

SU KAYNAKLARI KULLANIMINDA UZAKTAN ALGILAMA VE CBS YÖNTEMLERİ

T.Alkeveli¹

1 MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi, Uzaktan Algılama ve CBS Koordinatörlüğü

ANAHTAR KELİMELER: Hidroloji, MODIS-Terra, ASTER, NOAA-AVHRR, Buharlaşma, Havza Bütçesi

ÖZET

Son yıllarda ülkemiz için önemi artmaya başlayan su kaynakları potansiyelinin etkin şekilde değerlendirilmesi ve su kaynakları kullanma yöntemlerinin bilinçli olarak yerleşmesi için kullanılan teknikler etkin veri sistemlerini gerektirmektedir. Mevcut olarak kullanılan sistemler çok geniş alanlarda temsil edici özellikte değildir. Bu nedenle yer istasyonlarından alınan veriler ile uzaktan algılama teknikleri parametrelerin birleştirilmeleri sonucunda temsil edici özellikte olabilecek yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. NOAA-AVHRR, Landsat, ASTER ve MODIS görüntülerinden itibaren, bitki örtüsü, yüzey sıcaklıkları, albedo, yüzey yayımcılığı ve enerji akılarının belirlenmesi sonucunda sağlıklı bir şekilde hidrolojik havza bütçesi hesaplanabilir.

Ülkemiz su kaynakları ve kullanımı konusunda çok yeterli bir konuma sahip değildir. Bu nedenle havza bütçesi çok sık aralıklarla hesaplanmalı ve ileriye dönük taşkın modelleri oluşturularak, su kaynaklarının etkin değerlendirilmesi yapılmalıdır. Gerçekte CBS yöntemleri ile yapılan su kaynakları kullanım amaçlı veri tabanı işlemlerinde değerlendirilen ve dünyada geniş bir yayılımı olan programlar içerisindeki bir çok uzantı, havza modellemesi için son derece yararlı olmaktadır. ARC GIS programı içerisinde bulunan ASR (Alansal Solar Radyasyon) uzantısı ile belirli bir havzaya ait net radyasyon değeri kolaylıkla hesaplanabilmektedir. Net radyasyon daha sonra havzada meydana gelen buharlaşma-terleme olayları gibi taşkın hesaplamalarında kullanılacak verilerin üretimine katkıda bulunmaktadır. ASR hesaplanmasında bir yıl boyunca meydana gelen gerçek güneşlenme süreleri programda her bir koordinat sistemi için ayrıca bulunmaktadır. Gerçek güneşlenme süreleri meteoroloji tarafından birçok havzada net olarak ölçülmektedir. Ancak program içerisinde bulunan bu süreler gerçeğe yakın değerlerdir. Burada gün aralıkları ve saat farkları gibi değerler çalışılan havzaya göre farklılık göstermektedir.

Uzaktan algılama yöntemleri ile havza bütçesi hesaplamalarına etki edecek parametrelerin hesaplanmasında kullanılan en uygun uydular veri sistemi, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) serisi uyduların taşıdığı AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) sensörleridir. Bu uydular görüntüleri 2 adet termal bant içermekte ve toplamda 5 bant üzerinden görüntü yaymaktadır. Termal bantları sayesinde alana ait yüzey sıcaklık değişim değerleri rahatlıkla belirlenmektedir. NOAA-AVHRR görüntülerinin nadir konumunda 1.1 km gibi düşük bir uzaysal çözünürlükte olmasına karşın, zamansal çözünürlükleri oldukça yüksektir. NOAA-14 uydusu ülkemiz üzerinden günde iki defa geçmektedir. Bu özelliği ile NOAA uyduları hidrolojik ve meteorolojik olayların bölgesel analizine uygun görülmektedir. AVHRR görüntüleri bir dizi kalibrasyondan geçtikten sonra (<http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/podug/index.htm>) işleme tabi tutularak havza bütçesi için gerekli olan veriler, belirli algoritmalar yardımı ile belirlenmektedir. Örneğin yüzey sıcaklığı hesaplanırken kullanılan algoritmada; $T_s = a_0 + a_3 T_3 + a_1 T_4 + a_2 T_5$ (a: İlgili bantlar için katsayıları simgelemektedirler) düzeltilmiş veya kalibrasyonu yapılmış olan 3, 4 ve 5 nolu bantlar kullanılarak alana ait yüzey sıcaklığı değerleri belirlenmektedir.

Herhangi bir havzaya ait meteorolojik ve uzaktan algılama görüntüleri sonucu elde edilen verilerin entegrasyonu sonucunda hesaplanan havza bütçeleri yaklaşımı konusu Türkiye’de oldukça yenidir. Ancak bu konuda yapılan çalışmalar değişik bölgelerde hızla devam etmektedir.

ABSTRACT

Studies on best management of water resources potentials and water usage need the progression of effective data collection methods are vital for our country. The point source data collection network is not representative in big scales. For a reliable spatial distribution of the parameters for calculating evapotranspiration when calculating in big scales, combination of ground stations data with spatial data has derived from remote sensing techniques seem more economic and more appropriate. It is essential to create some methods which are representative in big scale by combining remote sensing and ground sources data. In the scope, determination of hydrological parameters like vegetation cover, land surface temperatures, emissivities, albedo and energy fluxes via NOAA-AVHRR sensors could be calculated.

Our country has no sufficient water resources, and has a lack of water usage healthy. And therefore, hydrologic basin budget and flood models must have been calculated and determined for very short frequencies. In GIS programs like ARC GIS has very useful extensions to be used and utilized for creating basin budget. ASR (Area Solar Radiation) is one of the most vital parameters that has been used for hydrological applications, like flood modeling and evapotranspiration calculations. Some data must have been recognised for the program. For sample that insolation times and are located in the program automatically according to the coordinate systems. So any other parameters like day and hour frequencies must be determined and separated for each basin. Theoretically insolation has been determined for each meteorological stations. Program based value between meteorological based value are almost same to each other and therefore, some little discrepancies may occur, but negligible.

The most effective and appropriate Remote Sensing systems that is widely used for hydrological calculations is NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) satellites that has own receiver is called AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer). This satellite provides image with five band include two thermal band. By the help of thermal band surface temperature changing values are easily determined for each hydrologic systems. As a resolution of time based is so high like two times in a day, but ground based resolution is so low that has a value of 1.1 km. NOAA-14 satellites has covered whole Turkish border with two times per day. For this reason NOAA satellite systems is appropriate for hydrological calculations. After some necessary corrections for NOAA has been done (<http://www2.ncdc.noaa.gov/docs/podug/index.htm>), there would be some values that have been used for basin budget calculations, are derived. For example in this algorithm $T_s = a_0 + a_1 T_3 + a_2 T_4 + a_3 T_5$ (a : Represents the constant for related bands), is used to create surface temperature map with utilizing of 3, 4, 5 bands of night thermal images. Theoretically if one location has a more vulnerable for evapotranspiration than the other regions, its surface temperature value has to be lower.

Remote sensing based hydrological calculations methods are so brand new in Turkey but on the contrary there are some progressive studies that have been continuing.

1. GİRİŞ

Uzaktan algılama teknolojilerindeki gelişmeler yerküre üzerindeki çoğu hidrolojik parametrenin belirli hassasiyetlerde hesaplanmasına olanak sağlamaktadır. Uzaktan algılama verileri ile elde edilen parametreler ile meteorolojik verilerin entegrasyonu sonucu daha etkin ve büyük ölçeklerde alanı veya havzayı temsil edecek modellerin geliştirilmektedir.

Kayseri Sarız ve Kahranmanmaraş-Tanır ilçelerine ait, NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) serisi uyduların taşıdığı AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) algılayıcısı görüntüler, ASTER (Advanced Spaceborn Thermal Emission and Reflection Radiometer) görüntüleri, Landsat ETM+ ve <http://wist.echo.nasa.gov> web adresinden değişik gün ve zaman aralıklarında alınan HDF formatındaki MODIS-Terra uydularından elde edilen görüntüler hidrolojik hesaplamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Havza bütçesi hesaplama parametreleri içinde çok önemli bir yer teşkil eden buharlaşma-terleme farklı modeller ile belirlenmektedir. SEBAL modellerinde (Surface Energy Balance Algorithm For Land) buharlaşma-terleme hesaplamak için ihtiyaç duyulan yer gözlem parametreleri şu şekildedir;

- Rüzgar Hızı
- Nem
- Solar Radyasyon
- Hava Sıcaklığı

Son yıllarda gelişen CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) yöntemleri sayesinde Solar Radyasyon rahatlıkla belirlenebilmektedir, böylece yer istasyonlarına olan bağımlılık bu parametre için ortadan kalkmaya başlamıştır (Pinde Fu, Paul M.Rich, (2003), Geometrik Solar Radyasyon Modellemesi). SEBAL modellerinde buharlaşma-terleme hesabında belirlenmesi gereken uzaktan algılama parametreleri ise şu şekildedir;

- Toprak Isı Akısı
- Hissedilir Isı Akısı
- Net Radyasyon
- Latent (Gizli) Isı Akısı

Bu parametreler ile buharlaşma-terleme hesabı Eşitlik 1'deki gibi yapılmaktadır,

$$\lambda_e = R_n - (G_0 + H) \quad (1)$$

λ_e	Latent (Geçici) Isı Akısı
R_n	Net Radyasyon
G_0	Toprak Isı Akısı
H	Hissedilir Isı Akısı

Bu parametreler arasında toprak ısı akısı değeri kurak ve yarı kurak alanlar için ihmal edilmektedir.

Buharlaşma-Terleme Oranı;

$$\Lambda = \frac{\lambda_e}{\lambda_e + H} \quad \lambda_e: \text{Latent Isı Akısı}$$

Buharlaşma-terleme ise

$$ET = \frac{86400 * 10^3}{\lambda p_w} * \Lambda * R_n$$

R_n	Net radyasyon
P_w	Suyun yoğunluğu
λ	Buharlaşma ısısı

Andrew French, Thomas Schmugge, William Kustas tarafından El-Reno Oklahoma bölgesindeki tarım alanlarında ASTER-Terra görüntüleri ile yapılan çalışmada kullanılan buharlaşma modeli ise TSEB (Two Source Energy Balance Model)'dir. Bu model de SEBAL'e benzer şekilde yer istasyon verileri ve uzaktan algılama parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Uzaktan algılama parametreleri sonucu elde edilen albedo, yüzey sıcaklığı, Vegetasyon sınıflaması gibi değerlerden itibaren Net Radyasyon, Hissedilir ısı akısı, latent ısı akısı belirlenerek direkt olarak buharlaşma-terleme hesaplanmaktadır. ASTER ve Landsat ETM+ gibi çok yüksek mekansal çözünürlük veren uyduların zamansal çözünürlüğün az olması nedeni ile, bölgede albedo ve NDVI (Normalized Differentiated Vegetation index) gibi değerlerin hesaplanmasında zorluklar ortaya çıkmaktadır. Özellikle yüzey sıcaklığı verileri hem gece hem gündüz ayrı ayrı değerlendirilmeli ve havza bütçesi hesaplamasında kullanılmalıdır. Bulutluluğun olumsuz koşullar oluşturmasından dolayı, ASTER gibi düşük zamansal çözünürlüğe sahip uyduların albedo hesabında kullanılması zordur. NOAA-AVHRR gibi uydu alıcılarının çözünürlüğünün farklı teknikler (Adaptive Filter, Resoliton Merge) kullanılarak artırılması ile daha etkin sonuçlar elde edilmektedir.

2. UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİ İLE ELDE EDİLEN HİDROLOJİK PARAMETRELER

2.1 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

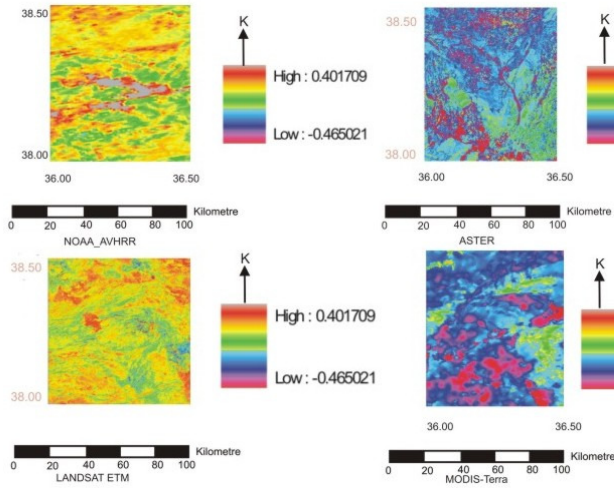
Bitki indeksleri uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenebilen ve çok geniş uygulama alanı olan parametrelerdir. Bunun temelinde yeşil bitki örtüsünün elektromanyetik spektrumun yakın kızıl ötesi bölgesinde yüksek yansımaya değerleri vermesidir (Gökdemir 2002). ASTER uydu sistemlerine ait NDVI algoritması aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir. Algoritma üzerinde gösterilen bantlar düzeltilmiş ve kalibre edilmiş değerleridir.

ASTER-Terra NDVI Algoritması (2)

$$NDVI = \frac{Bant3 - Bant2}{Bant3 + Bant2}$$

<http://wist.echo.nasa.gov> web adresinden alınan MODIS-Terra (Land) sensörlerine ait görüntüler hidrolojik parametrelerin hesaplanmasında kullanılmaktadır. NASA bu görüntüleri, direkt olarak belirli algoritmalar yardımı ile hesaplayarak, kalibre edilmiş olarak dağıtmaktadır.

Yukarıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanan NDVI değerlerinin 22 Temmuz 2002 14.40'daki çalışma alanına ait değerleri Şekil 1'de verilmiştir. Farklı uydu sistemleri için hesaplanan NDVI değerleri daha sonra ASTER görüntülerinden belirlenen yüksek çözünürlüklü NDVI değerleri ile karşılaştırılmıştır, bu şekilde hesaplanan varyans değerlerine göre en uygun NDVI hesaplama uydu sisteminin MODIS-250 metre çözünürlüğündeki 1b uydusuna ait olduğu görülmüştür.



Şekil 1. Havzaya ait NDVI değerleri

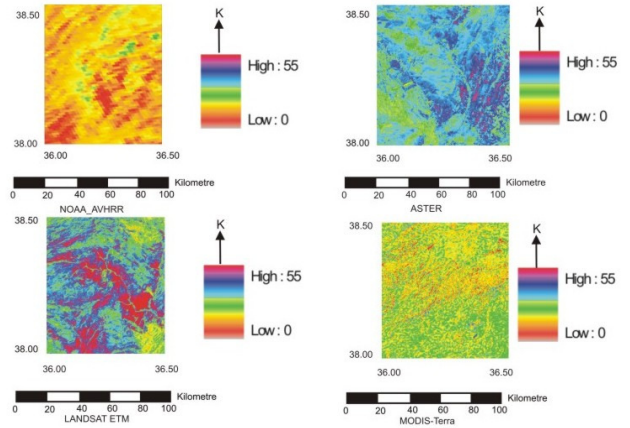
2.2 Albedo

Albedo güneşten gelen kısa dalga boyu (0.3-3 µm) radyasyonun yüzey tarafından geri yansıtılan kısmının yüzde olarak ifadesidir. Yüzey albedosu genellikle açık hava koşulları için hesaplanmakta ve yüzde olarak ifade edilmektedir. Genellikle SWIR (Shortwave Infrared) bantları kullanılarak hesaplanan albedo değerleri için en uygun uydu sistemlerinden biri MODIS-Terra diğeri de NOAA-AVHRR'dir. Çünkü

bulutluluğun yanıltıcı etkileri olduğu düşünülürse albedo hesabının zamansal çözünürlüğü yüksek uydu sistemleri ile yapılması ve değerlendirilmesi gerekir, Landsat ETM uydu sisteminde kullanılan algoritma aşağıdaki eşitlikte verilmektedir.

Landsat ETM Albedo Algoritması (3)

$$Albedo(\delta) = (0.293 * p1 + 0.274 * p2 + 0.233 * p3 + 0.156 * p4 + 0.033 * p5 + 0.011 * p7), \text{ Liang S.L., 2001}$$



Şekil 2. Havzaya ait albedo değerleri (22 Temmuz 2002)

Saat aralıkları MODIS ve NOAA-AVHRR görüntülerine göre belirlenmiştir. ASTER ve Landsat görüntülerinin aynı gün içerisinde alınma zamanları farklılıklar göstermektedir. NOAA-AVHRR ve MODIS gibi yüksek zamansal çözünürlüklü uyduların görüntüleri içerisinden bulutluluğun az olduğu, tarih ve saatler seçilerek albedo değerleri hesaplanmıştır, ancak aynı gün ve saat aralığında ASTER ve Landsat görüntülerini bulmak çok zordur. Bu sebeplerden dolayı albedo hesabında NOAA ve MODIS gibi yüksek zamansal çözünürlüklü uyduların kullanılması daha doğru olmaktadır.

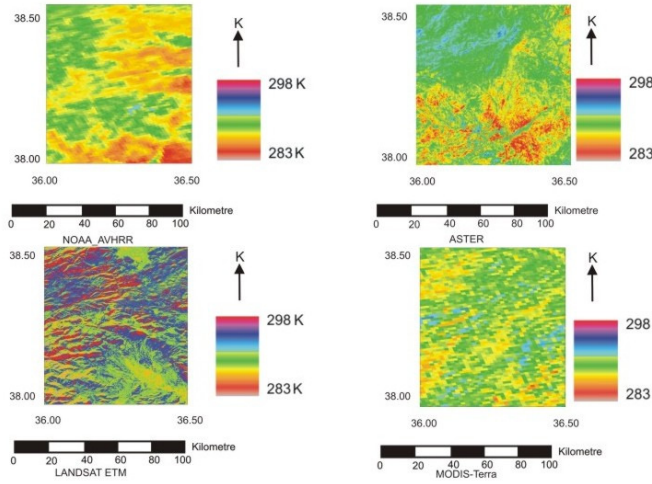
2.3. Yüzey Sıcaklığı

Yüzey sıcaklığı, karasal yüzeylerin radyometrik sıcaklığıdır. Yüzey sıcaklığı yer bilimci uygulamalarında yer alan jeotermal alanların tespiti ve iklim değişimi çalışmalarında çok önemli roller oynamaktadır. Uydu algılayıcılarının elektromanyetik spektrumun termal kızıl ötesi bant aralığından (10.5-12.5 µm) yaptığı ölçümler veya termal bantları aracılığı ile yapılan ölçümler yüzey sıcaklıklarının belirlenmesine imkan sağlamaktadır.

1998 yılında Czajkowski et. al. tarafından çoklu pencere tekniği (SPLIT WINDOW) uygulanarak elde edilen sonuçlara göre, NOAA-AVHRR görüntüleri yardımı ile belirlenen algoritma şu şekildedir;

$T_s = a + T_4 + b(T_4 - T_5)$ buradaki a ve b katsayıları ise değişik NOAA-AVHRR platformlarında şu şekildedir;

Uydu Platformu	a	b
AVHRR-7	2,67	2,24
AVHRR-9	1,95	2,56
AVHRR-11	2,86	2,40
AVHRR-12	7,86	2,34
AVHRR-14	5,54	2,08



Şekil 3. Alana ait yüzey sıcaklığı değerleri (22 Temmuz 2002)

Yüzey sıcaklıkları meteorolojiden alınan toprak sıcaklıkları verileri ile karşılaştırıldığı zaman ASTER ve MODIS görüntüleri arasındaki farkın çok fazla olmadığı detay çalışma gerektirmeyen durumlarda (3-4 K), MODIS ve NOAA gibi yüksek zamansal çözünürlüğe sahip uyduların rahatlıkla kullanılabiliceği görülmektedir.

2.4. Buharlaşma-Terleme Hesabı

Belirlenen Yüzey Sıcaklığı verilerinden itibaren herhangi bir havzaya ait Yüzey Yayımcılığı veya Emissivite değeri Eşitlik 4'deki gibi bulunur. (Van de Griend and Owe, 1993)

$$\epsilon_0 = 1.0094 + 0.047 \ln(\text{NDVI}) \quad (4)$$

Buradan hareketle belirlenen Hissedilir ısı akısı değeri ve Eşitlik 1 yardımı ile havzaya ait buharlaşma-terleme değerleri hesaplanır. Meteoroloji kaynaklı elde edilen yağış, rüzgar gibi parametreler havza bütçesi hesaplamasında uzaktan algılama teknikleri ile belirlenemeyecek bilgileri sağlamaktadırlar. Çalışma sonucunda elde edilen buharlaşma-terleme değerleri incelendiğinde, meteoroloji ve uzaktan algılama kaynaklı verilerin arasındaki farkın çok az olduğu günlük bazda yapılan değerlendirmelerde ise en fazla 1 mm'ye kadar çıktığı görülmektedir.

2.5. Deniz Suyu Sıcaklığı Hesaplama Yöntemleri

Denizel kirlilik parametreleri içinde önemli bir yer tutan, deniz suyu sıcaklığı değerleri karalarda olduğu gibi NOAA-AVHRR görüntüleri ile belirlenmektedir. Her bir NOAA platformu için ayrı olarak algoritmalar mevcuttur. Bu algoritmaların hangisinin kullanılacağı solar zenith açısının durumu ile ilgilidir. Eğer solar zenith açısı 75 dereceden büyük bir açı ile geliyorsa gece algoritmaları, 75 dereceden küçük geliyorsa gündüz algoritmaları kullanmak gerekmektedir. NOAA 11 platformları için belirlenen gece deniz suyu sıcaklığı hesaplama yöntemi şu şekildedir.

$$SST = (0.17079 * T_4 - 58.47) / (0.17334 * T_4 - 0.07747 * T_3 - 33.74) * (T_3 - T_4 - 6.440) + 0.98530 * T_4 + 1.97 * (\sec(ZA) - 1) + 15.88$$

Denizel kirlilik sadece deniz suyu sıcaklıkları ile ilgili değildir. türbidite, toplam askıda katı madde gibi parametreler ile

denizlere olan boşalım çok iyi şekillerde değerlendirilmelidir. Bu şekilde akarsular içindeki evsel atıklar ve maden atıkları gibi oluşumlar sık aralıklarla özellikle MODIS uyduları gibi yüksek zamansal çözünürlüğü olan sistemler ile değerlendirilmelidir

3. SONUÇLAR

Uzaktan algılama yöntemleri ile elde edilen hissedilir ısı akısı, toprak ısı akısı gibi değerlerin yanı sıra meteorolojik verilerin entegrasyonu sonucu üretilen buharlaşma-terleme gibi havza bütçesini doğrudan etkileyen parametreler hidrolojik ve hidrojeolojik uygulamalarda son yıllarda çok fazla kullanım alanına sahip olmaktadır. Ancak yağış, hava sıcaklığı ve rüzgar hızı ve yönü gibi bazı değerlerin uzaktan algılama yöntemleri ile belirlenmesi radar uygulamalarının çok fazla gelişmemiş olması nedeni ülkemizde fazlaca değerlendirilememektedir. Ancak havza bütçesine etkileyen tüm parametreler MODIS ve NOAA-AVHRR gibi yüksek zamansal çözünürlüğe sahip uydular ile sık aralıklar ile gözlenmelidir.

KAYNAKLAR

- Abrams, M. (2000) The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER): Data Products for the High Spatial Resolution Imager on NASA's Terra Platform. International Journal of Remote Sensing 21: 847-859.
- Abdullah Mah, Mapping surface cover types using ASTER data, 2002, <http://www.gisdevelopment.net/technology/rs/techr/s0023pf.htm>.
- Alexandridis T., Chemin Y., 2003, Landsat ETM+, Terra-MODIS and NOAA-AVHRR: Issue of Scale Inter-Dependency Regarding Land Parameters, www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2002/eos/eos003.shtml.
- Allen, R.G. and W.O. Pruitt, 1986, Rational use of the FAO Blaney-Criddle formula. J. Irrig. and Drain. Engrg., ASCE, 112(2):139-155.
- Allen, R.G. and W.O. Pruitt, 1991, FAO-24 Reference evapotranspiration factors. J. of Irrig. and Drainage Engineering. 117(5):758-773.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998, Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy, 300 pp.
- Allen, R.G., 2000, Using the FAO-56 dual crop coefficient method over an irrigated region as part of an evapotranspiration intercomparison study. J. Hydrology 229:27-41.
- Alparslan E., Yüce H., Erkan B., İnan S., Ergintay S., Saatçılar R., Büyükçekmece ve Küçükçekmece Gölleri Arasındaki Bölgede Heyelan Duyarlılığının Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Çok Kıstaslı Analizi, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilisim Günleri, 13 - 16 Eylül 2006 / Fatih Üniversitesi / İstanbul-Türkiye.

- Artis D.A., Carnahan W.H., Survey of emissivity variability in thermography of urban areas, 1982, Indiana State University, Terre Haute, IN Remote Sensing Environment, Vol-Issue: 12
- ASTER Reference Guide Version 1.0, 2003, ERSDAC Earth Remote Sensing Data Analysis Center.
- Bastiaanssen, W. G. M., Ahmad, M. D., and Chemin, Y., 2002. Satellite surveillance of evaporative depletion across the Indus. *Water Resources Research* 38(12): 1273, 1-9.
- Bastiaanssen, W.G.M., M. Menenti, R.A. Feddes and A.A.M. Holtslag, 1998. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL), part 1: formulation, *Journal of Hydrology*. 212-213: 198-212.
- Bos M.G., Noordman E., Beşer Ö., Dubbeldam F.J.L., 2003, Feasibility of GAP Irrigation Projects, Turkey, Performance Indicators and Water Management Tool for Irrigation in the South-Eastern Anatolian Region (Bozova 2).
- Buyantuyev A., Brazel A., , and Eisinger C., 2006, Estimating heat fluxes and the Urban Heat Island (UHI) of Phoenix with remote sensing and meteorological data. <http://www.captter.asu.edu/docs/symposia/Symp2006/2006BriefProgram.pdf>
- By R. H. B. Exell, 2000. Solar and Wind Energy, Atmospheric Radiation King Mongkut's University of Technology, Thonburi, <http://www.jgsee.kmutt.ac.th/exell>.
- Chandler, G., Markham, B., 2003. "Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges", *IEEE Trans. On Geoscience & Remote Sensing*, 4, 11, 2674-2677.
- Czajkowski K., Goward S., Mulhern T., Scott J., Walz A., Shirey D., Stadler S., Prince S., Dubayah R., Estimating Environmental Variables Using Thermal Remote Sensing, *Remote Sensing on Hydrology*, pp. 11-33.
- Chemin Y and Honda K., 2005, Spatio-temporal fusion of rice actual Evapotranspiration with genetic algorithms and an agro-hydrological model, http://www.star.ait.ac.th/~yann/chemin_honda_2006_TGARS002.pdf.
- Courault D., Seguin B., Olioso A., 2003, Review to Estimate Evapotranspiration from Remote Sensing Data; Some Examples from the Simplified Relationship to the use of Mesoscale Atmospheric Model, ICID Workshop on Remote Sensing of ET for Large Regions, 17 September 2003.
- Dengsheng LU , Qihao WENG, 2006, Spectral mixture analysis of ASTER images for examining the relationship between urban thermal features and biophysical descriptors in Indianapolis, Indiana, USA, *Remote Sensing Of Environment* 104 (2006) pp.157-167.
- Falkowski M.J., et. Al., Evaluating The ASTER Sensor for Mapping and Characterizing Forest Fire Fuels in Northern Idaho, Department of Forest Resources University of Idaho.
- French A.N., Schmugge T.J., Kustas W.P., 2002, Estimating Evapotranspiration over El Reno, Oklahoma with ASTER Imagery, USDA/ARS Hydrology & Remote Sensing Laboratory, Beltsville, MD 20705, USA, *Agronomie* 22 (2002) pp. 105–106.
- Fu P., Rich P.M., 2002, A geometric solar radiation model with applications in agriculture and forestry, *Computers and Electronics in Agriculture* 37 (2002) pp.25-35.
- Fisher J., 2002, Estimating evapotranspiration from remote sensing, *ESPM 271 Final Paper*.
- Garcia M., Contreras S., Domingo F., Puigdefabregas J. 2005, Estimating Land Surface Energy Fluxes in SE Spain using ASTER and MODIS Data, *Remote Sensing and Geoinformation processing in the assessment and monitoring of land degradation and desertification*. Trier, Germany.
- Garcia M., Contreras S., Domingo F., Puigdefabregas J., 2007, Comparison of Three Operative Models for Estimating Surface Water Deficit Using ASTER Reflective and Thermal Data, *Sensors*, 2007-7, pp. 860-883.
- Gillespie A.R., Rokugawa S., Hook S.J., Matsunaga T., Kahle A.B., 1999, Temperature/Emissivity Separation Algorithm Theoretical Basis Document, Version 2.4. eosps.gsf.nasa.gov/eos_homepage/_scientists/atbd/docs/ASTER/atbd-ast-03.pdf.
- Gower S.T., Validation of ASTER and MODIS Surface-temperature and Vegetation Products with Surface Flux Applications, Department of Forest Ecology and Management University of Wisconsin.
- Gowri. M.E., 2008, Estimation of Evapotranspiration by Satellite Remote Sensing by SEBAL Algorithm, www.gisdevelopment.net/proceedings/mapindia/2008/TechnicalSessions/RemoteSensingImageProcessing/GowriV.pps
- Gökdemir. O., Buharlaşma ve Terlemenin NOAA-AVHRR Uydu Görüntüleri İle Tahmini, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 2002.
- Hendiarti N., Purwandani A., Frederick M., Andiastuti R., 2005 Investigation of Oceanographic and Marine Environmental Condition surrounding Nipah Island: In-situ Measurements and Satellite Observations, Center for Technology for Natural Resources Inventory.
- Herting A., and King Dr. J. Phillip, Mapping Lake Evaporation Using Satellite Imagery, Department of Civil and Geological Engineering, New Mexico State University.

- Hafeez M., Khan S., Song K., Rabbani U., 2007, Spatial Mapping of Actual Evapotranspiration and Soil Moisture in the Murrumbidgee Cathment: Examples from National Airborne Field Experimentation.
- Hafeez M.M., Chemin Y., Van De Giesen N., Bouman B.A.M., 2002, Field Evapotranspiration Estimation in Central Luzon Philippines Using Different Sensors Landsat 7 ETM+, Terra-MODIS and ASTER, www.isprs.org/commission4/proceedings02/pdfpapers/380.pdf.
- <http://edc.usqs.gov/proqrams/sddm/lasdist/info/adapscal.html>
<http://www2.ncdc.noaa.gov/NOAASIS/ml/aboutn14vis.html>
<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/glcc/glcc.html>
- Karatas B.S., Akkuzu E., AvcıM., 2006, Uzaktan Algılama Tekniğiyle Evapotranspirasyonun Belirlenmesi, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilisim Günleri, 13 – 16 Eylül 2006 / Fatih Üniversitesi / İstanbul-Türkiye.
- Kargı H., Sarı N., 2006, LANDSAT TM Görüntülerinde Alterasyon Zonlarının Belirlenmesi–Bir Maden Arama Çalışması, 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13 – 16 Eylül 2006, Fatih Üniversitesi, İstanbul-Türkiye.
- Knuteson R., 2007, V5 Validation of AIRS Land Surface Temperature and IR Emissivity Products, University of Wisconsin – Madison Space Science and Engineering Center Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies.
- Kustas, W.P., Daughtry, C.S.T., 1990, Estimation of the soil heat flux/net radiation ratio from multispectral data. *Agric. For. Meteorol.*, 49, pp. 205-223.
- Kustas, W.P., M.S. Moran, K.S. Humes, D.I. Stannard, P.J. Pinter, Jr., L.E. Hipps, E. Swiatek, and D.C. Goodrich, 1994, Surface energy balance estimates at local and regional scales using optical remote sensing from an aircraft platform and atmospheric data collected over semiarid rangelands, *Water Resources Research*, Vol. 30, No. 5, pp. 1241-1259.
- Liang, S. L. (2000) Narrowband to broadband conversions of land surface albedo I Algorithms, *Remote Sensing of Environment*, 76, pp. 213-238.
- Mobin-ud-Din A., MAGAGULA T.F., Love D., Kongo V., Mul L.M., and Kinoti J., 2003, Estimating Actual Evapotranspiration Through Remote Sensing Techniques to Improve Agricultural Water Management. A Case Study in The Transboundary Olifants Catchment in The Limpopo Basin, South Africa, www.unesco-ihe.org/ssi/SSI.
- Parodi G.N., 2002, AHVRR Hydrological Analysis System Algorithms and Theory - Version 1.3. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation.
- Stefanov W.L., 2002, Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Data and Band Combinations <http://agassiz.la.asu.edu/docs/aster-white-paper.html>.
- Tarhan, N., 1982, Göksun-Afşin-Elbistan dolayının jeolojisi, MTA Genel Müdürlüğü kütüphanesi, Derleme No: 7296, 63 s.
- Ulivieri, C, M. M. Castronouvo, R. Francioni, and A. Cardillo, 1992, A SW algorithm for estimating land surface temperature from satellites, presented at COSPAR, Washington D.C., USA.
- U.S. Department of Interior Bureau of Reclamation, 2007, Lower Colorado River Accounting System Evapotranspiration and Evaporation Calculations.
- Yasushi Yamaguchi, Soushi Kato, and Ken Okamoto, 2004, Surface Heat Flux Analysis in Urban Areas Using ASTER and MODIS Data, International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2004.
- Yuanbo LIU, Yasushi YAMAGUCHI, Changqing KE, 2007, Reducing the Discrepancy Between ASTER and MODIS Land Surface Temperature Products, *Sensors-2007-7*, pp. 3043-3057.
- Yusufoğlu, H., Bedi, Y., Usta, D., Özkan, M.K., Beyazpıriuç, M., Yıldız, H., 2005, Afşin-Elbistan Neojen havzasının tektonik evrimi, *Doğu Toroslar, Türkiye*, 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri, s. 264-265.
- Wydicke, J. E., P.A. Davis and A. Gruber, 1987, Estimation of Broad-band Planetary Albedo from Operational Narrowband Satellite Measurements. NOAA Technical Report NESDIS 27, U.S. Dept. of Commerce, 32 pp