

Antakya-Kahramanmaraş Grabeninde Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Orman Alanları ile Yağış Arasındaki İlişkilerin MODIS Verileri (2000-2010) Kullanılarak İncelenmesi

An examination of relationship between the Pinus brutia Ten. forest and rainfall conditions in the graben of Antakya-Kahramanmaraş using MODIS Data (2000-2010)

Mehmet Ali Çelik^{1*}, Murat Karabulut²

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

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş

Öz: Bu çalışmada, Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nin farklı iklim özellikleri ihtiva eden kesimlerinden, dünyadaki en geniş yayılışını Türkiye'de yapan Kızılçam ormanlarına ait test alanları belirlenmiştir. Sonuçlar, Kızılçam ormanlarının yağış koşullarına önemli tepkiler verdiğini göstermektedir. Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nde yağışın fazla olduğu güney kesimlerde orman alanına ait bitki indeks değerleri yüksek olurken, grabenin kuzeyine doğru Kahramanmaraş sınırlarında belirlenen Kızılçam ormanı daha düşük yansıma özellikleri göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Antakya-Kahramanmaraş Grabeni, Kızılçam ormanı, MODIS, NFBI, Yağış.

Abstract: The most extensive spreading of *Pinus brutia* is found in Turkey. In this study, test areas of pine forest from different climatic characteristics-including parts of Antakya-Kahramanmaraş Graben were determined. According to the results, pine forests exhibited significant responses to rainfall conditions. Vegetation index values were higher in the southern parts of Antakya-Kahramanmaraş Graben while they exhibited lower reflection properties in the north of the graben towards Kahramanmaraş border depending on the declining rainfall.

Keywords: Antakya-Kahramanmaraş graben, Pine forest, MODIS, NDVI, rainfall.

1.Giriş

Gerek iklim değişimleri gibi doğal olaylar gerekse değişen insan aktiviteleriyle bitki örtüsü kısa sürede önemli değişimler geçirmektedir (Zhan ve diğ., 2002). Bu durum, yeryüzünün tüm canlıları için hayati bir önem taşıyan bitki örtüsüne ait bilgilerin yeterli sıklıkta, devamlı ve düzenli olarak elde edilmesini zorunlu hale getirmektedir. Bilginin sürekliliği ve geniş alanlara ait olması, bu bilgilerin hacmini arttırmaktadır. Bu boyutlardaki veri için gerekli olan hız, devamlılık, güvenilirlik ve maliyet açısından uzaktan algılama yöntemleri bilinen diğer yöntemlere göre üstünlükleri olan teknolojidir (Dinç, 2004).

¹ * İletişim yazarı: M. Ali Çelik, e-posta: mehmet.ali.celikk@gmail.com

Bitki örtüsü ile iklim koşulları arasındaki ilişkilerin Uzaktan Algılama metodolojisi kullanılarak izlenmesi, dünyada küresel iklim değişimi üzerine yapılan çalışmaların önemli bir kolunu teşkil etmektedir. National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA) Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), SPOT Vegetation ve Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu görüntüleri kullanılarak bitki örtüsü ile iklim koşulları arasındaki ilişkileri ortaya koyan birçok çalışma vardır (Eklundh, 1998; Wang ve diğ., 2001; Karabulut, 2003; Karabulut, 2006; Zhi ve diğ., 2011; Çelik ve Karabulut, 2013a). Bitki örtüsü ile iklim koşulları arasındaki ilişkileri konu alan çalışmaların çoğu geçmişte NOAA AVHRR verileri kullanılarak yapılmıştır (Tucker, 1994; Anyamba ve Tucker, 2005). NOAA AVHRR uydusuna ait veriler, 2000 yılı öncesini içermesinden ve geniş alanları kapsamından dolayı bitki örtüsü ile iklim koşulları arasındaki ilişkileri konu alan çalışmalarda en fazla tercih edilen uydu verilerindedir. Çalışmamızda kullanılan MODIS verileri ise, 2000 yılı sonrasına ait veriler sunmaktadır. MODIS verilerin NOAA ve SPOT Vegetation uydu verilerine göre yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip olması son dönemde bu uydu görüntülerinin sıkça kullanılmasını sağlamıştır. SPOT Vegetation uydusuna ait veriler de 10 günlük zamansal çözünürlüğü ile bitki örtüsü-iklim ilişkilerini kısa periyotlar halinde ortaya koyması bakımından sıkça kullanılmaktadır (Karabulut, 2008; Jiang ve diğ., 2012; Gao ve diğ., 2012; Çelik ve Karabulut, 2013b). NOAA AVHRR, SPOT Vegetation ve MODIS uydularına ait görüntülerin entegrasyonu sağlanarak 1990 yılından başlanarak 2010 yılına kadar olan bitki örtüsü iklim ilişkisini konu alan çalışmalar mevcuttur (Gallo ve diğ., 2005; Zhi ve diğ., 2011).

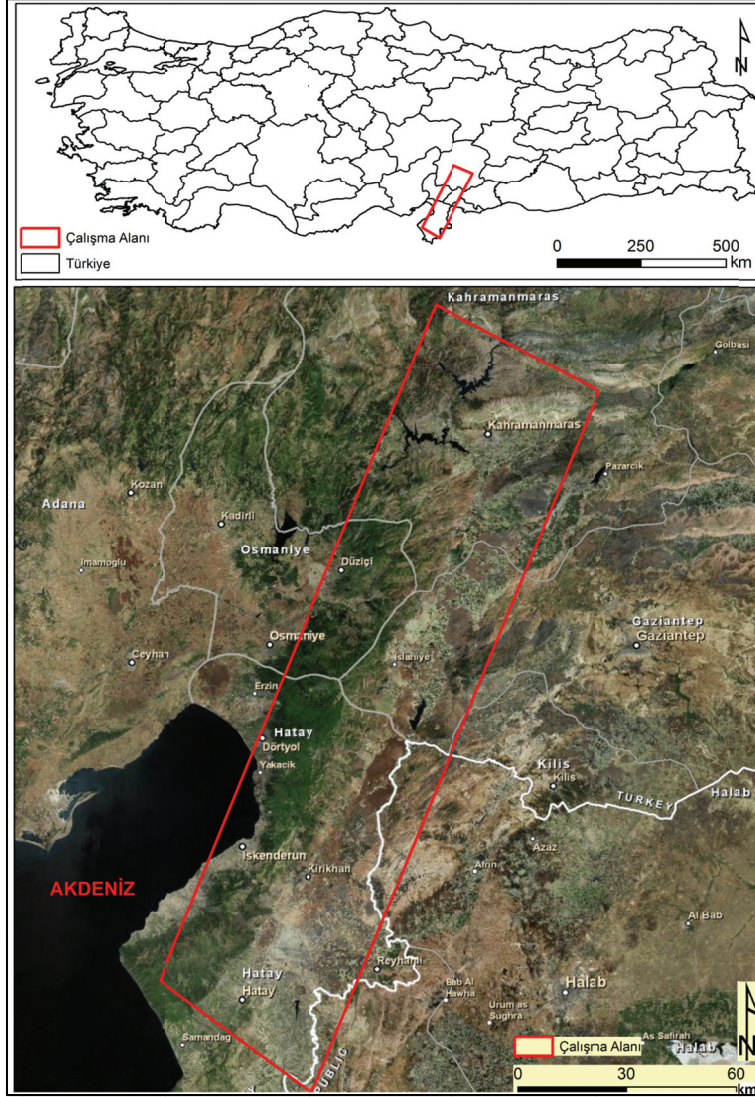
Çalışma sahası olarak belirlenen Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nin içerisinde yer aldığı, Doğu Akdeniz Havzasının iklimini konu alan birçok çalışma (Türkeş ve diğ., 2007; Gönençgil ve diğ., 2010; Karabulut, 2012) mevcuttur. Bu çalışmalarda ulaşılan sonuçlar, bölgenin sıcaklık ve yağışında önemli değişimlerin meydana geldiğini bildirmektedir. Antakya-Kahramanmaraş Grabeni, Doğu Akdeniz Havzasının önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Şüphesiz ki, Doğu Akdeniz Havzası ikliminde meydana gelen değişim Antakya- Kahramanmaraş Grabeninin iklimi ve dolayısıyla bitki örtüsü üzerinde önemli etkide bulunacaktır.

Bu çalışmada, dünyadaki en geniş yayılışını Türkiye'de yapan Kızılçam ormanlarının değişen iklim şartlarına ve ekstrem iklim koşullarına verdiği tepki araştırılmıştır. Kızılçam ormanlarına ait test alanları 2000-2010 yılları arasındaki süreçte MODIS Normalized Difference Vegetation Indeks (NDVI) görüntüleri kullanılarak incelenmiştir. MODIS NDVI verileri kullanılarak, Kızılçam ormanları 16 günlük periyotlar halinde izlenmiş ve Antakya-Kahramanmaraş Graben alanının farklı iklim bölgelerinde, değişen Kızılçam fenolojisi ortaya konulmuştur. Son olarak, korelasyon analizleri yoluyla Kızılçam ormanlarının yağış koşulları ile olan ilişkisi, Mann-Kendall testi ile seçilen Kızılçam ormanlarının 2000-2010 yıllarına ait 11 yıllık trendi, nemli ve kurak yıllar tespit edilerek bitki indeks değerlerinin ekstrem yağış koşulları ile ilişkisi ortaya konmuştur.

2. Çalışma Alanının Coğrafi Özellikleri

Antakya-Kahramanmaraş Grabeni, yaklaşık olarak 180 km uzunluğunda 3 ila 30 km genişliğindedir. Türkiye'nin Doğu Akdeniz Havzası'nda yer alan Antakya-Kahramanmaraş Grabeni 10.400 km²'lik alan kaplamaktadır. Çalışma alanı, KD-GB yönlü, Türkoğlu'na kadar sokulan Doğu Anadolu Fayı (DAF) ile K-G yönünde Narlı'ya kadar uzanan Ölü Deniz Fayı'nın denetimindeki özel koşullarda uzun ve yoğun bir tektonik süreç sonucunda oluşmuştur (Korkmaz, 2008). Çalışma alanı, morfolojik olarak geniş bir vadi ile temsil edilir. Grabenin tüm çevresi genellikle temel kayaların oluşturduğu ve fayların yükselen bloklarında kalan topoğrafik yükseltilerden oluşur. Graben sahasını kuzeydoğu-güneybatı yönlü boydan boya çevreleyen en önemli yüksek kütle Amanos Dağları'dır. Kuvaterner yaşlı alüvyonlar çalışma sahasındaki yaygın birimlerden biridir. Grabenin orta kesimini oluşturan düzlük alçak sahalarda Kuvaterner yaşlı alüvyonlar ile örtülmüştür. Kuvaterner yaşlı alüvyon yelpazeleri, gerek çalışma alanında gerekse civarında özellikle büyük fayların düşen bloğunda yaygın olarak gözlenen birimlerdir. Kuvaterner yaşlı havza dolgusu başlıca nehir ve göl çökellerinden oluşur.

Arazi gözlemlerine göre bu birimler, Kuvaterner yaşlı volkanikler ile ara katkılı olup, yer yer volkanikler tarafından örtülmektedir (Toprak ve diğ., 2002). Graben içerisindeki alüvyon kalınlığı kenardan havza ortasına doğru kuzeyden güneye doğru belirgin bir kalınlaşma göstermektedir. Kuvaterner yaşlı volkanikler çalışma sahasında yüzeylenen önemli birimlerdendir. Bazalt kütlesi ise,



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası.

Çalışmamızda test alanları güneyde Antakya, grabenin orta kesiminde İslâhiye, kuzeyde ise Kahramanmaraş sınırlarından belirlenmiştir. Antakya DMİ verilerine göre, Antakya'da 1975-2010 arasındaki 35 yıllık ortalama yağışlar 1112 mm, İslâhiye DMİ verilerine göre, İslâhiye'de 1975-2010 arasındaki 35 yıllık ortalama yağışlar 820,7 mm, Kahramanmaraş şehri Devlet Meteoroloji İstasyonu verilerine göre ise, Kahramanmaraş'ta 1975-2010 arasındaki 35 yıllık ortalama yağışlar 735,84 mm'dir. Çalışma alanının, güney kesiminde yarı kurak özellikler gösteren tipik Akdeniz iklimi etkili iken kuzeye doğru yükseltinin artmasına bağlı olarak iklim de değişimler göstermektedir. Karasallığın kuzeye doğru artması ile sıcaklık ve yağış değerleri de düşmektedir. Güneyde Antakya'da tipik Akdeniz iklimi görülürken, kuzeye doğru Kahramanmaraş'ta iklim, yarı-nemli özellik gösteren Akdeniz iklimi etkisi altına girmektedir.

3. Materyal

Çalışmamızda kullanılan materyallerin temelini MODIS NDVI verileri ve Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen iklim verileri teşkil etmektedir. Kullanılan diğer önemli veriler, Landsat uydu görüntüleri, 30 metrelik mekânsal çözünürlüğe sahip ASTER DEM verileri, Harita Genel Komutanlığı tarafından oluşturulan 1/25 000'lik topografya haritaları, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan Toprak Envanteri Haritası, Orman Genel Müdürlüğü tarafından oluşturulan Orman Amenajman Haritalarıdır. Bu veriler çalışmamızda test sahasını doğru bir şekilde belirlemek ve sunduğumuz tezi daha da güçlendirmek amacı ile destekleyici olmuştur.

3.1. MODIS NDVI verileri

NASA (National Aeronautical and Space Administration) tarafından uzaydaki yörüngesine yerleştirilen MODIS uyduları yeryüzünü küresel ölçekte izleyebilmektedir. MODIS uyduları ilk olarak 1999 yılında TERRA olarak adlandırılan algılayıcısı ile yeryüzüne ait görüntüler almaya başlamıştır. İlk etapta okyanus ve atmosfer çalışmalarında kullanılan MODIS uyduları, geniş alanlara dair bitki örtüsü, arazi kullanımı, kuraklık ve tarım çalışmalarında yüksek mekânsal ve spektral çözünürlüğü ile önemli kolaylıklar sağlamaktadır. MODIS uyduları 0.4 mm ile 14.4 mm dalga boyu aralığında olmak üzere 36 adet banttan oluşmaktadır. MODIS uydularında, 1. ve 2. band 250 m, 3. ve 7. band 500 m, geri kalan 29 band ise 1 km mekânsal çözünürlüğe sahiptir.

MODIS NDVI görüntüler, MODIS Terra platformuna bağlı, MOD13Q1 adlı hdf uzantılı paket içerisinde yer alır. MOD13Q1 içerisinde 2. bant MODIS NDVI görüntülerdir. Bu görüntüler, günde iki kez çekilmek suretiyle, 16 günde bir yayınlanır. 16 gün boyunca günde iki kez çekilen görüntülerden, radyometrik çözünürlüğü en yüksek, brdf ve buluttan arındırılmış görüntüler, bileşke edilerek MOD13Q1 dosyası içerisinde yer alır. Çalışmada 2000 yılı ile 2010 yılları arasında 16 günlük periyotlar halinde toplam 250 adet MODIS NDVI görüntüsü kullanılmıştır. 2000 yılı Ocak ayı hariç her yıl için 23 adet NDVI görüntü hazır hale getirilmiştir.

4. Metot

Atmosferde yutulmayan, saçılmaya uğramayan güneş radyasyonu yeryüzüne ulaşır. Güneş radyasyonu yeryüzüne çarptığında yutulma, geçirilme ve yansıma şeklinde üç etkileşim meydana gelir. Uzaktan algılamada yeryüzü objelerini ayırt etmede en çok ilgilenilen husus; hedeften yansıyan radyasyonun ölçülmesidir. Yeryüzü objeleri içerisinde uzaktan algılama yoluyla en kolay ve sağlıklı olarak tanımlanıp incelenmesi mümkün olan obje bitki örtüsüdür. Toprak ve diğer dış faktörlerin etkisini minimize etmek, bitki örtüsü türlerini daha iyi ayırt etmek için vejetasyon yansımalarını geliştirmek gibi nedenlerden dolayı birçok bitki indeksi geliştirilmiştir (Malingreau, 1986). Hesaplamalar yoluyla elde edilen indeks değerleri bitkilerin yeşil biomas, yaprak alanları, fotosentez için yutulan enerji miktarı gibi birçok özelliği ile yakından ilgilidir (Marsh ve diğ., 1992; Lyon ve diğ., 1998). Bu özellikler de bitki örtüsü durumunun belirlenebilmesi için kullanılan önemli parametreler olarak kabul edilmektedir. NDVI yakın infrared ve kırmızı dalga boyundaki ışık değerlerinin birbirinden çıkarılıp daha sonra iki bantın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalleştirilmiş değerleri ifade eder. NDVI en yaygın olarak kullanılan bitki indekslerinden bir tanesidir (Mao ve diğ., 2011). NDVI görüntüler şu formül ile hesaplanır;

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

Bu formül -1 ile 1 arasında değişen NDVI değerleri üretilir ki, negatif değerler su, kar, bulut ve bitkiden yoksun nemli alanları ifade eder diğer taraftan pozitif değerler de bitki örtüsünün varlığını gösterir. Ancak negatif değerler ile bazı istatistiksel analizlerin çok zor olması nedeni ile gerçek NDVI değerleri, $(NDVI+1)*100$ formülü kullanılarak 0-200 arasındaki indeks değerlerine dönüştürülmüştür.

Neticede 100'den küçük değerler bitki örtüsünden yoksun olan su, buz ve bulut gibi alanları gösterirken, 100 ve yakın civarı değerler çıplak veya cılız bitki örtüsünü, 130-200 arasındaki yüksek değerler de bitki örtüsüne karşılık gelen alanları içerir hale gelmiştir. Sonuçta da bitki örtüsüne bağlı biyolojik aktivitelerin var olduğu alanlar her zaman pozitif değerle ifade edilmiş olacak ve yüksek indeks değerleri daha yeşil ve sağlıklı bitki örtüsüne karşılık gelecektir.

Uydular aracılığıyla vejetasyon araştırmalarının yapılabilmesi için bulutsuz günde elde edilen verilerin kullanılması önemlidir (Justice ve diğ., 1991). Bir tek MODIS uydu görüntüsü çok ender olarak bulut içermeyebilir. Daha doğrusu elde edilen verilerin tümünün bulutsuz olması ihtimali çok düşüktür. Holben 1986 yılında yayınladığı bir makalede uydunun bulutsuz görüntü elde edememe dezavantajını gidermek ve kullanışlı veriler üretebilmek için birden fazla görüntüyü kullanarak bileşke görüntüler elde etmiş böylece uygun zamansal çözünürlükte ve kullanışlı yeni veriler üretmiştir. Bu metod her uydu görüntüsünün mükemmel ve kesin bir şekilde aynı projeksiyon sistemine kaydedilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu, farklı günlerde toplanan verilerdeki her pikselin her gün için aynı pikseli temsil etmesi zorunluluğunun olduğu anlamına gelmektedir. Yani farklı günlerde toplanan veriler üst üste getirildiğinde aynı alanı gösteren pikseller bir biri üzerine çakışmak zorundadır. Bu teknik birbirini izleyen günlere ait görüntülerden hangisinin piksel değerinin seçileceğini belirleyen maksimum değer kuralına göre yapılmaktadır. Yani her bir piksel değeri için maksimum NDVI değeri dikkate alınarak bileşke görüntüler elde edilir. Böylece bu yöntemle görüntülerdeki bulutlulukla ilgili olumsuzluklar giderilmiş veya en az seviyeye indirilmiştir. Çünkü bulutlu günde NDVI negatif iken, açık günde indeks değeri yüksek ve pozitifdir. Neticede de maksimum indeks değerleri dikkate alınarak sadece bitki örtüsüyle ilgili pikseller seçilmiş ve bulut içeren pikseller hesaplama dışı kalmış olacaktır.

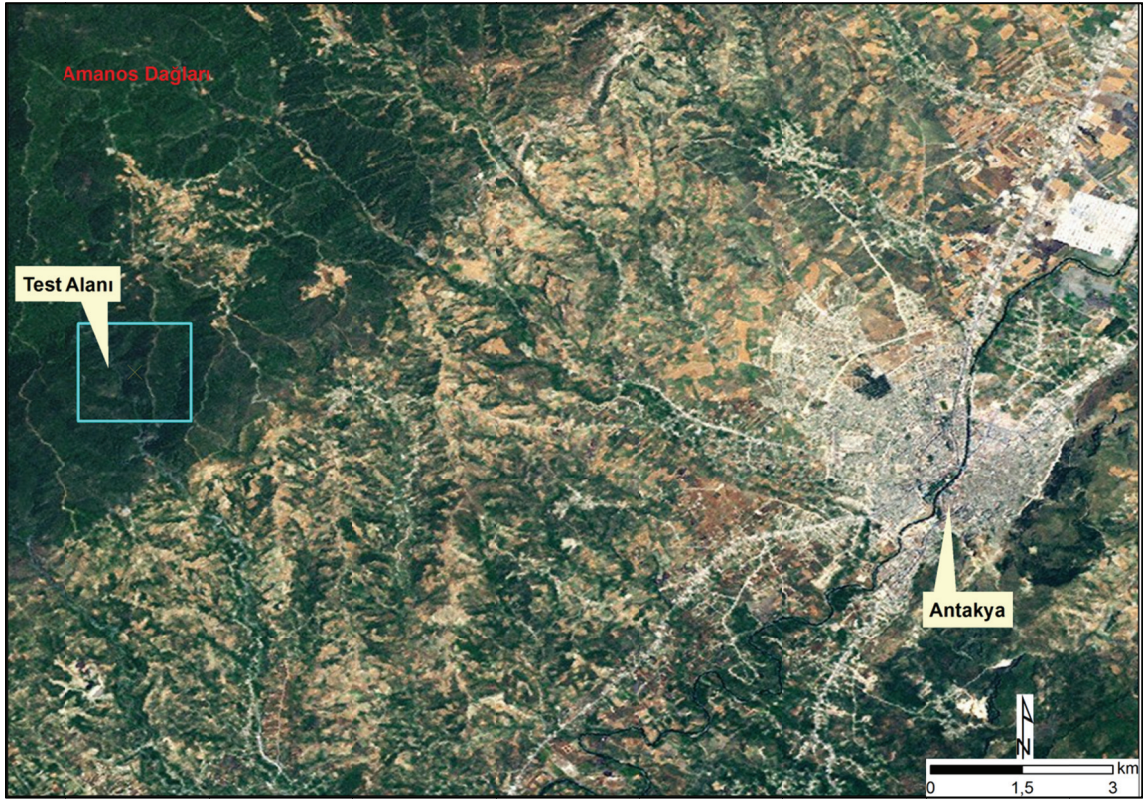
Ana bitki formasyonlarının biyolojik aktivite karakterlerini incelemek amacıyla birçok örnek alanı seçilmiştir. Test alanları seçilirken incelenen formasyonu en iyi ortaya koyabilecek alanlar tercih edilmeye çalışılmıştır. Doğal vejetasyon formasyonları ile ilgili veriler toplanırken daha yüksek mekânsal çözünürlüğe sahip Bing Maps Aerial (1m) ve Landsat ETM (30 m) verilerinden de yararlanılmıştır.

5. Bulgular

Çalışmada Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nin farklı iklim özellikleri ihtiva eden kesimlerinden Kızılçam ormanlarına ait test alanları seçilmiştir. En güneyde belirlenen test alanı Antakya şehri batısında Amanos Dağları eteğinde, kireçtaşı jeolojik formasyonu üzerinde belirlenmiştir. Antakya'nın kuzeyine doğru İslâhiye ilçesi sınırlarından Kızılçam ormanlarına ait test alanı seçilmiştir. İslâhiye şehri kuzeybatısında yer alan test alanı kireçtaşı jeolojik formasyonu üzerinde yer almaktadır. En kuzeyde Kahramanmaraş şehri güneydoğusundan belirlenen Kızılçam orman alanı ise serpantin birimleri üzerinde yer almaktadır. En yüksek NDVI değerleri gösteren orman alanı güneyde toplam yağışın en fazla olduğu Antakya'dadır. En düşük NDVI değeri gösteren orman alanı ise en kuzeyde en az yağış alan Kahramanmaraş sınırlarında yer almaktadır.

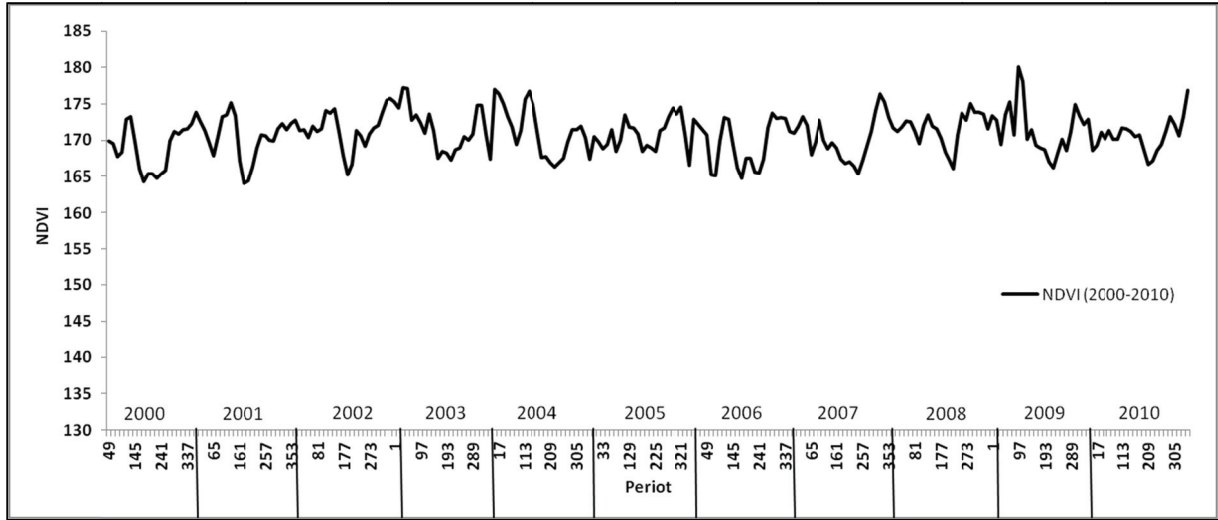
5.1. Antakya Sınırlarından Belirlenen Kızılçam Ormanı

Antakya şehri batısında ormana ait test alanı belirlenmiştir. Seçilen test alanı, şehir merkezinin hemen doğusunda yer alan Miyosen yaşlı kireçtaşı formasyonu üzerinde yer almaktadır (Şekil 2).



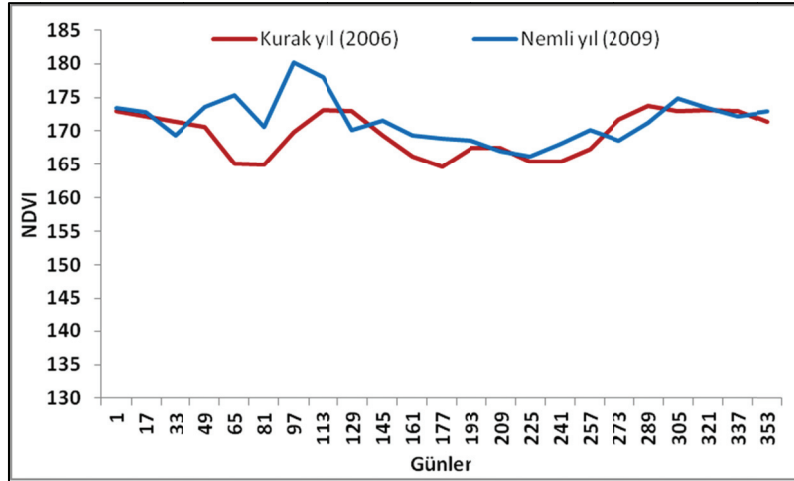
Şekil 2. Antakya sınırları içerisinde belirlenen Kızılcım ormanına ait test alanı.

2000-2010 yıllarına ait NDVI değerleri incelendiğinde bazı dönemlerde NDVI değerlerinin ani artışlar gösterdiği tespit edilmiştir. 2009 yılına ait NDVI trendlerinde meydana gelen artış, şekil 3 incelendiğinde dikkati çekmektedir. Nitekim bu dönemin yağış koşulları analiz edildiğinde NDVI değerlerinde meydana gelen artış ile yağışların benzer salınımlar gösterdiği tespit edilmiştir. Kızılcım ormanına ait NDVI değerleri incelendiğinde, dikkati çeken bir diğer husus ise kış aylarında artan NDVI trendinin ilkbahar sonu ve yaz mevsimi başında düşüş eğilimi göstermesidir. Bu durum yıl içinde yağışın arttığı dönemlerde Kızılcım ormanının yeşillendiğini, yağışın azaldığı dönemlerde ise kurduğunu göstermektedir.



Şekil 3. NDVI değerlerinin değişimi (2000-2010).

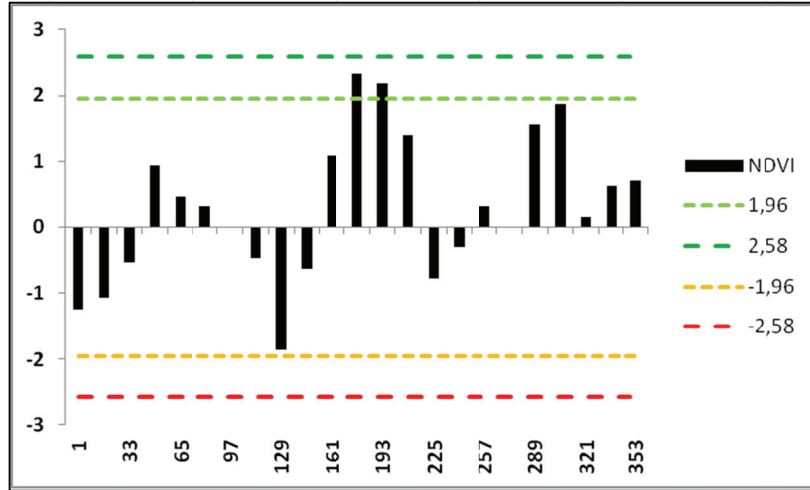
Standardize yağış indeksi hesaplaması ile yağışın fazla olduğu nemli ve yağışın çok az olduğu kurak dönemler tespit edilmiştir. Nemli yıl olan 2009 ve kurak olan 2006 yıllarına ait NDVI değerleri karşılaştırılmıştır. Buna göre, neredeyse yılın tüm dönemlerinde nemli yıla ait bitki indeks değerleri kurak yılın üzerinde bir trend izlemektedir. Bu durum ekstrem yağışlara, orman sahasının NDVI değerlerinin verdiği önemli tepkiyi göstermesi bakımından önemlidir. Bilhassa yıl içinde yağışın en fazla olduğu dönem olan kış mevsimi aylarında nemli yılın NDVI değerlerinin, kurak yıla oranla çok daha yüksek olduğu dikkati çekmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. NDVI değerlerinin nemli ve kurak yıllardaki değişimi.

2000-2010 yılları arası kapsayan 11 yıllık süreçte bitki indeks değerleri 23 döneme ayrılarak incelenmiştir. Bu süreçte bitki indeks değerlerinde meydana gelen değişimi tespit etmek amacı ile parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Mann-Kendall testi sonucunda, NDVI değerlerinde bazı dönemlerde istatistiksel açıdan anlamlılık seviyesi yüksek, önemli değişimler yaşandığı tespit edilmiştir. Buna göre, Haziran ayının ikinci, Temmuz ayının ise birinci 16 günlük periyodunda % 90 güven aralığında anlamlılık seviyesine sahip, pozitif yönde bir değişim söz konusudur. Önemli değişimin tespit edildiği diğer aylar ise Mayıs ve Kasım aylarının birinci periyotlarıdır. Haziran ve Temmuz aylarında istatistiksel olarak % 90 güven aralığında anlamlılık

seviyesi veren pozitif değişimler, bu aylarda orman alanının biyomas aktivitesini arttırdığı şeklinde değerlendirilebilir (Çizelge 2 ve Şekil 5).



Şekil 5. Mann-Kendall testi analiz sonuçları.

Çizelge 2. Mann-Kendall testi analiz sonuçları (* %90 güven aralığında anlamlılık seviyesini göstermektedir).

Aylar	Test Z	Signific.
Ocak	-1,25	
	-1,07	
Şubat	-0,54	
	0,93	
Mart	0,47	
	0,31	
Nisan	0,00	
	-0,47	
Mayıs	-1,87	+
	-0,62	
Haziran	1,09	
	2,34	*
Temmuz	2,18	*
	1,40	
Ağustos	-0,78	
	-0,31	
Eylül	0,31	
	0,00	
Ekim	1,56	
Kasım	1,87	+
	0,16	
Aralık	0,62	
	0,70	

Bitki indeks değerleri ile 16, 32, 48 ve 64 günlük toplam yağışlar arasındaki ilişkinin boyutunu ve yönünü ölçen, korelasyon analizi sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Buna göre, bitki indeks değerleri ile toplam yağışlar arasında önemli ilişkinin olduğu yıllar tespit edilmiştir. 2001 yılında 48 ve 64 günlük yağışlar toplamı ile bitki indeks değerleri arasında bir ilişki mevcuttur. 2005 yılında ise orman örtüsü 64 günlük toplam yağışa önemli bir tepki vermiştir. 2007, 2008 ve 2009 yılları bitki indeks değerleri ile yağış toplamları arasında pozitif bir ilişkinin olduğu diğer yıllardır. Orman

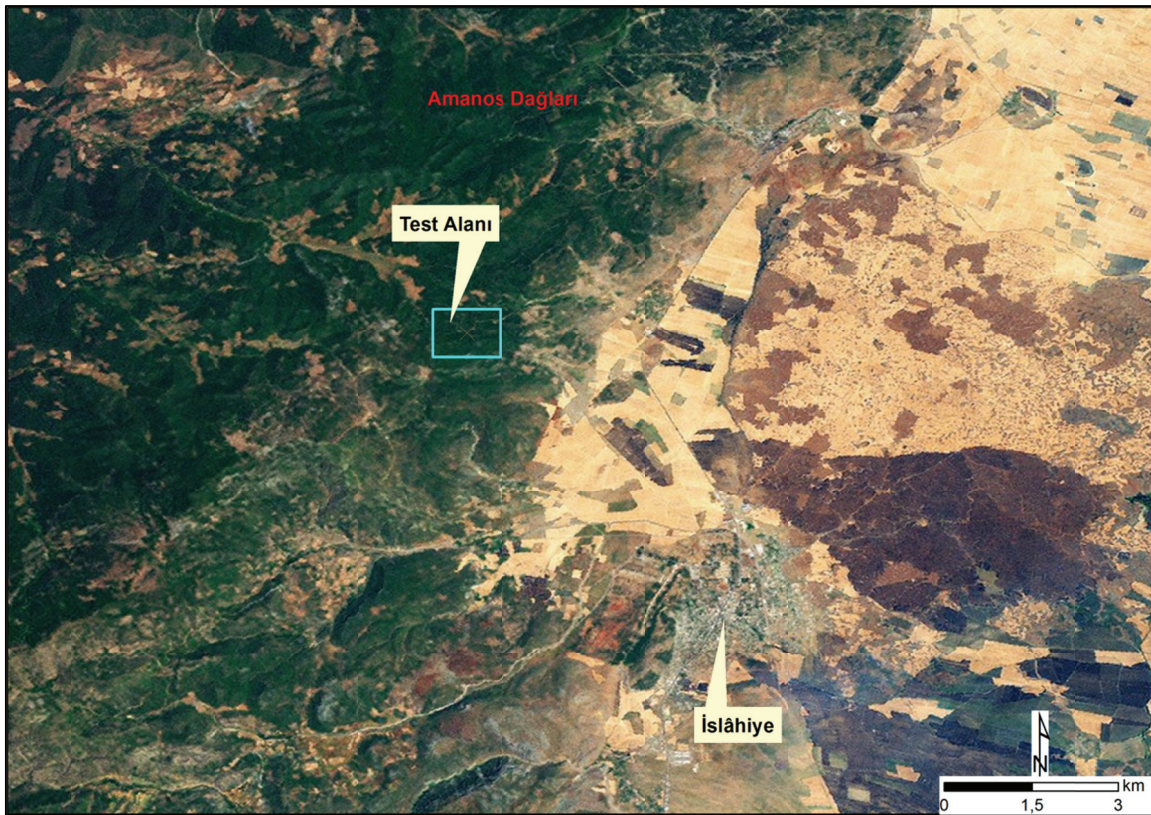
örtüsünün en kuvvetli tepkiyi 64 günlük toplam yağışlara verdiği dikkati çeken bir diğer husustur. Korelasyon analizi 2000–2010 yılları arasını kapsayan 11 yıllık süreç içerisinde yapılmıştır ve tüm yıllarda orman örtüsü önem derecesi en kuvvetli ilişkiyi 2007 yılı 64 günlük toplam yağışı ile gerçekleştirmiştir.

Çizelge 3. Yağış koşulları ile bitki indeks değerlerine ait ilişkiyi gösteren korelasyon analizi sonuçları (N: 16 Günlük NDVI değeri, Y: 16 günlük, Y1: 32 günlük, Y2: 48 günlük, Y3: 64 günlük yağışı göstermektedir).

Yıllar	N+Y		N+Y2		N+Y3		N+Y4	
	r	p	r	p	r	p	r	p
2000	0.514*	0.020	0.587**	0.007	0.503*	0.024	0.388	0.091
2001	0.102	0.669	0.215	0.363	0.337	0.146	0.385	0.094
2002	0.212	0.370	0.224	0.343	0.230	0.329	0.268	0.253
2003	0.405	0.076	0.561*	0.010	0.663**	0.001	0.715**	0.000
2004	0.183	0.439	0.317	0.173	0.462*	0.040	0.589**	0.006
2005	0.284	0.226	0.064	0.787	0.061	0.800	0.076	0.750
2006	0.284	0.225	0.250	0.289	0.328	0.159	0.427	0.060
2007	0.454*	0.044	0.457*	0.043	0.540*	0.014	0.588**	0.006
2008	0.259	0.270	0.252	0.285	0.176	0.457	0.191	0.420
2009	0.270	0.250	0.250	0.288	0.313	0.179	0.358	0.121
2010	0.181	0.444	0.030	0.899	0.038	0.875	0.017	0.944

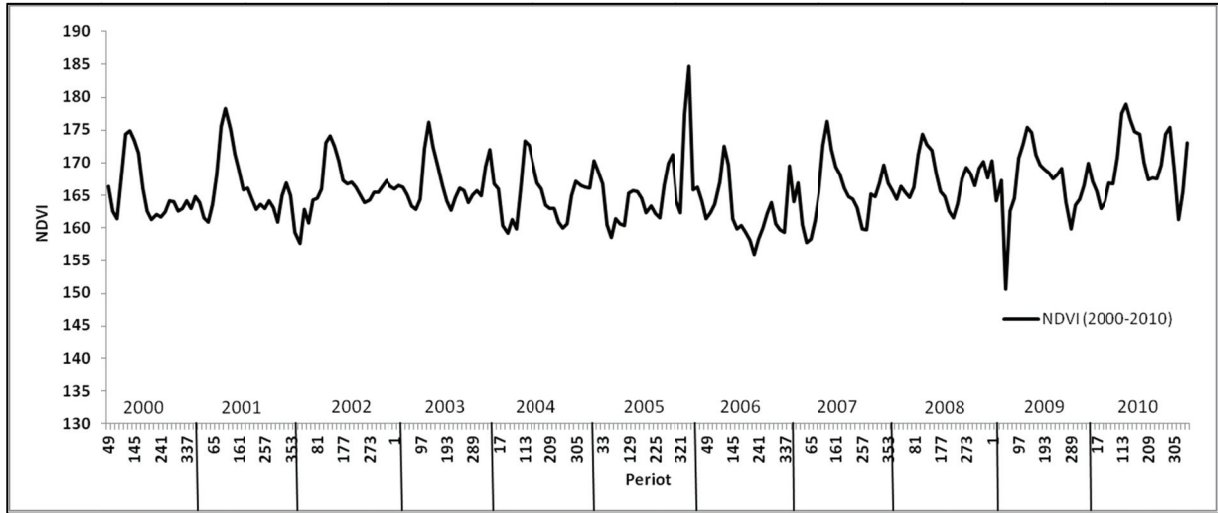
5.2. İslâhiye İlçesi Sınırlarından Belirlenen Kızılçam Ormanı

İslâhiye şehri kuzeybatısında, Amanos Dağları'nın kuzeydoğusunda yer alan Silüriyen ve Devoniyen yaşlı kireçtaşı üzerinden Kızılçam ormanına ait test sahası belirlenmiştir (Şekil 6).



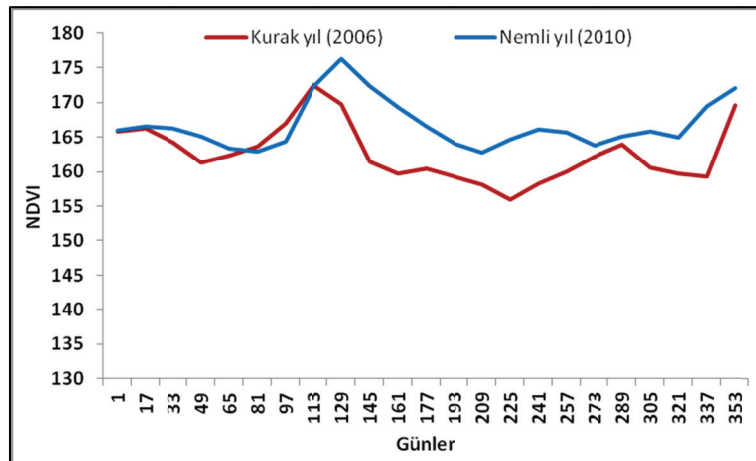
Şekil 6. İslâhiye ilçesi sınırlarında belirlenen Kızılçam ormanına ait test alanı.

NDVI değerlerinin 2000-2010 yıllarına ait trendi incelendiğinde, bitki indeks değerleri Mart ayı ile birlikte düşüşe geçmektedir. Mart ayından Ağustos sonlarına kadar olan dönemde bitki indeks değerleri yıl içerisindeki en düşük değerlere sahipken, Ekim ayı ile birlikte çalışma sahasında yağışın artması ile birlikte bitki indeks değerleri de artış göstermektedir. Bitki indeks değerleri yıl içerisindeki en yüksek NDVI değerine Kasım ve Aralık aylarını kapsayan süreçte ulaşmaktadır. Özellikle kimi yılların NDVI değerlerinde ani bir şekilde meydana gelen artışlar, yağışın arttığı dönemlere denk gelmektedir. Bu durum yağışın, Kızılçam ormanı biyomas aktivitesi üzerindeki etkisini göstermesi bakımından önemlidir. Nitekim yağışın Kızılçam ormanı biyomas aktivitesi üzerindeki etkisi yapılan korelasyon analizleri ile istatistiksel olarak tespit edilmiştir.



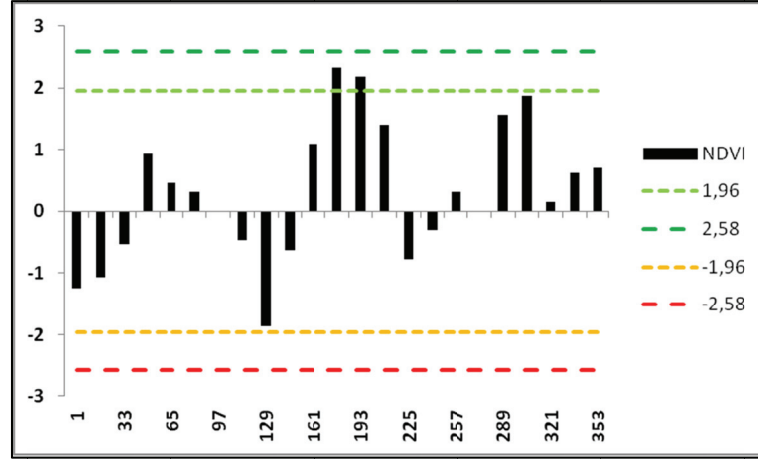
Şekil 7. NDVI değerlerinin değişimi (2000-2010).

SPI hesaplaması sonucunda 2009 yılı nemli dönem, 2006 yılı ise kurak dönem olarak tespit edilmiştir. Nemli yılda NDVI değerlerinde önemli artışlar, kurak yılda ise NDVI değerlerinde düşüşler söz konusudur. Buna göre, nemli 2010 yılında bitki indeks değerlerinin kurak yıla oranla daha yüksek NDVI değeri verdiği açık bir şekilde görülmektedir. Bilhassa, 2010 yılının ilkbahar ve yaz mevsimi aylarına ait NDVI değerleri, nemli yılda kurak yıla oranla çok daha yüksek trend göstermektedir (Şekil 8).



Şekil 8. NDVI değerlerinin, nemli ve kurak yıllardaki değişimi.

Mann-Kendall testi uygulanarak bitki indeks değerlerinin trendinde 2000-2010 yılları arasındaki süreçte bir değişim olup olmadığı sorgulanmıştır. Buna göre, İslâhiye sınırları içerisinde yer alan Kızılçam ormanına ait test alanının istatistiksel olarak önemli değişimler içerisinde olmadığı tespit edilmiştir (Çizelge 5 ve Şekil 9).



Şekil 9. Mann-Kendall testi analiz sonuçları.

Çizelge 5. Mann-Kendall testi analiz sonuçları.

Aylar	Test Z	Signific.
Ocak	1,07	
	0,18	
Şubat	0,00	
	-0,93	
Mart	0,16	
	0,62	
Nisan	0,47	
	0,00	
Mayıs	0,62	
	0,16	
Haziran	0,00	
	0,78	
Temmuz	1,09	
	1,09	
Ağustos	0,78	
	1,09	
Eylül	1,56	
	0,16	
Ekim	0,93	
	1,09	
Kasım	0,00	
	0,31	
Aralık	1,87	+

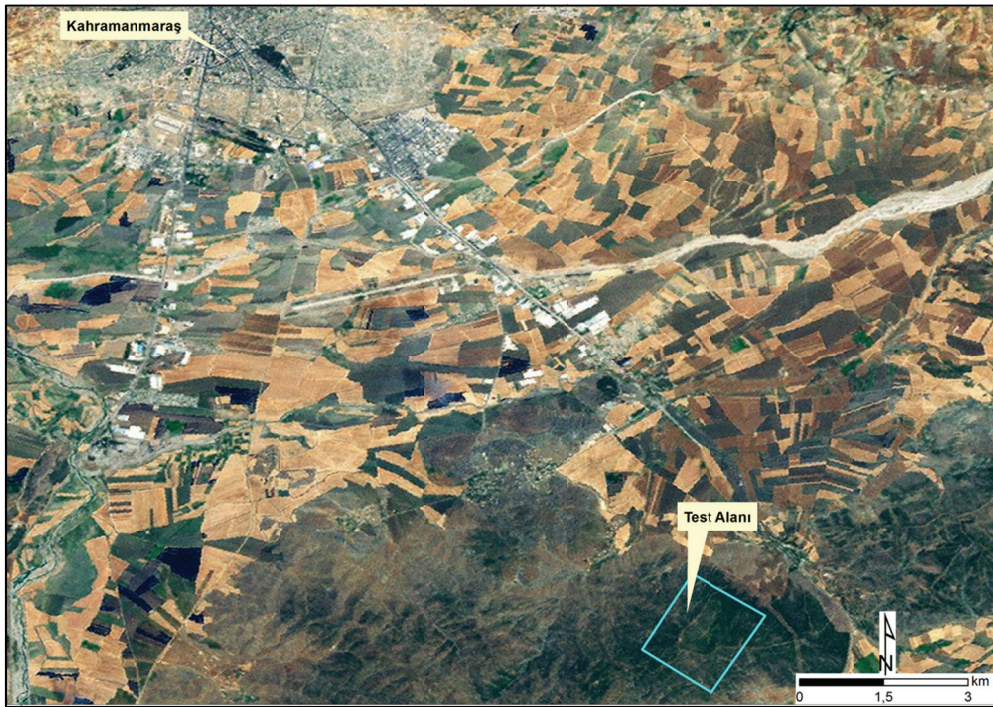
16, 32, 48 ve 64 günlük toplam yağışlar ile NDVI trendleri arasındaki ilişki korelasyon analizi ile belirlenmiştir. Korelasyon analizi sonuçları Kızılcım ormanının 48 ve 64 günlük yağışlara güçlü tepkiler verdiğini göstermektedir. NDVI trendleri ile toplam yağışlar arasındaki ilişki istatistiksel olarak 2001, 2002, 2004, 2006 ve 2007 yıllarında anlamlıdır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Yağış koşulları ile bitki indeks değerlerine ait ilişkiyi gösteren korelasyon analizi sonuçları (N: 16 Günlük NDVI değeri, Y: 16 günlük , Y1: 32 günlük , Y2: 48 günlük, Y3: 64 günlük yağışı göstermektedir).

Yıllar	N+Y		N+Y2		N+Y3		N+Y4	
	r	p	r	p	r	p	r	p
2000	0.046	0.849	0.325	0.204	0.048	0.839	0.104	0.692
2001	0.506*	0.014	0.573**	0.004	0.594**	0.003	0.584**	0.003
2002	0.362	0.089	0.514**	0.003	0.609**	0.002	0.597*	0.012
2003	0.125	0.570	0.370	0.083	0.486*	0.030	0.294	0.173
2004	0.458*	0.002	0.658**	0.001	0.605**	0.002	0.448*	0.047
2005	0.018	0.934	0.097	0.658	0.100	0.651	0.131	0.553
2006	0.298	0.001	0.396	0.061	0.486*	0.030	0.409	0.052
2007	0.439*	0.036	0.477*	0.021	0.611**	0.002	0.562**	0.005
2008	0.069	0.753	0.123	0.575	0.027	0.902	0.080	0.717
2009	0.220	0.312	0.133	0.546	0.052	0.814	0.043	0.845
2010	0.429*	0.041	0.423*	0.044	0.480*	0.020	0.445*	0.033

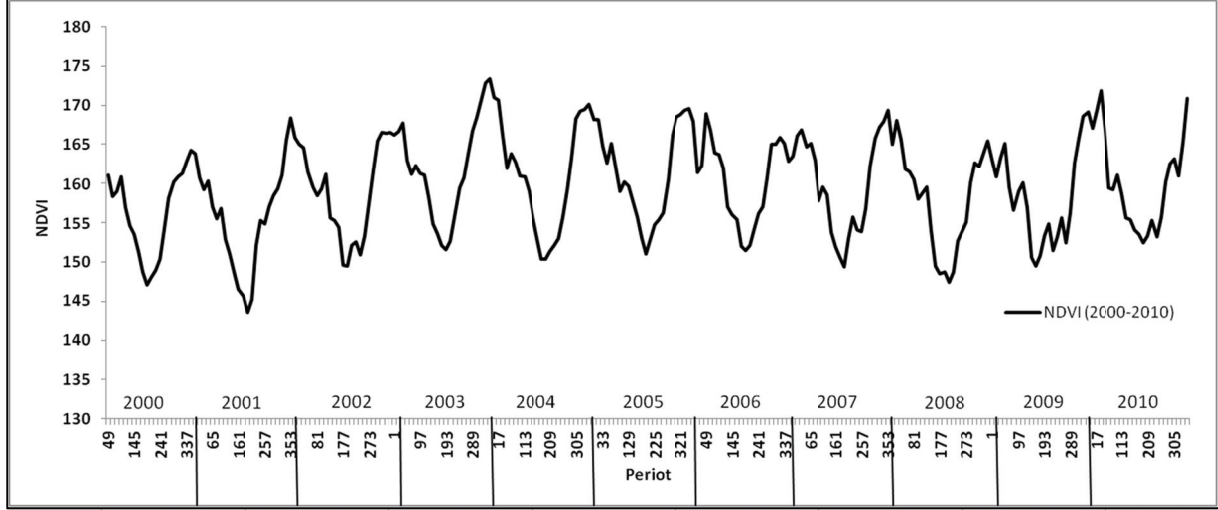
5.3. Kahramanmaraş Sınırlarından Belirlenen Kızılcım Ormanı

Kahramanmaraş şehrinin güneydoğusunda, serpantin birimleri üzerinde Kızılcım ormanına ait test alanı seçilmiştir (Şekil 10).



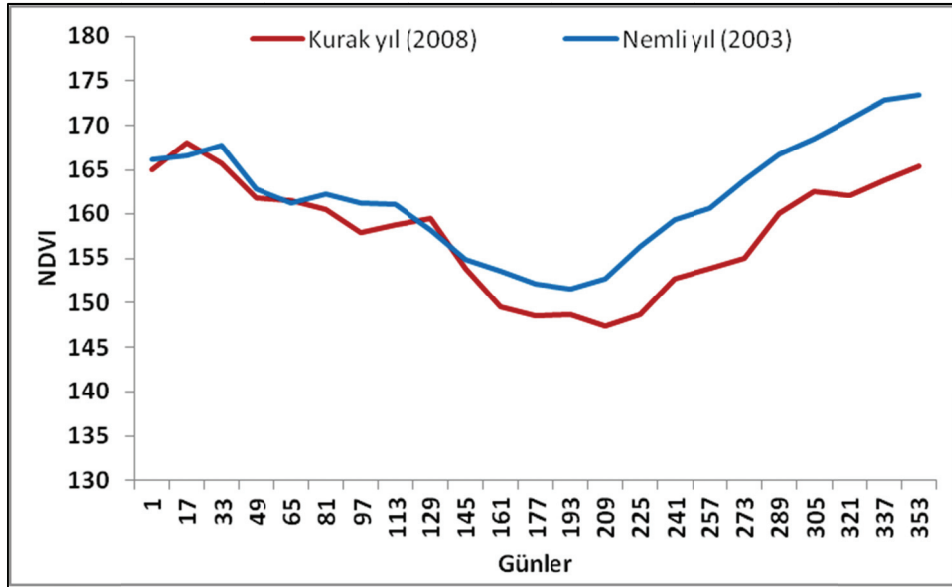
Şekil 10. Kahramanmaraş sınırları içerisinde belirlenen Kızılcım ormanına ait test alanı.

Kızılçam ormanına ait test alanının 2000-2010 yıllarına ait NDVI trendi ortaya çıkartılmıştır. Buna göre, sonbahar ve kış mevsimi aylarında artış gösteren NDVI trendi, ilkbahar ve yaz aylarıyla birlikte belirgin bir şekilde düşüş göstermektedir (Şekil 11).



Şekil 11. NDVI değerlerinin değişimi (2000-2010).

SPI hesaplaması sonucunda 2003 yılı yağışın fazla olduğu nemli dönem, 2007 yılı ise yağışın çok az olduğu kurak dönem olarak tespit edilmiştir. Nemli yılda NDVI değerlerinde önemli artışlar, kurak yılda ise NDVI değerlerinde düşüşler söz konusudur. Buna göre, nemli 2003 yılında bitki indeks değerlerinin kurak yıla oranla daha yüksek NDVI değeri verdiği açık bir şekilde görülmektedir. Bilhassa, nemli 2003 yılının yaz ve sonbahar mevsimi aylarına ait NDVI değerleri kurak yıla oranla çok daha yüksek trend göstermektedir (Şekil 12).

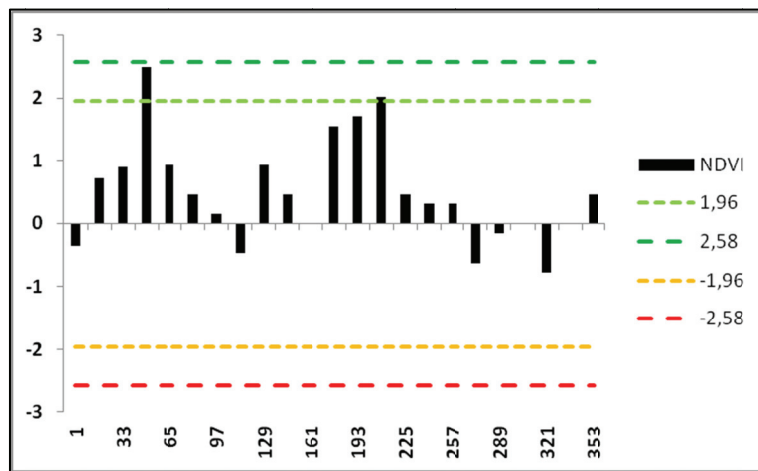


Şekil 12. NDVI değerlerinin, nemli ve kurak yıllardaki değişimi.

Parametrik olmayan Mann-Kendall testi ile NDVI trendlerinde yıllara göre bir değişim olup olmadığı belirlenmiştir. Buna göre, Kızılcım ormanı biomas aktivitesinde genel olarak bir artış eğilimi hakimdir. İstatistiksel olarak anlamlı artışların mevcut olduğu aylar Şubat ve Temmuz aylarıdır.

Çizelge 8. Mann-Kendall testi analiz sonuçları (* %90 güven aralığında anlamlılık seviyesini göstermektedir).

Aylar	Test Z	Signific.
Ocak	-0,36	
	0,72	
Şubat	0,89	
	2,49	*
Mart	0,93	
	0,47	
Nisan	0,16	
	-0,47	
Mayıs	0,93	
	0,47	
Haziran	0,00	
	1,56	
Temmuz	1,71	+
	2,02	*
Ağustos	0,47	
	0,31	
Eylül	0,31	
	-0,62	
Ekim	-0,16	
	0,00	
Kasım	-0,78	
	0,00	
Aralık	0,47	



Şekil 13. Mann-Kendall testi analiz sonuçları.

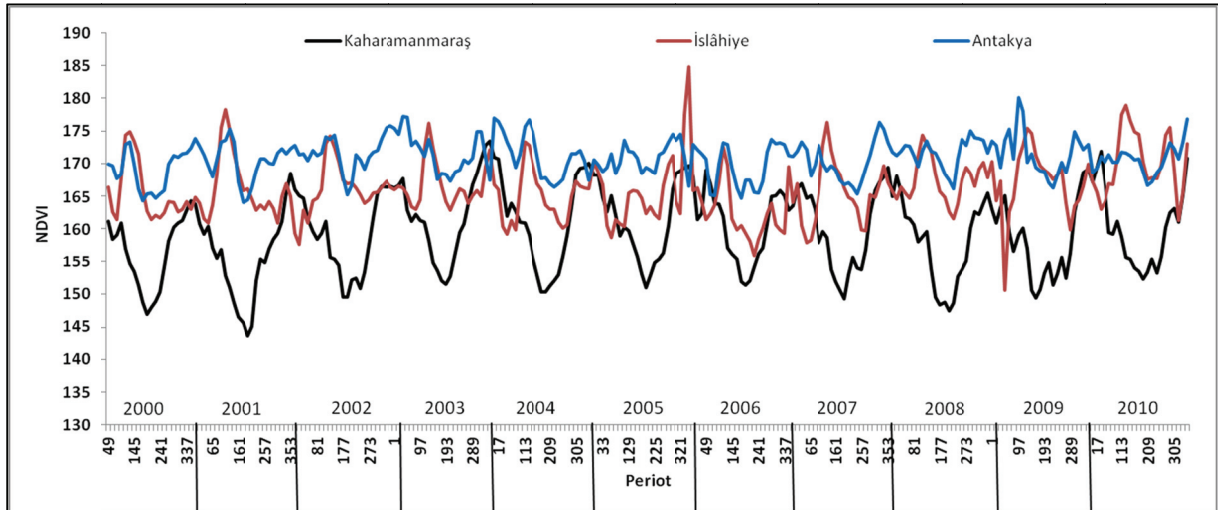
Korelasyon analizi sonuçları bitki indeks değerlerinin yağış faktörü ile olan ilişkisini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Buna göre, NDVI değerleri 32, 48 ve 64 günlük toplam yağışlara istatistiksel olarak en anlamlı tepkiyi vermektedir.

Çizelge 9. Yağış koşulları ile bitki indeks değerlerine ait ilişkiyi gösteren korelasyon analizi sonuçları (N: 16 Günlük NDVI değeri, Y: 16 günlük , Y1: 32 günlük , Y2: 48 günlük, Y3: 64 günlük yağışı göstermektedir).

Yıllar	N+Y		N+Y2		N+Y3		N+Y4	
	r	p	r	p	r	p	r	p
2000	0.673**	0.001	0.717**	0.000	0.720**	0.000	0.642**	0.002
2001	0.538*	0.015	0.649**	0.002	0.772**	0.000	0.789**	0.000
2002	0.486*	0.030	0.562**	0.010	0.670**	0.001	0.721**	0.000
2003	0.568**	0.009	0.659**	0.002	0.734**	0.000	0.729**	0.000
2004	0.518*	0.019	0.642**	0.002	0.760**	0.000	0.802**	0.000
2005	0.586**	0.007	0.666**	0.001	0.734**	0.000	0.762**	0.000
2006	0.448*	0.047	0.495*	0.027	0.585**	0.007	0.618**	0.004
2007	0.489*	0.029	0.571**	0.009	0.628**	0.003	0.664**	0.001
2008	0.385	0.093	0.524*	0.018	0.649**	0.002	0.716**	0.000
2009	0.410	0.073	0.521*	0.019	0.625**	0.003	0.665**	0.001
2010	0.373	0.105	0.495*	0.026	0.686**	0.001	0.776**	0.000

5.4. Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nin Farklı Yağış Özellikleri Gösteren Kesimlerinden Seçilen Kızılçam Ormanlarının NDVI Değerlerinin Karşılaştırılması

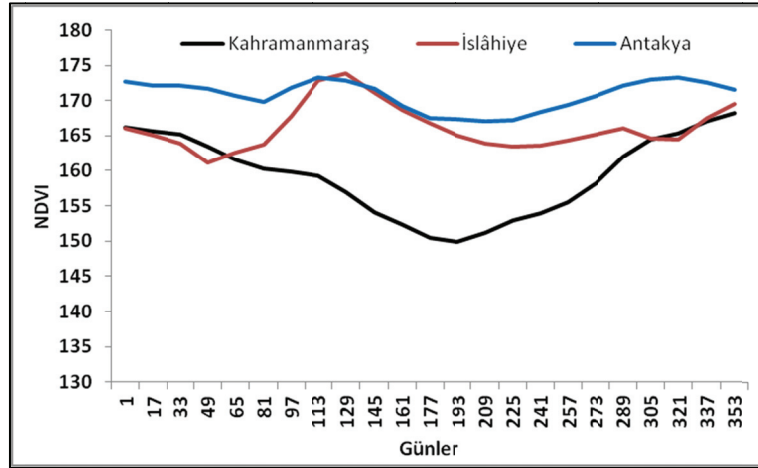
Tüm test alanları içerisinde en yüksek NDVI trendi gösteren Kızılçam ormanı Antakya sınırları içerisinde yer almaktadır. En düşük NDVI trendi gösteren Kızılçam ormanı ise, kuzeyde Kahramanmaraş sınırları içerisinde yer almaktadır (Şekil 14 ve 15). Kahramanmaraş sınırları içerisinde belirlenen test alanının düşük NDVI trendi göstermesinin temel nedeni Serpantin birimleri üzerinde yer alması ve Kahramanmaraş yağış değerlerinin diğer test alanlarından daha düşük olması ile alakalıdır.



Şekil 14. Antakya Kahramanmaraş Grabeninin farklı kesimlerindeki Kızılçam orman alanlarının NDVI değerlerinin değişimi (2000-2010).

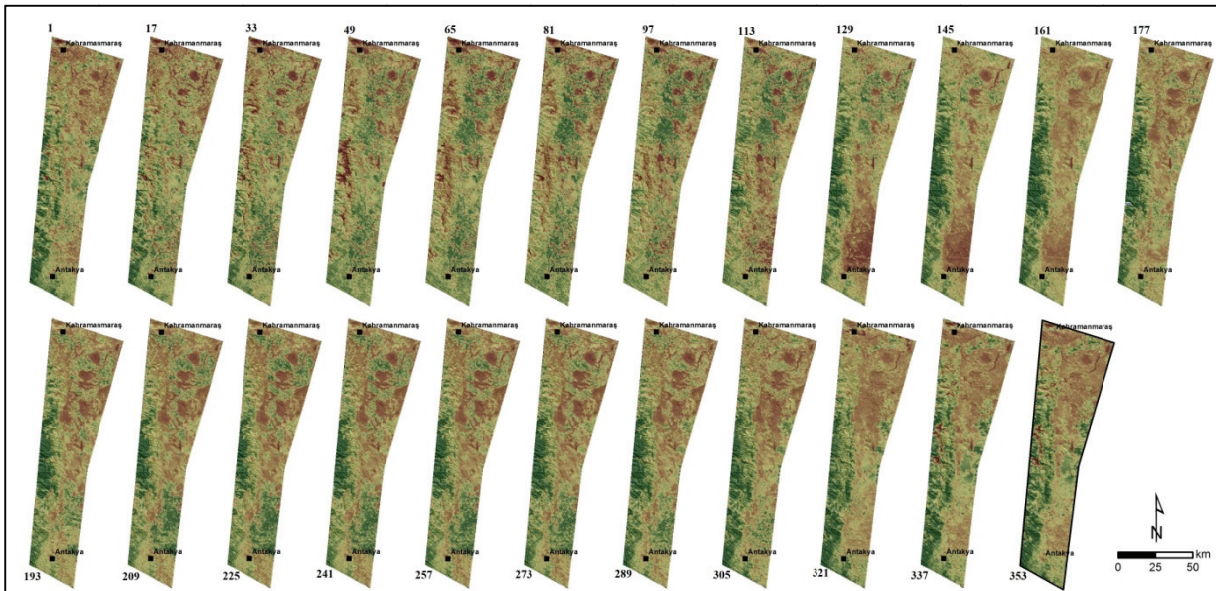
Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nin farklı iklim özellikleri ihtiva eden sahalarından belirlenen Kızılçam test alanlarının fenolojisi oluşturulmuştur. 2000-2010 yılları arasındaki süreçte NDVI değerlerinin ortalaması alınarak oluşturulan fenoloji izlendiğinde Antakya ve İslâhiye

sınırlarında kireçtaşı formasyonu üzerinde yer alan Kızılçam ormanlarının benzer fenoloji gösterdiği tespit edilmiştir. Kahramanmaraş sınırları içerisinde belirlenen Kızılçam ormanına ait test alanının ise, azalan yağışlara daha kuvvetli tepkiler göstererek NDVI değerlerinin yaz aylarında önemli derecede düşüş gösterdiği dikkati çekmektedir. Antakya ve İslâhiye sınırları içerisinde belirlenen Kızılçam test alanları Mart ve Nisan aylarında yıl içerisindeki en yüksek NDVI değerlerine ulaşmaktadır. Buna karşılık Kahramanmaraş sınırları içerisinde yer alan Kızılçam ormanı test alanının ise NDVI değerleri yılın son döneminde Aralık ayında en yüksek seviyelere ulaşmaktadır (Şekil 15).

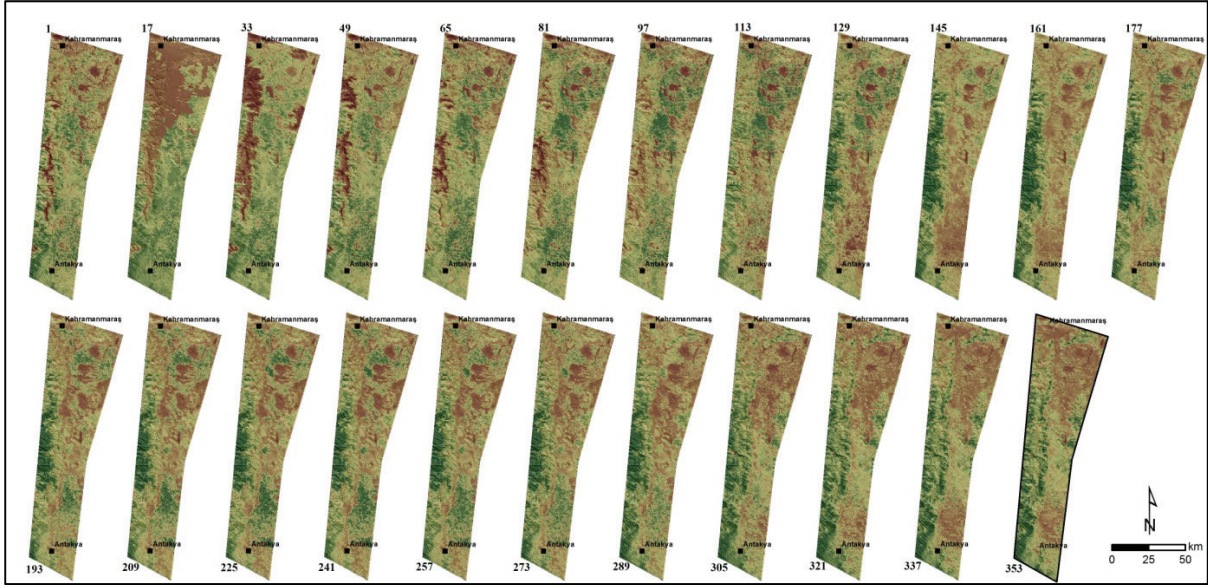


Şekil 15. Grabenin farklı kesimlerindeki Kızılçam orman alanlarının fenolojisi.

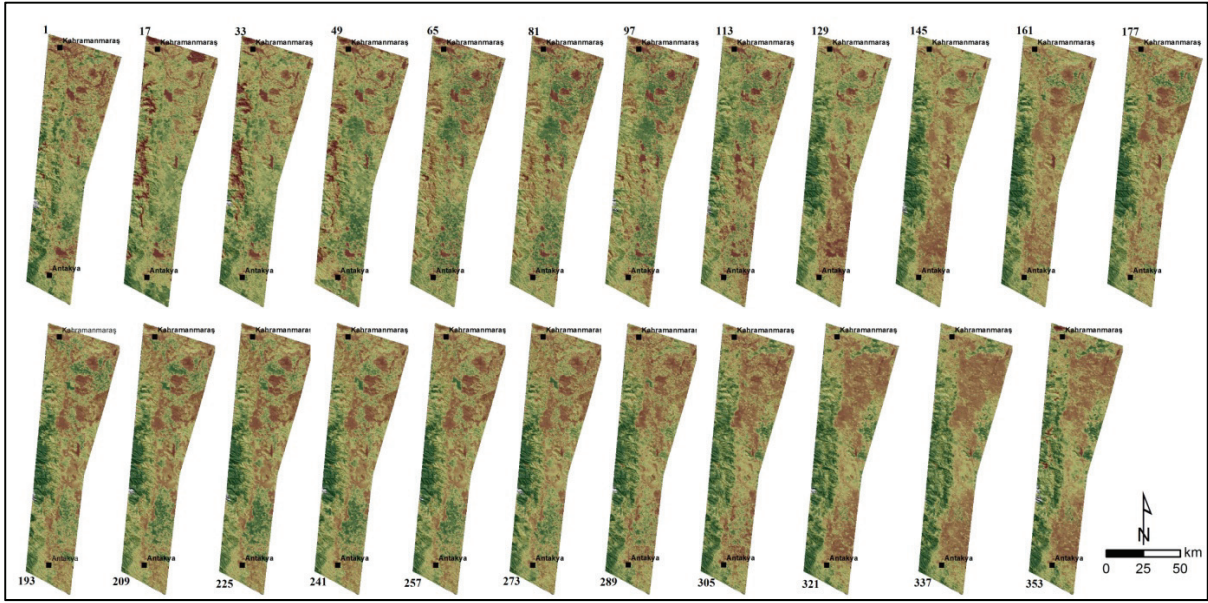
Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nde fenolojik özellikleri ifade edilen Kızılçam orman alanları genel olarak çalışma alanının batı kesimini teşkil etmektedir. Şekil 16, 17 ve 18'de 2001-2006 ve 2010 yıllarının MODIS NDVI görüntülerini içeren haritalar verilmiştir. Söz konusu haritalarda Antakya-Kahramanmaraş Graben alanında bitki örtüsü değişimi ifade edilmektedir. NDVI görüntülerde bitki örtüsü değişimi 16 günlük periyotlar halinde verilmiştir.



Şekil 16. Çalışma alanında 2001 yılına ait bitki örtüsü değişimini gösteren MODIS NDVI görüntüler.



Şekil 17. Çalışma alanında 2006 yılına ait bitki örtüsü değişimini gösteren MODIS NDVI görüntüler.



Şekil 18. Çalışma alanında 2010 yılına ait bitki örtüsü değişimini gösteren MODIS NDVI görüntüler.

6. Sonuç

Bu çalışmada MODIS NDVI verileri kullanılarak, Kızılçam ormanlarının yağış koşulları ile olan ilişkisi incelenmiştir. Kızılçam ormanlarına ait test alanları seçilerek, bunlar Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nde farklı iklim özellikleri ihtiva eden bölgelerde 16 günlük periyotlar halinde izlenmiştir. Belirlenen test sahalarının aynı jeolojik formasyon ve yükselti basamağı üzerinde olmasına bilhassa dikkat edilmiştir.

Araştırmamıza konu olan Antakya-Kahramanmaraş Grabeni Doğu Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır. Kızılçam, Doğu Akdeniz Havzası'nın doğal çam türüdür. Araştırma sonuçları, Kızılçam ormanlarının yağış koşullarına belirlenen tüm test alanlarında önemli tepkiler verdiğini göstermektedir. Kızılçam ormanı seçilen tüm test alanlarında yağışlara anlamlı tepki vermekle birlikte,

istatistiksel olarak anlamlılık seviyesi yüksek tepkileri genellikle 48 ve 64 günlük toplam yağışlara vermektedir. Değişen yağış koşullarında NDVI trendlerinin de değişim gösterdiği dikkati çekmektedir. Yağışın fazla olduğu nemli yıllarda NDVI değerleri de yüksek değerler göstermektedir. Bir başka deyişle, artan yağış Kızılçam ormanlarının daha yüksek biomas aktivite yapmasını sağlamaktadır. Parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanarak, farklı yağış koşulları gösteren test alanlarında Kızılçam ormanlarının NDVI trendleri analiz edilmiştir.

Çalışmamızın yukarıda belirtilen sonuçları optimal arazi kullanımı ve nerelerde Kızılçam ormanlaştırılması yapılması hususunda birçok önemli soruya cevap olmuştur. Bu çalışmada Kızılçam ormanının yağış ile ilişkisinin belirlenmesinin yanı sıra, Antakya-Kahramanmaraş Grabeni'nde Amanos Dağları üzerinde kireçtaşı formasyonu üzerinde yer alan sahaların, Kızılçam ormanı için en uygun saha olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Yağış koşulları nispeten birbirine benzer olan, İslâhiye ve Kahramanmaraş bölgesinde serpantin birimleri üzerinde yer alan Kızılçam ormanları, en düşük biomas aktiviteyi yapmaktadır. Kahramanmaraş'tan güneye doğru inildikçe, Kızılçam ormanının fenolojik değişim gösterdiği, çalışmada tespit edilen bir diğer husustur. Buna göre, Kahramanmaraş'ta Aralık ve Ocak aylarında yıl içerisindeki en yüksek biomas aktivitesine ulaşan Kızılçam ormanı, Antakya sınırlarında değişen yağış koşullarına bağlı olarak Mart ve Nisan aylarında yıl içerisindeki en yüksek biomas aktivitesine ulaşmaktadır. Bu çalışma, iklim, küresel iklim değişimi, bitki örtüsü ve sera etkisi gibi konularda yapılan bilimsel çalışmalara yardımcı olacak bulguların uzaktan algılama yöntemleri ile sağlanabileceğini göstermiştir. Uydulardan elde edilen veriler, bitkilerin incelenmesi ve çevresel fenomenlerin daha iyi anlaşılmasını sağlarken aynı zamanda küresel ısınma ve sera etkisi hakkındaki bilgilerimizi geliştirmiştir. Araştırma sonuçları göstermiştir ki, geniş sahalara ait bitki örtüsü fenolojisinin kısa periyotlar halinde izlenmesi, fenoloji, kuraklık ve iklim değişimlerinin farklı ekosistemler üzerindeki etkisi yönünde çalışmalar yapan kurum ve kuruluşlar, bitki örtüsüne ait ucuz ve doğru bilgilere uzaktan algılama yolu ile erişebilirler ve özellikle kuraklığın bitki örtüsü üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasında bu metodu kullanarak çalışmalar yapabilirler.

7. Referanslar

- Anyamba, A., & Tucker, C. J. (2005). Analysis of Sahelian vegetation dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981–2003. *Journal of Arid Environments*, 63, 596–614
- Çelik, M. A., Karabulut, M., (2013a), Ahır Dağı (Kahramanmaraş) ve Çevresinde Bitki Örtüsü ile Yağış Koşulları Arasındaki İlişkilerin MODIS Verileri Kullanılarak İncelenmesi (2000-2010), *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, Sayı: 1 (6), 123-133.
- Çelik, M. A., Karabulut, M., (2013b), Yağış Koşullarının Antep Fıstığı (*Pistacia vera* L.) Biomas Aktivitesi ve Fenolojik Özelliklerine Etkisinin Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak İncelenmesi, *Türk Coğrafya Dergisi*, Sayı: 60, 37-48.
- Dinç, U. D. (2004). Doğu Akdeniz Bölgesi Narenciye Alanlarında Don Riski Gösteren Koridorların Sayısal Uydu Verileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımıyla Bulunması Üzerine Çalışmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü .
- Eklundh, L. (1998). Estimating relations between AVHRR NDVI and Rainfall in East Africa at 10-Day and Monthly Time Scales. *International Journal of Remote Sensing*, 19 (3), 563-568.
- Gallo, K. L., Ji, B., Reed, J., Eidenshink, J., Dwyer (2005) Multi-platform comparisons of MODIS and AVHRR normalized difference vegetation index data. *Remote Sensing of Environment*. 99 (3), 221-231
- Gao, Y., Huang, J., Li, S., & Li, S. (2012). Spatial pattern of non-stationarity and scale-dependent relationships between NDVI and climatic factors—A case study in Qinghai-Tibet Plateau, China. *Ecological Indicators*, 20, 170-176.
- Göncüoğlu, B., İnel, G. (2010) Türkiye'nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler. *Türk Coğrafya Dergisi* (55), 1-12.
- Holben, B. N., (1986) "Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data", *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1417-1434.
- Jiang, D., Fu, X., & Wang, K. (2012). Vegetation dynamics and their response to freshwater inflow and climate variables in the Yellow River Delta, China. *Quaternary International*, 1-10.
- Justice, C., Townshend, J. R., Kalb, V. L., (1991) "Representation of vegetation by continental data sets derived NOAA AVHRR data", *International Journal of Remote Sensing*, 12(5), 999-1021.
- Karabulut, M. (2003). An Examination of Relationships Between Vegetation and Rainfall Using Maximum Value Composite AVHRR-NDVI Data. *Turkish Journal of Botanic* (27), 93-101.

- Karabulut, M. (2006). NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4 (1), 29-42.
- Karabulut, M.,(2008) An examination of relationships between vegetation and climate conditions using SPOT VGT data in Turkey, Proc. 5th International Conference on GIS, 2-5 July, Vol 2, 543-550, İstanbul.
- Karabulut, M. (2012). Doğu Akdeniz'de Ekstrem Maksimum ve Minimum Sıcaklıkların Trend Analizi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi Özel Sayı* , 37-44.
- Korkmaz, H. (2008). Antakya-Kahramanmaraş Graben Alanında Kurutulmuş Sulak Alanların (Amik Gölü, Emen Gölü ve Gâvur Gölü Bataklığı) Modellerinin Oluşturulması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* , 5 (9).
- Lyon, G.; Yuan, D.; Lunetta, R. S.; Elvidge, C. D., (1998) "A change detection experiment using vegetation indices", *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62(2), 143-150.
- Malingreau, J. P., (1986) "Global vegetation dynamics, satellite observations over Asia", *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1121-1146.
- 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.
- Mao, D., Wang, Z., Luo, L., ve Ren, C. (2011). Integrating AVHRR and MODIS Data to Monitor NDVI Changes and Their Relationship with Climatic Parameters in Northeast China. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* , 1
- Toprak, V., Rojay, B., ve Heimann, A. (2002). *Hatay Grabeninin Neotektonik Evrimi ve Ölü Deniz Fay Kuşağı ile İlişkisi*. Ankara: TÜBİTAK.
- Tucker, C.J., Newcomb, W.W., Dregne, H.E., (1994). AVHRR data sets for determination of desert spatial extent. *International Journal of Remote Sensing* 17, 3547-3565.
- Türkeş, M., Koç, T. ve Sarış, F. (2007). Türkiye'nin Yağış Toplamı ve Yoğunluğu Dizilerindeki Değişikliklerin ve Eğilimlerin Zamansal ve Alansal Çözümlemesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 5, 57-73.
- Wang, J., Price, K. P., & Rich, P. M. (2001). Spatial patterns of NDVI in response to precipitation and temperature in the central Great Plains. *International Journal of Remote Sensing* , 22 (18), 3827-3844.
- Zhan, X., Sohlberg, R., Townshend, J., Dimiceli, C., Carroll, M., Eastman, J., et al. (2002). Detection of Land Cover Changes using MODIS 250 m data. *Remote Sensing Of Environment* .
- Zhi W. L. Shirong, Z. Liandi, G. Zhihua, S. Pengsen, L. Hong (2011). The Relationship of Vegetation Greenness Period and Climate Precipitation Change in the North-South Transect of Eastern China. *Procedia Environmental Sciences* 10 , 282-28

