir (Örneğin Thornthwaite, 1948; Blaney ve Criddle, 1950). Penman, (1950) tarafından önerilen yöntem, fiziksel temele oturduğu için, doğal olarak daha anlamlıdır. Penman'ın enerji dengesi ve aerodinamik taşınma varsayımlarının kombinasyonuna dayalı bu eşitliği, tarımsal ve çevresel fizik alanına büyük katkıdır (Munsuz, 1982). Aerodinamik pürüzlülük ve

\* Bu çalışma, "Erzurum-Sakalikesik Ovası Topraklarının Sulama Yönünden İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma" isimli doktora tezinden üretilmiştir.

yüzey yansıtma katsayısındaki (albedo) farklılıklardan dolayı bitkiden bitkiye, gizli ve duymansanır ısı iletimindeki farklılıklardan dolayı da yöreden yöreye potansiyel evapotranspirasyonun değişmesi nedeniyle referans evapotranspirasyon (kıyas bitki su tüketimi) daha çok yeğlenmektedir. Referans evapotranspirasyon, belli iklimsel koşullarda yetişen ve yeteri düzeyde sulanan, sağlıklı büyüyen, toprağı tamamen gölgeleyen, 12 cm yüksekliğinde, taç aerodinamik direncinin  $70 \text{ s m}^{-1}$ , yüzey yansıtma katsayısının 0.23 olduğu çayır otları yüzeyinden oluşan maksimum evapotranspirasyon miktarı olarak tanımlanmıştır (Kanber, 1999). Referans evapotranspirasyon tahmin yöntemlerini, Hatfield ve Fuchs (1992), kombinasyon, radyasyon, sıcaklık ve açık su yüzeyinden buharlaşma yöntemleri olarak sınıflandırmışlardır.

Bitki katsayısı, bitki su tüketiminin referans bitki su tüketimine oranı olarak tanımlanır (Güngör ve Yıldırım, 1989). Bitki katsayısı (Kc), bitkinin cinsine, zamana ve toprak nemine bağlıdır ve iki yöntemle bulunur (yonca temelli katsayılar ve çim temelli katsayılar). Bitki katsayılarının hesaplanmasında varsayım olarak; iyi bir bakım ve gübreleme, hastalıktan asgari zararlanma, sağlıklı ve normal boyda bitki, uygun toprak nemi, orta derecede toprak yüzeyi nemi kabul edilir. Bu nedenle Kc değeri üst limitlerde bir bitkinin evapotranspirasyonunu verir (Özer, 1993).

Sulama programlaması, sulama zamanının ve uygulanacak su miktarının belirlenmesi olarak tanımlanan ve su kullanımının optimizasyonunu sağlayan bir kavramdır. Sulama zamanının belirlenmesinde toprak, bitki ve iklim etmenlerinin yeteri kadar analiz edilmesiyle ortaya konmuş belli başlı üç yöntem vardır (Baştuğ, 1994). Toprak ve bitkiye dayalı yöntemler dışında üçüncü yöntem, çok sayıda bilim adamınca geliştirilmiş olan pratik yaklaşımlar olup, bunlar da aşağıda belirtilen hususları içermektedir (Yaşar, 1982 a; 1982 b).

1. Potansiyel veya referans evapotranspirasyonun ölçülmesi veya hesaplanması,

2. Birbirini izleyen iki bitki gelişim dönemlerinde uygun bitki su tüketim katsayıları kullanarak belirli bitkiler için aktüel evapotranspirasyonun hesaplanması,

3. Mevcut koşullar altında gelişim seyrini ters etkilemeksizin bitki tarafından kök bölgesi içinde topraktan alınan su hacmi ile kök derinliğinin belirlenmesi,

4. Bitki kök bölgesinde toprağın kullanılabilir su miktarını belirledikten sonra kullanılabilir suyun azalan miktarını hesaplayarak sulama zamanının saptanması.

Yukarıda belirtildiği gibi pratik yaklaşımlar olarak, sulama planlaması için topraktaki su dengesi eşitliğini dikkate alan bir çok sulama planlaması programı geliştirilmiş olup (AZCHED, CROPWAT, IRRIWAT, vd.), bu programlardaki gerekli toprak ve su yönetim bilgileri (toprağın yararlı su tutma kapasitesi, başlangıç toprak su içeriği, su uygulama randımanı ve izin verilebilir toprak suyu tüketim miktarı, vb.) kullanıcı tarafından girilir.

Bu araştırma, 1994-1995 yıllarında, Sakalikesik Ovası'nda sulu tarıma geçmeden önce, Ova'nın iklim, bitki ve toprak verileri kullanılarak, pratik yaklaşımlarla bitki su tüketimleri, sulama programları ve sulama suyu ihtiyacının belirlenmesi amacıyla yapılmıştır.

## MATERYAL VE YÖNTEMLER

### Materyal

Araştırma alanı olarak seçilen Sakalikesik Ovası Doğu Anadolu Bölgesi'nde, Yukarı Fırat Havzası'nda olup, Erzurum Ovası'nın güneybatı bölümünü oluşturmakta ve  $39^{\circ} 46' - 39^{\circ} 58'$  kuzey enlemleri ile  $41^{\circ} 00' - 41^{\circ} 15'$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. 1750-2000 kotlarında bulunan araştırma sahasının yüzölçümü 15600 ha olup, doğu-batı istikametindeki uzunluğu 18-20 km, kuzey-güney istikametindeki genişliği ise 8-10 km'dir (DSİ, 1987).

Araştırma sahasında karasal iklim hüküm sürmekte olduğundan, kışlar uzun, soğuk ve genellikle kar yağışlı, yazlar ise kısa, sıcak ve kurak geçmektedir. Araştırma sahasının yer aldığı Erzurum İli ve çevresi yarıkurak iklim bölgesinde yer almaktadır (Şahin, 1994). Devlet Meteoroloji İşleri (DMİ) Erzurum Meteoroloji İstasyonu'nda 1929-1995 yılları arasında gözlemlenmiş olan bazı meteorolojik veriler Çizelge 1'de verilmiştir (DMİ, 1974; DMİ, 1984; DMİ, 1994).

Araştırma sahasındaki taban araziler milli ve kumlu çökelmiş materyalden oluşmuş bir alluvial yapıya, yamaç araziler ise kaba materyalden oluşmuş kolluvial bir yapıya sahiptirler. Araştırma sahası toprakları genellikle ağır ve orta bünyelidir. Çok az miktarda hafif bünyeli topraklar da mevcuttur. Toprakların yapıları genellikle üst katmanlarda granüler alt katmanlarda bloktur. Az sayıda teksel yapıya da rastlanmıştır. Araştırma sahası topraklarında kahverengi ve bu rengin çeşitli tonları hakimdir. Özellikle derin profilli alanlarda yoğun ve belirgin pas lekeleri ile az miktarda organik madde lekeleri tesbit edilmiştir (DSİ, 1987). Ova genelinde 12038 ha alanın sulu tarıma uygun olduğu belirlenmiştir (DSİ, 1996).

Çizelge 1. Erzurum İline ait meteorolojik veriler.

Meteorolojik Veriler	Gözlem Süresi (Yıl)	AYLAR												Yıllık
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ortalama Sıcaklık (°C)	67	-8.8	-7.5	-2.8	5.3	10.7	14.9	19.2	19.4	14.8	8.3	1.2	-5.7	5.8
Ortalama Nisbi Nem (%)	66	77	76	75	66	62	57	50	48	50	62	72	76	64
Yağış (mm)	67	24.0	28.1	34.9	53.1	72.9	51.3	28.5	18.3	24.3	45.8	36.2	23.5	440.9
Ortalama Rüzgar Hızı (m s <sup>-1</sup> )	58	2.0	2.2	2.5	3.1	3.1	2.8	3.2	3.0	2.7	2.5	2.2	2.0	2.6
Ort. Güneşlenme Süresi (h gün <sup>-1</sup> )	45	3.1	4.3	5.2	6.5	8.0	10.4	11.5	11.0	9.4	7.1	4.7	3.0	7.0
Buharlaşma (mm)	41	11.8	12.1	22.9	59.2	107.9	142.7	204.7	213.6	161.6	93.4	41.0	17.3	1088.2

Araştırma sahasında çeşitli kademelerde drenaj sorunu mevcuttur. Drenaj sorunu oluşturan etmenler, ilkbaharda düşen yağışlar ve kar erimeleri, belirli sathlarda pınar ve yamaç suları, uygun boşaltım ayakları olmayan yan dereler ile boşaltım ayakları ve çıkış ağız koşulları yetersizliği sayılabilir (DSİ, 1985).

Araştırma sahasında 1981 yılında 11 ayrı yerden taban suyu numunesi alınarak analiz yapılmıştır. Analiz sonucunda numunelerden 9 tanesinin C<sub>2</sub>S<sub>1</sub> sınıfında, 1 tanesinin C<sub>3</sub>S<sub>1</sub>, 1 tanesinin de C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> sınıfında olduğu tesbit edilmiştir. Böylece taban suyunun bitki gelişmesine engel bir kimyasal özelliğinin olmadığı tespit edilmiştir (DSİ, 1985).

### Yöntemler

Açılacak profil sayısı, D.S.İ. VIII. Bölge Müdürlüğü tarafından 1986 yılında arazide yapılan çalışmalar sonucu hazırlanmış olan Sakalikesik Ovası Sulu Arazi Tasnif Raporu ve ekindeki Sulu Arazi Tasnif (SAT) Haritasına göre belirlenmiştir. Öncelikle araştırma sahasına ait sulu arazi tasnif haritalarında sulu arazi sınıf ve alt sınıflarının alanları ve her sınıf ve alt sınıf arazilerin diğer bütün toprak özellikleri dikkate alınarak, açılacak profillerin araştırma sahasını tamamen temsil etmesine çalışılmıştır. Böylece açılacak profil yerleri sulu arazi tasnif haritasında işaretlenerek profil yerlerinin de sahaya dağıtılmasına ve bir arada toplanmamasına çalışılmıştır. Sonuç olarak araştırma sahasında 42 profil açılmasına karar verilmiştir. Aynı sınıf arazilerde farklı toprak özellikleri nedeniyle 1'den fazla profil açılmasına gerek duyulmuştur.

Araştırma sahasında yetiştirilecek olan bitkilerin kök derinlikleri göz önüne alınarak, önceden belirlenen yerlerde 90 cm derinlikte profiller açılmıştır. 90 cm'ye kadar açılan profillerin her 30 cm'lik katından 1'er adet bozulmuş ve 2 adet bozulmamış toprak örneği alınmıştır.

Hacim ağırlığı ve tarla kapasitesinin belirlenmesi amacıyla bozulmamış toprak örnekleri alınırken 5 cm

çapında, 100 cm<sup>3</sup> hacminde paslanmaz çelikten yapılmış örnek alma silindirleri kullanılmıştır. Örnekler ilgili analiz yapılınca kadar 2 °C sabit sıcaklıkta korunmuştur (Demiralay, 1993).

Araştırma sahasında sulama suyu henüz sağlanamadığı için su ilerlemesi ile ilgili çalışmaların yapılması olanaksız olduğundan, sulamaya yeni açılacak olan bu sahada infiltrometrelerle elde edilen infiltasyon değerlerinin kullanılması bir zorunluluk olmuştur (Alıcı, 1980). İnfiltrasyon ölçümleri, toprak numunelerinin alındığı yerlerin çok yakınında yapılmıştır. İnfiltrasyon ölçümleri Apan (1976) ve Omay vd., (1984) tarafından belirtildiği üzere her profil sahası için 4 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

Proje sahasının sulama suyu ihtiyacını karşılamak için DSİ tarafından inşa edilmiş olan Palandöken Barajı'nın su kaynaklarını, Lezgi Çayı ve Pisyan Deresi oluşturmaktadır. Dolayısıyla, sulama suyu örnekleri Aşağı Çat Köyü yanında Erzurum-Çat karayolu ile Lezgi Çayı ve Pisyan Deresi'nin kesiştiği yerlerdeki köprülerden 100 m membaya doğru, bu akarsuların her ikisinden de 1994 ve 1995 yıllarının sulama mevsiminde (Mayıs, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında) alınmıştır.

Toprakların bünye analizleri Demiralay (1993)'e göre "Bouyoucos Hidrometre Yöntemi" ile 2 tekrarlı olarak ve ortam sıcaklığının 25 °C civarında olduğu yaz aylarında yapılmıştır.

Düşük tansiyon bölgesinde (0-1 bar), toprak rutubet tutulması, toprak strüktürü ve gözenek büyüklüğü dağılımının önemli derecede etkisi altındadır. Bu nedenle bozulmamış örneklerin kullanılması tercih edilmiştir. Diğer taraftan, yüksek tansiyon bölgesinde toprak rutubetinin tutulması esas olarak adsorbsiyon yoluyla olup, bu ise strüktürden ziyade toprak materyalinin özgül yüzey alanı ile ilgilidir (Munsuz, 1982). Bu nedenle, solma noktası nem analizleri bozulmuş numunelerde yapılmıştır.

Başlangıçta doymun duruma getirilen bozulmamış toprak örneklerinde 1/3 atm basınç

uygulamasıyla tarla kapasitesi, bozulmuş toprak örneklerinde 15 atm basınç uygulamasıyla solma noktası tayini Richards ve Aran'a (Hanay, 1990) göre yapılmıştır.

Faydalı nem kapasitesi ise, toprakların tarla kapasitesi değerlerinden solma noktası değerlerinin çıkarılmasıyla bulunmuştur.

Toprakların birim hacim ağırlıkları Black'a (Hanay, 1990) göre, hacmi 100 cm<sup>3</sup> olan paslanmaz çelik silindirlerle alınan bozulmamış örneklerin etüvde 105 °C'de kurutulup, kuru ağırlıklarının, silindir hacmine bölünmesiyle elde edilmiştir.

Bitki desenlerinin seçiminde proje alanının toprak ve su kaynakları, çevre ekolojisine uygun bitki türleri, bu bitkilerin sulama suyu ihtiyaçları, işgücü, sermaye, arazi varlığı, birim alandan sağlanabilecek üretim değerleri, pazarlama olanakları gibi değişkenler çok dikkatli bir şekilde incelenmiştir. Bunun için, Tekinel ve Benli (1981) tarafından önerilen kriterler dikkate alınmıştır. Bitki deseninin seçiminde, halihazırda yörede yetişen bitkilerle çiftçilerin alışkanlıkları da gözönünde bulundurulmuştur (ETSO, 1995).

Erzurum İçme ve Sulama Suyu Projesinin bir amacının da hayvancılığın geliştirilmesi için yem bitkileri üretiminin artırılması olduğu dikkate alınmış ve ayrıca işgücünü tüm yıla yaymak ve erozyonu

önlemek için, araştırma sahasında yem bitkileri ağırlıklı bir bitki deseni belirlenmiştir. Araştırma sahasında gelecekte % 23 hububat (% 10 yazlık buğday, % 8 yazlık arpa ve % 5 kışık buğday), % 38 yem bitkileri (% 30 yonca, % 5 fiğ ve % 3 çayır üçgüğü), % 28 çapa bitkileri (% 10 şekerpancarı, % 10 patates, % 5 ayçiçeği, % 2 bostan ve % 1 lahanaya) yetiştirileceği planlanmış ve halihazırda mevcut olan % 11'lik çayır arazisinde gelecekte de aynen kalacağı kabul edilmiştir.

Bitki su tüketimi, sulama zamanı planlaması (sulama programı) ve şebeke su ihtiyaçlarının belirlenmesi FAO tarafından geliştirilen Cropwat (V.7) bilgisayar programı (Smith, 1992) yardımıyla normal, kurak ve yağışlı yıllar için hesaplanmıştır (Kodal vd., 1992). Uzun yıllara ait aylık yağış verilerinden yararlanılarak, Raes vd., (1988), Özer (1990) ve Smith (1992) tarafından belirtildiği şekilde normal, kurak ve yağışlı yıllar için aylık yağış değerleri hesaplanmıştır.

Programda yörenin çok yıllık meteorolojik değerleri kullanılarak referans bitki su tüketimi Penman-Monteith Yöntemi ile hesaplanmıştır (Smith, 1992; Başkan, 1993). Programda bitki su tüketiminin hesaplanmasında kullanılan Penman-Monteith Eşitliği aşağıdadır (Jensen, vd., 1989; Özer, 1993).

$$ET_0 = (86.4 / \lambda) \cdot \left\{ \left[ \Delta (R_n - G) + \rho \cdot C_p \cdot (e_a - e_d) \cdot (1 / r_a) \right] / \left[ \Delta + \gamma \cdot (1 + r_c / r_a) \right] \right\} \quad (1)$$

Eşitlikte;

ET<sub>0</sub> : Referans bitki su tüketimi (mm gün<sup>-1</sup>)

86.4: Enerji formunu (KJm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>), su derinliği (mm gün<sup>-1</sup>) formuna dönüştürmek için kullanılan katsayı,

Δ : Doygun buhar basıncı eğrisinin eğimi (KPa °C<sup>-1</sup>),

R<sub>n</sub> : Toprak yüzeyinde net radyasyon akışı (KJm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>),

G : Toprak ısı akışı (KJm<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>),

ρ : Atmosfer (hava) yoğunluğu (kg m<sup>-3</sup>),

C<sub>p</sub> : Nemli havanın özgül ısısı (KJ kg<sup>-1</sup> °C<sup>-1</sup>),

(e<sub>a</sub>-e<sub>d</sub>): Ortalama hava sıcaklığında doymuş buhar basıncı ile gerçek buhar basıncı farkı (KPa),

γ : Psikrometrik katsayı (sabite) KPa °C<sup>-1</sup>,

r<sub>c</sub> : Kanopi direnci (sm<sup>-1</sup>),

r<sub>a</sub> : Aerodinamik direnç (sm<sup>-1</sup>),

λ : Suyun buharlaşma gizli ısısı (MJ Kg<sup>-1</sup>).

Penman-Monteith yönteminde kullanılan aylık ortalama iklim verileri, hesaplanan radyasyon ve referans evapotranspirasyon değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Penman-Monteith yönteminde kullanılan iklim verileri ile hesaplanan radyasyon ve referans evapotranspirasyon değerleri.

ÜLKE: TÜRKİYE YÜKSEKLİK: 1869 m		Meteoroloji istasyonu : ERZURUM Koordinatlar : 39.92° Kuzey, 41.27° Doğu					
Aylar	Mini. Sıcaklık (°C)	Maksi. Sıcaklık (°C)	Ortalama Nisbi Nem (%)	Rüzgar Hızı (km gün <sup>-1</sup> )	Güneşlenme süresi (h gün <sup>-1</sup> )	Radyasyon (MJm <sup>-2</sup> gün <sup>-1</sup> )	Evapotranspirasyon (mm gün <sup>-1</sup> )
Ocak	-13.4	-4.1	77	125	3.1	6.2	0.5
Şubat	-12.1	-2.7	76	138	4.3	9.3	0.7
Mart	-7.1	1.9	75	157	5.2	13.1	1.3
Nisan	0.3	10.5	66	194	6.5	17.5	2.5
Mayıs	4.8	16.5	62	194	8.0	21.2	3.7
Haziran	7.7	20.9	57	175	10.4	25.1	4.7
Temmuz	11.5	26.0	50	200	11.5	26.3	5.7
Ağustos	11.6	26.7	48	188	11.0	23.9	5.3
Eylül	7.1	22.3	50	169	9.4	18.9	3.8
Ekim	2.1	14.8	62	157	7.1	12.7	2.0
Kasım	-3.1	6.3	72	138	4.7	7.9	0.9
Aralık	-9.5	-1.2	76	125	3.0	5.6	0.5
Yıllık	0.0	11.5	64	163	7.0	15.6	2.6

Penman-Monteith, Allen vd. (1988) tarafından geliştirilmiş ve teorik olarak iyi temele oturtulmuş bir yöntem olup, hem çim hem de yonca referansı baz alınarak kullanılabilir (Özer, 1993). Doorenbos ve Pruitt (1977), sıcaklık, bağıl nem, rüzgar ve güneşlenme süresi ya da radyasyon gibi iklimsel verilerin sağlanabildiği yerlerde Penman yöntemlerinin kullanılmasını önermişlerdir. Sulama sistemlerinin kapasitelerinin yeterliliğinin tayininde % 80 olasılıkla oluşabilecek yağış miktarı (kurak yıl) dikkate alınmıştır. Ayrıca, sulama sistemlerinin işletilmesi çalışmaları için, yağış miktarlarında bitkilerin sulama programlarının elde edilebilmesi amacıyla % 80 (kurak yıl), % 50 (normal yıl) ve % 20 (yağışlı yıl) ihtimal ile oluşabilecek güvenilir yağış değerleri dikkate alınarak hesaplama yapılmıştır.

$$SMD_i = SMD_{i-1} - ET_a + R_f + d_n \quad (2)$$

Eşitlikte;

SMD : (i) ve (i-1). günlerdeki toprak nemi (mm),

ET<sub>a</sub> : Gerçek bitki su tüketimi (mm),

R<sub>f</sub> : Etkili yağış (mm) ve

d<sub>n</sub> : Net sulama suyu miktarıdır (mm).

Gerçek bitki su tüketimi (ET<sub>a</sub>), bitki katsayısı (K<sub>c</sub>) ile referans bitki su tüketimi (ET<sub>o</sub>)'nin çarpılması ile elde edilmiştir. Gelişme dönemlerine bağlı olarak bitki katsayıları Doorenbos ve Kassam (1979) ve Smith (1992) tarafından tablolar halinde verilmiştir.

Sulama zamanının planlanmasında toprak nem dengesi eşitliği kullanılmıştır. Toprak nem dengesi

eşitliği aşağıda verilmiştir (İstanbulluoğlu ve Sevim, 1992).

Erzurum ilinin uzun yıllık yağış verilerine bakılarak kurak yıl dışında, yıl içerisinde bahar döneminde toprakta yeteri kadar nem olduğu kabul edilerek, toprak başlangıç nem içeriği % 90, kurak yıl için % 50 ve güz döneminde de normal, kurak ve yağışlı yılların her üçü için de toprak başlangıç nem içeriği % 50 olarak alınmıştır (Şahin, 1994).

Araştırma sahası topraklarının faydalı su tutma kapasitelerinin ağırlıklı ortalaması 133.5 mm m<sup>-1</sup> olarak belirlenmiştir ve sulama planlamasında bu değer dikkate alınmıştır. Saha sulama suyu ihtiyacı ise aylık bitki su tüketimlerine bağlı olarak belirlenen sulama modülünden yararlanılarak, bitki deseninin bir hektarı için m<sup>3</sup> olarak hesaplanmıştır.

Programda belirlenen aşamalar izlenirken etkili yağış USDA-SCS yöntemiyle hesaplanmıştır (TOPRAKSU, 1982). Sulama zamanı planlamasında optimum sulama koşulu seçilmiş ve her sulamada eksik toprak nem düzeyi tarla kapasitesine yükseltileceği öngörülmüştür. Faydalı suyun düşmesine izin verilen kısmı, bitkilerde yöresel deneme sonuçları olanlarda önerilen değerler, deneme sonuçları olmayanlarda ise Güngör ve Yıldırım (1989) ve Perrier ve Salkini (1991) tarafından belirtilen % 50 değeri kullanılmıştır. Bitkilerin gelişme dönemlerine bağlı olarak kök derinliklerini belirlemek için de yöresel çalışmalardaki değerler ile Güngör ve Yıldırım (1989) tarafından verilen değerler gözönüne alınmıştır. Ayrıca, minimum ıslatma derinliği olarak Özdengiz (1992) tarafından belirtilen 30-40 cm'lik derinlik önerisi de dikkate alınmıştır. Araştırma

sahasında yetiştirilecek bitkilerin kök derinlikleri, büyüme devresi uzunlukları ve topraktaki faydalı suyun kullanılma yüzdeleri Çizelge 3'de verilmiştir.

Hesaplamalarda su uygulama randımanı % 60 olarak alınmıştır (Hansen, vd., 1979; Şener vd.,

1992). Su iletim randımanı ise, suyun tarla başına kadar beton kanallarla iletileceği durumuna göre % 85 olarak alınmıştır (Çevik ve Tekinel, 1990; Beyribey ve Selenay, 1992; İstanbulluoğlu ve Sevim, 1992).

Çizelge 3. Bitki büyüme devresi uzunlukları, kök derinlikleri ve faydalı suyun kullanılma yüzdeleri.

	Büyüme Devresi	Buğ.	Buğ.	Arp.	Şek.	Pat.	Ayç.	Yon.	Çay.	Fiğ.	Üçg.	Bost.	Lah.
		(K)*	(Y)*		Panc.								
Büyüme Devresi Uzunluğu (Gün)	Başlangıç	30	20	30	55	30	50	30	15	25	30	25	25
	Gelişme	200	25	25	35	35	30	75	15	30	60	30	45
	Orta	40	40	30	40	50	30	105	20	30	90	30	50
	Son	50	40	30	30	40	30	150	10	20	180	20	50
Kök Derinliği (cm)	Başlangıç	60	60	60	60	40	60	90	90	40	40	40	40
	Orta ve Son	90	90	90	90	60	90	90	90	40	40	60	40
	Tüm Sezon	50	50	50	50	50	80	50	50	50	50	50	20

\* (K), Kışlık ekilen buğday; (Y) ise yazlık ekilen buğday için kullanılmıştır.

#### BULGULAR ve TARTIŞMA

Gelecekte yetiştirilmesi planlanan bitkilerin kurak, normal ve yağışlı yıllara göre sulama zamanı planlaması (sulama programları) sonuçları tablolar halinde verilmiştir. Her bitki için ayrı ayrı düzenlenen sulama zamanı planlaması tablolarında, bitkilerin ekim ve hasat tarihleri, sulama zamanı ve

aralıkları, her sulamada uygulanacak olan brüt ve net sulama suyu miktarları ile sulama modülleri verilmiştir. Ayrıca, bazı mevsimlik değerler ile sulama programı ve yağış etkinliği yüzdeleri de sunulmuştur. Yazlık buğdaya ait sulama programı, örnek olarak Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4. Yazlık buğdayın normal yıl için sulama programı.

Bitki Cinsi	: Yazlık Buğday		Kullanılabilir su tutma kapasitesi : 130 mm m <sup>-1</sup> Tarla su uygulama randımanı : % 60		
Ekim Tarihi	: 15.04				
Toprak Bünyesi	: Tın				
Sulama Seçeneği	: Toprakta tüketilmesine izin verilen suyun tamamı tüketildiğinde tarla kapasitesine kadar sulama uygulaması (Optimum sulama koşulu)				
Sulama No	Sulama Aralığı (Gün)	Sulama Tarihi	Uygulanan Net Sulama Suyu Miktarı (mm)	Uygulanan Brüt Sulama Suyu Miktarı (mm)	Sürekli Akış (l s <sup>-1</sup> ha <sup>-1</sup> )
1	63	17 Haziran	60.5	100.8	0.19
2	18	05 Temmuz	61.2	102.0	0.66
3	17	22 Temmuz	60.1	100.2	0.68
Hasat	29	19 Ağustos			
Toplam brüt sulama suyu miktarı		: 303.0 mm	Toplam yağış		: 193.4 mm
Toplam net sulama suyu miktarı		: 181.8 mm	Etkili yağış		: 172.5 mm
Toplam sulama suyu kaybı		: 0.0 mm	Top yağış kaybı		: 20.9 mm
Hasatta toprakta kalan su miktarı		: 27.1 mm	Gerçek sulama suyu ihtiyacı		: 197.2 mm
Bitki tarafından kullanılan gerçek su tüketimi		: 369.7 mm	Yağış etkinliği		: % 89.2
Sulama programının etkinliği		: % 100			
Sulama programının eksikliği		: % 0.0			

Araştırma sahasında ileride (DSİ projesinin tamamlanmasından sonra) sulu tarıma geçildiğinde, yetiştirilmesi düşünülen bitkiler için hesaplanan bitki su tüketimi değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5'deki bitki su tüketim değerleri incelendiğinde en yüksek mevsimlik su tüketiminin patates bitkisinde (664.3 mm), en düşük mevsimlik su tüketiminin de çayır bitkisinde (207.4 mm) olduğu görülmektedir.

Çizelge 5. Bitki ekiliş yüzdeleri ve mevsimlik su tüketimleri.

Bitki Cinsi	Ekiliş Oranı (%)	Bitki Su Tüketimi (mm)	Bitki Cinsi	Ekiliş Yüzdesi	Bitki Su Tüketimi (mm)
Buğday (K)*	5	369.0	Ç.Üçgülü	3	565.7
Buğday (Y)*	10	369.7	Ş.Pancarı	10	586.8
Arpa	8	317.2	Patates	10	664.3
Yonca	30	623.7	Ayçiçeği	5	441.0
Çayır	11	207.4	Bostan	2	485.1
Fiğ	5	309.7	Lahana	1	417.8

\* (K), Kışlık ekilen buğday; (Y) ise yazlık ekilen buğday için kullanılmıştır.

Bulunan sonuçları destekleme açısından, araştırma sahasında yetiştirileceği planlanan bitkilerle ilgili olarak, Erzurum koşullarında geçmiş yıllarda araştırmacılar ve çeşitli kuruluşlarca yapılmış olan sulama ve su tüketimi araştırma sonuçları gözden geçirilmiş ve sonuçların uyumlu olduğu anlaşılmıştır.

Başkan (1993), referans evapotranspirasyonun hesaplanması için kullanılan yöntemlerin, uygun bitki katsayıları ile kullanıldığında, bitki su tüketimlerinin yeterli güvenlik sınırları içerisinde tahmin edilebildiğini ve burada önemli olanın deneysel olarak bulunan bitki katsayılarının uygun referans evapotranspirasyonla kullanılması olduğunu belirtmiştir.

Sulama suyu ihtiyaçları proje ömrü içerisinde kritik kurak yıllar boyunca maksatları karşılayacak bir seviyede tutulmak zorundadır (Özer, 1990). Bu nedenle şebekeden çekilmesi gereken su miktarları kurak, normal ve yağışlı yıllar için aylık olarak tek tek hesaplanmış ve Çizelge 6'da verilmiştir. Bu çizelgede ayrıca, aylık olarak bitkilerin sulama suyu tüketim değerleri de (mm olarak) yer almaktadır. Gerekli su miktarının belirlenmesinde tüm yıl yerine genel olarak bitki yetiştiriciliğinin başladığı, yoğunlaştığı ve sona erdiği dönemler olan Nisan-Ekim dönemi dikkate alınmıştır.

Ana sulama şebekesinden çekilmesi gerekli su miktarları değerleri Çizelge 6'da bitki deseninin 1 ha'lık alanı için verilmiştir. Bu miktarlardan yararlanılarak ekilen toplam alana bağlı olarak sulama suyu ihtiyacı belirlenmiştir.

Çizelge 6'daki değerlerin incelenmesinden görülebileceği gibi ana sulama şebekesinden çekilecek sulama suyu miktarı kurak yılda, normal ve yağışlı yıllara göre daha fazladır. Kurak, normal ve yağışlı yıllarda en fazla sulama suyu ihtiyacı Temmuz ayında olmaktadır. Bunun nedeni, bu ayda su tüketiminin maksimum olması ve sahada yetiştirilmesi planlanan bitki paternine ve sulama programlarına göre sulamanın Temmuz ayında yoğunlaşmasıdır. Belirlenen bitki paterni ve sulama programına göre, normal ve yağışlı yılların Nisan ve Ekim aylarında sulama suyuna gereksinim duyulmamaktadır. Kurak yılın Haziran ayı hariç, kurak, nemli ve yağışlı yılların sulama yapılan aylarındaki sulama suyu ihtiyaçları, bu aylardaki yağış miktarına bağlı olarak değişmektedir. Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarındaki sulama suyu ihtiyaçlarının fazlalığı, bu aylarda Erzurum'a az yağış düşmesinden kaynaklanmaktadır. İhtiyaç duyulan en düşük sulama suyu değerleri, kurak yılda Ekim ayında normal ve yağışlı yıllarda ise Mayıs ayında olmuştur.

Çizelge 6. Aylık sulama suyu gereksinimleri.

Aylar	Derinlik Olarak (mm)			Birim Alana Hacim Olarak (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
	Kurak Yıl	Normal Yıl	Yağışlı Yıl	Kurak Yıl	Normal Yıl	Yağışlı Yıl
Nisan	46.0	-	-	541.18	-	-
Mayıs	46.8	11.7	11.7	550.58	137.65	137.65
Haziran	142.3	67.7	28.6	1674.12	796.47	336.47
Temmuz	161.5	163.0	120.2	1900.00	1916.65	1414.12
Ağustos	141.7	95.3	87.0	1667.06	1121.18	1023.53
Eylül	60.5	53.6	52.0	711.77	631.77	611.77
Ekim	0.2	-	-	2.35	-	-
Toplam	599.0	391.4	299.5	7047.07	4604.72	3523.54

Sulama sezonu müddetince şebekeden alınacak sulama suyu miktarları kurak yıl için  $7047.07 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , normal yıl için  $4604.72 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ve yağışlı yıl için  $3523.54 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ 'dir. Böylece sezon boyunca tüketilen sulama suyu miktarı, kurak yılda normal yıla göre % 53.04 ve yağışlı yıla göre % 100.00 daha fazla olmaktadır. Çizelge 6'da derinlik (mm) olarak verilmiş olan aylık sulama gereksinimleri, toplam (brüt) değerler olup, maksimum ihtiyacın normal yılın Temmuz ayında (163 mm) olduğu anlaşılmaktadır. Bu değere göre devamlı akış debisinin  $6.198 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  olması gerekmektedir. Böylece, bu araştırmadaki bitki paterni ve sulama programına göre, Blaney-Criddle Yöntemine göre belirlenmiş olan DSİ ana kanal çıkış debisi ( $7.480 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ), DSİ tarafından sulama sahası olarak belirlenen 12038 ha'lık alanın sulama suyu ihtiyacını kurak, normal ve yağışlı yıllarda karşılayabilecektir (DSİ, 1996). Sonuç olarak Ertuğrul ve Apan (1979), tarafından önerilen "sistem kapasitesi" bitki su tüketiminin maksimum olduğu devrede bitkilerin su gereksinmelerini karşılayacak şekilde planlanmalıdır koşulu yerine getirilmiş olmaktadır. Ancak, araştırma sahasındaki diğer su kaynaklarının da kullanılmasıyla sulama sahası dışında kalan alanlar da sulanabilir.

#### KAYNAKLAR:

Alıcı, Ü., 1980. Tava ve karıklarda su ilerlemesi hesaplama yöntemlerinin tarla koşullarına uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.

Apan, M., 1976. Malatya Şahnağan Ovasında sulama yönünden verimliliği sınırlayan sorunlar ve çözüm olanakları üzerinde bir araştırma. Atatürk Üniv. Ziraat Fak., Erzurum.

Başkan, M., 1993. Su Tüketiminin belirlenmesinde yeni yaklaşımlar (Potansiyel ve Referans Evapotranspirasyon Yöntemleri). In: Şener, S. (Ed.), Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri, 13-24 Eylül 1993, Tarsus, 50-78, Köy Hiz. Genel. Müd. Yayınları, No: 76, Ankara.

Baştuğ, İ., 1994. Bitki su setresinin niceliksel ifade biçimleri ve sulama zamanının belirlenmesinde kullanılmaları. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Dergisi 7 (1): 114-128.

Beyribey, M., Selenay, M.F., 1992. Sulama şebekelerinde sistem kapasitesinin belirlenmesi. Topraksu Dergisi, 2: 8-13.

Çevik, B., Tekinel, O., 1990. Sulama şebekeleri ve işletme Yöntemleri. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 81, Adana.

Demiralay, İ., 1993. Toprak Fiziksel Analizleri. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:143, Erzurum.

DMİ, 1974. Ortalama ve Ekstrem Kıymetler Meteoroloji Bülteni, Devlet Meteor. İşl. Gen. Müd., Başbakanlık Basımevi, Ankara.

DMİ, 1984. Ortalama Ekstrem Sıcaklık ve Yağış Değerleri Bülteni (Günlük, Aylık). Devlet Meteor. İşl. Gen. Müd., Ankara.

DMİ, 1994. Meteorolojik Veriler, Devlet Meteor. İşl. Gen. Müd., Yayın No: 296-1, Ankara.

Doorenbos, J. and Kassam, A.H., 1979. Yield Respons to Water. FAO, Irrig. and Drain. Paper No: 33, Rome, Italy.

Doorenbos, J. and Pruiitt, W.O., 1977. Guidelines For Predicting Crop water Requirements. FAO, Irrig. and Drain. Paper No: 24, Rome, Italy.

DSİ, 1985. Erzurum Projesi Sakalikesik Ovası Planlama Drenaj Raporu. DSİ Gen. Müd., VIII. Bölge Müd., Erzurum.

DSİ, 1987. Erzurum Projesi Sakalikesik Sulaması Planlama Revize ve Ek Alan Arazi Sınıflandırma Raporu. DSİ Genel Müdürlüğü, VIII. Bölge Müdürlüğü, Erzurum.

DSİ, 1996. Erzurum İçme ve Sulama Suyu Projesi Sakalikesik Sulaması Katı Proje Raporu. DSİ. VIII. Bölge Müd., Erzurum.

Ertuğrul, H., Apan, M., 1979. Sulama Sistemlerinin Projelenmesi. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 252, Erzurum.

ETSO, 1995. 1994 Yılı Erzurum İli Ekonomik ve Ticari Durum Raporu. Tic. ve Sanayi Odası, Erzurum.

Güngör H., Yıldırım, O., 1989. Tarla Sulama Sistemleri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:1155, Ankara.

Hanay, A., 1990. Çöp kompostunun toprağın bazı yapısal özellikleri ve toprak-su ilişkilerine olan etkilerinin ahır gübresiyle karşılaştırılması üzerine bir araştırma. Doktora tezi, Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Erzurum.

Hansen, Y.E., Israelsen, O.W., Stringham, G.E., 1979. Irrigation. Principles and Practices. John Wiley and Sons, New York.

Hatfield, J.L., Fuchs, M., 1992. Evapotranspiration, Models. Management of Farm Irrigation System. ASAE, 2950 Niles Road St. Joseph, Michigan 49085-9659, USA.

İstanbuluoğlu, A., ve Sevim, Z., 1992. Kars-Aralık rüzgar erozyon sahası sulama zamanı planlamasında cropwat bilgisayar programının kullanılması. IV. ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 24-26 Haziran, 1992, 175-185, Erzurum.

Jensen, M.E., Burman, R.D., Allen, R.G., 1989. Evapotranspiration and Irrigation Water Requirements. Final Draft, ASLE, New York, NY, USA.

Kanber, R. 1999. Sulama. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No: 174, Adana.

Kodal, S., Tokgöz, M.A., Olgun, M., Öztürk, F., Selenay, M.F., Beribey, M., 1992. Yağış, toprak ve bitki deseninin sulama suyu miktarı ile sistem kapasitesine etkisi. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 24-26 Haziran 1992, 19-24. Erzurum.

Munsuz, N., 1982. Toprak-Su İlişkileri. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, No:789, Ankara.

Omay, E., Demirören, T., Kanber, R., 1984. Sulama Rehberi. Topraksu Araştırma Ana Projesi, 434-1, Şanlıurfa.

Özdengiz, A., 1992. Bitki su tüketimi ve rasyonel bir sulamanın ana ilkeleri. IV. Ulusal Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Bildirileri, 24-26 Haziran 1992, 1-15, Erzurum.

Özer, M.N., 1993. Evapotranspirasyon. In: Şener, S. (Ed.), Sulama Teknolojisinde Yeni Gelişmeler Semineri, 13-24 Eylül 1993, Tarsus, 38-48, Köy Hiz. Genel. Müd. Yayınları, No: 76, Ankara.

Özer, Z., 1990. Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar (Teknik Rehber) Köy. Hiz. Gen. Müd. Havza Islahı ve Göletler Daire Başk., Ankara.

Perrier, E.R., Salkini, A.B., 1991. Supplemental Irrigation in the Near East and North Africa. Icarda, Aleppo, Syria.

Raes, D., Lemmens, H., Aelst, P. V., Bulcke, M.V., Smith, M., 1988. Irrigation scheduling information system. Laboratory of Land Management, Faculty of Agricultural Sciences, K.U. Leuven, Belgium.

Smith, M., 1992. Cropwat: A Computer Program For Irrigation Planning and Management. FAO Irrigation and Drainage Paper, No: 46, Rome, Italy.

Şahin, Ü., 1994. Kuzgun Barajı Daphan Ovası Sulama Sahası Topraklarının Sulama Yönünden İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst., Erzurum.

Şener, S., Güngör, H., Bayrak, F., 1992. Su İletim ve Uygulama Randımanları. Köy Hiz. Gen.Müd. Yayınları, No:15, Ankara.

Tekinel, O., Benli, E., 1981. Türkiyede su kullanımının düzenlenerek üretimin artırılması olanakları. Türkiye II. Tarım Kongresi, 19-22 Ekim 1981, 193-202, Ankara.

TOPRAKSU, 1982. Türkiye'de Sulanan Bitkilerin Su Tüketimleri Rehberi. Topraksu Yayını, No: 718, Ankara.



Ul, M.A., Anaç, S., 1990. Gerçek bitki su tüketiminin pratik olarak belirlenmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 27 (3): 307-316.  
Yaşar, S., 1982 a. Sulama zamanının belirlenmesinde uygulanan belli başlı yöntemler ve esasları. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 19 (1): 81-91.

Yaşar, S., 1982 b. Kültür bitkilerinin sulama uygulamalarında temel sorunlar ve bu sorunların çözümünde bilimsel araştırmaların katkısı. Ege Üniv. ziraat Fak. Derg.,19 (1): 285-294.