

Akdağ Kütlesinde (Olur- Erzurum) Bitki Örtüsünün Ortam Koşullarına Göre Değişiminin Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak İncelenmesi

The investigation of the changes in vegetation according to ambient conditions by using remote sensing (UA) and geographical information systems (GIS) in Mt.Akdağ (Olur-Erzurum)

Hüseyin Bayram^{*1}, İbrahim Kopar², Mehmet Ali Çelik¹

¹Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kilis

²Atatürk Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Erzurum

Öz: Bu çalışmada Erzurum iline bağlı Olur ilçe merkezinin hemen güneyinde yer alan ve kabaca doğu-batı doğrultusunda uzanan Akdağ kütlesinde (Yalnızçam Dağları) bitki örtüsünün doğal ortam koşullarına (iklim, topografya, yüzey şekli vb.) göre değişimi Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak incelenmiştir. Öncelikle uydu görüntülerinden hesaplanan Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index: NDVI) yöntemi ile yeşil vejetasyon varlığı hakkında önemli bilgilere ulaşılmıştır. Bitki indeks verilerinden elde edilen bulgular sayesinde, mevcut vejetasyonun durumu ortaya konulmuş ve bu bağlamda seyrek ve çıplak kayalık sahalarda hakkında da bilgi elde edilmiştir. Nitekim NDVI sonuçlarına göre Akdağlar'ın kuzey yamaçlarında bitki indeks değerlerinin güney yamaçlara oranla daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. İkinci olarak arazi etütleri ve orman amenajman haritalarından elde edilen veriler NDVI indekslerden çıkan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Buna göre kuzey yamacın güney yamaca göre kapalılık oranının oldukça yüksek olduğu ve kuzey yamaçta kapalılığın formu düzgün sarıçam (*Pinus Sylvestris*)-ardıc (*Juniperus*) ve diğer yapraklılarla sağlandığı tespit edilmiştir. Güney yamaçta kurakçıl formu bozuk, kapalılığı düşük ardıc toplulukları ile çalı ve ot türleri yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yalnızçam Dağları, Akdağlar, Vejetasyon, NDVI, Olur, Erzurum.

Abstract: In this study, the vegetation cover in the Mount Akdağ (Yalnızçam Mountains), which is located just south of the center of Olur district of Erzurum province and extending roughly in the east-west direction, is exposed to environmental conditions such as climate, topography, surface shape) were investigated using Remote Sensing (UA) and Geographic Information Systems (GIS). Important information about green vegetation has been reached with the method of classification of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and similar new methods calculated from satellite images. Findings from the classification method reveal the state of the current vegetation and in this context information about rare and bare rocky terrain has been obtained. According to NDVI results, it is understood that the plant index values on the northern slopes of Akdağlar are higher than the southern slopes. Secondly, the data obtained from field surveys and forest management maps were compared with the results from NDVI indices. According to this, it is determined that the north slope has a very high closure rate according to the southern slope, and that the northern slope closure is provided with smooth scots pine (*Pinus Sylvestris*)-juniper and other leaves. On the southern slope, xerophytic deformed, lower juniper communities and grass and shrub species are present.

Keywords: Yalnızçam Mountains, Akdağlar, Vejetasyon, NDVI, Olur, Erzurum.

* İletişim yazarı: Hüseyin Bayram, e-posta: huseyinbayram@kilis.edu.tr

1. Giriş

İklim elemanları (sıcaklık, yağış vb.) ile topoğrafik faktörler, başta bitkiler olmak üzere tüm canlıların dağılışı üzerinde etkilidir (Avcı, 2005; Günal, 2013). Topoğrafik etkenlerden özellikle bakı faktörü orta kuşaklardaki karalar üzerinde; bilhassa da dağlık kütlelerde değiştirilemez bir nitelik veya karakter olarak karşımıza çıkmaktadır (Viovy, Arino ve Belward, 1992). Bitki örtüsünün gelişim seyri ile tarım ürünlerinin yetiştirme veya olgunlaşma sürelerinden, insanların giyim tarzları, yerleşme özellikleri, bina yapıları, geçim kaynaklarına vs. kadar daha birçok alanda topoğrafyanın kuzey ya da güney hali (bakı faktörü) bariz bir değişim ve etkiye sahip olmaktadır (Duran ve Günek, 2010; Özşahin, 2015; Çelik ve Gülersoy, 2017). Bu bağlamda Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama yöntemleri topoğrafik etkenlerin sayısal olarak ortaya çıkarılması yönünde önemli olanaklar sunmaktadır (Susam ve Oğuz, 2006). Dolayısıyla gerek dünyada ve gerekse de ülkemizde son yıllarda bu doğrultuda yapılan bilimsel çalışmalara oldukça sık rastlanmaktadır.

Uzaktan algılamada bitki örtüsünün gelişme evrelerini izleme işi, birçok farklı modellemeler kullanılarak yapılmaktadır. Bu modellemelerden Normalize Fark Bitki İndeksleri (NDVI), iklim ve insan kaynaklı bitki örtüsü değişimlerini izlemede en çok kullanılan yöntemlerden birini teşkil etmektedir (Çelik ve Karabulut, 2013). NDVI yöntemi, yakın kızılötesi (NIR) bant ile görünür kırmızı (R) bant arasındaki zıtlığı veya kontrastı artırmak yoluyla oluşturulmuş bir yöntemdir (Duran, 2007). Bir başka deyişle bu yöntemi, her iki bantta (NIR ve R) kayıtlı olan verilerin tek bantta işlenmesiyle, bitki varlığını ya da yokluğunu incelemek üzere Normalize Edilmiş Bitki İndeks değerlerinin vermiş olduğu sonuçların yardımıyla topoğrafik faktörler ile iklimsel parametrelerin bitkilerin mevsimsel gelişimine olan etkilerinin yorumlanmasında kullanılması şeklinde de ifade edilebilir. Normalize Edilmiş Bitki İndeks değerleri, bir anlamda yakın kızılötesi bant ile kırmızı bantın birbirine bölünmesiyle elde edilen sonuçlar sayesinde bitki bulunmayan alanlarla bitki örtüsüyle kaplı alanları görebilmemize olanak sağlamaktadır (Wang ve Tenhunen, 2004). Bunun için çeşitli bilim adamlarının ortaya koymuş olduğu NDVI yöntem ve modelleri, araştırmamızın amaçlarına ulaşmasında önemli kolaylıklar sunmuştur. Bu hususta Özyavuz (2011) tarafından aktarılan bilgilerde; Tucker'ın (1979) yaptığı araştırmalar örnek gösterilmiş ve buna göre NDVI değerlerinin -1,0'le +1,0 arasında değiştiği, indeks değerlerinin yüksek olmasının canlı bitki örtüsüne işaret ettiği buna karşılık indeks değerlerinin negatif olması durumunda ise bu alanların kesinlikle bitkisiz olduğu ifade edilmiştir. Yine Tucker'ın NDVI analizlerinde nehir, göl gibi su yüzeyleriyle yerleşim ve sanayi alanları, yol ağları gibi insan eliyle oluşturulmuş yapay alanlarda bitki indisi değerlerinin çok düşük olacağı bildirilmiştir.

Benzer çalışmalarda Çelik ve Karabulut (2013-a), MODIS verileriyle NDVI yönteminin kullanım aşamasındaki bilgileri şu şekilde ifade etmiştir: “MODIS uydusuna ait kırmızı ışınlar (0.58- 0.68 mikron) denk gelen band 1 ve infrared dalga boyutundaki (0.725- 1.10 mikron) ışınları içeren band 2 bitki örtüsü incelemelerinde en kullanışlı ışık dalga boylarıdır. Bu ilişkiden yararlanarak bitki indeksleri hazırlamak mümkün olmuştur. Hesaplamalar yoluyla elde edilen indeks değerleri ise bitkilerin yeşil biomas, yaprak alanları, fotosentez için yutulan enerji miktarı gibi birçok özelliği ile yakından ilgilidir. Bu özellikler de bitki örtüsü durumunun belirlenebilmesi için kullanılan önemli parametreler olarak kabul edilmektedir”.

Çalışmamızda, Akdağ kütesinin (Olur-Erzurum) kuzey ve güney yamacında bitki örtüsü değişimlerinin analizi için MODIS NDVI verileri kullanılmıştır. Zira bu veriler mekânsal (250 m) ve zamansal (16 gün) çözünürlüğü ile geniş alanlardaki arazi örtüsü desenini izleme ve ortam koşullarına göre bitki örtüsündeki değişimleri analiz etme imkânı sağlamaktadır.

Akdağ kütleline uygulanan MODIS NDVI verilerinin zaman aralığı 2000 yılından 2017 yılları arasında kapsayacak şekilde 18 yıl olarak seçilmiştir. Bu zaman dilimini kapsayan 411 adet MODIS NDVI verisi, ArcMap 10.4.1 yazılım programında önce Akdağ kütleline genel, daha sonra da sırasıyla kuzey yöne ait genel-maksimum ve aynı şekilde güney yöne ait genel ve maksimum sayısal değerleri Excel 2016'da düzenlenerek grafik ve çizelgeleri oluşturulmuştur. Ayrıca bu doğrultuda 2000 yılından 2017 yıllarına kadar 16 günlük dönemler halinde kaydedilmiş olan MODIS uydu verilerinden 411 adedinin bant görüntüleri kullanılmıştır. 2000 yılının ocak ayı dışında (bu ayda kayıt yapılmadığından) kalan diğer her yılın tüm ayları için toplamda 23'er adet NDVI kompozit bantlarına ait görüntülerin sayısal değerleri düzenli bir tablo haline getirilmiştir (Çizelge 1). Sonraki işlemler arasında NDVI haritası oluşturma ve haritaların yorumu ile yazım aşaması birbirlerini takip etmiştir.

Çizelge 1: Çalışma alanı için kullanılan MODIS NDVI verilerinin yıllara göre sayıları.

Tarih	Veri	Adet
2000	MODIS NDVI	20
2001	MODIS NDVI	23
2002	MODIS NDVI	23
2003	MODIS NDVI	23
2004	MODIS NDVI	23
2005	MODIS NDVI	23
2006	MODIS NDVI	23
2007	MODIS NDVI	23
2008	MODIS NDVI	23
2009	MODIS NDVI	23
2010	MODIS NDVI	23
2011	MODIS NDVI	23
2012	MODIS NDVI	23
2013	MODIS NDVI	23
2014	MODIS NDVI	23
2015	MODIS NDVI	23
2016	MODIS NDVI	23
2017	MODIS NDVI	23
	Toplam	411

Kaynak: <https://earthexplorer.usgs.gov/> Erişim: 15.06.2018-15.07.2018 tarihleri arası.

NDVI yöntemi, yakın infrared band ile görünür bölgedeki kırmızı bandın birbirinden çıkarılıp daha sonra iki bandın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalize edilmiş değerleri ifade eden basit ve kullanışlı bir yöntem olarak tarif edilmektedir. NDVI görüntüleri genel olarak aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır [Çelik ve Karabulut, 2013 (b)].

$$NDVI = \frac{\text{Yakın İnfrared Band} - \text{Kırmızı Band}}{\text{Yakın İnfrared Band} + \text{Kırmızı Band}}$$

$$\text{Float ("band4" - "band3")} / \text{Float ("band4" + "band3")}$$

Çalışmada, mevsimlik kuraklık analizleri için SPI (Standartlaştırılmış Yağış İndeksi) formülü kullanılmıştır. Bu formül şöyle hesaplanmaktadır:

$$SPI = (X_i - \bar{X}_i) / \sigma$$

SPI önceden belirlenmiş olan belli bir zaman dilimi içerisinde yağışın ortalamadan olan farkının standart sapmaya bölünmesi ile elde edilen bir yöntemdir (McKee vd., 1993; Çelik vd., 2018). SPI değerlerinin standardize edilmesi sonucunda, belirlenmiş olan zaman dilimindeki kurak ve nemli dönemler bir arada temsil edilmiş olmaktadır. Bu nedenle SPI değerleri ile hazırlanan kuraklık analizlerinde indeks değerlerinin devamlı olarak negatif seyrettiği dönemler kurak dönem olarak tanımlanmaktadır (Çelik ve Gülersoy, 2018), (Çizelge 2). SPI yönteminde, indeks değerlerinin sıfırın altına ilk düştüğü ay kuraklığın başlangıcı olarak kabul edilmekteyken; indeksin pozitif değere yükseldiği ay ise kuraklığın sona erdiği nemliliğin hakim olduğu dönem olarak değerlendirilir (McKee vd., 1994; Çelik ve Karabulut, 2017). Kuraklık, genel itibariyle yağışların uzun süreli ortalamalardan çoğunlukla düşük değerlerde seyretmesi olarak tarif edilmektedir (Çiçek, 1995). Kuraklık olayında yağışın miktarının azlığından ziyade; yağışların etkili oldukları yörelerde yağış ortalamalarından düşük seyretmesi önemlidir. Bu durumda meydana gelen atmosferik ve meteorolojik afetlere kuraklık adını verebiliriz.

3. Bulgular ve Analiz

Bu çalışmada Oltu ve Olur meteoroloji istasyonlarına ait rasat verileriyle Akdağ kütesinin 15.06.2018 – 15.07.2018 tarihleri arasında erişimine ulaştığımız <https://earthexplorer.usgs.gov> internet web adresindeki uydu görüntüleri kullanılmıştır. Ayrıca Oltu istasyonuna ait rasat verileri örneklem olarak alınmış, Akdağ kütesinin özellikle güney yamacına ait NDVI sonuçlarıyla iklimsel bakımdan birbirine oldukça uyumlu sonuçlar verdiği görülmüştür (Çizelge 2; Şekil 3).

Analizler sırasında Akdağ kütesinin 2000 yılı ile 2017 yılları arasını kapsayan ve 16 günlük kayıtların tutulduğu NASA-USGS web sitesindeki (<https://earthexplorer.usgs.gov>) MODIS Vegetation Indices– V6 modülünün kullanılmasıyla indirilen MODIS MOD 13Q1 V6 uydu görüntüleri hdf uzantılı şekilde elde edilmiştir. Bu veriler, tif formatı haline getirilmesi için önce CBS ortamına taşınmış; daha sonra ArcMap 10.4.1 yazılım programı aracılığıyla export edilerek NDVI analizlerinin düzenli bir şekilde sağlanması için Excel 2016'ya aktarılmıştır. Burada çizelge haline getirilen verilerin önce yıllara göre kuzey ve güney yamaçların göstermiş olduğu genel eğilim grafik haline getirilmiştir (Şekil 3). Grafikte yer alan sonuçlara göre kuzey yamaçtaki bitkilerin güney yamaçtaki bitkilerden daha erken gelişme devresine (growing season) girdiği tespit edilmiştir. Aynı şekilde mevsimlere ve aylara göre bakıldığında da durum benzerlik taşımaktadır. Öyle ki kuzey yamaçtaki bitkiler gelişme devresine (growing season) nisan ayının başlarında girerken, güney yamaçta ise bitki örtüsü bir ay daha geç gelişme devresine girdiği gözlenmiştir. Yani Akdağ kütesinde yapılan NDVI analizine göre güney yamaçta bitki örtüsü mayıs ayı başında ancak bitki gelişme devresine girmektedir. Bununla birlikte Akdağ kütesinde bitki kapallılık durumuna bakıldığında net bir şekilde kuzey yamaçların güney yamaçlara üstünlük kurduğu gözlenmektedir (Foto 1,2). Nitekim beklendiği şekilde kuzey yamaçta nemcil, güney yamaçta kurakçıl vejetasyonun egemen olduğu görülmektedir.

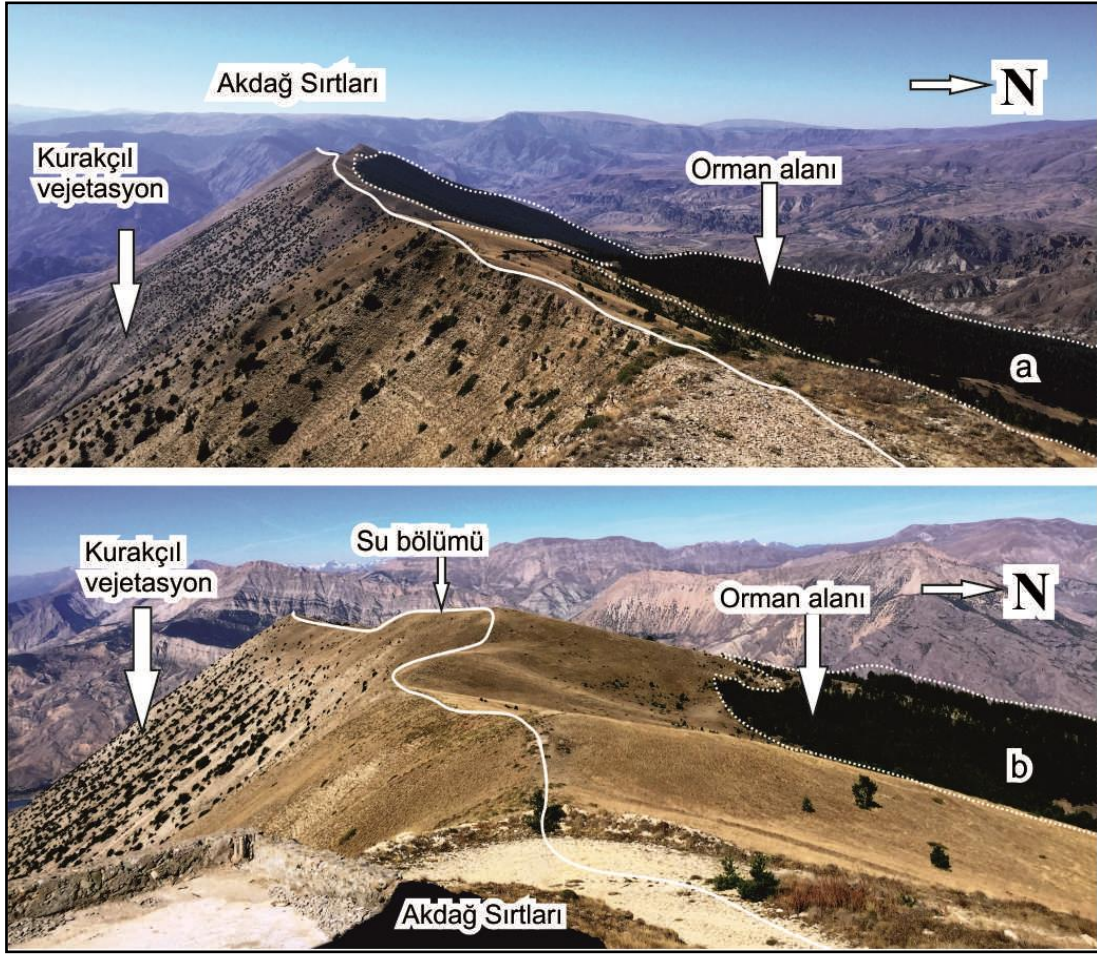


Foto 1. Akdağ kütesinin batı yamaçlarında zirveden eteğe doğru bakı-bitki örtüsü ilişkisine bağlı kapalılık derecesi (a). Bitki örtüsü kuzey yamaçta nemcil ormanlardan oluşurken güney yamaçta kapalılık derecesi düşük kurakçıl vejetasyondan oluşmaktadır.

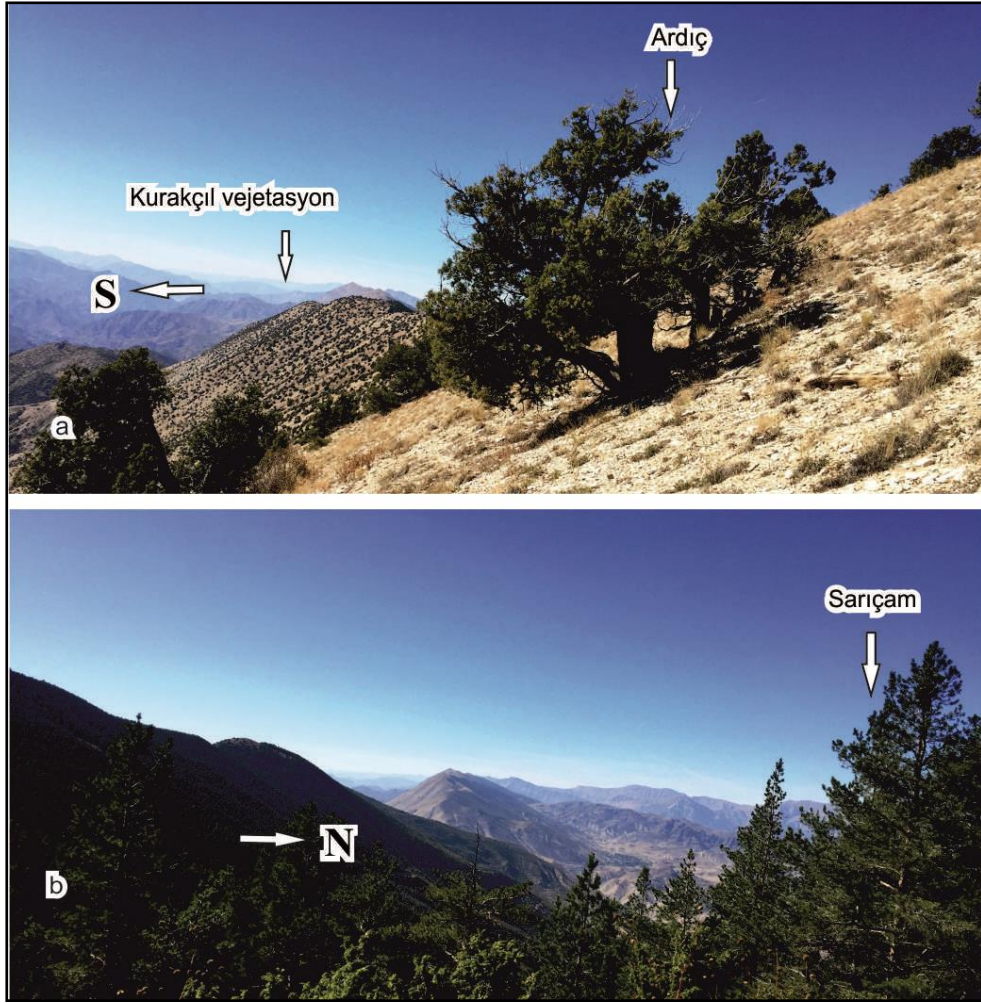
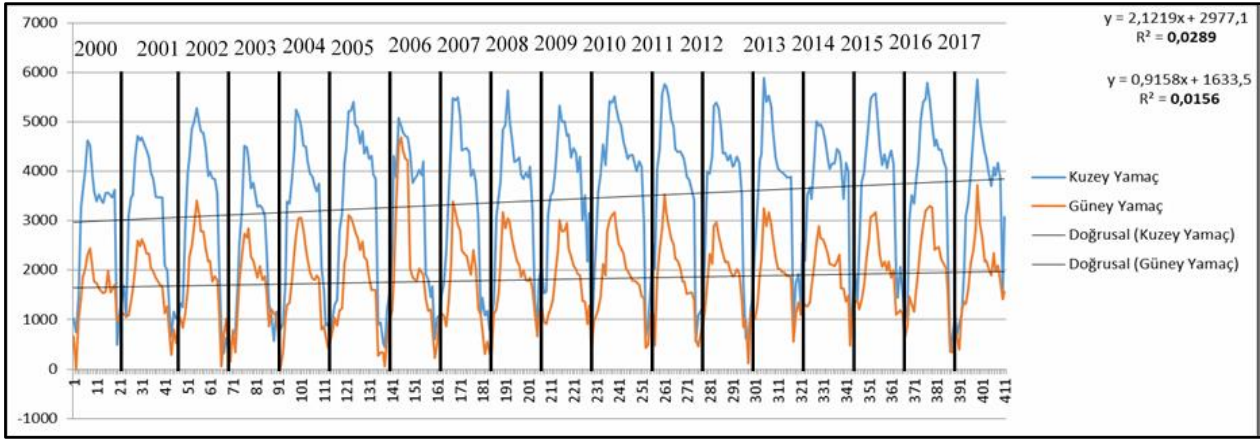


Foto 2. Akdağ kütesinin güneye bakan yamaçlarında kurakçıl orman formasyonunun asıl üyesini ardıçlar oluşturmaktadır (a). Olur ilçesine bağlı Yukarı Karacasu köyü civarında bitki örtüsü, kapalılık derecesi yer yer yüksek sarıçam ormanlarından meydana gelmektedir (b).

Oltu meteoroloji istasyonuna ait iklim verileri içerisinde özellikle kış ve ilkbahar yağışları ile Akdağ kütesi bitki örtüsü fotosentetik aktivitesi arasında yakın bir ilişki söz konusudur. Örneğin; 2002 ve 2006 yıllarının kış mevsimi Oltu istasyonuna göre nemlidir. Kış aylarındaki yağış artışının ortalamadan fazla olmasına bağlı olarak güney yamaçta bitki örtüsü gelişimi diğer yıllardan daha yüksek bitki indeks değerleri göstermektedir. Bu bağlamda Akdağ kütesinin güney yamacı, Oltu MGM verileri doğrultusunda oluşturulan kuraklık analizi sonuçları ile benzer eğilimler göstermektedir (Çizelge 2).

Oltu meteoroloji istasyonuna ait 2000-2017 yılları arasını kapsayan mevsimlik kuraklık analizine göre nemli dönemlerin maksimum seviyeleri de Akdağ kütesinde olduğu gibi genel itibariyle kış ve ilkbahar aylarına rastlamaktadır. Kurak dönemler ise yaz ve sonbahar mevsimlerinde maksimuma erişmektedir. Oltu'daki 18 yıllık (2000-2017 yılları arası) kuraklık analizi sonuçlarında 2000'li yılların başlarında artan nemlilik eğilimi son yıllara doğru yerini kuraklık eğilimine bırakmıştır (Şekil 4). Bu durumu Akdağ kütesinin özellikle güney yamacı için yapılan NDVI analizinde de görebilmekteyiz. Bakı faktörüne bağlı olarak güneş radyasyonuna kuzey yamaca oranla bir hayli maruz kalan güney yamaçlar, bitki gelişimi bakımından bu nedenle zayıf karakter özelliği taşımaktadır.



Şekil 3. Çalışma alanının kuzey ve güney yamaçlarına ait MODIS NDVI değerlerinin yıllara göre değişimi.

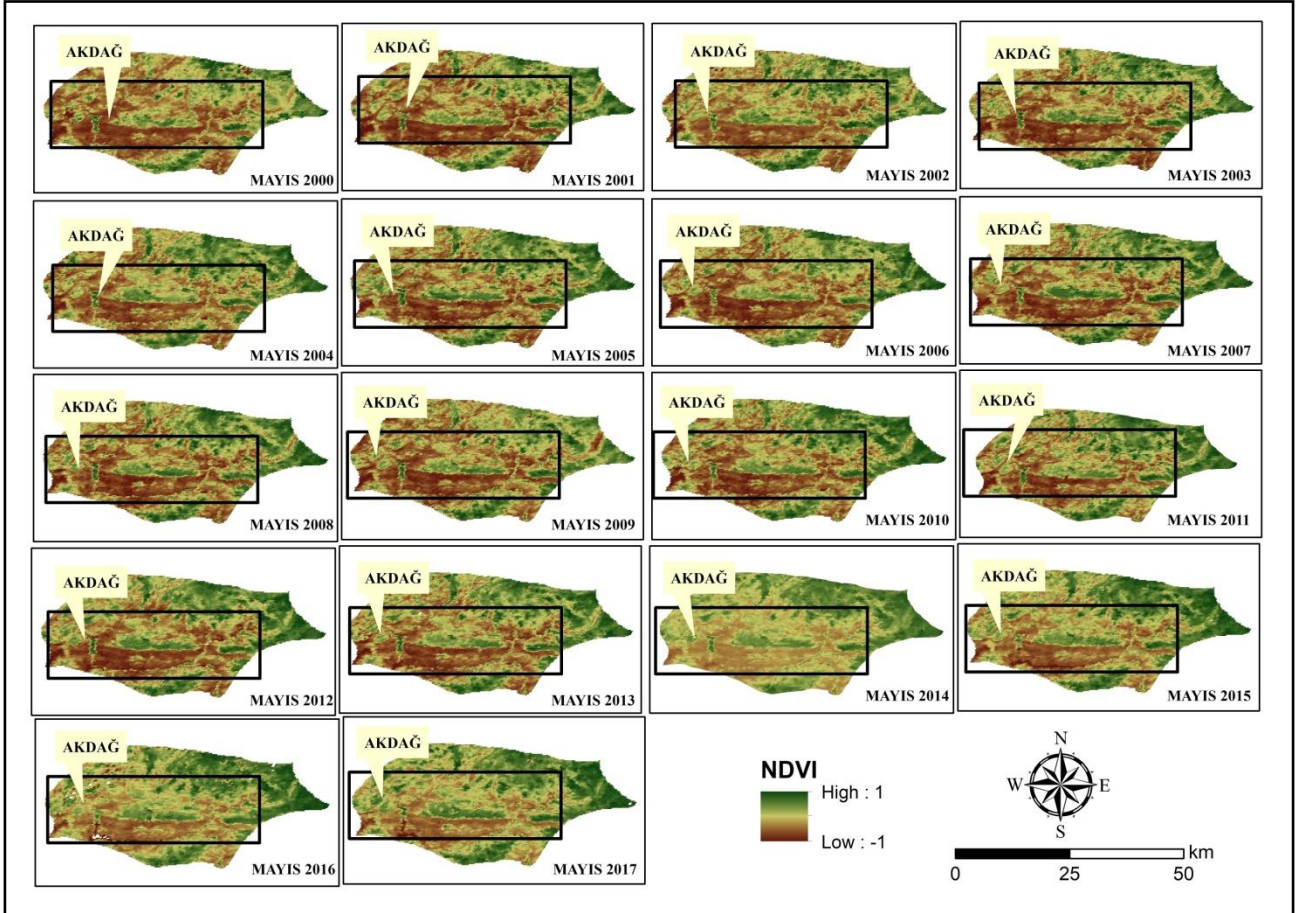
Akdağ kütlesi için oluşturduğumuz 2000-2017 yıllarını kapsayan 18 yıllık NDVI haritalarında kuzey ve güney yamaçlar arasında bitki kapalılık durumları farklı renk desenleriyle ortaya konulmuştur (Şekil 4). Son 18 yılın her Mayıs ayına için hazırlanan NDVI analiz sonuçlarına göre 2000 yılından itibaren Akdağ kütlesi genelinde artan nemlilik ve yağışla birlikte, bitki kapalılık oranları da bu yıllar arasında yukarı doğru bir eğilim göstermiştir. Ancak 2007 yılından sonra özellikle tüm Türkiye'yi etkisi altına aldığı gibi Akdağ kütlesi ve yakın çevresini de tesirinde bulunduran aşırı sıcaklık ve kuraklık durumu hem kuzey yamaçta hem de güney yamaçlardaki bitki gelişimlerinde hatırı sayılır oranda hissedilmiştir. Aşırı kurak bir yıl olarak kayıtlara geçen 2008 yılı için yapılan analiz sonuçlarına göre Akdağ'ın kuzey ve güney yamaçlarında belirgin bir şekilde bitki gelişiminde duraksamaların olduğu ve her iki yamaçtaki bitki örtüsünün maksimuma erişme devrelerinde de yine gecikmelerin yaşandığı tespit edilmiştir. Çok kurak bir dönemin ardından 2009 ve 2010 yıllarından itibaren Akdağ kütlesi ve çevresinde hissedilmeye başlanan nemlilik ve yağış trendinin hızla artma eğilimi göstermesinin bir sonucu olarak Akdağ'ın her iki yamacındaki bitki gelişim seyri ve fotosentetik aktivite, 2008 öncesi dönemlere yaklaşmış bulunmaktadır. Bu yıllardan sonra yaklaşık olarak 3-4 yıl daha devam eden yukarı yönlü bitki gelişim durumu veya diğer bir deyişle vejetatif kapalılık seyri son iki yılda yaşanan hafif, orta ve şiddetli-çok şiddetli kuraklık olaylarından ötürü kesintiye uğramış gözükmektedir (Çizelge 2).

NDVI haritalarına da yansıyan bu durumun temel sebeplerinden birisi hem ülkemizi hem de tüm dünyayı derinden etkileyen küresel ısınma kaynaklı iklimsel değişimlerdir. Ek olarak vejetasyonu etkileyen bir diğer önemli etkenin insan olduğu bilinmektedir. Nitekim akdağ'da antropojen etkilerle bilinçsizce yok edilen ormanlarımızın yerinde artık çalı veya ot formasyonları egemen durumdadır.

Şiddetli ve çok şiddetli kuraklık dönemlerinin arttığı son iki yılda (2016-2017 yılları) hem kuzey yamaçta ve hem de güney yamaçlardaki bitkilerin gelişimi olumsuz etkilenmiş olmalıdır. Çünkü kurak devrede bitkilerin nem tutma kapasiteleri düşmekte ve bunun neticesinde özellikle ot ve çalı formasyonu bu değişimden daha fazla etkilenmektedir.

2000-2017 yılları arasındaki bitki indeks değerlerine göre; kuzey yamaçta bitki örtüsünün yıl içerisinde en yüksek fotosentez aktivite gösterdiği ay Haziran başıdır. Güney yamaçta ise bitki örtüsünün maksimuma ulaştığı dönem daha geçtir. NDVI analizleri sonucu elde ettiğimiz değerlere baktığımızda Akdağ'ın güney yamaçlarındaki bitki örtüsü fotosentetik aktivitelerinin genel olarak Ağustos ayı başında maksimum değere ulaştığı belirlenmiştir. Bununla birlikte Akdağ kütlesinde bitki kapalılık durumuna bakıldığında, kuzey

yamaçların güney yamaçlara göre çok fazla oranda kapalı olduğu gözlenmektedir. Genelde çalı formasyonu ile kaplı olan kuzey yamaçların eteklerinden başlayarak daha yükseklere doğru çıkıldığında ortalama 1400-1500 m'lerden itibaren de saf sarıçam ormanlarıyla örtülü bir bitki kaplılığı söz konusudur. Sarıçamlar 2000-2100 m seviyelerine kadar devam ettikten sonra düşük sıcaklıklar nedeniyle yerini Alpin çayırlara bırakmaktadır. Güney yamaçlarda ise vejetatif kapalılık oldukça az olup; daha çok ardıç ve çalı türünde kurakçıl bitkilerin seyrek olarak birlikler veya topluluklar halinde dağıldığı görülmektedir.



Şekil 4. Akdağ Kütlesinin kuzey ve güney yamacını gösteren mayıs ayına ait NDVI haritaları (2000-2017).

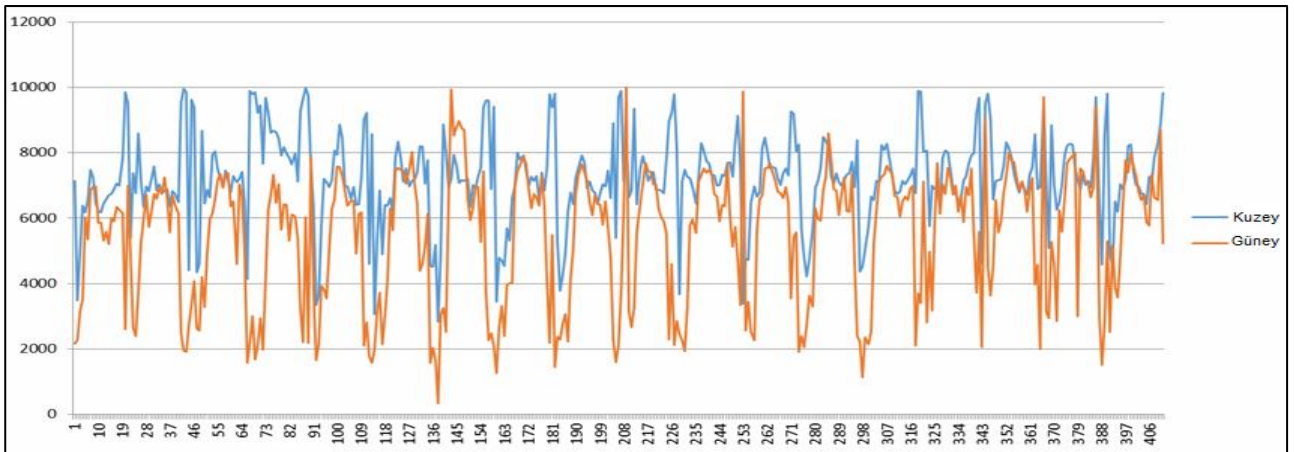
Oltu meteoroloji istasyonundan edinilen veriler ışığında oluşturduğumuz mevsimsel kuraklık analizine göre mevsimler arasında yıllara göre zaman zaman dalgalı bir seyir çizen nemlilik durumu ilk 10 yıla kadar (2010-2011 yılları) genel bir yükseliş eğilimi göstermiştir. Bu bakımdan Akdağ kütlesinin güney yamaçları için hazırlanan NDVI bitki indeks haritasıyla da karşılaştırıldığında Oltu meteoroloji istasyonunun mevsimsel olarak nemli ve yağışlı koşullarının devam ettiği dönemlerde (daha çok ilkbahar ve kış mevsimlerindeki yağışlı dönemler) bitkilerin gelişimi de o oranda yüksek fotosentetik aktiviteye uyumluluk sergilemiştir (Çizelge 2). Aynı şekilde Oltu meteoroloji istasyonunun 2000-2017 yılları arasını kapsayan dönemlerdeki kurak mevsimlerinin ortalamasına bakıldığında yine Akdağ kütlesinin güney yamaçlarındaki bitki kaplılığının en düşük seviyelerinin olduğu dönem (genelde ağustos ayı başları) ile aynı aylara denk geldiği gözlenmiştir.

Çizelge 2. Oltu ilçesine (Erzurum) ait 2000-2017 yılları arasındaki mevsimlik SPI kuraklık analizi sonuçları.

YILLAR	İLKBAHAR	YAZ	SONBAHAR	KIŞ
2000	Hafif Kurak	Orta Kurak	Normal	Normal
2001	Normal	Normal	Hafif Kurak	Orta Kurak
2002	Aşırı Nemli	Aşırı Nemli	Normal	Normal
2003	Normal	Normal	Çok Nemli	Normal
2004	Hafif Nemli	Normal	Orta Nemli	Normal
2005	Orta Nemli	Orta Nemli	Olağanüstü Nemli	Normal
2006	Çok Nemli	Şiddetli Kurak	Hafif Nemli	Hafif Nemli
2007	Orta Nemli	Hafif Nemli	Hafif Nemli	Orta Kurak
2008	Normal	Hafif Nemli	Orta Kurak	Normal
2009	Çok Nemli	Hafif Nemli	Orta Nemli	Normal
2010	Aşırı Nemli	Hafif Nemli	Orta Kurak	Hafif Nemli
2011	Aşırı Nemli	Normal	Orta Kurak	Normal
2012	Şiddetli Kurak	Hafif Kurak	Hafif Kurak	Orta Kurak
2013	Orta Kurak	Olağanüstü Kurak	Şiddetli Kurak	Hafif Kurak
2014	Normal	Normal	Normal	Çok Şiddetli Kurak
2015	Hafif Nemli	Çok Şiddetli Kurak	Hafif Nemli	Normal
2016	Çok Şiddetli Kurak	Normal	Hafif Kurak	Şiddetli Kurak
2017	Şiddetli Kurak	Çok Şiddetli Kurak	Hafif Kurak	Orta Kurak
Toplam Nemli Mevsim Sayısı	9	6	7	2
Toplam Kurak Mevsim Sayısı	5	6	8	7

Kaynak: MGM (Erzurum-Oltu) verilerinden (2000-2017 yılları arası).

Akdağ kütesinin kuzey ve güney yamaçlarının maksimum bitki indeks değerlerine bakıldığında sonuçlar Normalize Fark Bitki İndeksleri analizi ile yapılan genel eğilimle benzer sonuçları vermiştir. Buna göre, maksimum bitki indeks sonuçları itibariyle Akdağ kütesinin kuzey yamaçlarında maksimum değerlere bazı yıllardaki istisnalar haricinde hemen her yıl güney yamaçlardan daha önce erişildiği tespit edilmiştir (Şekil 5). NDVI değerlerinin sonuçlarına baktığımızda maksimum seviyelerin kuzey yamaçta daha erken oluşmasında sıcaklığın rolünün çok etkili olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.



Şekil 5. Çalışma alanının kuzey ve güney yamaçlarına ait MODIS NDVI değerlerinin maksimum seviyelere göre değişimi.

4. Sonuç

Bu çalışmada, Erzurum ilinin Olur ilçe merkezinin hemen güneyinde uzanan Akdağ kütlesinin 2000-2017 yılları arasındaki 411 adet MODIS NDVI verileri kullanılarak bitki örtüsünün ortam koşullarına göre değişiminin Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) aracılığıyla 16 günlük dönemler halinde izlenerek incelenmesi ve değerlendirilmesi ele alınmıştır. Bu doğrultuda Olur ilçesinin güneyinde yer alan ve genel olarak doğu-batı yönünde uzanan Akdağ kütlesinin, 15.06.2018-15.07.2018 tarihleri arasında erişimine ulaştığımız <https://earthexplorer.usgs.gov> internet web adresindeki uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Akdağ'ın güney yamacında bitki endeksi, Oltu MGM verileri doğrultusunda oluşturulan kuraklık analizi sonuçları ile benzer eğilimler göstermektedir. Bu durum normalize edilmiş bitki indeks analiz sonuçlarına da yansımaktadır. Öyle ki Oltu ilçesinin mevsimlik kuraklık sonuçlarına baktığımızda Akdağ'ın güney yamaçları için elde ettiğimiz değerlerle hemen hemen örtüşmektedir. Bunların ortak sonuçları içerisinde en göze çarpanı ise nemli ve yağış dönemler ile güney yamaçların bitki gelişim evrelerinin aynı döneme denk gelmesi ve yine bunların maksimum değerlerinin de çok benzer bir şekilde aynı mevsime rastlamaları olağan bir gelişme olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamda Akdağ kütlesinin 2000-2017 yılları arasını kapsayan 18 yıllık NDVI bitki indeks haritalarına baktığımızda bitki gelişim dönemleriyle fotosentetik aktivitelerin devamlılık, kapalılık, minimum ve maksimum değerlere erişme devrelerinin de birbirlerine oldukça yakın bir seyir izlediği tespit edilmiştir.

Referanslar

- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y., (1969). *Klimatoloji Tatbikatı*, İst. Üni.Yayınları, No: 1123, Edebiyat Fakültesi Yayınları, No: 40, İstanbul.
- Avcı, M. (2005). "Çeşitlilik ve Endemizm Açısından Türkiye'nin Bitki Örtüsü", *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 13 (1), 27-55.
- Çelik, M. A., Gülersoy, A.E., (2017). "Nurdağların (Amanoslar) Orta Kesiminin Farklı Yamaçlarında Bitki İndeks Değişiminin İzlenmesi", *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7 (3), 87-97.
- Çelik, M. A., Gülersoy, A.E., (2018). "Climate Classification and Drought Analysis of Mersin", *MCBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, Cilt:16, (1), 1-26.
- Çelik, M. A., Karabulut, M. (2013)(a). "Ahır Dağı (Kahramanmaraş) ve Çevresinde Bitki Örtüsü ile Yağış Koşulları Arasındaki İlişkilerin MODIS Verileri Kullanılarak İncelenmesi (2000-2010)", *Journal of Aeronautics & Space Technologies/Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 6 (1).
- Çelik, M. A., Karabulut, M. (2013)(b). "Yağış Koşullarının Antep Fıstığı (Pistacia Vera L.) Biomas Aktivitesi ve Fenolojik Özelliklerine Etkisinin Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak İncelenmesi", *Türk Coğrafya Dergisi*, (60).
- Çelik, M. A., Karabulut, M. (2017). "Uydu Ve İstasyon Tabanlı Kuraklık İndeksleri Kullanılarak Akdeniz Bölgesinde Kuraklık Analizi (2000-2014)", *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (44), 341-370.
- Çelik, M.A., Kopar, İ., Bayram, H. (2018). "Doğu Anadolu Bölgesi'nin Mevsimlik Kuraklık Analizi", *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(3): 1741-1761.
- Çiçek, İ. (1995). "Türkiye'de Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thornthwaite Metoduna Göre)", *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, (4), 77-101.
- Dönmez, Y., (1984). *Umumi Klimatoloji ve İklim Çalışmaları*, İ. Ü. Yay. No: 2506, Coğrafya Enstitüsü Yay. No: 102, İstanbul.
- Duran, C. (2007). "Uzaktan Algılama teknikleri ve Bitki Örtüsü Analizi", *Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü, DOA Dergisi*. Sayı 13, s. 45-67.
- Duran, C., & Güneç, H., (2010). "Mersin kenti kuzeyi akarsu havzalarındaki ekolojik faktörlerin bitki örtüsüne etkisi", *Biological Diversity and Conservation*, 3(3), 137-152.

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu
International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

- Günel, N. (2013). "Türkiye'de İklimin Doğal Bitki Örtüsü Üzerinde Etkileri", *Acta Turcica Çevrimiçi Tematik Türkoloji Derg.*, 5 (1).
- Konak, N., Hakyemez, H. Y., (2008). *1/100 000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları serisi, Kars-G48 paftası*. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, 104, s.69, Ankara.
- Konak, N., Hakyemez, H. Y., Bilgiç, T., Bilgin, R., Hepşen, N. ve Ercan, T., (2001). *Kuzeydoğu Pontidlerin (Oltu-Olur- Şenkaya-Narman-Uzundere- Yusufeli) Jeolojisi*, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Rapor No: 10489, (yayınlanmamış), Ankara.
- Kopar, İ., ve Şaroğlu, F., (2016). "Olur Çayı Havzası'nda (Erzurum-KD Türkiye) tafoni oluşumunu kontrol eden faktörler ve tafoni hücrelerinin morfolojik özellikleri", *Türk Coğrafya Dergisi*, (67), 1-9.
- Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J. (1993). "Drought Monitoring with Multiple Time Scales", January 15-20, *American Meteorological Society, Proceeding of The 9th Conference on Applied Climatology*, Boston, ss. 233-236.
- Önal, G., Akyıldız, M., Cengiz, İ., Aslan, M., Özkümüş, S. (2017). "Doğu Pontidlerde Olur (Erzurum) Bölgesinde Eosen Magmatizmasına Bağlı Alterasyon Zonları ve Önemi", *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, (155), 229-259.
- Özşahin, E., (2015). "Işıklar (Ganos) Dağı'nın Biyojeomorfolojisi", *Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Coğrafya'da Yeni Yaklaşımlar Prof. Prof. h. c. Dr. İbrahim ATALAY'ın 45. Meslek Yılına Armağan*, 45, 363-377.
- Özyavuz, M., (2011). "Bitki Örtüsünün Ekolojik Şartlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri ile Analizi, Ganos (Işıklar) Dağı, Tekirdağ". *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2).
- Susam, T., Oğuz, İ., (2006). "CBS İle Tokat İli Arazi Varlığının Eğitim ve Bakı Özelliklerinin Tespiti ve Tarımsal Açısından İrdelenmesi". *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (1).
- Tucker, C.J., (1979). "Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation", *Remote Sensing of Environment*. 8: 127-150.
- Viovy, N., Arino, O., & Belward, A. S., (1992). "The Best Index Slope Extraction (BISE): A method for reducing noise in NDVI time-series", *International Journal of Remote Sensing*, 13 (8), 1585-1590.
- Wang, Q and Tenhunen, J., (2004). "Vegetation mapping with multitemporal NDVI in North Eastern China Transect (NECT)", *Int. J Appl Earth Obs Geoinf*, 6: s.17-31.

İnternet Kaynakları:

- https://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php Erişim: 24.04.2018.
- <https://agromonitoring.com/?gclid=EAIaIQobChMIzs3-jPjt3QIViPhRCh0CdQWMEAAAYASAAEgKQMDBw> Erişim:12.05.2018
- <https://earthexplorer.usgs.gov/> Erişim: 15.06.2018.
- <https://cbsblogger.blogspot.com/2018/08/arcgis-ile-normalize-fark-bitki-ortusu.html> Erişim: 04.08.2018.