

**Hakemli Makale**  
**Reviwed Article**

## Yağış Koşullarının Antep Fıstığı (*Pistacia vera L.*) Biomas Aktivitesi ve Fenolojik Özelliklerine Etkisinin Uzaktan Algılama Verileri Kullanılarak İncelenmesi

### *Monitoring the Effects of Rainfall Conditions on Pistachio (*Pistacia vera L.*) Biomass Activity and Phenological Characteristics Using Remote Sensing Data*

Mehmet Ali ÇELİK<sup>a</sup> Murat KARABULUT<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kilis.

<sup>b</sup>Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş.

Geliş/Received: 04.03.2013  
Kabul/Accepted: 21.05.2013

Sorumlu yazar/Corresponding author  
(M.A. Çelik) [mehmet.ali.celik@gmail.com](mailto:mehmet.ali.celik@gmail.com)

#### ÖZ

Yeryüzünün tüm canlıları için hayati bir önem taşıyan tarıma ait bilgilerin yeterli sıklıkta, devamlı ve düzenli olarak elde edilmesi önem taşıyan bir konudur. Bu çalışmada uzaktan algılama ile iklim verilerinin entegrasyonu sağlanarak, yağış ile Antep fıstığı arasındaki ilişki tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, Antep fıstığı bitkisinin bilhassa 2 ve 3 aylık toplam yağışlara istatistiksel olarak kuvvetli tepkiler verdiğini göstermiştir. Ekstrem yağış dönemlerinden Antep fıstığının önemli ölçüde etkilendiği kurak ve nemli yıllardaki NDVI trendi izlenerek ortaya çıkartılmıştır. Yağışın fazla olduğu nemli yıllarda Antep fıstığı yüksek NDVI değerleri veririrken, yağışın az olduğu kurak yıllarda ise Antep fıstığına ait NDVI değerleri düşmektedir.

*Anahtar Kelimeler: Antep fıstığı, MODIS NDVI, tarım, Uzaktan algılama, yağış.*

#### ABSTRACT

*Sufficient frequency, continuous and regular-basis recording of agricultural data, which are vital to human being life, are significant issues. In this study, the relationship between rainfall and pistachios were monitored with the integration of climate data and remote sensing. Herein, there has been a statistical strong effect on the last 2 or 3 months of total precipitation and pistachio plant interaction. It was ascertained that pistachio was heavily influenced by extreme rainfalls through the monitoring NDVI trends in the arid and humid years. While pistachio exhibited high NDVI values in humid years, there was a decline in NDVI values in arid years for pistachio.*

*Keywords: Pistachio, MODIS NDVI, Agriculture, Remote Sensing, Rainfall.*

## GİRİŞ

FAO'nun 2009 yılındaki tahminine göre, dünya nüfusunun yaklaşık 1 milyarı kronik açlık sorunu ile boğuşmaktadır. Bu 1 milyarlık nüfusun büyük kısmı uygun olmayan iklim şartlarından dolayı tarım yapılamayan Sahra altı Afrikasında ve Asyanın güneyinde yaşamaktadır (VERMEULEN vd., 2012:137). Halihazırda uygun olmayan iklim koşulları nedeniyle tarım yapılamayan bölgelere, küresel iklim değişimi ile birlikte yeni alanlar eklenecektir. Tüm bunların sonucunda, Dünya tarımında doğacak istikrarsızlık ile kronik açlık sıkıntısı çeken insan sayısının artması beklenmektedir. Bu açıdan, iklim parametrelerinin ve iklimde meydana gelecek değişimlerin tarımsal ürünler üzerine etkisinin incelenmesi nüfusu 7 milyarın üzerinde olan dünyada gıda arzı ve sosyo-ekonomik açıdan büyük öneme sahiptir. İklim konusunun farklı enlemlerde bulunan ülkelerin tarımsal

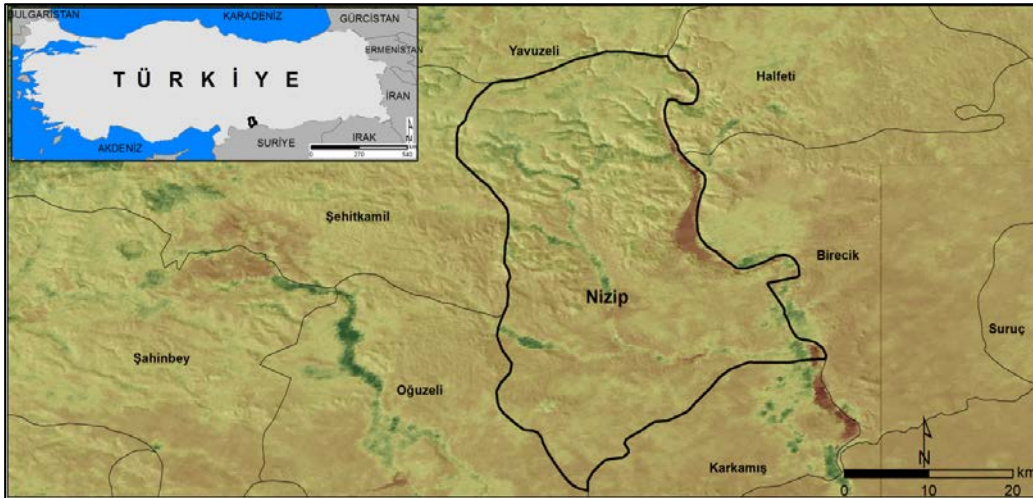
üretimi üzerinde nasıl bir etkisi olduğu sorusunun cevabı tüm dünyada merak edilen önemli konular arasında gelmektedir (TUBIELLO ve FISCHER, 2007:1031). Dünyada, iklimin tarım üzerine etkisini konu alan bir çok çalışma mevcuttur (ALEXANDROV ve HOOGENBOOMB, 2000; CHMIELEWSKI ve RÖTZER, 2001; IPCC, 2007; SANCHISA ve FEIJÓO BELLO, 2009). Örneğin, Chmielewski ve Rötzer 1980 sonrasında Avrupa'nın tarımsal ürünlerinin yetiştirme dönemlerinin 8 gün uzadığını tespit etmiştir. Avrupa'da artan sıcaklıklar bitkilerin yetiştirme döneminde uzamaya sebep olmuştur. Bu durum aslında küresel iklim değişiminin dünyanın bazı bölgeleri için olumlu sonuçlara sebep olacağını göstermesi bakımından önemlidir. Nitekim Avrupa'da artan sıcaklıklar, tarımsal verimi de arttıracaktır (CHMIELEWSKI ve RÖTZER, 2001:110).

İklim koşullarının tarım sahalarına olan etkisini analiz etmek amacı ile uzaktan algılama verileri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Brown vd. (2012) yaptıkları çalışmada iklim değişiminin tarım sahalarına olan etkisini dünya ölçeğinde incelemiştir. Bu çalışmada, dünyanın belli bölgelerinde artan sıcaklığın bitkilerin yetiştirme dönemini uzattığı tespit edilmiştir. Küresel iklim değişimi yada iklim salınımları ile birlikte dünyanın belli bölgelerinde artan yağışların, tarım sahalarının biomas aktivitesinde ve veriminde önemli artışlar meydana getirdiği tespit edilmiştir.

Uzaktan algılamada tarımsal ürünler farklı modellemeler ve uydular kullanılarak tespit edilebilmektedir. Normalize Fark Bitki İndeksleri (NDVI) iklim ve insan kaynaklı tarımsal değişimleri izlemekte en yoğun kullanılanlarından biridir (MAO vd., 2011:528; ÇELİK ve SÖNMEZ, 2013:264). Çalışmamızda kullanılan MODIS NDVI veriler mekânsal ve zamansal çözünürlüğü ile geniş sahalardaki tarımsal değişimleri izleme imkânı vermektedir. 1988 yılında NASA, MODIS verileri hakkında, doğal kaynak yönetiminden, iklimsel değişim incelenmesine, kuraklık çalışmalarından, tarım ve kuraklık çalışmalarına kadar çok geniş farklı alanlarda yoğun kullanılacağına dair değerlendirmede bulunmuştur. Gerçekten de bu durum gerçekleşmiş ve günümüzde MODIS verileri çok geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (HUETE vd., 1999:1).

Bu çalışmada anavatanı ve en önemli gen kaynağı Kafkasya, İran ve Türkmenistan'ı içine alan Yakın Doğu Bölgesi olan Antep fıstığının (*Pistacia vera* L.) yağış koşulları ile olan ilişkisi üzerinde durulmuştur. Türkiye İran, ABD ve Suriye ile birlikte Dünyada en fazla antepfıstığı üretimi yapılan ülke konumundadır (KIZILGÖZ vd., 2009:10). Antep Fıstığı ağaçları yazları oldukça sıcak, kışları da oldukça soğuk geçen iklim koşullarına gereksinim gösterir. Aynı zamanda antep fıstığı diğer kültür bitkilerinin yetişmeyeceği kadar kıraç, kayalık, kireçli ve eğimli arazilerde kolayca yetiştirilebilmektedir.

Yağışta meydana gelen azalma ve artışlar trend analizleri ve SPI kuraklık istatistiksel analizler ile hesaplanmaktadır. Bu geleneksel yöntemler, yağışlarda meydana gelen artış ve azalmaların farklı ekosistemlere ve mekanlara olan etkisini ortaya koymada yetersizdir. Ancak Uzaktan Algılama verileri ile iklim verilerinin entegrasyonu sağlanarak hem iklimde meydana gelecek değişimlerin boyutu ortaya konabilir hem de iklim değişimlerinin farklı ekosistemler üzerine etkisi tespit edilebilir. Bu çalışmada 2000-2010 yıllarına ait MODIS verileri kullanılarak, Güneydoğu Anadolu Bölgesi içerisinde en geniş Antep fıstığı bahçelerine sahip, Gaziantep ili'nin doğusunda yer alan Nizip ilçesinden Antep Fıstığına ait test alanı belirlenmiştir. (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma sahası lokasyon haritası.

Figure 1. Location map of study area.

## AMAÇ ve YÖNTEM

Bu çalışmada Antep fıstığının yağış koşulları ile olan ilişkisi 2000-2010 yılları arasında 16 günlük periyotlar halinde izlenmiştir. Çalışmanın temelini MODIS uydusu ile Meteoroloji Genel Müdürlüğüne ait günlük ve aylık toplam yağış verileri teşkil etmektedir.

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 mekânsal, spektral ve zamansal çözünürlüğü ile önemli kolaylıklar sağlamaktadır. MODIS uyduları 0.4 µm ile 14.4 µm 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 (Şekil 2).

Uzaktan algılamada en çok ilgilenilen husus; hedeften yansıyan radyasyonun ölçülmesidir. Çünkü bitkiler fotosentez faaliyetleri sırasında kullanmak amacıyla kırmızı ışığın büyük bir kısmını bünyelerinde tutup depolarken, diğer taraftan yakın infrared dalga boyundaki ışıkların büyük bir kısmını da yansıtırlar. Uzaktan algılamada bitkinin fotosentez yaptığı bölge süngerimsi dokusundan dolayı spongy mezofil olarak adlandırılan bölgedir. Yakın infrared dalga

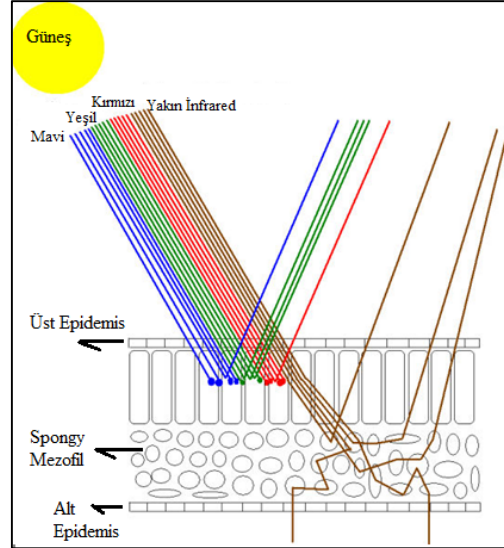
boyuna sahip ışınlar bitkinin mezofil kısmına penetre olabilmektedir. Bu sayede bitkilerin canlı olduğu, yüksek foto-

sentez yaptığı dönemler tespit edilmektedir (Şekil 3).

Band	Spektral (µm )			Mekânsal		
	MODIS	SPOT-VGT	AVHRR	MODIS	SPOT-VGT	AVHRR
1	0.62 – 0.67	0.43 - 0.47	0.58 – 0.68	250x250m	1x1 km	1x1 km
2	0.84 – 0.87	0.61 - 0.68	0.752 – 1.10	250x250m	1x1 km	1x1 km
3		0.78 - 0.89	3.55 – 3.93		1x1 km	1x1 km
4		1.58 - 1.75	10.5 – 11.3		1x1 km	1x1 km
5			11.5 – 12.5			1x1 km

**Şekil 2.** Bitki örtüsünü uzaktan algılama metodu ile izleme çalışmalarında en fazla kullanılan uydu görüntülerinin spektral ve mekânsal özellikleri.

**Figure 2.** Spectral and spatial properties of the most commonly used satellite imagery in the vegetation studies.



**Şekil 3.** Görünür bölge ve yakın infrared dalga boyuna sahip ışınların bitki üzerindeki penetrasyon ve yansıma özellikleri (<http://www.seos-project.eu>).

**Figure 3.** Reflectance and penetration properties of visible and near infrared region on the plant.

MODIS uydusuna ait kırmızı ışınlar (0.58- 0.68 mikron) denk gelen band 1 ve infrared dalga boyundaki (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 bir çok özelliği ile yakından ilgilidir (MARSH vd., 1992:2998; DI vd., 1994:2121). Bu özellikler de bitki örtüsü durumunun belirlenebilmesi için kullanılan önemli parametreler olarak kabul edilmektedir. NDVI yakın infrared band ile görünür bölgedeki kırmızı bandın birbirinden çıkarılıp daha sonra ikibandın toplamına bölünmesi ile elde edilen normalize edilmiş değerleri ifade eder. NDVI görüntüleri şu formül ile hesaplanır (VIOVY vd., 1992:1585; BECK, vd., 2006: 322; KARABULUT, 2006:31):

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

Bu formül -1 ila 1 arasında değişen NDVI değerlerini üretir 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 de çıplak veya cılız bitki örtüsünü, 130- 200 arasındaki yüksek değerlerde 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 vasıtasıyla bitki örtüsü incelemelerinin yapılabilmesi için bulutsuz günde toplanan verilerin kullanılması zorunludur (JUSTICE vd., 1991:1000). Bir tek MODIS uydu görüntüsü çok ender olarak bulut içermeyebilir. Daha doğrusu elde edilen verilerin tamamının bulutsuz olması ihtimali çok küçüktür. Holben (1986) yılında yayınladığı bir makalede uydunun bulutsuz görüntü elde edememe dezavantajını gidermek ve kullanışlı veriler üretebilmek için birçok görüntüyü kullanarak bileşke görüntüler elde etmiş böylece uygun zamansal çözünürlükte ve kullanışlı yeni veriler üretmiştir. Bu yöntem her uydu görüntüsünün mükemmel ve kesin bir şekilde aynı projeksiyon sistemine kaydedilmesini zorunlu kılmaktadır. Bunun anlamı farklı günlerde toplanan verilerdeki her pikselin her gün için aynı pikseli temsil etmesi zorunludur. 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 seçileceği 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.

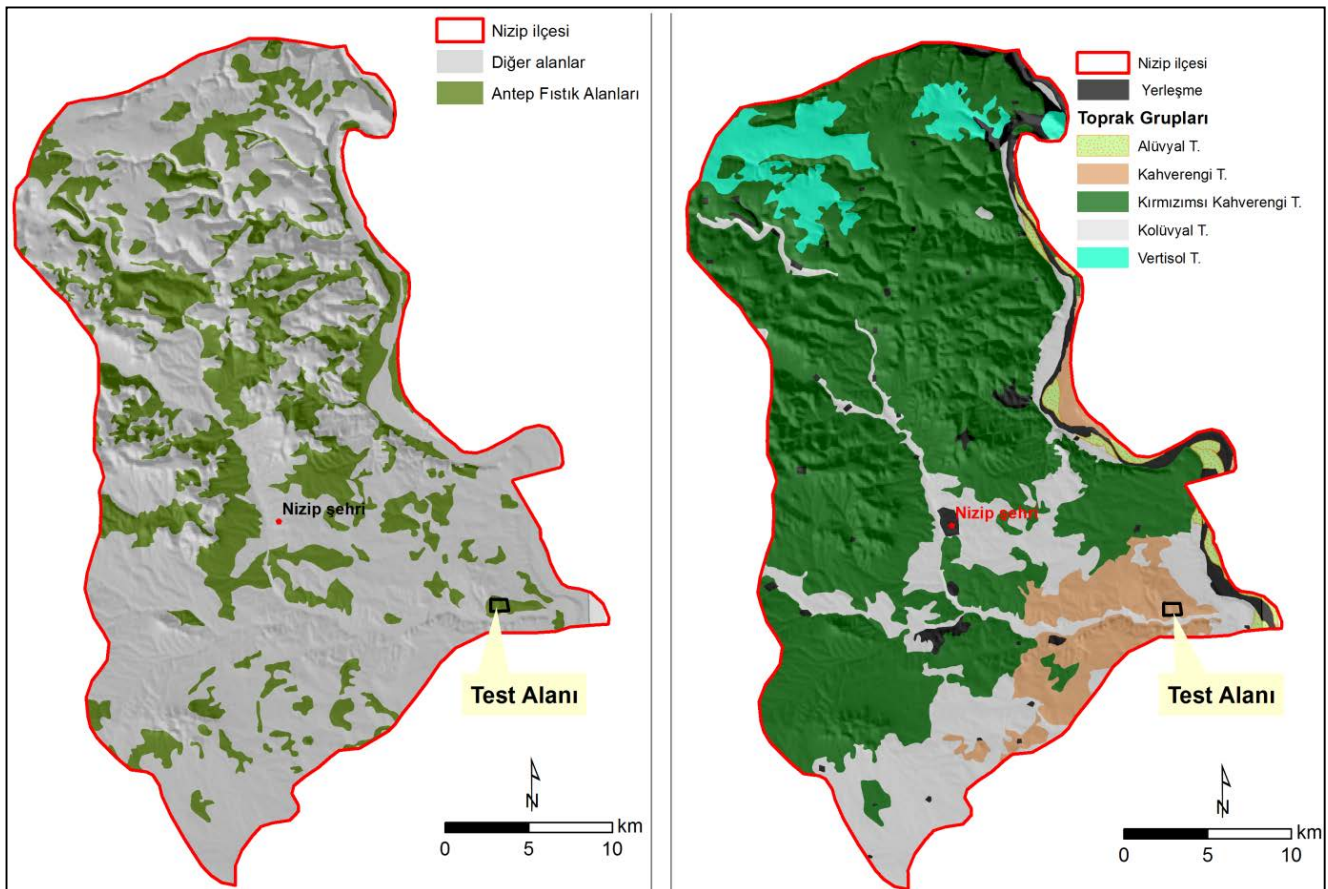
Son olarak NDVI değerlerine, Kendall'ın Tau olarak bilinen testinin özel uygulaması olan, verilerin büyüklüğünden çok sıralarını esas alan, parametrik olmayan Mann-Kendall testi uygulanmıştır. Bunun yanı sıra, iklimin kurak ve nemli olduğu dönemleri tespit etmek amacıyla 1993 yılında McKeen vd. tarafından geliştirilmiş Standardize Yağış İndeksi (SPI) kullanılmıştır. SPI şu formül ile hesaplanır;

$$SPI = \frac{X_i - X_i^{ort}}{\sigma}$$

Bu yöntem seçilmiş bir zaman dilimi içinde yağışın ( $X_i$ ) ortalamadan ( $X_i^{ort}$ ) olan farkının standart sapmaya ( $\sigma$ ) bölünmesi ile aşağıdaki eşitlik 1 ile elde edilir. Formül sonuçlarına göre, indeksin sıfırın altına ilk düştüğü ay kuraklığın başlangıcı olarak kabul edilirken indeksin pozitif değere yükseldiği ay kuraklığın bitimi olarak değerlendirilir.

## BULGULAR

Antep fıstığına ait test alanı Gaziantep'in Nizip ilçesi güneydoğusundan belirlenmiştir (Şekil 4). Kahverengi topraklar üzerinden seçilen Antep fıstık test alanı 2000-2010 yılları arasındaki 11 yıllık süreçte izlenmiştir.

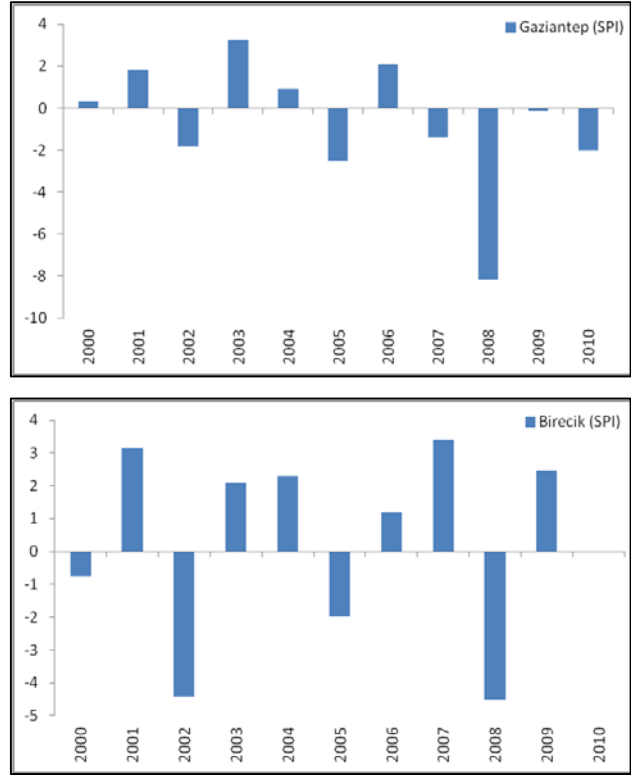


Şekil 4. Nizip ilçesinde Antep fıstık alanlarının dağılımı ve toprak haritası.  
Figure 4. Distribution of Pistachio and soil types in Nizip district.

Nizip ilçesinde meteoroloji istasyonuna ait güncel veriler (2000-2010 yağış verileri) mevcut olmadığından dolayı en yakın istasyon olan Gaziantep ve Birecik istasyonuna ait yağış verileri kullanılmıştır. Yağış verileri kullanılarak hesaplanan Standardize yağış indeksi formülü sonuçlarına göre 2001, 2003, 2004 ve 2006 yılları Gaziantep'te nemli yıllar olarak tespit edilmiştir. Birecik'te ise nemli dönem olarak 2001, 2003, 2004, 2006, 2007 ve 2009 yılları tespit edilmiştir. Kurak dönemler olarak Gaziantep'te 2002, 2005, 2008 ve 2010 yılları tespit edilmiştir. Birecik'te ise 2000, 2002, 2005 ve 2008 yılları kurak dönemlerdir. 2007 yılı Birecik ilçesinde nemli dönem olarak tespit edilirken, aynı dönemde Gaziantep iklimi kuraktır. Bunun yanı sıra 2009 yılında Birecik ilçesi nemli iklim özellikleri ihtiva ederken, Gaziantep iklimi normal özellikler göstermektedir. 2008 yılı hem Gaziantep'te hem de Birecik'te kurak iklim özelliklerinin mevcut olduğu dönemdir. 2003 yılında ise hem Gaziantep'in hem de Birecik'in nemli iklim özellikleri gösterdiği dikkat çekmektedir (Şekil 5).

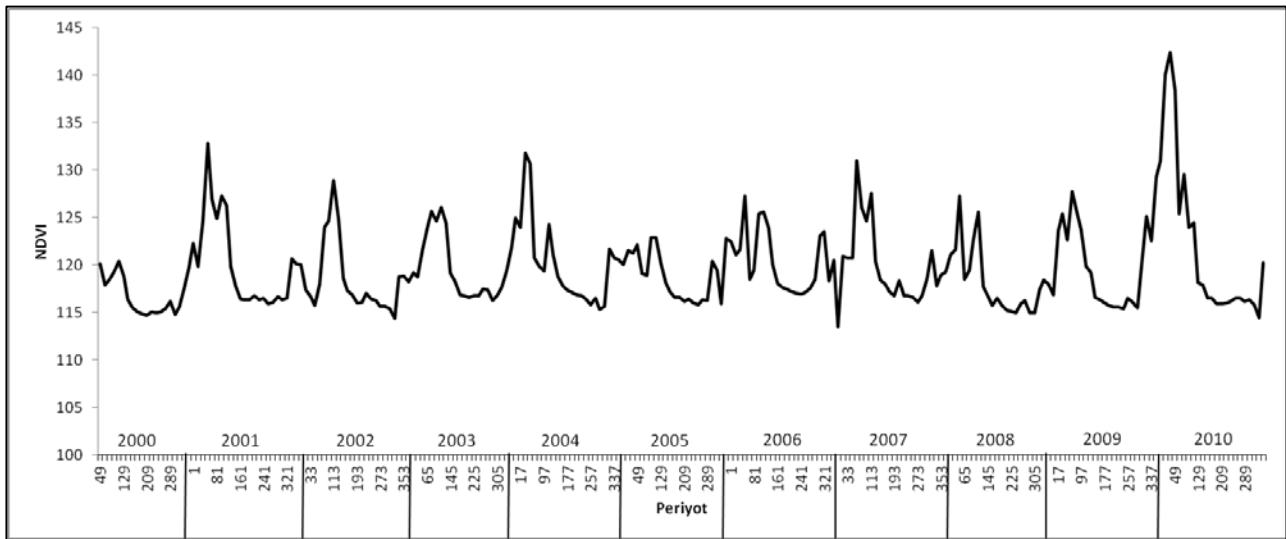
2000-2010 yılları arasında Antep fıstığına ait NDVI değerleri Şekil 6'da gösterilmiştir. 2000-2010 yılları arasında kapsayan 11 yıllık süreçte Antep fıstığı bitkisi NDVI trendinde bazı dönemlerde önemli düşüşler bazı dönemlerde ise önemli artışlar mevcuttur. Bu artış ve azalışların tümü yağış ile benzerlik göstermemektedir. Fakat kimi yıllardaki NDVI artış ve azalışlarının yağışlar ile büyük oranda benzerlik gösterdiği dikkati çekmektedir. 2001, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009 ve 2010 yılları NDVI trendlerinin normalin üzerinde olduğu yıllardır (Şekil 7).

2001, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009 yılları aynı zamanda Birecik ilçesinde yağışların fazla olduğu nemli dönemlerdir. 2010 yılında Birecik'te SPI değerleri normaldir. Fakat Antep fıstığı NDVI trendinde önemli artışlar mevcuttur.

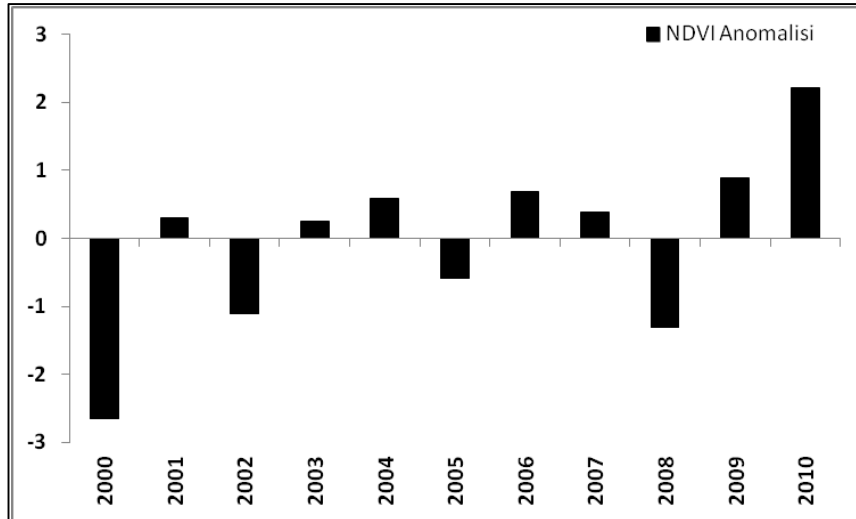


Şekil 5. SPI analizi sonuçları.  
Figure 5. Results of SPI analysis.

Bu dönemin NDVI trendinde meydana gelen artışın önemli sebeplerinden birisi 2009 yılı sonunda yağışlarda meydana gelen artıştır. 2009 yılının son günlerinde yağışta meydana gelen artış, 2010 başında NDVI trendinde önemli artışlar meydana getirmiştir. Nitekim Antep fıstığının yağışlara bilhassa 2 ve 3 ay sonrasında tepki vermesi istatistiksel analizler ile ortaya konulmuştur (Şekil 8).

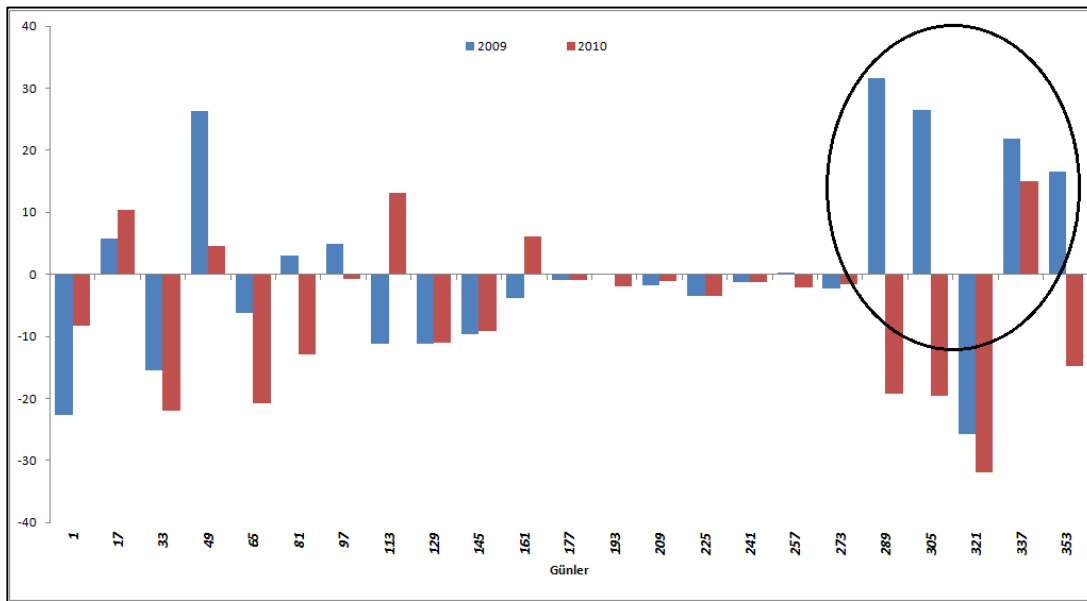


Şekil 6. Antep fıstığına ait NDVI değerlerinin 2000-2010 yılları arasındaki değişimi.  
Figure 6. Changes of NDVI values of pistachio between 2000-2010.



Şekil 7. Ortalama NDVI değerlerinin genel ortalamaya göre farkları (2000-2010).

Figure 7. Anomaly of NDVI values (2000-2010).



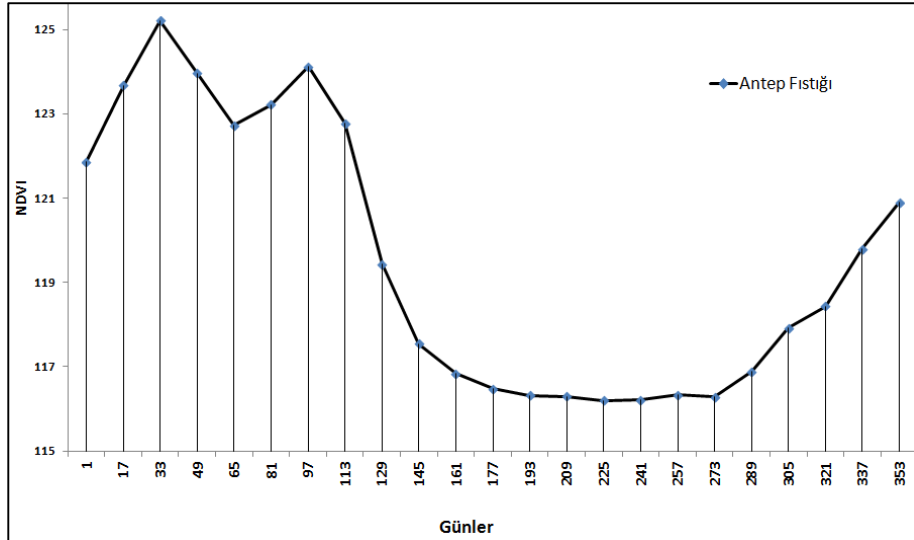
Şekil 8. 2009-2010 yıllarına ait ortalama toplam yağışların genel ortalamaya göre farkları.

Figure 8. Differences yearly total precipitation according to the main precipitation (2009-2010).

Gerek Gaziantep gerekse Birecik istasyonu verilerine göre nemli (2003) ve kurak dönem (2008) olarak tespit edilen yılların NDVI değerleri daha yakından incelenmiştir. Şekil 4 incelendiği takdirde nemli dönem olan 2003 yılında NDVI değerlerinin 2008 yılına oranla açıkça daha yüksek trende sahip olduğu dikkati çekmektedir. Nemli yılda NDVI değerleri Ocak ayı haricinde yılın tüm dönemlerinde daha yüksek bitki indeks değerleri vermektedir. Bu durum artan yağış ile bitki indeks değerleri arasındaki pozitif yöndeki ilişkiyi göstermektedir. Sonuç olarak artan yağışlar Antep fıstığının daha fazla biomas aktiviteye sahip olmasını sağlamaktadır.

Antep fıstığı, kış mevsiminde, oldukça soğuk bir döneme ve yaz aylarında da, meyvelerin olgunlaşabilmeleri için, fazlaca bir sıcaklık toplamına ihtiyaç duyar (ATLI vd., 1997:503). Antep fıstığı verimini düşüren en önemli etmen erkek ağacın bahçedeki dişi etmenlerle aynı anda çiçek açarak toz vermeye başlamasıdır. Hâlbuki Antep fıstıklarının

da genellikle erkek ağaçların dişi ağaçlara göre daha erken çiçek açması verimi arttırmaktadır. Bu yüzden Antep fıstığı ağaçlarının çiçek açma zamanlarının iyi bilinmesi gerekmektedir (SATIL, 2003:8). Şekil 9'da Antep fıstığının 2000-2010 yıllarına ait NDVI değerlerinin ortalaması alınarak oluşturulan 16 günlük fenolojisi verilmiştir. Buna göre, belirlenen test alanında Antep fıstığı Ocak ayı sonları ile birlikte tozlanmaya başlamaktadır. Tozlanmayla dişi çiçeğin tepeciğine konan çiçek tozu uygun ortam bulduğunda hemen çimlenir. Tozlanmayla birlikte şubat ayı başlarında meyvenin dış kısmını oluşturan bölümde hızlı bir gelişme başlar. Nitekim şubat ayı başında Antep fıstığı ağaçlarını yıl içindeki en yüksek biomas aktivitesine ulaşmaktadır. Antep fıstığı NDVI değerlerinde mart ayı başında çok az bir azalış dikkati çekmektedir. Nisan ayı başlarında ise NDVI değerlerinin düşüşe geçtiği görülmektedir.



**Şekil 9.** Antep Fıstığının 2000-2010 yılları arasındaki 11 yıllık süreçteki ortalama fenolojisi.  
**Figure 9.** Average phenology of Pistachio in 11-year period (2000-2010).

Tablo 1’de 1 aylık, 2 aylık ve 3 aylık toplam yağışlar ile NDVI değerleri arasındaki ilişkiyi gösteren korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Buna göre, Gaziantep istasyonu yağış verileri ile Nizip ilçesinden seçilen Antep fıstığı arasında anlamlılık seviyesi yüksek güven aralığında bir ilişki söz konusudur. Antep fıstığı bitkisinin son 2 ve 3 aylık toplam yağışlara istatistiksel olarak daha yüksek güven aralığında tepki vermesi dikkati çeken husustur. Buna göre, Gaziantep yağışlarından 1 ve 2 ay sonra Nizip ilçesinde

Antep fıstığı bitkisi yeşillenmeye başlamaktadır. Bilhassa son 3 aylık toplam yağışlar ile NDVI değerleri arasındaki ilişkilerin çok kuvvetli olduğu tablo 1’de açıkça görülmektedir. 2002 yılı haricindeki tüm yıllarda Antep fıstığının Gaziantep’in son 3 aylık yağışlarına istatistiksel olarak kuvvetli tepkiler verdiği tespit edilmiştir. 2002 yılında dikkati çeken bir diğer husus ise, son 1 aylık yağışlar ile Antep fıstığı arasında bir ilişki olmasına rağmen, son 2 ve 3 aylık yağışlar ile herhangi bir ilişkinin söz konusu olmamasıdır.

**Tablo 1.** Gaziantep şehri istasyonu verilerine göre NDVI değerleri ile toplam yağışlar arasındaki korelasyon analizi sonuçları (\* %90 güven aralığında, \*\* %95 güven aralığında ilişkinin varlığını göstermektedir).

**Table 1.** Relation between the NDVI and rainfall during 2000-2010 (\* shows significance level at 90% confidence interval, \*\* shows significance level at 95% confidence interval).

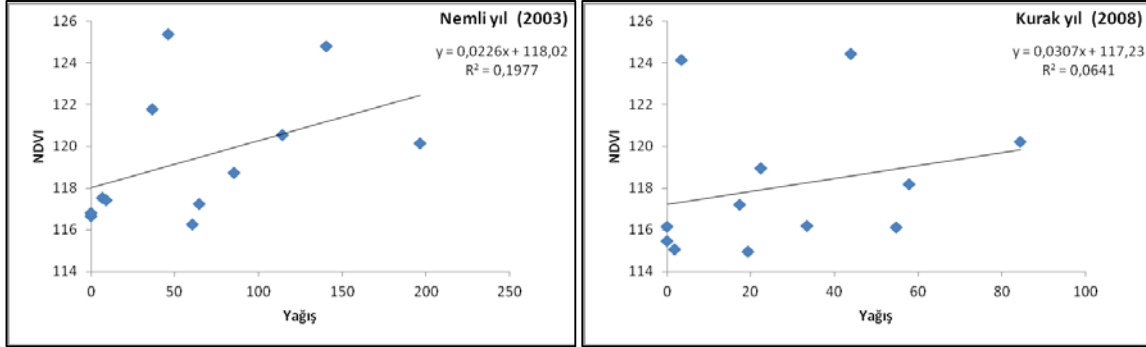
Yıllar	Aylık yağış+NDVI		2 Aylık yağış+NDVI		3 Aylık yağış+NDVI	
	r	p	r	p	r	p
2000	0.779**	0.003	0.871**	0.000	0.846**	0.001
2001	0.480	0.115	0.639*	0.025	0.837**	0.001
2002	0.584*	0.046	0.460	0.132	0.404	0.193
2003	0.472	0.122	0.757**	0.004	0.929**	0.000
2004	0.455	0.137	0.752**	0.005	0.847**	0.001
2005	0.408	0.187	0.762**	0.004	0.702**	0.011
2006	0.547	0.065	0.615**	0.033	0.699**	0.011
2007	0.244	0.445	0.467	0.126	0.638**	0.025
2008	0.265	0.405	0.450	0.142	0.619**	0.032
2009	0.852**	0.000	0.949**	0.000	0.877**	0.000
2010	0.491	0.105	0.840**	0.001	0.904**	0.000

Gaziantep istasyonu yağış verileri ile NDVI değerleri arasındaki ilişki nemli ve kurak yıllarda incelenmiştir. Nemli ve kurak yıllar hem Birecik hem de Gaziantep istasyonu SPI hesaplamaları sonucuna göre belirlenmiştir. Buna göre, 2003 yılı hem Birecik’te hem de Gaziantep’te yağışların fazla olduğu nemli yıl olarak dikkati çekerken, 2008 yılı ise her iki istasyonda kurak yıl olarak tespit edilmiştir. Nemli

yılda, Gaziantep istasyonunu 1 aylık toplam yağışları ile NDVI değerleri arasındaki ilişkinin  $r^2$  katsayısı 0,19’dur. Kurak yılda ise NDVI değerleri ile aylık toplam yağışlar arasındaki ilişki  $r^2$  katsayısı 0,06’dır (Şekil 10). Nemli yılda 2 aylık toplam yağışlar ile NDVI değerleri arasındaki ilişkinin  $r^2$  katsayısı 0,54’tür.

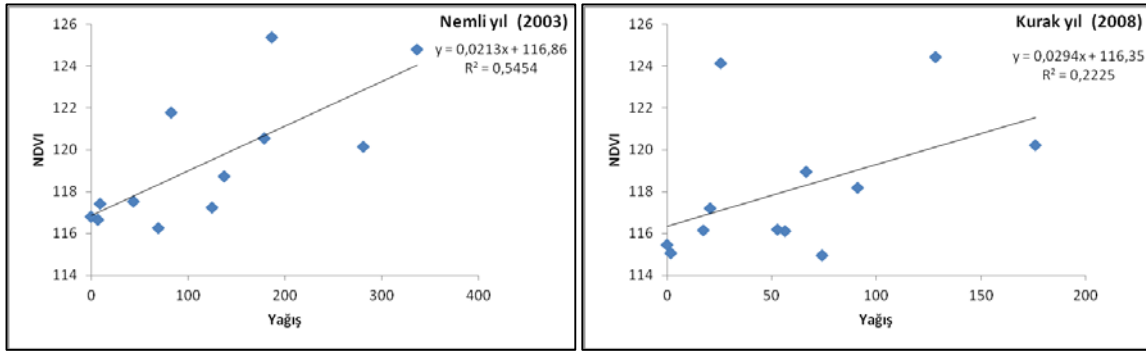
Kurak yılda ise NDVI değerleri ile 2 aylık toplam yağışlar arasındaki ilişkinin  $r^2$  katsayısı 0,22'dir (Şekil 11). NDVI değerleri ile toplam yağışlar arasındaki en kuvvetli ilişki son 3 aylık toplam yağışlarda dikkati çekmektedir. Buna göre, nemli yılda  $r^2$  katsayısı 0,84 iken kurak yılda  $r^2$  katsayısı 0,39'dur (Şekil 12). Bu durum, nemli dönemlerde yağışın

artışına paralel olarak NDVI trendinin de önemli oranda arttığını göstermektedir. Kurak dönemlerde ise Antep fıstığı yağışın azalışından çok fazla etkilenmemektedir. Bu durum Antep fıstığının kurak koşullara olan dayanıklılığını göstermesi bakımından önemlidir.



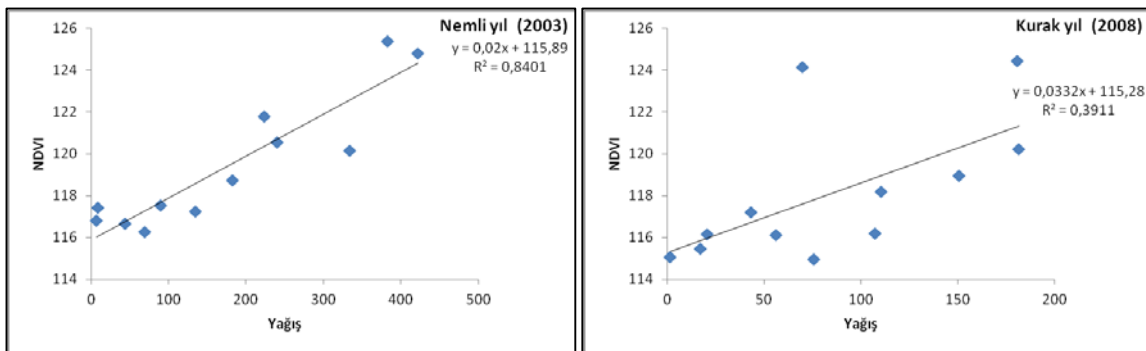
Şekil 10. Antep Fıstığının nemli ve kurak yıllarda bir aylık toplam yağışlar ile ilişkisini gösteren regresyon analizi sonuçları (Gaziantep istasyonu yağış verileri kullanılmıştır).

Figure 10. Relationships between past month rainfall and NDVI values of pistachio during the dry and wet year.



Şekil 11. Antep Fıstığının nemli ve kurak yıllarda iki aylık toplam yağışlar ile ilişkisini gösteren regresyon analizi sonuçları (Gaziantep istasyonu yağış verileri kullanılmıştır).

Figure 11. Relationships between past two months rainfall and NDVI values of pistachio during the dry and wet year.



Şekil 12. Antep Fıstığının nemli ve kurak yıllarda üç aylık toplam yağışlar ile ilişkisini gösteren regresyon analizi sonuçları (Gaziantep istasyonu yağış verileri kullanılmıştır).

Figure 12. Relationships between past three months rainfall and NDVI values of pistachio during the dry and wet year.

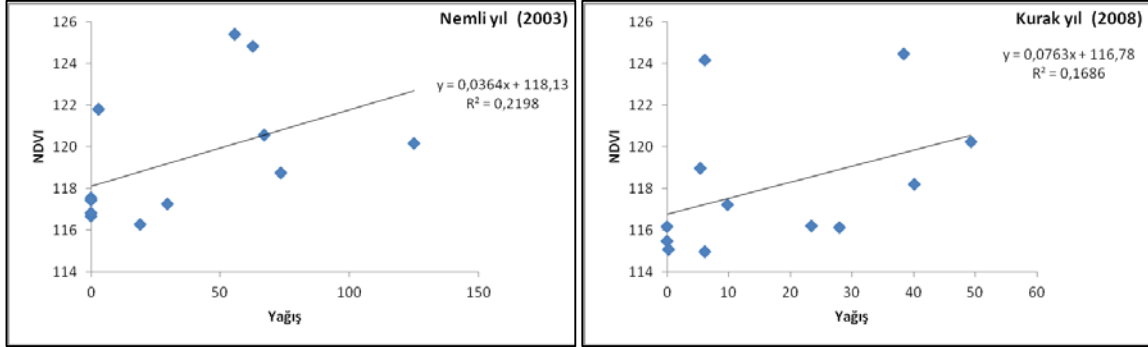
Birecik istasyonu yağış verileri ile NDVI değerleri arasındaki ilişki nemli ve kurak yıllarda incelenmiştir. Buna göre, Nemli yılda Birecik ilçesi 1 aylık toplam yağışları ile NDVI değerleri arasındaki ilişkinin  $r^2$  katsayısı 0,21'dir. Kurak yılda ise NDVI değerleri ile aylık toplam yağışlar arasındaki ilişki  $r^2$  katsayısı 0,16'dır (Şekil 13). Nemli yılda, Birecik

ilçesi 2 aylık toplam yağışları ile NDVI değerleri arasındaki ilişkinin  $r^2$  katsayısı 0,55'tir. Kurak yılda ise NDVI değerleri ile 2 aylık toplam yağışlar arasındaki ilişkinin  $r^2$  katsayısı 0,29'dur (Şekil 14). NDVI değerleri ile toplam yağışlar arasındaki en kuvvetli ilişki son 3 aylık toplam yağışlarda dikkati çekmektedir. Buna göre, nemli yılda  $r^2$  katsayısı 0,82 iken



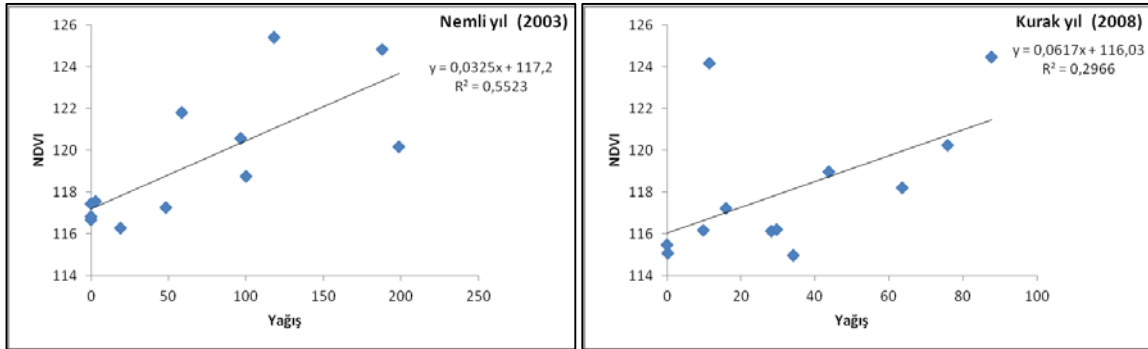
kurak yılda  $r^2$  katsayısı 0,52'dir (Şekil 15). Antep fıstığı NDVI trendlerinin, nemli dönemde toplam yağışlar ile kuvvetli ilişkiler gösterdiği, kurak dönemde ise nemli döneme oranla daha düşük istatistiksel ilişki gösterdiği dikkati çekmektedir. Bu durum Antep fıstığı biyomaz aktivitesinin kurak

koşullarda çok fazla düşüş göstermediğini gösterir. Başka bir deyişle, Antep fıstığının kurak koşullara dirençli bir bitki olduğu tezi regresyon analizleri ile istatistiksel olarak ortaya konulmuştur.



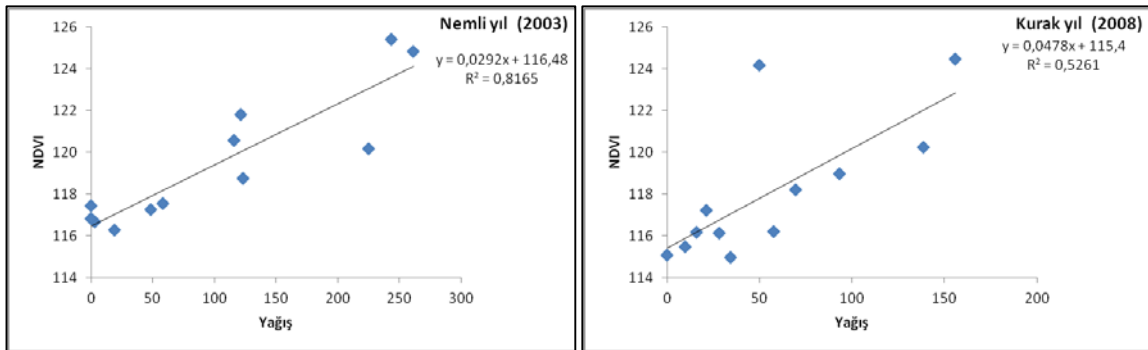
Şekil 13. Antep Fıstığının nemli ve kurak yıllarda bir aylık toplam yağışlar ile ilişkisini gösteren regresyon analizi sonuçları (Birecik istasyonu yağış verileri kullanılmıştır).

Figure 13. Relationships between past month rainfall and NDVI values of pistachio during the dry and wet year.



Şekil 14. Antep Fıstığının nemli ve kurak yıllarda iki aylık toplam yağışlar ile ilişkisini gösteren regresyon analizi sonuçları (Birecik istasyonu yağış verileri kullanılmıştır).

Figure 14. Relationships between past two months rainfall and NDVI values of pistachio during the dry and wet year.



Şekil 15. Antep Fıstığının nemli ve kurak yıllarda üç aylık toplam yağışlar ile ilişkisini gösteren regresyon analizi sonuçları (Birecik istasyonu yağış verileri kullanılmıştır).

Figure 15. Relationships between past three months rainfall and NDVI values of pistachio during the dry and wet year.

Tablo 2'de aylık toplam yağışlar ile NDVI değerleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları verilmiştir. Buna göre, NDVI değerlerinin son 3 aylık toplam yağışlara nispeten daha kuvvetli tepkiler verdiği dikkati çekmektedir. Son 3 aylık toplam yağışlar ile NDVI değerleri arasında 2002 ve 2005 yılları haricindeki tüm yıllarda istatistiksel olarak anlamlılık seviyesi yüksek ilişki mevcuttur. Bu durum aslında

Antep fıstığı bitkisinin yağışlar olmadan yeşillenemeyeceğini göstermektedir. Küresel iklim değişimi ile birlikte Türkiye'de sıcaklık artışlarının devam etmesi, yağışın da azalması durumunda Antep fıstığı bitkisinin bu durumdan olumsuz etkileneceği korelasyon analizi sonuçlarından anlaşılmaktadır.

**Tablo 2.** Birecik istasyonu verilerine göre NDVI değerleri ile toplam yağışlar arasındaki korelasyon analizi sonuçları.

**Table 2.** Relation between the NDVI and rainfall during 2000-2010 (\* shows significance level at 90% confidence interval, \*\* shows significance level at 95% confidence interval).

Yıllar	Aylık yağış+NDVI		2 Aylık yağış+NDVI		3 Aylık yağış+NDVI	
	r	p	r	p	r	p
2000	0.740**	0.006	0.835**	0.001	0.860**	0.000
2001	0.584*	0.046	0.655*	0.021	0.641*	0.025
2002	0.555	0.061	0.475	0.118	0.423	0.170
2003	0.494	0.103	0.759**	0.004	0.915**	0.000
2004	0.462	0.131	0.714**	0.009	0.840**	0.001
2005	0.272	0.393	0.470	0.123	0.460	0.132
2006	0.749**	0.005	0.737**	0.006	0.632*	0.028
2007	0.218	0.496	0.463	0.129	0.609*	0.036
2008	0.427	0.166	0.488	0.108	0.703*	0.011
2009	0.781**	0.003	0.932**	0.000	0.922**	0.000
2010	0.554	0.061	0.823**	0.001	0.922**	0.000

## SONUÇ

Türkiye, dünya üzerinde kuraklığın sürekli olarak tehdit oluşturduğu yarı kurak bir kuşakta yer almaktadır. Geçmiş dönemlerde kuraklık ülkemizde büyük zararlara sebep olmuştur. Bu yüzden tarımsal ürünlerin fenolojik devrelerinin ve iklim parametreleri ile olan ilişkisinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Nitekim bu çalışmada Antep fıstığı bitkisinin 2000-2010 yılları arasındaki fenolojisi 16 günlük periyotlar halinde incelenmiştir.

Çalışmamızda, Antep fıstığı ile yağış arasındaki ilişkilere dair önemli sonuçlar elde edilmiştir. Antep fıstığı gerek Gaziantep gerekse Birecik istasyonu yağış verilerine göre yağıştan önemli ölçüde etkilenmektedir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda, Birecik ve Gaziantep yağışlarının arttığı dönemlerde Antep fıstığının NDVI değerlerinin de yükseldiği tespit edilmiştir. Antep fıstığı bitkisinin bilhassa 2 ve 3 aylık toplam yağışlara istatistiksel olarak kuvvetli tepkiler vermiştir. Bu durum Antep fıstığı bitkisinin yağışlardan 2 ve 3 ay sonra yeşillendiğini, yetiştirme dönemine girdiğini göstermektedir. Ekstrem yağış dönemlerinden Antep fıstığının önemli ölçüde etkilendiği kurak ve nemli yıllardaki NDVI trendi izlenerek ortaya çıkartılmıştır. Yağışın fazla

olduğu nemli yıllarda Antep fıstığı yüksek NDVI değerleri verirken yağışın az olduğu kurak yıllarda ise Antep fıstığına ait NDVI değerleri düşmektedir. Ekstrem yağış koşullarının Antep fıstığı fenolojisi üzerinde önemli değişimler meydana getirdiği görülmüştür. Bilhassa 2010 yılı başında Antep fıstığı bitkisi NDVI değerlerinde meydana gelen ani artışın, 2009 yılı sonunda Birecik'te meydana gelen yağışların artışı ile ilişkilidir. Nizip ilçesinden seçilen Antep fıstığı test alanı Birecik istasyonu yağış verileri ile daha fazla paralellik göstermiştir. Antep fıstığı NDVI değerleri ile Birecik ilçesi yağışları arasındaki benzerliğin sebebi seçilen Antep fıstığı test alanının Nizip ilçesi güneydoğusunda yer almasından dolayı Birecik ilçesine yakın olmasıdır.

Sonuç olarak uzaktan algılama metodu ile en kolay tespit edilen yeryüzü objelerinden bir tanesi bitki örtüsüdür. Uzaktan algılamada yakın infrared dalga boyunu yüksek oranda yansıtan bitkiler yeşil, görünür bölge olan kırmızı dalga boyunu düşük oranda yansıtmaktadır. Bu sayede NDVI görüntüleri oluşturularak bitkilerin canlı olduğu dönemler tespit edilmektedir. Çalışmamızda kullanılan MODIS NDVI görüntüleri, 16 günlük zamansal çözünürlüğü ile bitkilerin kısa sürede değişimini tespit etme imkânı sağlamaktadır.

## KAYNAKLAR

- ALEXANDROV, V. A., & HOOGENBOOMB, G. (2000). The impact of climate variability and change on crop yield in Bulgaria. *Agricultural and Forest Meteorology*, 104, 315-327.
- ATLI H., S., ARPACI S, TEKİN H., YAMAN A. (1997), Determination of the Most Suitable Total Temperature and Harvest Time of Some Pistachio Cultivars. *Acta Hort.* (ISHS), 470, 502-506.
- BECK, P.S.A., ATZBERGER, C., HOGDA, K.A. (2006). Improved monitoring of vegetation dynamics at very high latitudes, a new method using MODIS NDVI. *Remote Sensing of Environment* 100, 321-336.
- BROWN, M.E., DE BEURS, K.M., MARSHALL M. (2012). Global phenological response to climate change in crop areas using satellite remote sensing of vegetation, humidity and temperature over 26 years. *Remote Sensing of Environment* 126, 174-183.
- CHMIELEWSKI, F. M., & RÖTZER, T. (2001). Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108, 101-112.
- ÇELİK, M. A., SÖNMEZ, M. E. (2013), Kızıltepe İlçesinin Tarımsal Yapısındaki Değişimlerin MODIS NDVI Verileri Kullanılarak İzlenmesi ve İncelenmesi, *Marmara Coğrafya Dergisi*, Sayı: 27, 262-281

- DI, L., RUNDQUIST, D. C., LUOHENG, H. (1994). Modeling relationships between NDVI and precipitation during vegetative growth cycles. *International Journal of Remote Sensing*, 15(10), 2121-2136.
- HOLBEN, B. N. (1986). Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data. *International Journal of Remote Sensing*, 7, 1417-1434
- HUETE, A., LEEUWEN, W. V., ve JUSTICE, C. (1999). MODIS Vegetation Index (MOD13) Algorithm Theoretical Basis Document. Arizona.
- IPCC (2007). The Effects of Climate Change on Agriculture, Land Resources, Water Resources and Biodiversity .Washington DC: Intergovernmental Panel on Climate Change
- 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. (2006). NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 4 (1), 29-42.
- KIZILGÖZ, İ., TUTAR, E., ve SAKİN, E. (2009). Bozovada Yaygın Olarak Yetiştirilen Antepfıstığı (*Pistacia vera* L.) Ağaçlarının Beslenme Durumu. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4 (1), 10-15.
- 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
- 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.
- MCKEE, T.B., DOESKEN, N.J., KLEIST, J. (1995). Drought Monitoring with Multiple Time Scales, January 15-20, 1995. American Meteorological Society, Proceeding of The 9<sup>th</sup> Conference on Applied Climatology, Boston, pp.233-236.
- SANCHÍSA, F. M., & FEIJÓO BELLO, M. L. (2009). Climate change and its marginalizing effect on agriculture. *Ecological Economics*, 68, 896-904.
- SATIL, F. (2003). Ayvacık ve Yunt Dağı Bölgelerinde Yetiştirilen Antep Fıstığı Ağaçları (*Pistacia vera* L.) Üzerinde Ekolojik ve Fenolojik Çalışmalar. *Ekoloji*, 12 (47), 5-10.
- TUBIELLO, F. N., & FISCHER, G. (2007). Reducing climate change impacts on agriculture: Global and regional effects of mitigation, 2000–2080. *Technological Forecasting & Social Change*, 74, 1030-1056.
- VERMEULEN, S., AGGARWAL, P. K., AINSLIE, A., ANGELONE, C., CAMPBELL, B. M., CHALLINOR, A. J., vd. (2012). Options for support to agriculture and food security under climate change. *Environmental Science And Policy*, 15, 136-144.
- 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.

#### İnternet Kaynakları

- <http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c01-s01.html>. Son erişim 20.05.2013.
- <https://mrtweb.cr.usgs.gov>. Son erişim 04.03.2013.

