

Türkiye Bitki Örtüsünün NDVI Verileri ile Zamansal ve Mekansal Analizi

*Hakan YILDIZ¹

Ali MERMER¹

Ediz ÜNAL¹

Fevzi AKBAŞ²

¹Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara

²Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü, Konya

* Sorumlu yazar e-posta : yildiz_hakan@hotmail.com

Geliş tarihi (Received): 06.08.2012

Kabul tarihi (Accepted): 30.11.2012

Öz

Uydu görüntülerinden hesaplanan bitki örtüsü indeksi (NDVI) yeryüzündeki yeşil bitki örtüsünün izlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada Türkiye genelinde bitki örtüsü yoğunluğunun dağılımı, bitkilerin büyümeye başlama tarihi ve en yüksek yoğunluğa erişme tarihi gibi zamansal değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Türkiye'yi kapsayan SPOT-Veg NDVI arşiv verileri kullanılmıştır. Bu veriler VAST yazılımı ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucuna göre vejetasyon aktivitesinin en erken Akdeniz, Ege ve Güneydoğu'da başladığı belirlenmiştir. Doğu Anadolu bölgesinde vejetasyon aktivitesinin başlaması yüksekliğe bağlı olarak yılın 150. günü yani Mayıs ayı sonunda olmaktadır. İzlenen diğer vejetasyon parametreleri de bölgelere bağlı olarak benzer özellikler göstermiştir. Çalışma sonucunda NDVI verileri ile bitki örtüsü değişiminin başarılı bir şekilde izlenip analiz edilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: NDVI, VAST, Bitki örtüsü, Uzaktan algılama

Spatial and Temporal Analysis of Turkey Vegetation with NDVI Images

Abstract

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) is calculated from satellite data and has been widely used for vegetation monitoring. The objective of this study was to investigate distribution of vegetation intensity and to determine temporal characteristics of this vegetation such as start growing day and maximum vegetation intensity time. Spot-Veg archive data covering Turkey was used in this study and analysed using VAST software. According to study, earliest vegetation green up was seen at Mediterranean, Aegean, and Southern Anatolia regions. Vegetation green up was seen at 150th day of year (end of May) because of high elevation at Eastern Anatolia region. Other vegetation parameters had similar pattern according to regions. This study showed that vegetation change can be monitored and analysed successfully using NDVI data.

Keywords: NDVI, VAST, Vegetation, Remote sensing

Giriş

Doğal olarak üç tarafının denizlerle çevrilmesi ve engebeli bir topoğrafyaya sahip olması nedeniyle Türkiye'de meteorolojik faktörler zamansal ve mekânsal olarak büyük değişiklikler göstermektedir. Bitki örtüsü yoğunluğu, toprak, topoğrafya ve güneşlenme gibi diğer çevresel şartlar dışında iklimsel değişimlerden oldukça fazla miktarda etkilenmektedir. Özellikle yağış ile bitki örtüsü arasında pozitif bir ilişki olduğu bilinmektedir. Yağışın yeterli olduğu bir bölgede bitki

örtüsünün canlılığı tarımsal üretimin de yüksek olmasına işaret etmektedir. Bu iki parametre arasındaki ilişki kullanılarak, muhtemel tarımsal üretim miktarının uzaktan algılama verileri ile tahmin edilmesi mümkündür.

Uzaktan algılama teknolojisinde yeşil bitki örtüsünün izlenmesinde en çok kullanılan araçlardan biri Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) verileridir. NDVI, uydu görüntülerinin yakın kızıl ötesi (NIR) ve kırmızı (RED) ışık dalga boyunda algılama yapan bantlardan hesaplanmaktadır. Aşağıdaki

matematiksel eşitlikte belirtildiği gibi bu iki dalga boyunun matematiksel modellemesi ile oluşturulan NDVI, bitkilerin biyokütle miktarı ve yaprak alan indeks değerinin ana göstergesi olarak kabul edilmekte ve büyüme döneminde bitki gelişiminin izlenmesi ve verim tahmini amacıyla kullanılmaktadır.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Burada, NIR ışık spektrumun yakın kızılötesi dalga boyunu (0.68 – 0.78 µm), RED ise kırmızı bölge dalga boyunu (0.61 – 0.68 µm), NDVI (birimsiz) ise vejetasyon indeks değerini temsil etmektedir (Tucker 1979).

NDVI değerleri teorik olarak (-1) ile (+1) arasında değişmektedir. Yeşil bitki örtüsünün fazla olduğu alanlarda indeks değeri +1'e doğru yaklaşırken, bulutlar, su ve kar düşük (eksi) NDVI indeks değerlerine sahiptir. Çıplak toprak ve zayıf bitki örtüsü durumunda ise sifıra yakın NDVI değeri gösterir (Hatfield et al 1985). Bir NDVI haritasında tarımın yoğun olduğu bölgeler gözlemlendiğinde, düşük NDVI değerlerine sahip alanlar kuraklık, aşırı rutubet, hastalık ve zararlılar gibi çeşitli nedenlerle zayıf bitki gelişiminin olduğu bölgeleri işaret etmektedir. Diğer taraftan yüksek NDVI değerleri ise bitki gelişiminin sağlıklı olduğu yerleri göstermektedir.

NDVI verileri, özellikle geniş alanlardaki bitki örtüsünün incelenmesinde birçok bilim adamı tarafından dünyanın çeşitli bölgelerinde başarıyla kullanılmıştır (Cihlar et al. 1991; Marsh et al. 1992; De Buers et al. 2004). NDVI yöntemi, geniş alanları kapsayan çalışmalarda gerek bitki örtüsü değişimi hakkında hızlı veri elde edilmesi, gerekse maliyetin daha az olması nedeniyle geleneksel yöntemlere göre daha avantajlıdır. Özellikle günlük uydu verilerinden elde edilen bitki indeks değerleri biyolojik aktivitelerin izlenmesinde önemli avantajlar sağlamaktadır (Tucker, 1979; Goward et al., 1991; Marsh et al., 1992; Yang et al., 1997). Ülkemizde yapılan çalışmalarda, Karabulut (2006), NDVI verilerinden faydalanarak Türkiye'de belli başlı bitki örtüsü gruplarının yıl içerisinde değişimini araştırmıştır. Mermer ve ark. (2011), mera bitki örtüsünün mevsimsel değişimini NDVI verileri ile incelemişlerdir. Bu veriler ile mevsime bağlı olarak yaprak alan indeksi (LAI), biyokütle ve toprağı kaplama oranı belirlenebilmektedir (Tucker et al. 1980). Bu parametrelerin büyük oranda toprak verimliği, toprak nemi, ekim zamanı ve bitki yoğunluğu ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Crist 1984; Aase and Siddoway 1981; Asrar et al. 1985; Teng 1990).

Bu çalışmada çok zamanlı (multi-temporal) NDVI verileri VAST yazılımı ile analiz edilmiş ve elde edilen VAST çıktıları ile ülkemizdeki bitki örtüsünün zamansal ve mekansal değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal

Çalışmada kullanılan uydu verileri, Dünya Gıda Örgütü'nün (FAO), Erken Uyarı Sistemleri programı çerçevesinde vejetatif gelişimin izlenmesi amacıyla yürüttüğü ARTEMIS projesi kapsamında üretilen NDVI arşiv verileridir ve FAO sunucuları üzerinden indirilmiştir. NDVI verileri, SPOT 4 ve SPOT 5 uyduları üzerindeki SPOT VEGETATION algılayıcıları tarafından üretilen 1 km mekansal çözünürlüğe sahip verilerdir. SPOT-VEGETATION mavi dalga boyundan yakın kızıl ötesi dalga boyuna kadar geniş spektral yelpazesine, 1 km mekansal çözünürlükle yeryüzünün tamamını her gün taramaktadır. (Maisongrande et al. 2002).

SPOT-Veg görüntüleri tarımsal ürünlerin, orman alanlarının ve meralardaki bitkilerin temel kaplama (kanopi) özelliklerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmaktadır. SPOT-Veg verileri 1km'lik mekansal çözünürlüğe sahip olduklarından hem küresel hem de bölgesel çalışmalarda sıklıkla kullanılabilirlerdir.

Bu çalışmada 10'ar günlük maksimum kompozit dilimler halinde birleştirilen ve yıl içerisinde 36 NDVI görüntüsünden oluşan 1999-2010 yıllarını kapsayan 432 adet (12 yıl X 36 adet) Spot-Veg NDVI görüntüsü kullanılmıştır. Maksimum kompozit algoritması bulutluluk değerlerinin düşürülmesi ve yüksek bitki örtüsü NDVI değerlerinin seçilmesi amacıyla sık kullanılan bir görüntü işleme yöntemidir.

Yıl içerisinde, her bir pikselin NDVI değerindeki değişimini belirlemek için ise VAST yazılımı kullanılmıştır. VAST yukarıda belirtilen verim ve bitki örtüsü ilişkisini sağlayan parametreleri yıl içerisindeki zaman serisi NDVI verilerinden hesaplamaktadır.

Yöntem

Bu çalışmada 1994 yılında Açlık Erken Uyarı Sistemi (Famine Early Warning System (FEWS)) kapsamında Felix F. Lee tarafından geliştirilen VAST 3.0 (Vegetation Analysis in Space and Time) yazılımı kullanılmıştır. VAST programı IDA formatındaki 10 günlük

görüntülerle piksel seviyesinde çalışmaktadır. Program yıl içerisindeki 36 adet 10 günlük NDVI görüntülerini kullanarak her bir piksel için oluşturulan eğriden elde edilen zaman serisi karakteristiği veya değişkeni için görüntüler üretmektedir.

Ham NDVI görüntülerinde sıklıkla bulut ve bazen atmosferik etki nedeniyle bozukluklar bulunmaktadır. VAST zaman serisi değişkenlerini hesaplamadan önce otomatik olarak bulutu maskeler ve piksel değerlerini ortalamaya doğru yumuşatır. Yumuşatma algoritması yüksek NDVI değerini gerçeğe doğru yönlendirerek hesaplar. Program tüm hesaplamaları piksel bazında yapmakta ve sonuçları raster harita şeklinde üretmektedir. VAST çıktıları aşağıda verilmiştir (Şekil 1).

SDAT: Bitki örtüsü başlangıç tarihi (10 günlük),

PEAK: NDVI'nin en yüksek değere ulaştığı tarih (10 günlük),

HORZ: PEAK – SDAT, bitki örtüsü süresi (bitki örtüsünün en yüksek düzeye ulaştığı tarih ile bitki örtüsünün başlangıç tarihi arasındaki fark)

SVAL: Bitki örtüsü başlangıç tarihindeki (SDAT) NDVI değeri,

PVAL: PEAK'teki NDVI değeri,

VERT: PVAL – SVAL,

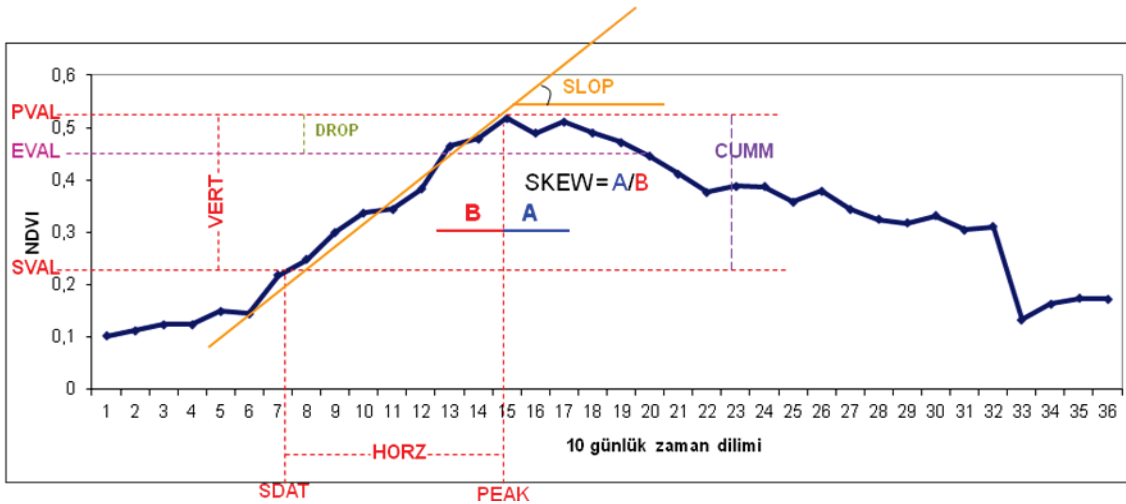
EVAL: PEAK + 4'deki NDVI değeri,

DROP: PVAL – EVAL,

SLOP: (SDAT, SVAL), (PEAK, PVAL) arasındaki doğrunun eğimi,

CUMM: SDAT - PEAK arasında NDVI değerlerinin toplamı, bu değer sezon boyunca toplam yeşil kütle miktarını yansıtmaktadır.

SKEW: PEAK'den 30 gün sonraki NDVI toplamının, PEAK den 30 gün önceki NDVI toplamına oranı,



Şekil 1. VAST programı çıktıları

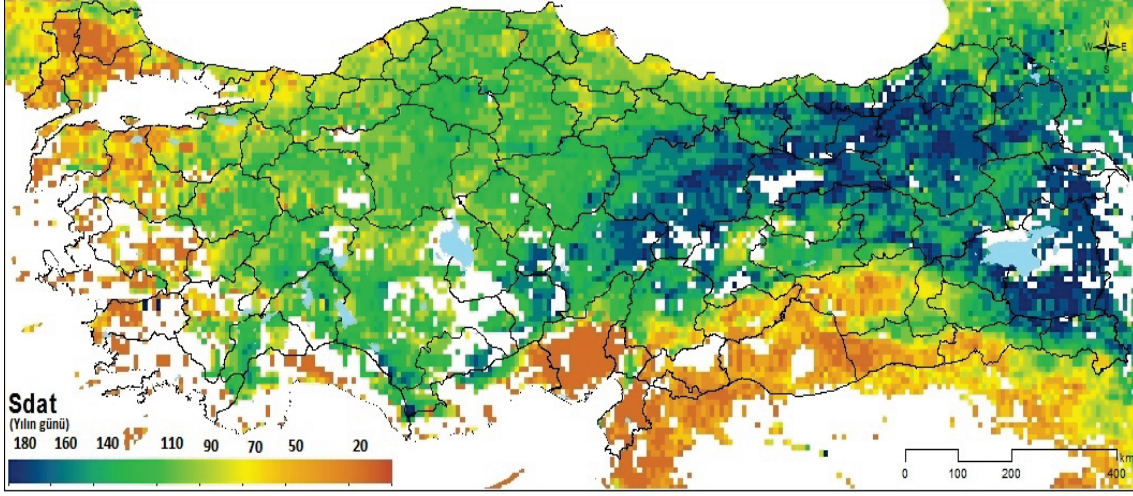
Bulgular ve Tartışma

Yıl içerisinde 36 ve her ay için 3 görüntüden oluşan 10'ar günlük dilimler halindeki NDVI görüntüleri kullanılarak her yıl için VAST çıktı katmanları üretilmiştir. Üretilen her parametre için 10 yıllık ortalama veri katmanları oluşturulmuştur. Önemli VAST çıktılarından bazılarının haritaları hazırlanarak aşağıda verilmiştir. VAST programının çalışabilmesi için bir bölgedeki objelerin yıl boyunca yansımalarının çan eğrisi şeklinde olması gerekmektedir. Yılın başında NDVI değeri kar örtüsü veya bitki örtüsü azlığı

nedeniyle düşük iken zaman geçtikçe bitki örtüsü canlanmaya başlamakta ve belli bir dönemde en yüksek seviyeye ulaşmaktadır. Daha sonra bitki örtüsünün sararmaya başlamasıyla çan eğrisi tamamlanmaktadır. Su yüzeyi, devamlı kar örtüsü veya bitkiden yoksun çıplak alanlarda yıl içerisinde NDVI değerleri çan eğrisine benzeyen dağılım oluşturmadığından VAST bu bölgeler için veri üretememektedir. Aynı şekilde bitki örtüsü başlangıcı ve en üst noktaya ulaştığı tarihlerin tarihsal uygulamalar (yıl içerisinde iki ürün yetiştirilmesi) nedeniyle keskin olmadığı bölgelerde de bu program ile veri

üretilememektedir. Şekil 2'de vejetasyonun başlangıç tarihi haritası görülmektedir. Başlangıç tarihi haritasında beyaz renkte

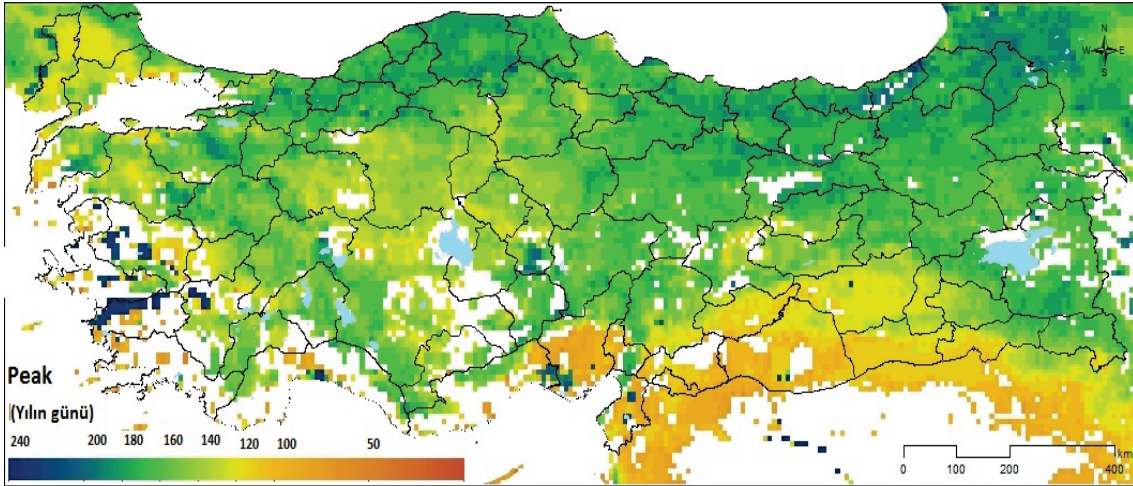
görülen bölgeler VAST programının veri üretmediği yerlerdir.



Şekil 2. SDAT: Yılın gün sayısına göre (jülyen tarihi) bitki örtüsü yeşillenme başlangıç tarihi haritası

Doğu Anadolu'da yüksekliğin artmasıyla bitki örtüsü başlangıcı da geç olmaktadır. Rakımın az olduğu daha sıcak Ege ve Akdeniz gibi bölgelerde bitki örtüsü başlangıç tarihi daha erken gerçekleşmektedir. Adana ve Hatay civarı ve güneydoğuda kahverengi renkle görülen yerlerde 20 inci günde (Ocak

ay ortası) vejetasyon canlanmaya başlamaktadır. Rakım yükseldikçe maksimum 180'inci güne (Haziran sonu) kadar bitki örtüsü başlama tarihi sarkmaktadır. Şekil 3'de bitki örtüsünün pik yaptığı tarih Şekil 2'deki bitki örtüsü başlangıç tarihi gibi yüksekliğe bağlı olarak ileri tarihlere kaymaktadır.



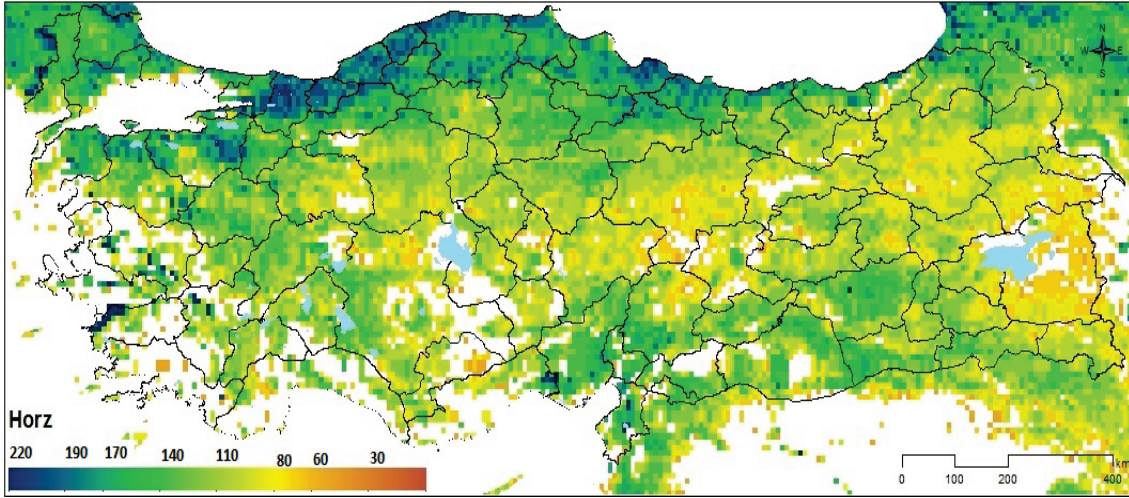
Şekil 3. PEAK : Yılın gün sayısına göre (jülyen tarihi)NDVI'in en yüksek değere ulaştığı tarih haritası

Bitki örtüsünün tepe yaptığı dönemler Güney-Kuzey doğrultusunda ve yükseltiye bağlı olarak erkenden geçe doğru değişim göstermektedir (Şekil 3). Güneydoğu Anadolu'da bitki örtüsü tepe değerlerine 80-110'uncu gün arasında (20 Mart-20 Nisan) ulaşılırken, kuzeydeki Karadeniz ve Doğu Anadolu bölgelerinde tepe değerleri ancak

180-240'inci günlerde (20 Haziran-20 Ağustos) ulaşabilmektedir.

Yıl içerisinde NDVI değerleri kullanılarak hesaplanan bitki örtüsü süresi (HORZ); bitki örtüsünün tepe yaptığı tarih ile bitki örtüsü başlangıç tarihi arasındaki farkı göstermektedir. Ankara ve Konya'dan Erzurum, Ağrı ve Van'a kadar Orta

Anadolu'yu kapsayan alanda bitki örtüsü değerinin yüksek olmasının nedeni bu süresi az iken kıyı kesimlerde daha uzundur (Şekil 4). Karadeniz kıyılarında HORZ kaynaklanmaktadır.

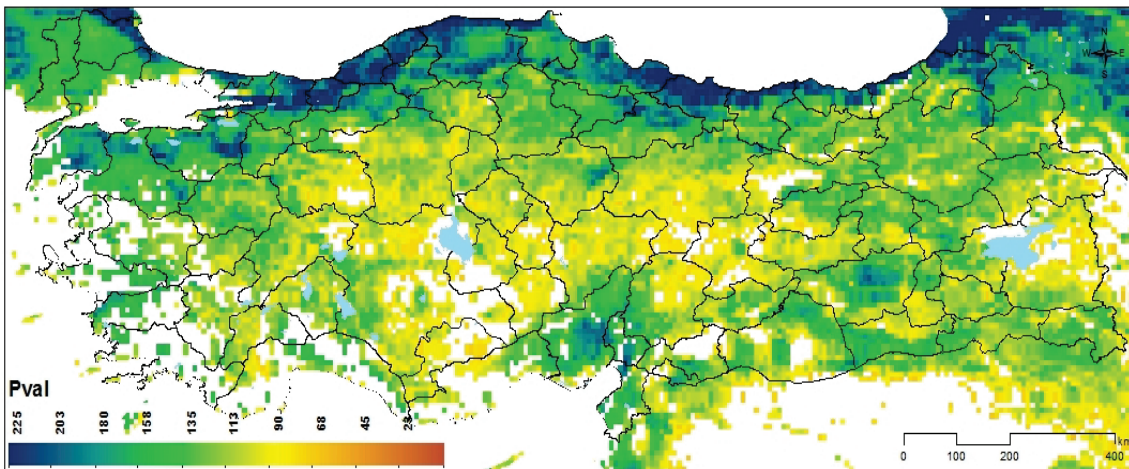


Şekil 4. HORZ : PEAK – SDAT, bitki örtüsü tepe yaptığı tarih ile bitkinin yeşillenmeye başladığı tarihler arasındaki gün süresi haritası

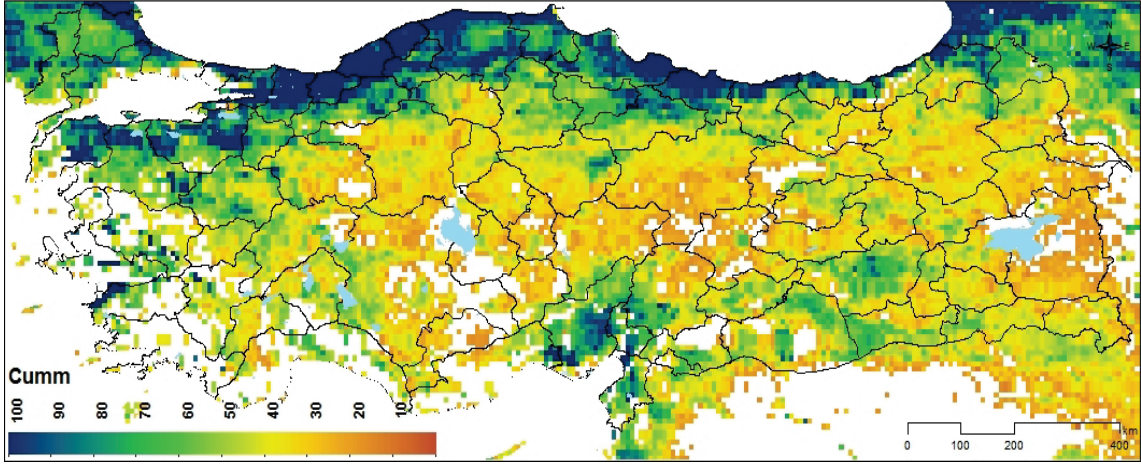
Bitki örtüsünün tepe tarihindeki NDVI değeri tahıl üretiminin yaygın olarak yapıldığı İç Anadolu'da düşük, mera alanlarının yaygın olduğu Doğu Anadolu'da Erzurum ve civarında biraz daha yüksek hesaplanmıştır (Şekil 5). Orman alanlarının yaygın olduğu kıyı kesimlerde PVAL değeri en yüksek olarak bulunmuştur.

CUMM verisi, bitki örtüsü başlangıcı ve tepe yaptığı tarihler arasındaki NDVI değerlerinin toplamını ifade etmektedir. Bu değer sezon boyunca toplam yeşil kütle miktarını yansıtmaktadır. Şekil 6'da görüldüğü gibi kırmızıdan koyu laciverte doğru CUMM değeri artmaktadır. Yoğun tarımın yapıldığı Çukurova, Güneydoğu, Trakya ve Marmara bölgelerinde NDVI toplamı yüksek olarak

hesaplanmıştır. Aynı şekilde orman alanlarının yaygın olduğu Karadeniz kıyılarında yeşil bitki aksamının fazla olması nedeniyle toplam NDVI değeri yüksektir. Bitki örtüsü süresinin kısa olması veya kuru tarımın yaygın olarak yapıldığı İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde CUMM değeri daha düşük olarak hesaplanmıştır. Türkiye için NOAA NDVI görüntüleri ile yapılan çalışmada (Karabulut 2006) Orta Anadolu Bölgesinde bitki örtüsü aktivitesinin Mayıs Haziran aylarında maksimuma ulaştığını, belirtmiştir. Benzer şekilde bu çalışmada da en yüksek aktiviteye 140-160' ıncı günler yani Mayıs, Haziran aylarında ulaşıldığı görülmektedir (Şekil, 6).



Şekil 5. PVAL : PEAK'teki NDVI değeri haritası



Şekil 6. CUMM : SDAT - PEAK arasında NDVI değerlerinin toplamı haritası

Yapılan bitki örtüsü analizinde ülkemizde bitki örtüsünün mekânsal ve zamansal değişimi beklendiği gibi topoğrafya ve mevsime göre farklılıklar göstermiştir. Bu farklılıklar özellikle bitki örtüsünün büyük oranda yağışlara bağlı olduğu gerek kuru tarım alanları gerekse mera ve diğer tabii bitki örtüsünün yaygın olduğu Orta ve Doğu Anadolu bölgeleri ile yaprak döken orman ağaçlarının hakim olduğu Karadeniz sahil kuşağında belirgin bir şekilde görülmektedir. Bitki örtüsü yoğunluğunun yıl içinde değişiminin nispeten az olduğu maki ve orman bitki örtüsünün hakim olduğu Ege, Akdeniz kıyı şeridinde yine aynı bölgelerde ve Çukurova'da sulu tarımın yaygın olduğu yerlerde bitki örtüsündeki değişim başarılı bir şekilde gözlenememiş nitekim bu alanlar veri harici olarak gösterilmişlerdir (Şekil 2,3,4,5 ve 6). Bunun nedeni programın kullandığı algoritmanın bitki örtüsü başlangıç, pik ve azalış dönemlerini belirlemek için aynı pikselde değişik tarihlerdeki NDVI değerindeki farkları kullanmasıdır. Bu bölgelerde NDVI değerlerinin her dönem yüksek olması ve değişimin az olması nedeniyle algoritmanın bu alanlarda iyi çalışmamaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada, NDVI verileri kullanılarak ülkemizde bitki örtüsünün zamansal ve mekânsal değişimi incelenmiştir. Sonuçlar bitki örtüsündeki biyolojik aktivitenin bu tür yer gözlem uydusu verileri ile başarılı bir şekilde izlenebileceğini göstermiştir. NDVI, bitki örtüsünün fotosentetik aktivitesi, yeşillenme miktarı, olgunlaşma süresi gibi biyolojik

aktivite parametreleri ile ilişkilidir. Uzun süreli uydu verileri ile bitki örtüsü başlangıcı ve en yüksek değerleri izlenerek kuraklık analizi ve mera kullanım planlaması gibi çalışmalar yapılabilir. Farklı yıllardaki VAST çıktıları, tahıllar gibi yaygın üretimi yapılan bitkiler için verim tahmininde kullanılabilir.

Kaynaklar

- Aase, J.K. and F.H. Siddoway. 1981. Spring Wheat Yield Estimates from Spectral Reflectance Measurement. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, Vol. GE-19, No. 2, pp. 78-84.
- Asrar, G., E.T. Kanemasu and M. Yoshida. 1985. Estimates of Leaf Area Index from Spectral Reflectance of Wheat under Different Cultural Practices and Solar Angle. Remote Sensing of Environment, Vol 17:i – 11.
- Crist, E.P. 1984. Effects of Cultural and Environmental Factors on Corn and Soybean Spectral Development Patterns. Remote Sensing of Environment. Vol. 14, pp. 3-13.
- Goward, S. N.; B. Markham, D. G. Dye, W. Dulaney, J. Yang, 1991. Normalized difference vegetation index measurements from AVHRR. Remote Sensing of Environment, 35, 257-277.
- Hatfield, J. L., E. T. Kanemasu, G. Asrar, R. D. Jackson, P. J. Jr. Pinter, R. J. Reginato and S. B. Idso 1985 Leaf area estimates from spectral measurements over various planting dates of wheat Int.J. Remote Sens. 6 167-75.
- Karabulut, M., 2006. NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. Coğrafi Bilimler Dergisi, 4 (1), 29-42.

- Maisongrande P., B. Duchemin, G. Dedieu, S. Lafont. 2002. Potential of the Improved SPOT/VEGETATION System for the Earth Monitoring from 1998 to 2008. 29th International Symposium on Remote Sensing of Environment. Buenos Aires, (8-12 April 2002).
- Marsh, S. E. Walsh, J. L. Lee, C. T. Beck, L. R. Hutchinson, C. F. 1992. Comparison of multi-temporal NOAA AVHRR and SPOT-XS satellite data for mapping land cover dynamics in the west African Sahel. International Journal of Remote Sensing, 13(16), 2997-3016.
- Mermer, A., H. Yıldız, E. Ünal, Ö. Urla , M. Aydoğdu, A. Avağ, M. M. Özgöz, E. Aksakal, S. Dumlu, A. Koç , U. Şimşek, K.A. Özaydın, O. Aydoğmuş, F. Dedeoğlu, M. G. Tuğaç, H. Torunlar. 2011. Doğu Anadolu Bölgesinde Mera Vejetasyonunun Uydu Görüntüleri (NDVI) İle İzlenmesi. 9. Tarla Bitkileri Kongresi 12-15 Eylül 2011. Bursa. Cilt III, 1678-1683.
- Teng, W.L. 1990. AVHRR Monitoring of U.S crops during the 1988 Drought. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 56 (8), 1143-1146.
- Tucker, C. 1979. Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation. Remote sensing of Environment, 8, 127-150.
- Tucker, C.J., B.N. Holben, J.H. Elgin, J.E. McMurtrey III. 1980. Relationship of Spectral Data to Grain Yield Variation. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 46, No. 5, PP. 657-666.
- Yang, W. Yang, L. Merchant, J. M. 1997. An assessment of AVHRR/NDVI-ecoclimatological relations in Nebraska, U.S.A. International Journal of Remote Sensing, 18 (10):2161-2180.