

M.S.B. HARİTA GENEL KOMUTANLIĞI TÜRKİYE  
UZAKTAN ALGILAMA SEMİNERİ BİLDİRİSİ

PATATES BİTKİSİ SU TÜKETİMİNİN UZAKTAN  
ALGILAMA TEKNİKLERİ İLE TAHMİNİ

A.Nejat Evsahibioglu<sup>1)</sup>

Turhan Aküzüm<sup>2)</sup>

ÖZET

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarında 1988 yılı bitki gelişme süresi içinde yürütülen bu çalışmada, Uzaktan Algılama tekniklerinin Patates bitkisi (*Solanum tuberosum*) su tüketim tahminlerinde uygulanma olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Granola çeşidi ile yürütülen denemelerde, uzaktan algılama teknikleri ile tahmin edilen su tüketimi değerleri, gravimetrik yöntemle toprak nem dengesi ilkesine göre ölçülen su tüketimleri ile karşılaştırılmıştır.

Araştırmadan elde edilen bulgular, tahmin edilen ve ölçümle saptanan birikimli su tüketimi değerlerinin grup ortalamaları arasında istatistiksel yönden % 95 olasılıkla önemsiz düzeyde sapmaların varlığını ortaya koymuştur. Araştırma sonuçlarına göre, uzaktan algılama tekniklerinin patates bitkisi su tüketim tahminleri için uygulanabilir nitelikte olduğu anlaşılmıştır.

SUMMARY

ESTIMATION OF EVAPOTRANSPIRATION FOR  
POTATO USING REMOTE SENSING TECHNIQUES

The purpose of this study was to examine the usage possibilities of remote sensing techniques for predicting

- 1) Doç.Dr. A.Ü.Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Öğretim Üyesi, Ankara.
- 2) Prof.Dr. A.Ü.Ziraat Fakültesi Kültürteknik Bölümü Öğretim Üyesi, Ankara.

evapotranspiration rates of Potato (*Solanum tuberosum*). The research was carried out on the experiment fields of Agronomy Department of Agricultural Faculty, the University of Ankara during 1988 plant growing season.

Estimated evapotranspiration values obtained by remote sensing techniques were compared to those measured by gravimetric method utilizing soil-water balance equation in the trials conducted with the variety of Granola.

Research results revealed that no significant derivations statistically at the level of 5% have been obtained between cumulative values of estimated and measured evapotranspiration rates. According to the findings it has been concluded that remotely-sensed data can be used for evapotranspiration estimates of Potato.

## GİRİŞ

Bitkinin yer aldığı toprak yüzeyinden Evaporasyon (Buharlaşma) ve bitki yeşil aksamından Transpirasyon (Terleme) ile atmosfere transfer edilen su miktarları toplamı Bitki Su Tüketimi olarak anılmaktadır. Toprak yüzeyinin tam olarak kaplanmadığı erken gelişme dönemlerinde bitki su tüketimi topraktan oluşan buharlaşma tarafından belirlenmektedir. Ancak gelişme dönemleri ilerledikçe yeşil aksam artmakta ve su tüketimi üzerinde terleme hakim duruma geçmektedir (PENMAN ve ark. 1967). Terleme, su buharının yaprak yüzeyinden atmosfere verilmesi olayıdır. Bu nedenle toplam yaprak yüzey genişliğindeki artış, terleme yolu ile kaybedilen su miktarında artışa neden olmaktadır.

Yaprak Alan İndeksi (YAI) (=Leaf Area Index =LAI), yüzey genişliğini belirlemede en yaygın olarak kullanılan ölçütlerden birisidir. Birim toprak yüzeyinde yeralan bitki yapraklarının bir yüzlerinin alanları toplamı olarak ifade edilen YAI değerlerinin arazide planimetre okumalarıyla saptanması oldukça zaman alıcıdır. Bu amaçla, Uzaktan Algılama tekniklerinden olan radyometrik ölçümlerin kullanımı kısa sürede done elde etmeyi mümkün kılmaktadır.

Bu araştırmada radyometrik ölçüm tekniklerinden yararlanarak Patates bitkisi su tüketimlerinin tahmin olanakları incelenmiştir.

Uzaktan Algılama tekniklerinden yararlanarak Buğday su tüketimlerinin tahmini konusunda Kansas, Manhattan'da 1974 ve 1975 yıllarında yaptıkları araştırmalarda KANEMASU ve ark. (1977), önemli girdilerinden birisi de YAI değerleri olan bir su tüketim

modeli geliştirmişlerdir. Modelde YAI değerleri, LANDSAT uydusunun sağladığı radyometrik ölçümlerle tahmin edilmiştir. Modelle tahmin edilen su tüketimleri, lizimetrede ölçülen su tüketimleri ile önemli düzeyde benzerlikler göstermiştir.

KAMAT ve ark.(1985), 1980 ve 1981 de New Delhi'de buğday, nohut ve hardal bitkileri ile yaptıkları araştırmalarda, uzaktan algılama teknikleri (El-tipi radyometreler) ile saptanan spektral parametrelerin, bitkilerdeki su eksikliğinin ve bitki fizyolojik değişkenlerinin (Klorofil konsantrasyonu ve yaprak kuru maddesi) saptanmasında kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

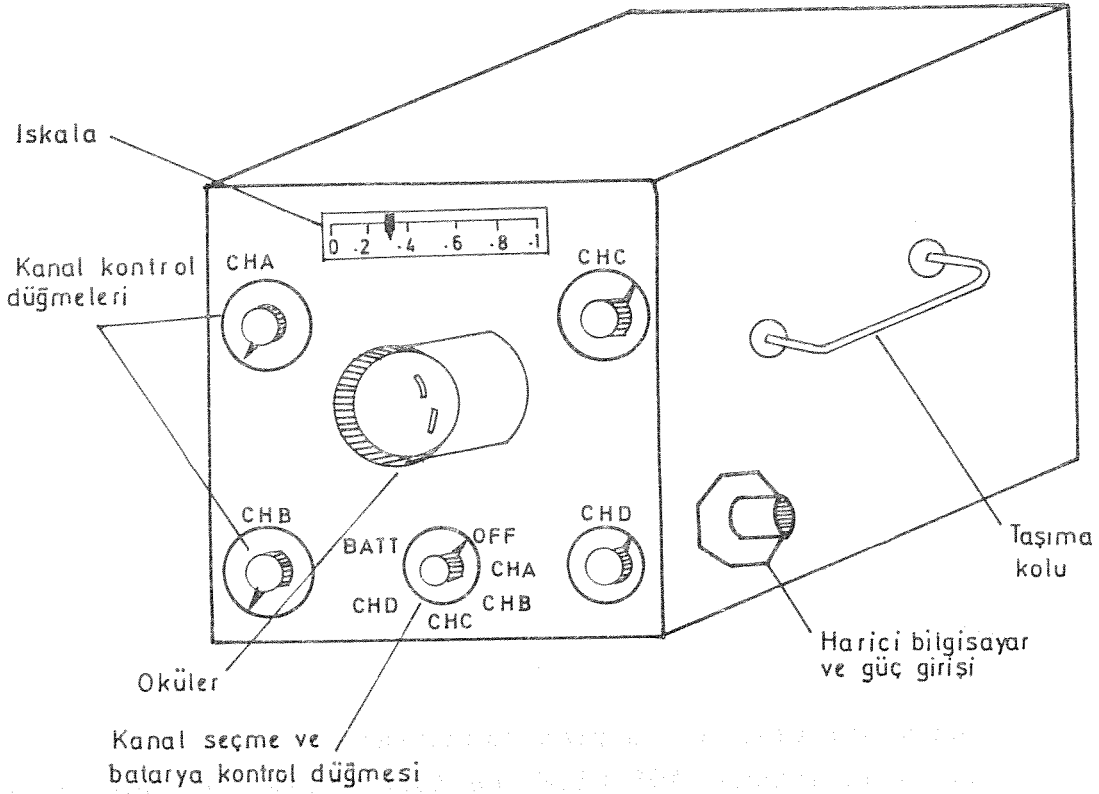
KORUKÇU ve EVSAHİBİOğLU(1987), 1980 yılında şeker Pancarı bitkisinde YAI değerlerinin saptanması ve bu değerlerin bitki su tüketimlerinin tahmininde kullanılması konusunda Ankara'da yaptıkları çalışmalarında, şeker pancarında tam örtü (Full cover) teşekkülüne çimlenmeden üç ay sonra ulaşıldığını ve bu dönemde YAI= 3-5 olduğunu saptamışlardır. Araştırma sonuçları ayrıca, YAI değerlerinin şeker pancarı su tüketim tahminlerinde kullanılabileceğini göstermiştir.

#### MATERYAL ve METOT

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanlarında 1988 bitki gelişme süresi boyunca Granola patates çeşidi ile yürütölen araştırma, üst katmanları kil, alt katmanları kumlu-killi-tın bünyeye sahip Çubuk çayı vadisindeki topraklar üzerinde kurulmuştur. Parsellerin sulanması için gerekli su, şehir suyu şebekesinden sağlanmış ve su sayaçları ile ölçölerek uygulanmıştır(OKMAN 1969).

Materyal olarak kullanılan Granola patates çeşidi tohumları 25.4.1988 tarihinde,  $3.6 \times 6.8 = 24.48 \text{ m}^2$  genişliğindeki üç tekerürlü parsellere 60x40 cm aralıkla ekilmiştir. Sulama zamanlarının belirlenmesi için gerekli toprak nem düzeyleri gravimetrik yöntemle saptanmış ve sulamalar, kullanılabılır nem düzeyi % 50 ye düştüğünde, sıra aralarında göllendirilerek yapılmıştır (AKÜZÜM ve ark. 1989).

Patates bitkisine ilişkin spektral radyometrik ölçümler, 15° görüş açılı (IFOV) ve LANDSAT uydusu üzerindeki MSS algılayıcısı ile simüle edilmiş el-tipi Exotech radyometresi (Model 100AX) ile alınmıştır (Şekil 1). Radyometre, toprak yüzeyinde 0.24 m<sup>2</sup>



Şekil 1. Exotech ( Model 100 AX ) el-tipi spektroyometre

(60x40 cm) alan kaplayacak yükseklikte (2.10 m), bulutsuz günlerde ve düşey konumda çalıştırılmıştır. CHA, CHB, CHC ve CHD olarak simgelenen dört kanala sahip olan radyometrenin bu kanalları LANDSAT üzerinde sırasıyla MSS4 (Yeşil ışık= 0.5-0.6  $\mu\text{m}$ ), MSS5 (Kırmızı ışık= 0.6-0.7  $\mu\text{m}$ ), MSS6 (Kırmızı-ötesi ışık= 0.7-0.8  $\mu\text{m}$ ) ve MSS7 (Kırmızı-ötesi ışık= 0.8-1.1  $\mu\text{m}$ ) dalga boylarına karşılık gelmektedir. Özkonusu kanalların herbirinde üçer ölçüm alınmış ve bunların ortalamalarından radyans değerleri hesaplanmıştır. Her ölçümden sonra BaSO<sub>4</sub> paneli üzerinde güneş ışınları şiddeti kalibrasyona için standart okunalar yapılmış, ortalama radyans değerleri standart okunalara bölünerek spektral yansımalar değeri elde edilmiştir (HATFIELD 1985).

Günlük ölçüm zamanları GOEL ve THOMSON (1985) da verilen ilkeler doğrultusunda düzenlenmiştir.

Radyometre okunaları sonucunda saptanan yansıma değerlerinden yararlanarak YAI değerlerinin tahmininde AKÜZÜM ve ark. (1989) tarafından aynı bitki ve gelişme dönemi için geliştirilen,

$$YAI = [(MSS7/MSS5) + 0.575] / 1.320 \quad (1)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır.

Patates bitkisi 1988 gelişme süresinin gözönüne alınan 12.7. - 12.8.1988 tarihleri arasındaki dönemde YAI değerlerinden yararlanarak bitki su tüketim tahminlerinde DIRK ve ark. (1986) tarafından geliştirilen ETREF ve ETSPLIT paket programlarından yararlanılmıştır.

Çalışmada, ETREF paket programı günlük net radyasyon değerlerinin hesabında kullanılmıştır. Programda net radyasyon;

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (2)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Burada,

$R_{ns}$  = Gelen net kısa-dalga radyasyonu (mm/gün),

$R_{nl}$  = Giden net uzun-dalga radyasyonu (mm/gün)

değerlerini göstermektedir.

$$R_{ns} = (1 - \alpha) \cdot [0.18 + 0.55 \cdot n/N] \cdot R_a \quad (3)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Bu eşitlikte;

$\alpha$  = Albedo (0.25) (DOORENBOS ve PRUITT 1977),

$n$  = Günlük gerçek güneşlenme süresi (h),

$N$  = Günlük olası maksimum güneşlenme süresi (h),

$R_a$  = Atmosfer dışı radyasyon (mm/gün)

değerlerini göstermektedir.

$$R_{nl} = \epsilon (\sqrt{\sigma} \cdot T^4) (0.34 + 0.044 \cdot \sqrt{e_{act}}) (n/N) \quad (4)$$

ile hesaplanmıştır. Eşitlikte;

$\epsilon$  = Emisivite katsayısı (1.0),

$\sqrt{\sigma}$  = Stefan-Boltzman sabiti ( $1.9838 \times 10^{-9}$  mm/gün  $^{\circ}K^4$ ),

$T$  = Ortalama mutlak sıcaklık ( $^{\circ}K = ^{\circ}C + 273$ ),

$e_{act}$  = Havanın ortalama gerçek buhar basıncı (mbar)

değerlerini belirtmektedir.

ETSPLIT programı ile topraktan oluşan günlük Evaporasyon(=Buharlaşma) değerleri tahmin edilmiştir. Program, hesaplamada TANNER ve JURY (1976) tarafından geliştirilen;

$$E_p = \gamma \cdot W \cdot R_n \quad (5)$$

formülünden yararlanmaktadır. Burada;

$E_p$  = Toprakta oluşan potansiyel evaporasyon (mm/gün)

$\gamma$  = Toplam net radyasyonun toprak yüzeyindeki fraksiyonu

$W$  = Sıcaklığa bağlı tartılı bir faktör

$R_n$  = Net radyasyon (mm/gün)

olmaktadır. Formülde yer alan parametrelerden,

$$\gamma = \exp(-\beta \cdot YAI) \quad (6)$$

şeklinde verilmektedir. Burada  $\beta$ , ampirik bir katsayı olup  $\beta = 0.5$  olarak alınmıştır.

$$W = \Delta / \Delta + \gamma \quad (7)$$

eşitliği ile hesaplanmaktadır. Eşitlikte;

$\Delta$  = Sıcaklıkla doymuş buhar basıncı arasındaki ilişkinin eğimi (mbar/°C)

$\gamma$  = Psikrometrik sabit (mbar/°C)

değerlerini göstermektedir.  $\Delta$  ve  $\gamma$  değerlerinin hesaplanmasında JENSEN (1981) ve WEISS (1983) tarafından verilen ilkelerden yararlanılmıştır.

Bitkiden oluşan günlük Transpirasyon (=Terleme) değerlerinin hesaplanmasında RITCHIE (1973) de verilen esaslara göre;

$$T_p = (1 - \gamma) \cdot E_p / \gamma \quad (8)$$

eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte;

$T_p$  = Transpirasyon (mm/gün)

değerlerini göstermektedir.

Paket programları için gerekli iklim doneleri, Ankara Merkez Meteoroloji İstasyonundan sağlanmıştır.

Etkili kök derinliği 60 cm olarak kabul edilen patates bitkisi su tüketimleri, tarla parsellerinde nem değişim ilkesine göre saptanmıştır. Bu metotta su tüketimi toprak nem dengesi eşitliği ile hesaplanmaktadır (OKMAN 1969);

$$E_t = S_s + Y_f \mp \Delta T_s \quad (9)$$

Eşitlikte;

$E_t$  = Belirli bir dönem için su tüketimi (mm),

$S_s$  = Dönem içinde uygulanan sulama suyu miktarı (mm),

$Y_f$  = Dönem içindeki etkili yağış (mm),

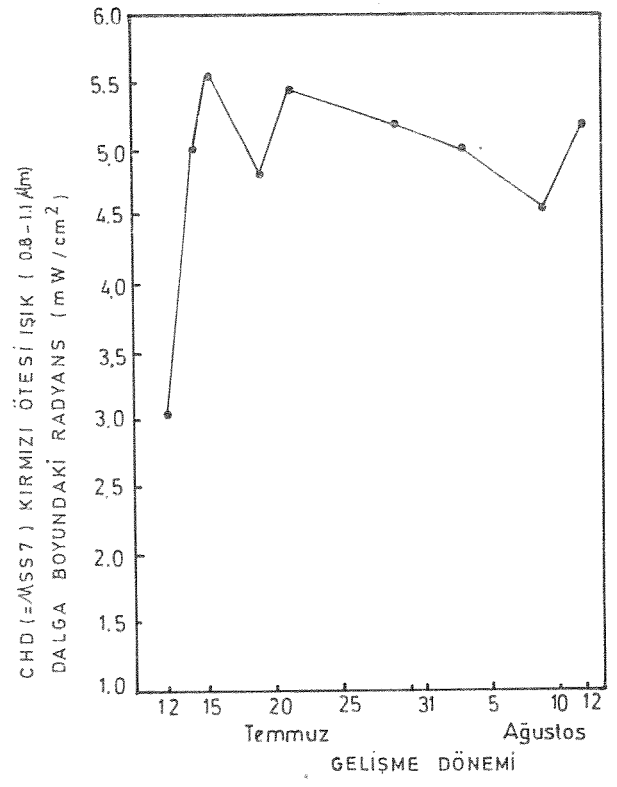
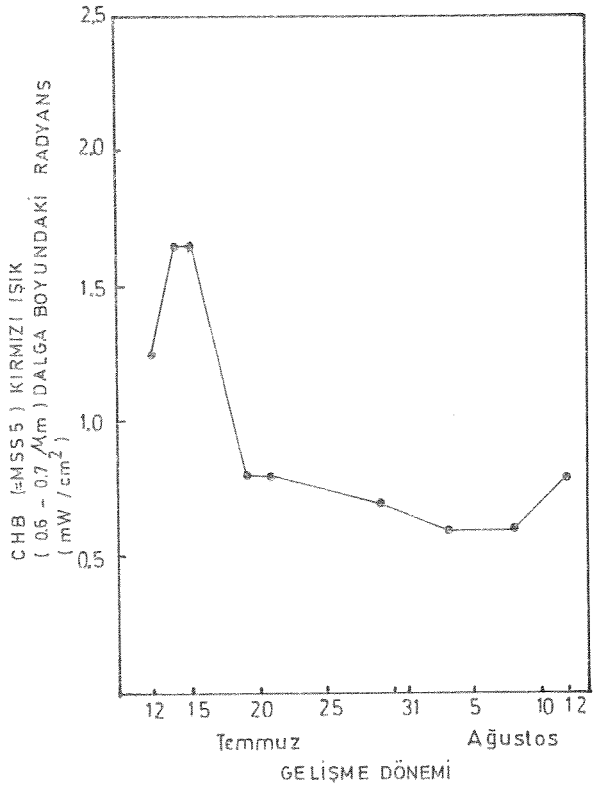
$\Delta T_s$  = Bitkinin topraktaki nemden kullandığı miktar (mm)

değerlerini göstermektedir. Toprak örnekleri dört günde bir alındığından, patates bitkisi su tüketimleri dörder günlük dönemler için hesaplanmıştır.

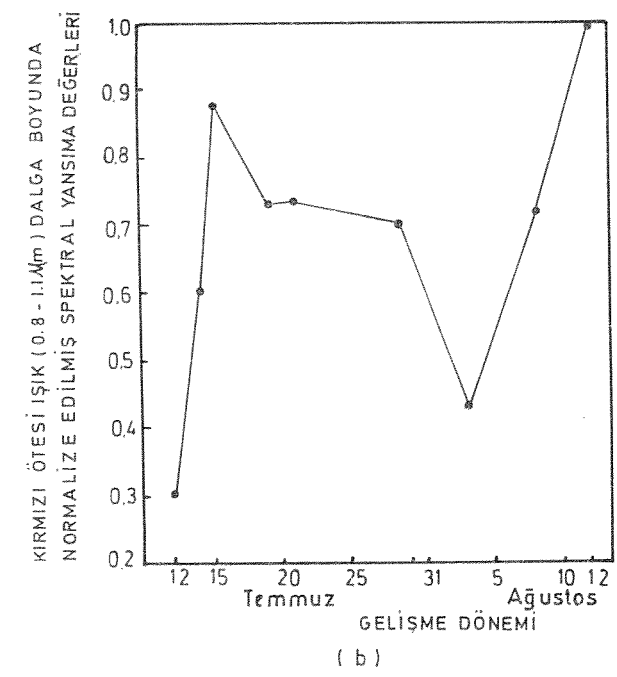
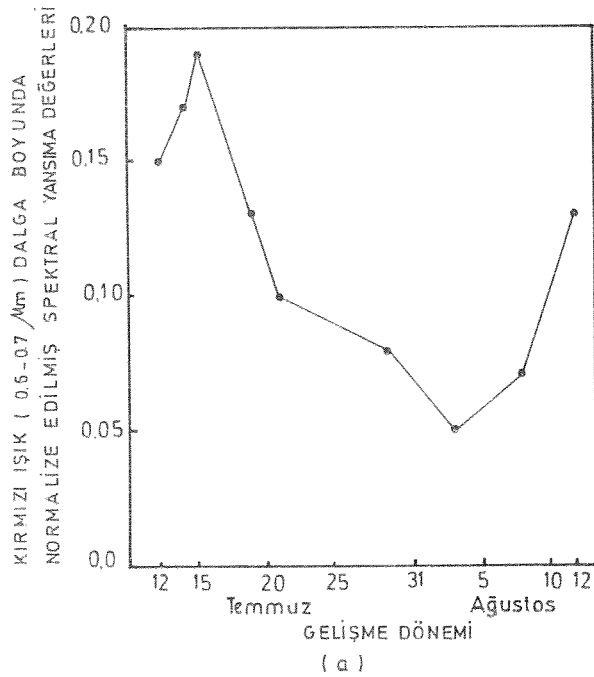
#### ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

Patates bitkisi 1988 gelişme süresinin incelenen 12.7-12.8.1988 arasındaki dönemde Kırmızı (0.6-0.7  $\mu\text{m}$ ) ve Kırmızı-ötesi ışık (0.8-1.1  $\mu\text{m}$ ) dalga boylarındaki radyometre okuma değerleri ANONYMOUS (1983) da verilen ilkeler doğrultusunda kalibre edilerek radyans değerlerine çevrilmiştir. Bu değerlerin değişimi Şekil 2 de gösterilmiştir. Şekil 3 de ise anılan dalga boylarında normalize edilmiş spektral yansıma değerlerinin değişimi verilmiştir.

Şekil 2 incelendiğinde, kırmızı ışık radyans değerlerinin (Şekil 2a) gelişme dönemi başında 1.25  $\text{mW}/\text{cm}^2$  değerinden başlayarak 3 Ağustos tarihine kadar düşme gösterdiği, 3-8 Ağustos arasında en düşük değerlere (0.60  $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) ulaşıldığı anlaşılmaktadır. Bu durum, sözü edilen tarihlere kadar güneş enerjisinin 0.6-0.7  $\mu\text{m}$  dalga boyundaki kırmızı-ışık bölümünün bitki yapraklarında bulunan klorofil pigmentleri tarafından yüksek oranda absorbe edilmesi anlamına gelmektedir. Bu enerji, özümleme için gerekli aktif radyasyonu oluşturmaktadır. Nitekim Yaprak Alan İndeksleri bu tarihlerde en yüksek değere (9.19) ulaşmış bulunmaktadır. Ancak daha sonra YAI değerlerindeki azalmaya paralel olarak düşük absorpsiyon miktarları, diğer bir deyişle oransal olarak yüksek radyans değerleri (0.8  $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) elde edilmiştir. Kırmızı-ötesi radyans değerleri ise (Şekil 2b), 12 Temmuz tarihinde 3.05  $\text{mW}/\text{cm}^2$  lik değerden başlayarak kademeli olarak artmış 15 Temmuz da maksimum değere (5.65  $\text{mW}/\text{cm}^2$ ) değerine ulaşmış, bu özelliğini yakla-



Şekil 2. Patates bitkisi 12.7 - 12.8. 1988 gelişme döneminde KIRMIZI ve KIRMIZI-ÖTESİ dalga boylarındaki radyans değerlerinin değişimi



Şekil 3. Patates bitkisi 12.7 - 12.8. 1988 gelişme döneminde KIRMIZI ve KIRMIZI-ÖTESİ dalga boylarındaki normalize edilmiş spektral yansımaya değerleri



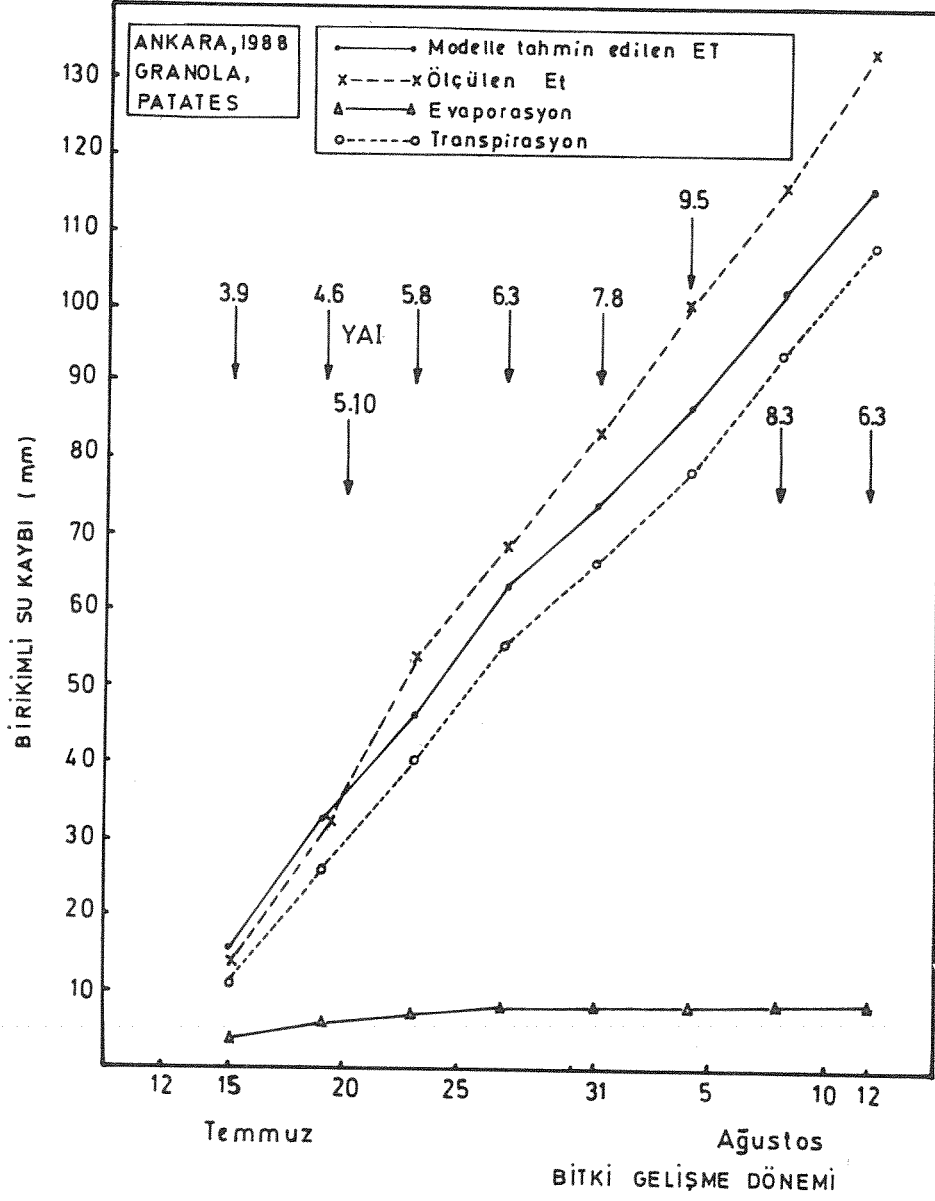
şık 21 Temmuz'a kadar korumuş, ancak daha sonra  $4.55 \text{ mW/cm}^2$  değeri-  
rine kadar azalmıştır. Gelişme dönemi boyunca Kırmızı-ötesi dal-  
ga boyundaki yansımaya değerleri Kırmızı dalga boyundaki yansımaya  
değerlerinden yüksek düzeylerde kalmıştır. Bu, sağlıklı bitki top-  
rak üstü aksamının, gelişme süresi boyunca değişiklikler göster-  
mekle birlikte Kırmızı-ötesi ışığı Kırmızı ışığa oranla daha fazla  
reflekte ettiği anlamını taşımaktadır. Elde edilen bulgular  
TUCKER ve ark.(1980) tarafından geliştirilen sonuçlara önemli  
düzeyde benzerlik göstermektedir. Benzer değişimler, sözü edilen  
dalga boylarındaki normalize edilmiş spektral yansımaya değerlerin-  
de de görülmektedir(Şekil 3).

Patates bitkisi 1988 yılı gelişme süresinin gözönüne ali-  
nan 12.7-12.8.1988 dönemi için uzaktan algılama tekniklerinden  
spektral radyometrik ölçümlerle saptanan Yaprak Alan İndeksi de-  
ğerlerinin girdi olarak yer aldığı modelle tahmin edilen ve gravi-  
metrik ölçümlerle tarla parsellerinde nem değişimi ilkesine göre  
belirlenen Evapotranspirasyon değerleri Cetvel 1 de verilmiştir.  
Şekil 4 ise, bahsedilen evapotranspirasyon değerleri ile, su tü-  
ketim tahmin yönteminin komponentleri olan Evaporasyon ve Trans-  
pirasyonun birikimli değerlerinin gelişme dönemindeki değişimle-  
rini göstermektedir.

Cetvel 1 incelendiğinde, denemelerin yürütüldüğü gelişme  
dönemi için modelle tahmin edilen ve gravimetrik ölçümlerle be-  
lirlenen su tüketim değerleri arasında benzerlik olduğu anlaşılm-  
maktadır. Sözü edilen değerler arasındaki en büyük farklılık  
5.18 mm olmuştur. Tahmin edilen ve ölçümlerle bulunan evapotrans-  
pirasyon değerlerinin ortalamaları arasındaki farkın önem derece-  
sini saptamak amacıyla yapılan istatistiksel analizler sonucunda,  
grup ortalamalarının % 95 ihtimalle benzerlik gösterdiği anla-  
şılmıştır. Bu nedenle tahmin yönteminin, doğrudan ölçme imkanla-  
rının kısıtlı olduğu yörelerde ve sulama sistemlerinin projelene-  
me aşamalarında patates bitkisi su tüketim tahminleri için güven  
sınırları içinde kullanılabileceği söylenebilir. Ele alınan  
gelişme dönemi içinde modelle tahmin edilen ve ölçümle saptanan  
birikimli su tüketimleri sırası ile 116.37 mm ve 133.86 mm olmuş-  
tur. Değerlerin yakınlığı yukarıdaki açıklanmaları destekler nite-  
likte gözükmektedir.

**Çelvel 1. Yaprak Alan İndeksi (YAI) Değerlerinden Yararlanarak Modelle  
Tahmin Edilen ve Gravimetrik Nem Ölçümleri İle Saptanan  
Patates Bitkisi Evapotranspirasyon Değerleri**

Tarih	Ekimden sem-ki günler	Yağış (mm)	YAI	Evaporesyon Ep (mm)	Transpirasyon Tp (mm)	Evapotranspirasyon ET (mm)	Birikimi ET (mm)	Dört günlük ET değerleri (mm) Etd	Ölçülen Et (mm)	ETd - Et	Birikimi ölçülen Et değerleri (mm)
12/7/1988	79		2.04	1.09	1.93	3.02	3.02				
13/7	80	1.00	2.55	1.13	2.92	4.05	7.07				
14/7	81		3.07	0.88	3.21	4.09	11.16				
15/7	82		3.88	0.61	3.63	4.24	15.40	15.40	13.66	1.74	13.66
16/7	83		4.06	0.58	3.85	4.43	19.83				
17/7	84		4.24	0.52	3.81	4.33	24.16				
18/7	85		4.43	0.47	3.84	4.31	28.47				
19/7	86		4.61	0.37	3.33	3.70	32.17	16.77	20.35	-3.58	34.01
20/7	87		5.10	0.28	3.31	3.59	35.76				
21/7	88		5.59	0.23	3.54	3.77	39.53				
22/7	89		5.74	0.19	3.09	3.28	42.81				
23/7	90		5.82	0.22	3.85	4.07	46.88	14.71	19.89	-5.18	53.90
24/7	91		5.94	0.21	3.91	4.12	51.00				
25/7	92		6.06	0.20	3.97	4.17	55.17				
26/7	93		6.17	0.19	3.94	4.13	59.30				
27/7	94		6.29	0.18	4.01	4.19	63.49	16.61	15.54	1.07	69.44
28/7	95		6.40	0.06	1.40	1.46	64.95				
29/7	96	0.10	6.52	0.10	2.53	2.63	67.58				
30/7	97		7.17	0.10	3.47	3.57	71.15				
31/7	98		7.82	0.06	2.94	3.00	74.15	10.66	14.10	-3.44	83.54
1/8	99		8.46	0.05	3.28	3.33	77.48				
2/8	100		9.11	0.03	2.70	2.73	80.21				
3/8	101		9.76	0.03	3.72	3.75	83.96				
4/8	102		9.48	0.03	3.30	3.33	87.29	13.14	17.76	-4.62	101.30
5/8	103		9.19	0.04	3.96	4.00	91.29				
6/8	104		8.91	0.04	3.29	3.33	94.62				
7/8	105		8.62	0.05	3.80	3.85	98.47				
8/8	106		8.34	0.06	3.94	4.00	102.47	15.18	15.54	-0.36	116.84
9/8	107		7.82	0.07	3.43	3.50	105.97				
10/8	108		7.30	0.09	3.37	3.46	109.43				
11/8	109		6.78	0.12	3.41	3.53	112.96				
12/8	110		6.26	0.15	3.26	3.41	116.37	13.90	17.02	-3.12	133.86



Şekil 4. Patates bitkisi 12.7-12.8 1988 gelişme döneminde modelle tahmin edilen ve ölçülen birikimli su tüketimleri ile birikimli evaporasyon ve transpirasyon miktarları

Şekil 4 gözden geçirildiğinde, 20 Temmuz tarihine kadar çok yakın olan modelle tahmin edilen ve ölçümle saptanan patates bitkisi birikimli su tüketimi değerlerinin YAI= 5.10 değerinden sonra az miktarda sapma gösterdikleri anlaşılmaktadır. Bu durum, ETREF programı ile net radyasyonun tahmininde kullanılan  $\alpha$  (Albedo) parametresinin (3 nolu eşitlik), özellikle YAI değerlerinin yüksek olduğu bitki gelişme dönemleri için gerekenden daha büyük varsayılmış olması ile açıklanabilir. Buna ayrıca, toplam net radyasyonun toprak yüzeyindeki fraksiyonu olan  $\gamma$  değerinin tahmininde yararlanılan  $\beta$  ampirik katsayısının (6 nolu eşitlik) yüksek olarak kabul edilmiş olması da eklenebilir. Tahmin modelinde su tüketiminin elemanları olan evaporasyon ve transpirasyona ilişkin birikimli değerlerin ele alınan gelişme dönemi boyunca değişimleri incelendiğinde, evaporasyon değerlerindeki çok az artışa karşın transpirasyonda büyük artışların varlığı gözlenmektedir. Bu durum, ele alınan gelişme dönemi başlangıcında, patatesin toprak yüzeyinde kapladığı alanın YAI= 3.9 değeri ile oldukça geniş bir düzeye ulaşmış olması ve bunun sonucu olarak transpirasyonun, toplam su tüketimi içindeki payının artarak, dominant duruma geçmesi ile açıklanabilir. Sözü edilen bulgular RITCHIE (1972) de elde edilen sonuçlara benzerlik göstermektedir.

#### LİTERATÜR

- AKÜZÜM, T., A.N.EVSAHİBİOĞLU, N.B.GİRGİN. 1989. Spektral radyometrik ölçümlerin patates verim tahminlerinde kullanılması olanakları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı (Baskıda), Ankara.
- ANONYMOUS. 1983. Instruction manual four channel radiometer Model 100AX. Exotech Incorporated Gaithersburg, Maryland, USA, 25 s.
- DIRK, R., P.V. AELST, G. WYSEURE. 1986. Etfref, Etcrop, Etsplit and Deficit, a computer package for calculating crop water requirements. Laboratory of Soil and Water Engineering, Faculty of Agricultural Sciences, k.u. Leuven, Belgium, 104 s.
- DOORENBOS, J. and W.O.PRUITT. 1977. Crop water requirements. FAO, Irrigation and Drainage Paper No.24, Rome, Italy, 144 s.

- GOEL, N.S. and R.L. THOMPSON. 1985. Optimal solar / viewing geometry for an accurate estimation of leaf area index and leaf angle distribution from bidirectional canopy reflectance data. *Int.J.Remote Sensing*, Vol.6, No.9, 1493-1520.
- HATFIELD, J.L., E.T. KANEMASU, G.ASRAR, R.D. JACKSON, P.J. PINTER, R.J. REGINATO, S.B. IDSO. 1985. Leaf-area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat. *Int.J.Remote Sensing*, Vol.6, No.1, 167-175.
- JENSEN, M.E. 1981. Design and operation of farm irrigation systems. ASAE-Monograph No.3. Michigan, USA, 829 s.
- KAMAT, D.S., A.K.S. GOPALAN, AJAI, M.N. SHASHIKUMAR, S.K. SINHA, G.S. CHATUVEDI, A.K. SINGH. 1985. Assesment of water-stress effects on crops. *Int.J.Remote Sensing*, Vol.6 Nos.3 and 4, 577-589.
- KANEMASU, E.T., J.L. HEILMAN, J.O. BAGLEY, W.L. POWERS. 1977. Using LANDSAT data to estimate evapotranspiration of winter wheat. *Environmental Management*. Vol.1, No.6, 515-520.
- KORUKÇU, A. ve A.N. EVSAHİBİOĞLU. 1987. Şeker pancarında yaprak alan indeks değerlerinin su tüketimi tahminlerinde kullanılma olanakları. *Şeker*. Sayı:120, Yıl:33, 29-38.
- OKMAN, C. 1969. Ankara şartlarında şeker pancarının su istihlakinin tayini üzerinde bir araştırma. Doktora tezi (Basılmamış), Ankara, 104 s.
- PENMAN, H.L., D.E. ANGUS, C.H.M. van BAVEL. 1967. Microclimatic factors affecting evaporation and transpiration, in *Irrigation of Agricultural Lands*, Amer. Soc. Agron. Monogr.11, ASA, Madison, 483-505.
- RITCHIE, J.T. 1972. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resources Research*, Vol.8, No.5: 1204-1213.
- \_\_\_\_\_. 1973. Influence of soil water status and meteorological conditions on evaporation from a corn canopy. *Agronomy Journal*, 65:893-897.
- TANNER, C.B. and W.A. JURY. 1976. Estimating evaporation and transpiration from a row crop during incomplete cover. *Agronomy Journal* 68: 239-243.

- TUCKER, C.J., B.N.HOLBEN, J.H.ELGIN, Jr., J.McMURTREY, III. 1980.  
Remote sensing of total dry-matter accumulation in  
winter wheat. NASA Technical Memorandum 80631, Maryland,  
24 s.
- WEISS, A. 1983. A quantitative approach to the Pruitt and Doorenbos  
version of the Penman equation. Irrig.Sci(4): 267-275.