

LAI (Yaprak Alan İndeksi) LANDUSE (Arazi Kullanımı) ve METEOROLOJİK VERİ ELDE EDEN UYDU KULLANARAK ÇAY(Camellia sinensis (L) O. Kuntze) VERİMİNİ MODELLEMEK

R.M.S.S. Rajapakse, Nitin K. Tripathi, Kiyoshi Honda
Uzay Teknolojisi Araştırma ve Uygulama Programı, Asya Teknoloji Enstitüsü
P.O.Box 4, Klong luang, Pathumthani 12120. Thailand

Özet

Çay, tek döviz geliri sağlayıcı olarak Sri Lanka için çok önemli bir gelir ürünüdür. Çay verimini izlemek hem çay plantasyonlarının yönetimi hem de ticari amaçlar için çok önemlidir. Çay verimi ; alan kullanım farklılıklarına ve çevresel parametrelere bağlıdır. Uzaktan algılama, mevcut ürün koşulları üzerinde yararlı bilgiler sağlar. **Bu analiz, çevresel GIS (Coğrafik Bilgi Sistemi) 'de ki diğer anahtar parametreler ve uzaktan algılama kullanılarak çayın verimini önceden bildirmek için yapılmış bir çalışmadır.**

Yaprak alan indeksi (LAI), verinin optik uzaktan algılamayla elde edildiği ürün büyüme modellerinde başlıca anahtar faktörlerden biridir. LAI, hasat aşaması süresince çay verimini modellemede önemli bir durumsal değişkendir. LAI, ürün reflektans'ını belirlemek içinde önemli bir faktördür ve ürün reflektans modellemesinde sık sık kullanılır. **Bu nedenle, çay LAI ve optik uzaktan algılama parametreleri (NDVI) arasındaki ilişki araştırılmış ve bu çay için verimi önceden bildiren modeller geliştirmede çok yararlı olmuştur.** Ölçülen LAI ve NDVI arasındaki ilişkiyi tespit etmek için A modeli ile bir logaritmik fonksiyon benimsenmiştir.

Uydu ile elde edilen LAI değeri ve mevcut uzaysal, meteorolojik ve tarımsal değişkenler ile istatistiksel regresyon analizi ve GIS'in analitik yeterliliği çay verimini tahmin etmek için bir model geliştirmede kullanılmıştır. Farklı metotlar olmasına rağmen, çay verimini önceden bildirmek için uygun modelin seçiminde dikkate alınan değişkenlerin değerlerinin kullanımıyla bir model geliştirmek, çoklu regresyon'un kullanımıyla da en iyi modeli tespit etmek için denemeler yapılmıştır.

1.Takdim

Çay (Camellia sinensis (L) O.Kuntze) istihdam ve arazi kullanımına bağlı olarak Sri Lanka için çok önemlidir, ada da ki en önemli yeri çay endüstrisi işgal etmektedir. Çay verimini hesaplamak veya tahmin etmek için bir model geliştirmek, çay endüstrisinde istikrarlı üretim için yararlıdır. Uzaktan algılama ve GIS teknolojileri son on yıl süresince pirinç, buğday vb. gibi tek yıllık bazı ürünlerde verimi önceden bildiren modeller geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle çok yıllık, çok önemli bir ürün olan çay için uzaktan algılama ve GIS kullanılarak verimi önceden bildiren bir model geliştirmek ivedilikle gerekli dir. Hakkında ön çalışmaların bulunmadığı uzaktan algılama kullanılarak çayın izlenmesi, Sri Lanka Çay Araştırma Enstitüsü Deneme ve AIT biriminde master öğrenimi esas alınarak sağlandı.

Bu çalışma için referanslar ; LAI hem büyüyen ürünün işlenmesinde hem de kanopi reflektans'ın da önemli bir rol oynar (Clevers et al.,1994). Tarlada LAI ölçümü yapmak zaman alıcıdır. Bu

nedenle, optik uzaktan algılama verisinden LAI hesaplamasını sağlamak göreceli olarak daha faydalıdır. Standardize edilen vejetasyon farklılık indeksi (NDVI), bitki verimliliğinin bir ölçüsü olarak dikkate alınır (Sellers,1985). NDVI, çoğu ürün için bir LAI ölçüsü olarak da dikkate alınır (Gong,P et al.,1995). Bu çalışmanın hedefi optik uydu verisini kullanarak LAI'ni hesaplamak için bir model geliştirerek ; LAI , tarımsal arazi kullanımı ve meteorolojik parametreleri kullanarak çay verimini hesaplamak için bir model geliştirmektir.

2. Metodoloji

2.1 Çalışma Alanı

Sri Lanka'da ki Kendy idari bölgesinin Dolosbage dikim alanı, Nawalapitiya'da bulunan ülkenin ortasında ki bir çay arazisi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Arazinin toplam alanı 945 ha olup, 235,25 ha'ı çay plantasyonu altındadır. Alan ; yakacak odun, çeltik, sebzeler, bir çay fabrikası ve yerleşim terleri altında dengelenmiştir. Tüm arazi sıralı olarak 50 çay tarlasından oluşmaktadır. Arazinin yeri ; 197000 mN – 176000mE ve 201000mN – 180000 mE lokal koordinatları arasındadır. Vejetatif olarak üretilmiş ; TRI 2025, TRI 2023, CH13, DN ve TRI 2026 gibi bazı çay klonları da arazide görülmektedir. Çay tarlalarında ki ocakların çoğu 80 yıldan daha yaşlıdır. Arazinin eğimi % 53'den daha azdır. Arazinin yükselti silsilesi 1000 m amsl'den 1500 m amsl'ye kadar farklılaşır. Arazideki yıllık kümülatif yağış 2000 mm'den daha çoktur. Arazinin ortalama bağıl nemi % 84 – 90 arasındadır ve ortalama günlük sıcaklık 21 – 23 °C arasındadır. Çay için temel sıcaklık 13 °C'dir. Bu nedenle bu arazi yıl içerisinde uygun bir sıcaklık silsilesine sahiptir. Arazinin günlük ortalama güneşlenme saati, 5.2 saattir.

2.2 Veri Toplama

Bu çalışmada hem niteliksel hem de uzaysal veri dikkate alınmıştır. Niteliksel veri ; tarladan tarlaya ölçümlenen yaprak alan indeksi, meteorolojik kayıtlar ve çay arazisi kayıtlarından alınmıştır. Uzaysal veri ; mevcut haritalar ve uydu görüntülerinden alınmıştır. Bu uzaysal ve niteliksel veri bir GIS veri tabanına bağlıdır. Mevcut haritalar; tarla sınırlarını, arazi kullanımını, toprak sınırları, yol ve akarsu ağlarını, eğimi, yükseltiyi ve yönü dijital kapsamda hazırlamak için kullanıldı. Arazi için günlük ortalama sıcaklık haritaları, günlük ortalama güneşlenme saati, günlük ortalama bağıl nem ve yıllık kümülatif yağış haritaları Ters Uzaklık İnterpolasyon Metodu (IDW) kullanılarak hazırlandı. Çay plantasyon parametreleri ; arazi alanı, varyete (klon), dikim sıklığı, kanopi yoluyla toprağı örtme, budama periyodu, dikim tarihi ve verim hakkında toplandı. Bu veri çay arazi kayıtlarından elde edildi.

Her çay tarlasına ait her bir yaprak örneği LAI ölçümleri için toplandı. Örnekleme arazideki 50 tarladan yapıldı. Örnekleme boyutu 1 m²'dir. Her bir tarladan tarla başına 10 rast gele örnekleme noktası seçildi. **Yaprak alanı, "Decagon Pseudocolor Ag Vision Image Analyzer" kullanılarak ölçümlendi.** Noktadan noktaya esasıyla, LAI hesaplamak için aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır.

$$LAI = \text{Yaprak alanı} / \text{Örnek yüzey alanı}$$

Bununla birlikte, çay bitkisinin gerçek kanopi kapsamı uydu görüntülerindeki göre dikkate alınmıştır. Bu nedenle, tarladan tarlaya bitki yoğunluk kayıtları ve ölçümlenen yaprak alanı okumaları aşağıdaki formül yoluyla LAI hesaplamak için kullanıldı. Yaprak alanı ve örnek zemin yüzey alanı aynı birim'de olmalıdır.

$$\text{LAI} = \text{Yaprak alanı} / (\text{Örnek yüzey alanı} \times \text{Gerçek kapsam})$$

$$\text{Gerçek kapsam} = \text{Gerçek bitki yoğunluğu} / \text{Optimum bitki yoğunluğu}$$

Vejetatif olarak üretilen çay için 0.6 m x 1.2 m aralıkta (uzaydan yeryüzüne bakış) optimum bitki yoğunluğu 13800 bitki/ha, tohumla üretilen çay için 0.9 m x 1.2 m aralıkta (uzaydan yeryüzüne bakış) çay bitkisi optimum yoğunluğu 9250 bitki/ha'dır. Örnek yüzey alanı 1 m².

2.3 Uydu Verisi

Radyometrik standartlama, çok zamanlı **LANDSAT-TM** görüntülerindeki görüntüle meye özgü hataları kaldırmak için yapılmıştır. Doğrusal (Linear) dönüştürme, radyometrik düzeltme için yapılmıştır. **IRS-1C LISS III** (Linear Imaging Self Scanner) 12 Şubat 2000'de elde edilmiş ve LANDSAT-TM görüntüsü de 6 Mart 1995'de elde edilmiş olup bu çalışma için kullanılmıştır. Geometrik düzeltme yapıldıktan sonra, radyometrik standartlama ve NDVI görüntü değerleri, vejetasyon bulunmayan yüzeyler de geçersizlik değerini saptamak için maskelendirilmiştir. Vektörel (yöneysel) sıralamayla tarla sınırları kullanılarak RIO (Yöresel Oran) olarak hesaplanmıştır.

Vejetasyonun bulunmadığı alanlar ; su, yapılar, yollar vb. kapsiyordu. Maskeleyme, bir geçersizlik piksel değeri saptayarak ve sıfırın altında ki tüm NDVI yanıtlarını ortaya çıkararak yapılmıştır. NDVI değerleri aşağıda açıklanan formül ile hesaplanmıştır.

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VR}) / (\text{NIR} + \text{VR})$$

NDVI aynı zamanda, klorofil bolluğunun ve enerji absorpsiyonunun bir ölçüsüdür (Mynen et al.,1995). LANDSAT-TM'nin 4.Bant ve IRS-1C'nin 3.Bant alıcıları maksimum klorofil reflektans bandı iken, LANDSAT-TM'nin 3.Bandı ve IRS-1C'nin 2.Bandı klorofil absorpsiyon bandıdır. Haritalarda ki tarla sınırları, arazinin vektörel (yöneysel) tabakası üzerinde uzanır ve her bir tarla için NDVI değerlerinin istatistiksel ortalaması alınarak bölgesel oran olarak kullanılmıştır.

2.4 Model 1 - NDVI Elde Eden Uydu Kullanılarak LAI Hesaplamak İçin Modelleme

IRS-1C uydusu görüntülerinde elde edilen NDVI değerleri bu modeli geliştirmek için kullanıldı. LANDSAT-TM ve IRS-1C dışında sadece IRS-1C uydu görüntüsü, örnekleme zamanının bir bölümünde bu amaç için kullanıldı. Bazı tek değişkenli doğrusal ve doğrusal olmayan tahmin modelleri kullanılmıştır. Gong,P. et al.,(1995) ayrıca NDVI 'den yararlanı larak, kozalaklı orman LAI hesaplayan bir model geliştirmek için birkaç fonksiyon denemiş ve NDVI den yararlanılarak, LAI hesaplamak için en iyi modelin bir hiperbolik olduğuna karar vermiştir.

2.5 Model 2 - Çay Verimini Hesaplamak İçin Modelleme

Tüm dijital göstergeler, çay bitkisine özgü modeli oluşturacak parametreleri değerlendirmek için kullanıldı. Çayın verimi ve diğer değişkenler arasındaki ilişki, çok değişkenli mevcut tüm değişkenlerden yararlanılarak LAI hesaplamak için incelenmiştir. Bu değişkenler eğim, yön, yükselti, çay plantasyonunun yaşı, çayın tipi, bağıl nem, yıllık kümülatif olarak düşen yağış, ortalama günlük sıcaklık, ortalama günlük güneşlenme saati, toprak derinliği, tarlanın kaya ile kaplı yüzdesi ve yaprak alan indeksidir. Bununla birlikte, günlük sıcaklık ve günlük güneşlenme saati ortalaması model geliştirmede dikkate alınmaz çünkü sıcaklık ve günlük güneşlenme saati

arazi üzerinde tarladan tarlaya herhangi bir farklılık göstermedi. Mevcut tüm değişkenler ile LAI arasında ki ilişki, tek parametre değeri tespit etmek için incelendi. Kullanılan bu korelasyon değerleri her bir değişken için tek tek saptandı ve diğer parametre değerleri ile ortalama verim arasındaki ilişki deneysel olarak incelendi.

3. Sonuçlar ve Tartışma

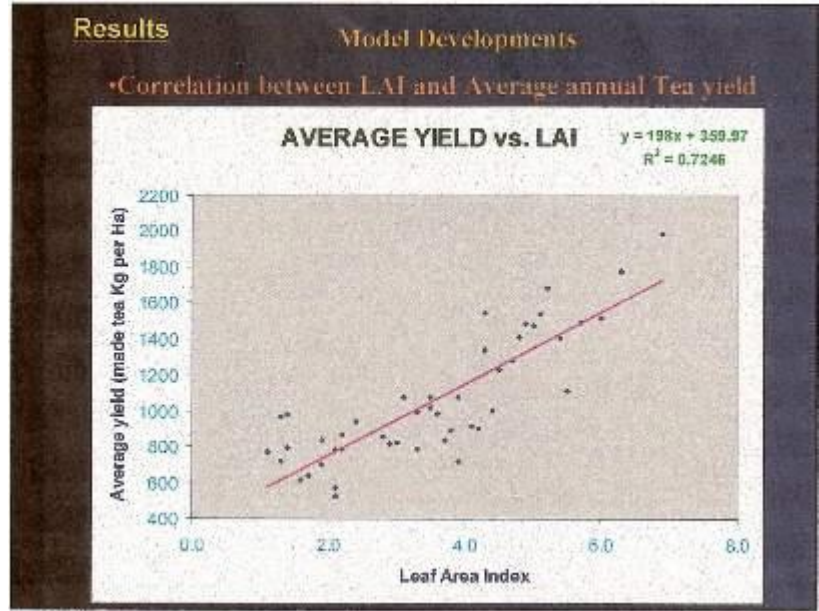
3.1

Model 1 - NDVI Elde Eden Uydu Kullanılarak LAI hesaplamak İçin Modelleme

LAI ölçümü yapılan 40 tarlaya karşılık spektral veri Şubat 2000'de IRS-1C görüntülerinden elde edildi. NDVI, bu görüntüler için hesaplandı. IRS-1C uydu görüntülerinden elde edilen LAI ve NDVI arasındaki ilişki bazı doğrusal ve doğrusal olmayan modellerde denendi.

Uydu görüntülerini kullanarak LAI hesaplamak için tüm koşullar dikkate alınarak uygunların en iyi olarak diğerlerinin dışında bir logaritmik fonksiyon belirlendi.

Benimsenen modeller, Şekil 1'de sunulan uydu görüntüsü için NDVI ve LAI arasında ki ilişkiyi tespit etmek içindir.



Şekil 1

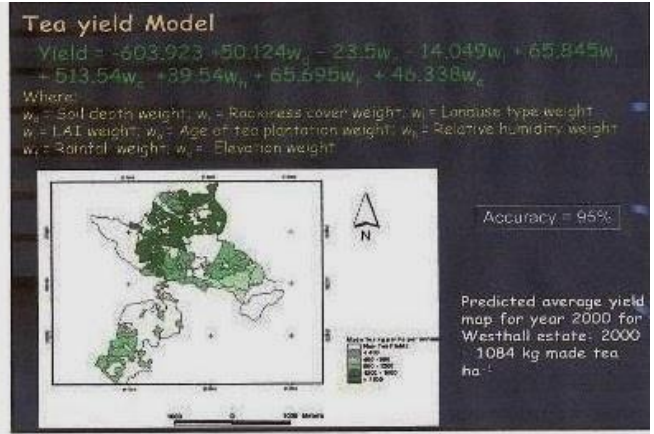
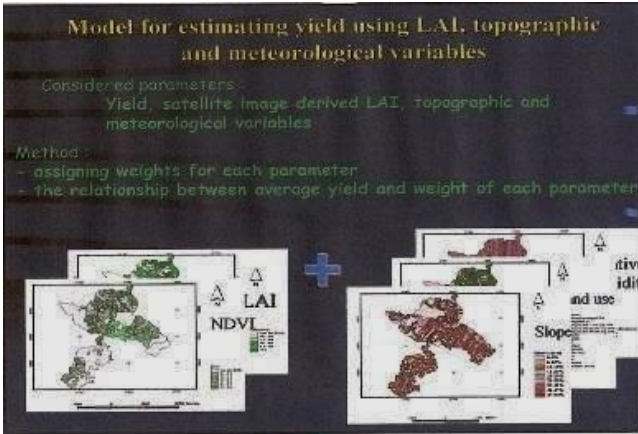
IRS-1C görüntüsü için NDVI ve LAI arasında ki ilişki

**

3.2

Model 2 -Çay Verimini Hesaplamak İçin Modelleme

Değişken değerleri, verim ile her bir değişken arasında ki ilişki tek tek bulunarak saptandı. Her bir değişkenin içinde sınıflandırmalar yapmak için ARCVIEW analiz tekniği kullanıldı ki böylece, her bir değişkenin yeniden sınıflandırıldığı bölgeler için verim özetlenmiş oldu. Oluşturulan sınıf değerleri, yeniden sınıflandırılan her bir değişkenin ait olduğu bölgeler içinde verimi özetlemiş olur. Mevcut değişkenler içinde tüm sınıflama değerleri saptandıktan sonra, oluşan sınıflandırma değerleri ile verim arasındaki ilişki geriye doğru regresyon analizi kullanılarak tespit edildi. Beş model, geriye doğru regresyon analizi kullanılarak tespit edilmiştir. Toprak derinliği ve kaya ile kaplı yüzde oran çay bitkisinde büyüme için önemli faktörler olduğu için, aşağıdaki model en iyi model olarak dikkate alındı. Eğim çok önemli bir faktördür ancak, Sri Lanka Çay Araştırma Enstitüsü çay bitkisi için ülkenin orta bölgesinde ki alanlarda % 55'den daha fazla eğimi ve ülkenin yüksek bölgelerinde de %70'den daha fazla eğimi önermemektedir. Bu nedenle bu faktör hariç tutulmuştur.



Çay'da verim modellemesi **

Model 2'de ;

$$\text{Verim} = -603.923 + 50.124 w_d - 23.5 w_r - 14.049 w_l + 65.845 w_i + 513.54 w_a + 39.54 w_h + 65.695 w_f + 46.338 w_e$$

Model 2 için ; $r^2 = 0.742$, $F = 1575.083$

Burada ;

w_d: Toprağın derinlik değeri , **w_r**: Kaya ile kaplılık değeri , **w_l**: Arazi kullanım tipi değeri , **w_i**: LAI değeri , **w_a**: Çay plantasyonunun yaş değeri , **w_h**: Nispi rutubet değeri , **w_f**: Yağış değeri , **w_e**: Yükselti değeri

3.3 Model Validasyonu ve Model'de Validasyon Uygulaması

IRS-1C görüntüleri kullanılarak LAI hesaplamak için geliştirilen model örnekleri üzer inde t testi kullanılarak valide edildi. Hesaplanan t değeri (0.1367), tablo t değerinden (1.7247) daha düşüktür. Bu nedenle, sıfır hipotezi reddedilmiş olmadı ve ölçümlenen LAI değeri ile gerçeği arasındaki farkın önemli olmadığına karar verildi. Böylece, NDVI değerleri elde eden uydu görüntüleri kullanılarak LAI hesaplamak için geliştirilen model % 95'lik önemlilik düzeyi ile doğrulandı. Model 2, Şubat 2000'de IRS-1C görüntüleri ve önerilen örnekler üzerinden valide edildi.

Seçilen model 2, önerilen örnekler üzerinden t testi kullanılarak valide edildi. Hesaplanan t değeri (-0.197), tablo t değerinden (1.745) daha düşüktür, önceden hesap edilen verim ve gerçekleşen arasında fark olmadığını gösteren sıfır hipotezi reddedilmedi. Bu nedenle ölçümlenen LAI değeri, diğer meteorolojik ve tarımsal parametrelerin kullanımı yoluyla verimi önceden bildirmek için geliştirilen modelin kullanımıyla, önceden bildirilen verim ile gerçekleşen verim arasında önemli bir fark yoktur ve % 95'lik önemlilik düzeyi ile doğrulanmıştır.

Mart 1995 LANDSAT-TM görüntüleri standartlaştırıldıktan sonra, çay tarlalarının NDVI değerleri hesaplandı. Model 2-B-3, 1995 verimini hesap etmek için kullanılmıştı. Hesap edilen ve gerçekleşen çay verimleri t testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Hesaplanan t değeri (1.467), tablo t değerinden (1.669) düşüktür. Bu nedenle, sıfır hipotezi reddedilmedi ve hesaplanan verim ile gerçekleşen arasındaki farkın önemli olmadığına karar verildi. Böylece bu model % 95'lik

önemlilik düzeyi ile verimi tahmin etmek için kullanılmıştır. 1995’de tüm arazi için gerçekleşen çay verimi, 1144 kg/ha/yıl’dır. 1995 yılında tüm arazi için hesaplanmış olan çay verimi, 1031 kg/ha/yıl’dır.

4. Sonuç

Logaritmik fonksiyon, LAI ve NDVI arasında ilişkiyi doğru olarak vermiştir. Bu model, uydu görüntülerinin NDVI değerleri kullanılarak özellikle çay tarlalarında LAI hesaplamak için benimsenmiştir. En iyi korelasyonu veren tüm değişken değerleri saptanarak kullanılan model geliştirilmiştir. Bu çok değişkenli regresyon analizinde ki tüm değişkenler ayrı ayrı dikkate alınmıştır. Bu metotla, geriye doğru regresyon ile beş model tanımlanmış ve önerilen örnekler ile % 95 geçerlilik arz eden bu beş modelden biri en iyi sekiz değişkenli model olarak seçilmiştir ve 1995 yılında ki verim önceden hesaplanabilmiştir. Böylece bu model (Model 2) çay verimini önceden hesaplamak için uygundur.

5. Teşekkür

Yazarlar, çalışmada Westhall arazisini kullanmaya izin verdiği için Sri Lanka Kahawatte Plantation LTD. , GPS sistemini sağladığı için Sri Lanka Diyatalawa Ölçme ve Haritalama Enstitüsüne ve çalışmayı tamamlamak için gerekli imkanları sağlayan Sri Lanka Çay Araştırma Enstitüsüne teşekkürlerini sunar.

Tercüme: Kamil Engin İSLAMOĞLU, Ziraat Mühendisi, [E-Mail](#)

Kaynak:

R.M.S.S. Rajapakse, Nitin K. Tripathi, Kiyoshi Honda 2000. [MODELLING TEA \(Camellia \(L\) O. Kuntze\) YIELD USING SATELLITE DERIVED LAI, LANDUSE AND METEOROLOGICAL DATA](#) Space Technology Application and Research Program, Asian Institute of Technology, P.O. Box 4, Klong Luang, Pathumthani, 12120, Thailand.

<http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts1/agri001.asp>

****Dr. Honda Kiyoshi. [Satellite System and Sensors Part I High-Resolution Optical Satellites.](#)** Space Technology; Applications and Research Program(STAR) School of Advanced Technologies(SAT), Asian Institute of Technology(AIT

<http://www.rsgis.ait.ac.th/~honda/textbooks/>

Türkiye’de Tarımsal Üretimde Uzaktan Algılama Tekniklerinin Kullanımını Konu Alan Bazı Çalışma Örnekleri :

1. R.Selçuk.,N.Recep.,Y.Tahsin. 2000. **Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama Teknikleri İle Doğu Karadeniz Bölgesinin Arazi Modellenmesi.** Karadeniz Teknik Üniversitesi Karadeniz Teknik Üniversitesi. Jeodezi ve Fotog. Bölümü Jeodezi ve Fotog. Bölümü, Trabzon

2. G. Levent.,K.İsmail.,T.hakan.,G.Hanife.,K.Yasemin. 2005. **Bitkisel Üretim ve Uzaktan Algılama**. HR.Ü.Z.F.Dergisi , 2005,9(4):1-9. J.Agric.Fac.HR.U. 2005,9(4):1-9

3. A.Erhan.,D.Nalan. 2002. **Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarım Uygulamaları**. TUBITAK Marmara Arastirma Merkezi Yer ve Deniz Bilimleri Arastırma Enstitü sü, İstanbul.

4. R.Selçuk.,Y.Tahsin. 2000. **LANDSAT ETM+ Kullanılarak Trabzon İli Arazi Kullanım Haritasının Elde Edilmesi**. Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü,Trabzon.

5. A.Ertuğrul., Ö.Gökhan. 2004. **Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri Kullanılarak Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi Arazilerinde Arazi Kullanım Haritalaması**. Ulud. Üniv. Zir. Fak. Derg., (2004) 18(1): 57-68. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bölümü, Bursa.

6. T.Metin., A.Ayhan. 2006. **Uydu Görüntüleri Kullanılarak Meşcere Kapalık Derecesi nin Haritalanması**. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Orman Mühendisliği Bölümü. 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13 – 16 Eylül 2006 / Fatih Üniversitesi / İstanbul-Türkiye.

Türkiye’de Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojisinin Tarımsal Üretimde Kullanımı İçin Arastırma ve Uygulamalar Yapan Bazı Kamu Kurumlarının Web Adresleri:

<http://www.tagem.gov.tr/gis/anasayfa.htm>

<http://www.tugem.gov.tr/tugemweb/utabim.html>

<http://www.die.gov.tr/ua/1Proje.html>

http://ziraat.comu.edu.tr/index.php?option=com_content&task=view&id=21&Itemid=1

<http://agr.ege.edu.tr/depts/toprak/uzal.html>

<http://www.ins.itu.edu.tr/uzak/uzal-cbs/>

<http://www.tgae.gov.tr/webeski/laboratuar/cbslab2.html>

<http://www.mta.gov.tr/jeoloji/RS/notlar.html>

<http://uacbs.sdu.edu.tr/>

<http://www.meteor.gov.tr/2006/kurumsal/kurumsal-birimler.aspx?subPg=250>