

KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ

**An Examination and Monitoring of the Changes of the Agricultural
Conditions in Kızıltepe District by Using MODIS NDVI Data.**

Araş. Gör. Mehmet Ali ÇELİK

Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

Yrd. Doç. Dr. Mehmet Emin SÖNMEZ

Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü

ÖZET

Bu çalışmada kırmızı ve yakın infrared band kullanılarak hesaplanan, 16 günlük zamansal çözünürlüğü ve 250 m'lik mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS NDVI verileri kullanılmıştır. CBS ortamında kontrolsüz sınıflandırmada ISODATA yöntemi ile yüksek biomas aktiviteye sahip tarım sahaları ve diğer sahalar (çıplak sahalar, su yüzeyleri, hasatlı tarla) olmak üzere 2 sınıf oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan metod ve verilerin, yurtdışındaki bilimsel çalışmalarda ve kuraklık analizlerinde kullanımı çok yaygındır. Fakat Türkiye'deki kurum ve kuruluşlardaki kullanımı yok denecek kadar azdır. Dolayısıyla bu çalışma hem bu görüntülerin kullanım alanlarının tanıtılmasını hem de güvenilirliğini test etmektedir. Uydu görüntülerinin test edilmesi amacıyla çalışma alanı olarak Mardin ilinin Kızıltepe ilçesi seçilmiştir. Türkiye'nin önemli ovalarından bir olan ve 1990'lı yıllardan sonra hızlı bir tarımsal değişim yaşayan Kızıltepe'de, sulamalı tarımla beraber aynı yıl içinde çift ürün sistemine geçilmiştir. İlçede, kış buğdayının hasat edilmesini takip eden Haziran ayı sonu, Temmuz ayı başlarında mısır ve pamuk ekimi yoğunluk kazanmaktadır. nitekim çalışmada kullandığımız MODIS NDVI uydu görüntüleri de Kızıltepe'nin tarımsal yapısında meydana gelen değişimi açıkça yansıtmaktadır. Bu görüntülerden elde ettiğimiz sonuçlara göre, Kızıltepe'de 2001 yılının ağustos ayında 41 bin hektar civarında olan yüksek biomas aktiviteye sahip tarım sahaları, sulamalı tarımın yaygınlaşmasına paralel olarak 2006 yılında 72 bin hektara çıkmış ve 2011 yılında 83 bin hektar civarına yükselmiştir. Hâlbuki aynı yılların buğday hasadının tamamlandığı haziran ayında yüksek biomas aktiviteye sahip tarım sahaları 2001'de 2 bin, 2006 yılında 3200 ve 2011 yılında yalnızca 760 hektar civarlarındadır.

Anahtar Kelimeler: Kızıltepe, MODIS NDVI, bitki örtüsü değişimi, uzaktan algılama, CBS.

**KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ**

ABSTRACT

In this study, MODIS NDVI data with 16-day temporal and 250-m spatial resolution, computed using red and near-infrared band are used. Two classes, namely agricultural lands with high biomass activity and non-agricultural lands (bare areas, water mask and damaged fields) using ISODATA method in unsupervised classification based on the GIS are defined. The methods and data used in this study are commonly used in scholarly works abroad and in the analyses of drought. However, their usage by Turkish institutions and organizations is almost non-existent. Therefore, this study tests both the promotion of these images' areas of usage and their reliability. Kızıltepe district of Mardin city is chosen as the field of study in order to test the satellite images. As an important plain in Turkey and having seen a rapid agricultural change after the 1990s, Kızıltepe has shifted to the system of double cropping in the same year together with the irrigated agriculture. Maize and wheat sowing gain intensity at the end of June and beginning of July after the harvesting of winter wheat. Thus, the MODIS NDVI satellite images used in this study clearly reflects the change of agricultural structure in Kızıltepe. Considering the results obtained from these images, agricultural lands with high biomass activity which was about 41,000 hectares in August 2001 have risen up to 72,000 hectares in 2006 in parallel to the proliferation of irrigated agriculture and up to 83,000 hectares in 2011. But the agricultural lands with high biomass activity are about 2,000 ha in 2001, 3,200 ha in 2006 and only 760 ha when the wheat harvesting is completed in June in these years respectively.

Key Words: *Kızıltepe, MODIS NDVI, Change in vegetation, Remote sensing, GIS.*

1. GİRİŞ

Değişen insan aktiviteleri ve doğal olaylar, arazi kullanımında önemli değişimler meydana getirmektedir (Zhan, et al., 2002). Arazi kullanımında meydana gelen değişimler genelde uzun bir sürecin eseri olmakla beraber (Gözenç, 1974-1977, s. 170) değişen teknoloji ve ani meydana gelen sosyal, kültürel ve doğal olaylar neticesinde daha hızlı değişime uğrayabilmektedir. Türkiye'de arazi örtüsünde ve kullanımında meydana gelen değişimler bilim insanları tarafından daha çok geleneksel metotlar ve ya TÜİK gibi devletin bazı kurumları tarafından arazi çalışmaları ve mülakatlarla yapılmaktadır. Bu tür ölçümler güvenilir olmakla beraber çoğu zaman geniş alanlarda örnek toplama, tüm araziyi

tarama gibi zorluklar ile kısa sürede meydana gelen değişimleri ortaya koymada yetersiz kalmaktadır (Karabulut, 2006; 30). Hâlbuki Uzaktan algılama iklime ve insana bağlı, geniş alanlardaki bitki örtüsü, arazi kullanımı gibi konularda ani ve hızlı meydana gelen değişimleri izleme, araştırma ve sayısal veriler ile güvenilir bir şekilde ortaya koyma imkânı sunmaktadır (Huete, et al., 1999).

Uzaktan algılamada bitki ile doğal ve beşeri çevre arasındaki ilişkiler farklı modellemeler kullanılarak yapılmaktadır. Bu metotlardan Normalize Fark Bitki İndeksleri (NDVI) iklim ve insan kaynaklı bitki örtüsü değişimlerini izlemekte en yoğun kullanılanlarından biridir (Mao, et al., 2011). MODIS NDVI veriler yüksek mekânsal ve zamansal çözünürlüğü ile geniş sahalardaki bitki örtüsü değişimlerini izleme imkânı vermektedir. 1988 yılında NASA MODIS bitki indeksleri 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 bitki indeksleri çok geniş bir yelpazede kullanılmaktadır (Huete, Leeuwen, & Justice, 1999, s. 1).

Nitekim daha önce yapılan birçok bilimsel çalışma, NDVI görüntüler ile bitkilerin biomas aktiviteleri ve iklim elemanları arasında bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin; Malingreau 1986 yılında tropikal ve subtropikal tarım ürünleri ile iklim koşulları arasındaki ilişkiyi NDVI görüntüler oluşturarak geliştirmiştir. Box ve arkadaşları 1989 yılında transporasyon ve NDVI değerleri arasında bir ilişki tespit etmiştir. Myneni ve arkadaşlar 1996 yılında pasifik okyanusu su yüzeyindeki sıcaklıklar ile Avustralya ve Güney Amerika ülkeleri NDVI değerleri arasında doğrudan bir ilişki tespit etmiştir (Gurung, at al., 2009; 2186). Myneni ve arkadaşları (1997) bir diğer çalışmada ise 1981-1991 yılları arasında seçtiği test sahalarındaki bitkilerin büyüme dönemleri ile sıcaklık artışı arasında güçlü bir ilişki kurmuştur. Qi (1999) yıllık maksimum NDVI değerleri ile maksimum sıcaklık değerleri arasında bir ilişki tespit etmiştir. Ichii ve diğerleri (2002) NDVI değerlerindeki artışın sıcaklık değerlerinin ile doğrusallık gösterdiğini tespit etmiştir (Mao, et al., 2011; 2). Zhi ve diğerleri (2011) bitki yeşilliği ve yağış arasında güçlü bir ilişki tespit etmiştir (Zhi, et al., 2011). Mao ve diğerleri (2011) AVHRR ve MODIS görüntülerin entegrasyonunun

*KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ*

sağlayarak 1982-2009 yılları arasındaki uzun periyotta sıcaklık ve yağış değerleri ile NDVI değerleri arasında bir ilişki kurmuştur (Mao, Wang, Luo, & Ren, 2011). Daha çok iklim elemanları ve doğal süreçlerle bitki arasındaki, ilişkilerin incelendiği bu çalışmalarda NDVI değerlerinin doğruluğu test edilmiş ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

Bitki örtüsü değişimini belirleyen bir diğer faktörün insan olması nedeniyle MODIS NDVI görüntülerinden elde edilen değerler beşeri faaliyetler ile bitki arasındaki değişimi belirlemede de kullanılmaya başlamıştır. Özellikle tarımsal ürün deseni ve miktarının değişimini belirlemede son yıllarda bu görüntülerden sıkça faydalanılmaktadır. Bu görüntülere uygulanan NDVI, RVI, gibi farklı modellemeler ile tarım arazilerinde yıllık, aylık ve hatta 15 günlük değişimler ortaya konulduğu gibi her hangi bir üründen elde edilen toplam üretim miktarı da hesaplanmaktadır. Örneğin Cheng ve Wu 2011’de Çin’in Zhejiang bölgesinin 2002 yılındaki pirinç üretim miktarını belirlemek için MODIS NDVI ve RVI görüntülerini kullanmışlar ve son derece doğru sonuçlar elde etmişlerdir. Bu çalışmada ortalama % 10,1 gibi düşük bir hata oranı belirlenmiştir (Cheng and Wu, 2011; 587). Benzer bir çalışmada Amerika’daki Merkezi Büyük Ovalar için Wardlow ve Egbert tarafından kullanılmıştır. Merkezi Büyük Ovalarda tarım ve tarım dışı ile sulanan ve sulanmayan alanlar ile ilgili yaptıkları çalışmada MODIS NDVI görüntüleri kullanılmış ve hem arazi çalışmalarında hem de bilgisayar ortamında elde edilen sonuçların doğruluk oranları belirlenmiştir. Bu çalışmada özellikle yüksek fotosentez yapan ürün ekili alanların NDVI görüntüleri bireysel karşılaştırmada % 97,7’lik bir doğruluk payı olduğu sonucuna varılırken, Kappa istatistik metodu ile % 89’luk doğruluk oranı elde edilmiştir. Bitkinin cılız olduğu alanların tespitinde ise çıplak yüzeyler ve diğer bitkiden yoksun alanların da fotosentez değerlerinin düşük olması sebebiyle doğruluk oranı biraz daha düşmekle beraber yine de % 83,2 gibi yüksek bir oranda belirlenmiştir (Wardlow and Egbert, 2008; 1104). Dolayısıyla bitki ve iklim elemanları arasındaki ilişkide elde edilen başarı sonuçlar beşeri ortam ile bitki arasındaki ilişkide de ortaya konulmuştur. Bu nedenle bu çalışmada Kızıltepe ilçesi gibi yazları son derece kurak geçen bir ovada sulamalı tarıma geçiş ile arazinin özellikle yaz aylarındaki örtüsünde meydana gelen değişim ve miktarının belirlenmesine çalışılmıştır.

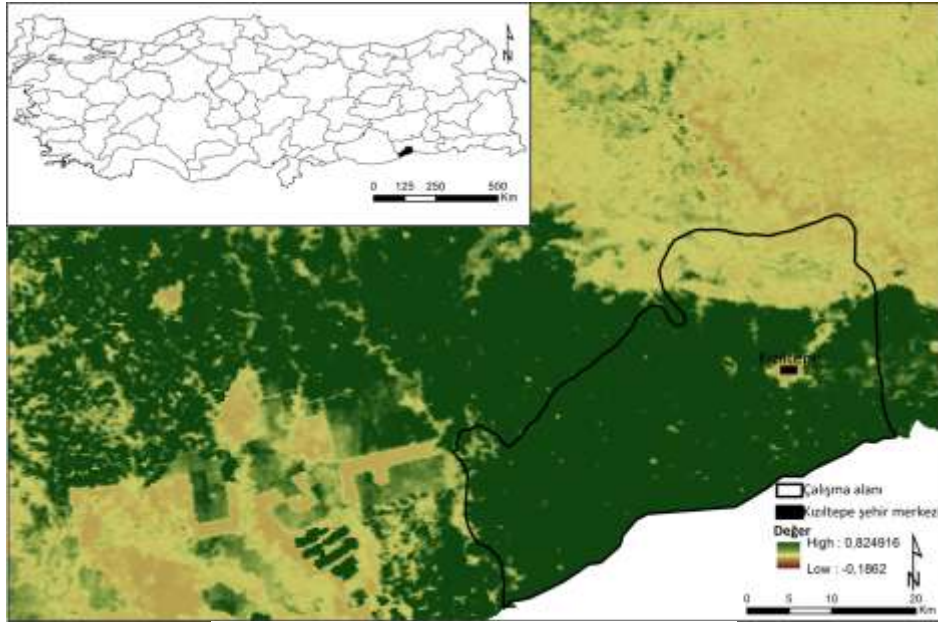
Bunun yanında tarım sahalarında meydana geldiği belirlenen değişim ve değişimin boyutunu belirlemek amacıyla arazi çalışması yapılmış ve TUIK verilerinin yıllık değişimi ile karşılaştırma yoluna gidilmiştir. Böylece MODIS NDVI uydu görüntülerinin güvenilirliği sadece bilgisayar programları ile değil farklı yöntemler uygulanarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelere göre, Kızıltepe'nin MODIS NDVI görüntülerine yansıyan tarım ve tarım dışı sahaların doğruluk yüzdesi hem kullanıcı hem de bilgisayar ortamında çok yüksek çıkmıştır. Dolayısıyla bu görüntülerin güvenilirliği kanıtlanmıştır. Sonuç olarak, bu çalışma sayesinde, hem Kızıltepe ilçesinin arazi örtüsünde meydana gelen ani değişimler ve değişimlerin miktarı belirlenmiş hem de Türkiye'deki kurum ve kuruluşlarca yok denecek kadar az kullanılan, MODIS NDVI görüntülerin tarım ve iklim çalışmalarında güvenilirliği ortaya konulmuştur.

2. ÇALIŞMA ALANI

Yarı kurak iklim şartlarının hâkim olduğu, Türkiye ile Suriye arasındaki sınır noktasında bulunan Kızıltepe ilçesi, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Step İklimi'nin tipik özelliklerini taşımaktadır. İlçenin deniz seviyesinden yükseltisi ise ortalama 450 m civarındadır. Kuzeyinde dağlık Mardin-Midyat eşiğin ile sınırlanan ova, doğusunda bulunan Mardin ovası ile batıdaki Ceylanpınar ovası ve güneyde uzanan Suriye ovalarının ortasında kalmakta ve bu ovaların devamı niteliğindedir. Kızıltepe'nin içinde kaldığı yöre, yaz aylarında, büyük oranda güneydeki çöl iklimin etkisi altına girdiğinden sıcaklıklar 30 °C'yi geçmekte, yağış değerleri yok denecek kadar azalmakta ve dolayısıyla yörede buharlaşma ile terleme miktarı çok yüksek seviyelere çıkmaktadır. Böylece Kızıltepe'nin de içinde bulunduğu alan Türkiye'nin en kurak yörelerinden birini oluşturmaktadır. Nitekim Kızıltepe'nin hemen batısında (kuş uçuşu yaklaşık 30 km uzaklıkta) bulunan Ceylanpınar meteoroloji istasyonunun yıllık ortalama yağış değerleri 300 mm'yi (309) ancak geçebilmektedir. Bu nedenle yöre, doğal step sahalarının tipik iklim özelliklerini yansıtmaktadır. Yörede, özellikle kış yağışları ile toprak suya doymun hale gelmekte, sıcaklıkların yükselmesiyle de, yörede kış sonundan itibaren bitkiler yeşermekte ve ilkbahar başlarında tüm mera-çayır ve tarım alanlarını kaplamaktadır. Yöreye yazın erken gelmesi ve bu mevsimde yağışın olmaması toprakta yaz başlarından itibaren su noksanına neden olmakta ve böylece bitkilerin erken sararıp

**KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ**

kurmasına neden olmaktadır. Bu özelliklerinden dolayı yörede bitki ile kaplı alanların aylık değişimlerini incelemek son derece kolaydır. Bunun yanında Kızıltepe’de sulamalı tarıma geçişle beraber yoğun bitki kaplı alanların aylık değişiminde daha yüksek değerler ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla Kızıltepe ilçesi, kısa süreli değişimleri incelemek için son derece uygun olduğunu düşündüğümüz MODIS NDVI uydu görüntülerinin test edilmesi için uygun alan olarak görülmüş ve bu nedenle çalışma alanı olarak seçilmiştir.



Şekil 1: Kızıltepe ilçesinin lokasyon haritası.

3. MATERYAL VE METOD

250 m mekânsal çözünürlüğe sahip MODIS NDVI görüntüler günde iki kez çekilmek üzere 16 günlük kompozitler halinde yayınlanmaktadır. 16 gün boyunca günde iki kez çekilen görüntülerden radyometrik çözünürlüğü en yüksek, brdf ve buluttan arındırılmış görüntüler bileşke haline getirilerek yayınlanmaktadır. 4800 satır ve 4800 sütundan oluşan MODIS NDVI görüntüler çok geniş bir alandaki bitki örtüsü aktivitesindeki değişimi analiz etme imkânı tanımaktadır. MODIS NDVI görüntüler 0.620 ile 0.670 mm dalga uzunluğuna sahip kırmızı

band ile 0.841 ila 0.876 mm dalga uzunluğuna sahip yakın infrared band kullanılarak hesaplanmaktadır. Bitkilerdeki canlılık ve yeşillik durumunu ölçen MODIS NDVI görüntüler, şu formül ile hesaplanmaktadır:

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

Uygulanan formül sonucunda NDVI görüntüler -1 ila +1 değer aralığı vermektedir. Buna göre en yüksek pozitif değer yüksek biomas aktiviteye sahip sağlıklı yeşil bitkileri, bitkiden yoksun, bulutlu, karla kaplı, çıplak kayalık sahalar ise negatif değerler vermektedir.

16 günlük MODIS NDVI görüntüler, aylık bileşke görüntüler haline getirilmiştir. Aylık hale getirilen görüntülere ISO DATA metodu ile Kontrolsüz sınıflandırma uygulanmıştır. Aylık periyotta oluşturulan arazi kullanım haritaları ilk etapta 10 sınıflı daha sonra yeşil tarım sahaları ve diğer sahalar olmak üzere 2 sınıf olarak gruplandırılmıştır. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü ve Landsat ETM görüntüler kullanılarak 250 adet referans noktası elde edilmiştir. Referans noktaları ile Kappa istatistik metoduna göre oluşturulan arazi kullanım haritalarının doğruluk oranları hesaplanmıştır ve % 80-90 arasında yüksek bir doğruluk oranı elde edilmiştir (Tablo 3).

Tablo3: Kappa istatistik metoduna göre doğruluk katsayıları.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2001	0,86	0,84	0,9	0,88	0,89	0,85	0,86	0,86	0,89	0,85	0,85	0,87
2006	0,87	0,86	0,91	0,86	0,87	0,83	0,85	0,89	0,9	0,88	0,86	0,88
2011	0,86	0,84	0,91	0,84	0,85	0,81	0,86	0,9	0,9	0,89	0,87	0,9

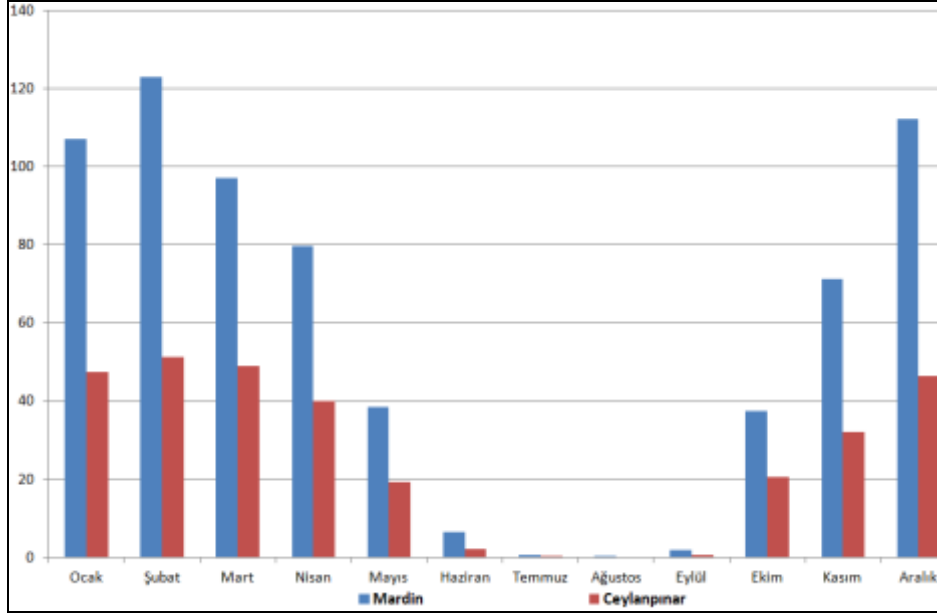
Arazi kullanım haritalarının oluşturulması ile Test sahası olarak belirlediğimiz, Kızıltepe ilçesinin tarımsal yapısında meydana gelen değişim izlenmiş, sayısal olarak ifade edilmiştir. Dramatik değişimin meydana geldiği periyotların sebebi araştırılarak TUIK ve Meteoroloji'den alınan verileri ile karşılaştırılmıştır. Buna göre MODIS NDVI görüntülerden elde edilen sayısal arazi kullanım haritasındaki tarım sahaları ile TUIK verileri örtüşmektedir. Meteoroloji verileri ile NDVI değerlerinin karşılaştırılması yapılmış ve NDVI değerlerinin azalış gösterdiği dönemlerde yağış değerlerinde de benzer bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Böylece bir taraftan MODIS NDVI görüntüleri test edilirken, diğer taraftan yarı kurak iklim şartlarının hâkim olduğu

Kızıltepe'nin tarımsal yapısında meydana gelen değişim yıl içinde 16 gün gibi kısa süreli periyotlar halinde ve 10 yıllık değişimi kapsayacak şekilde ortaya konulmuştur.

4. BULGULAR

Çalışma sahasında yıllara göre tarım sahalarındaki değişimin en fazla yaşandığı dönem temmuz-ağustos-eylül dönemlerini kapsayan kurak dönemdir. Çalışma sahasının en yakınında bulunan Ceylanpınar ve Mardin meteoroloji istasyonu verileri de bunu doğrulamaktadır. Haziran ayında 3-4 mm civarında olan yağış miktarı temmuz ve ağustos aylarında 1 mm nin altına düşmekte, eylül ayında ise 1 mm civarlarındadır (Şekil 1). Sıcaklıkların da 30 °C civarında olduğu bu dönemde bitkilerin yeşil kalma olasılığı yoktur. Buna karşılık bu kurak devrede bitki örtüsündeki yoğunluğun 2001-2011 yılları arasında sürekli artma eğiliminde olduğu görülmektedir. 2001 yılının haziran döneminde Kızıltepe ilçesinin toplam alanının % 1,57'si yeşil tarım sahaları ile kaplı iken, bu miktar en kurak aylar olan Temmuzda % 27,31, Ağustosta % 33,11 ve Eylülde % 37,4'e yükselmiştir. 2006 yılının haziran ayında ilçenin toplam alanının sadece % 2,58'i yeşil tarım sahaları iken, en kurak devrede, sırasıyla Temmuzda % 45,92, ağustosta % 57,96 ve Eylülde % 54,46 oranlarına yükselmiştir. 2011 yılının aynı aylarında bu oranların yine önemli oranda değiştiği görülmektedir. Haziran ayında % 0,61 gibi son derece düşük olan yeşil tarım sahaları oranı, Temmuz ayında % 34,4, Ağustos ayında 66,14 ve Eylül ayında % 69,53 seviyelerine yükselmiştir. Buna göre 2001 ile 2011 yılları arasındaki 10 yıllık dönemde, yörenin en kurak devresi olan Haziran-Temmuz-Ağustos ve Eylül aylarında yeşil tarım sahaları miktarının sürekli bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Bu durum ilçe genelinde sulamalı tarım yapılan alanların gün geçtikçe arttığını göstermektedir. Tespit edilen artış yanında kurak olan ve doğal şartlarda bitkiden yoksun olması beklenen bu aylardan sadece Haziran ayında bitki örtüsü ile kapalı alanın yok denecek kadar düşük olduğu ve bunun da MODIS NDVI uydu görüntülerine yansıdığı görülmektedir. Dolayısıyla aslında Kızıltepe'de sulamalı tarımın yapıldığı kanıtlandığı gibi, normal şartlarda sulama yapılmayan Haziran ayındaki değerlerin de doğru olduğu ortaya konulmuştur. Nitekim Sönmez (2012)'nin yaptığı bir çalışmada da rotasyonla tarım yapıldığı tespit edilmiş ve 2000-2010 yılları arasındaki bitkisel ürün desenindeki değişimin çok bariz olduğu ortaya konulmuştur. Bu çalışmaya göre 2000 yılında Kızıltepe ilçesinde

% 13 civarında olan sulu tarım alanı, 2010 yılında % 42 civarlarına yükselmiştir (Sönmez, 2012; 56).

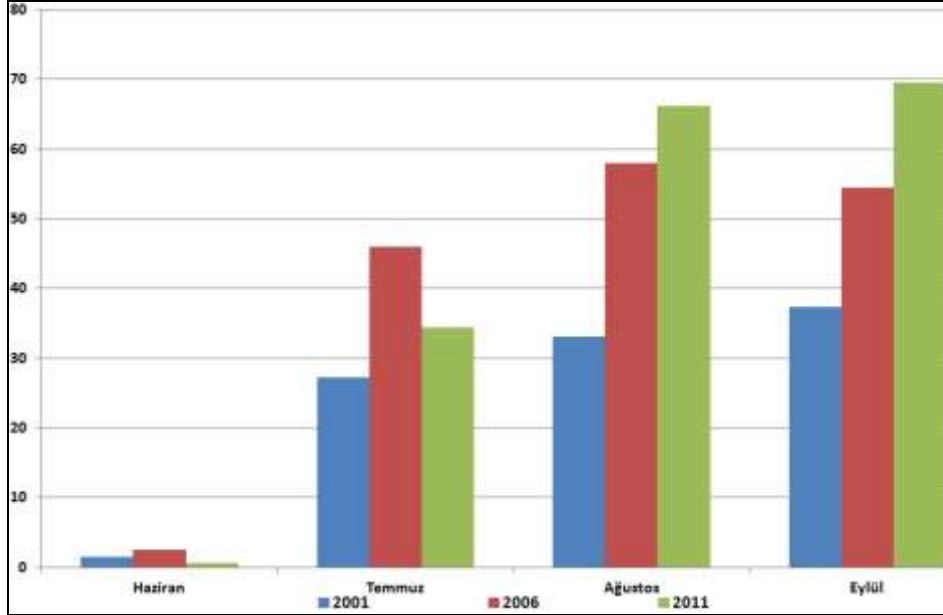


Şekil 2: Kızıltepe'ye en yakın iki meteoroloji istasyonunun (Mardin ve Ceylanpınar) aylık ortalama yağış değişimi.

Tablo 1: Kızıltepe ilçesinin MODIS NDVI uydu görüntülerine göre Kızıltepe'de yeşil tarım sahalarının yoğun olduğu alanların toplam alan içindeki aylık dağılışının yıllara göre değişimi.

	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
2001	67,67	72,35	82,71	85,54	9,05	1,57	27,31	33,11	37,4	33,9	29,89	34,95
2006	69,38	74,75	83,78	88,88	10,39	2,58	45,92	57,96	54,46	28,12	35,05	9,61
2011	76,53	83,12	85,08	78,76	49,79	0,61	34,4	66,14	69,53	70,36	79,16	88,62

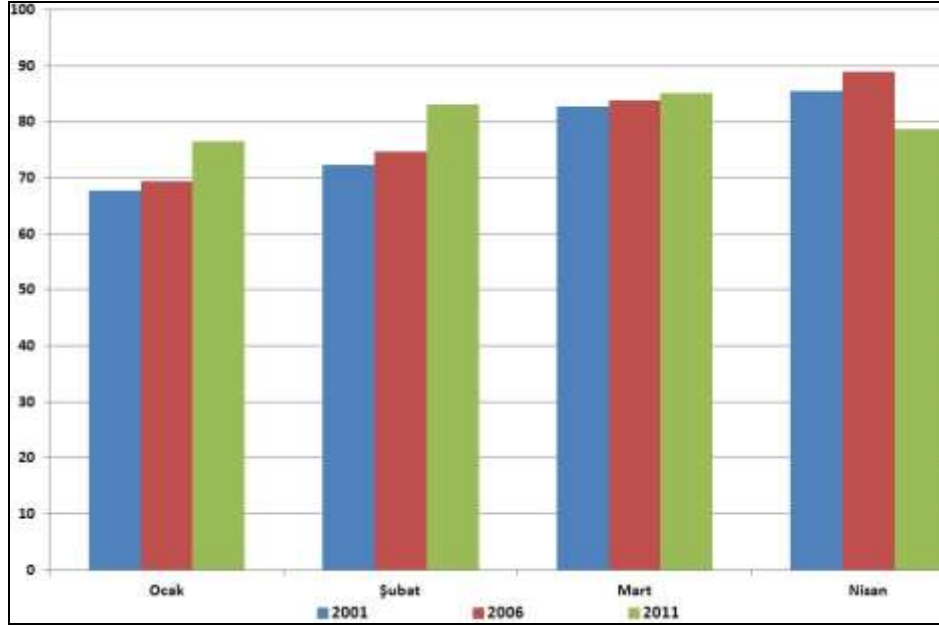
**KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ**



Şekil 3: Kızıltepe ilçesinin en kurak geçen aylarında yeşil tarım sahalarının toplam arazi içindeki oranının yıllara göre değişimi (%).

Kurak devrede arazi örtüsünde ciddi değişimler yaşanmasına karşılık kış döneminde yıllara göre önemli bir değişimin yaşanmadığı görülmektedir. İlçe genelinde ocak ayında % 70 civarında olan bitki ile kaplı yüzey miktarı, şubat ayında % 80'e yaklaşmakta ve mart ile nisan aylarında % 80'in üzerine çıkmaktadır. Böylece her iki istasyonun da en yağışlı mevsimi olan Ocak-Şubat-Mart-Nisan döneminde bitki ile kapalı alan miktarının da MODIS NDVI görüntülerinde de son derece yüksek oranlarda olduğu belirlenmiştir. Bu durum yarı kurak bölgelerde hâkim olan step ikliminin tipik özelliklerini yansıtmaktadır (Tablo 1, Şekil 1). Gerçekten de Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ekstrem durumlar dışında kar yağışı ve karla kaplı gün sayısı düşük olmakta ve dolayısıyla yağışlı geçen kış döneminde bitkiler toprak sıcaklığı 0 °C'nin altına düşmediği sürece yaşamlarını sürdürebilmektedir. Nitekim bu nedenlerden dolayıdır ki Doğu Anadolu'daki çoğu göçebe ve ya yarı göçebe aileler kış mevsiminde hayvanlarını otlatmak için bu bölgeye gelmektedirler. Bu nedenle kışın en sert ayı olan Ocak ayında bitki ile kaplı alan miktarı % 60 seviyelerinde olmakta, fakat baharın gelişyle beraber yavaş yavaş bu oran artmakta ve kurak devre başına (Mayıs ayı) kadar çıplak yüzeyler ve

bazı tarım alanları hariç tüm alan bitki ile kaplanmaktadır. Böylece Kızıltepe’de kullanılan MODIS NDVI görüntüleri sonuçlarında ortaya çıkan bitki ile kapalılık oranı ile yörenin doğal koşullarına göre de bitki ile örtülü arazinin yüksek olması gereken dönemin bire bir örtüştüğü görülmektedir (Şekil 3-Şekil 4).



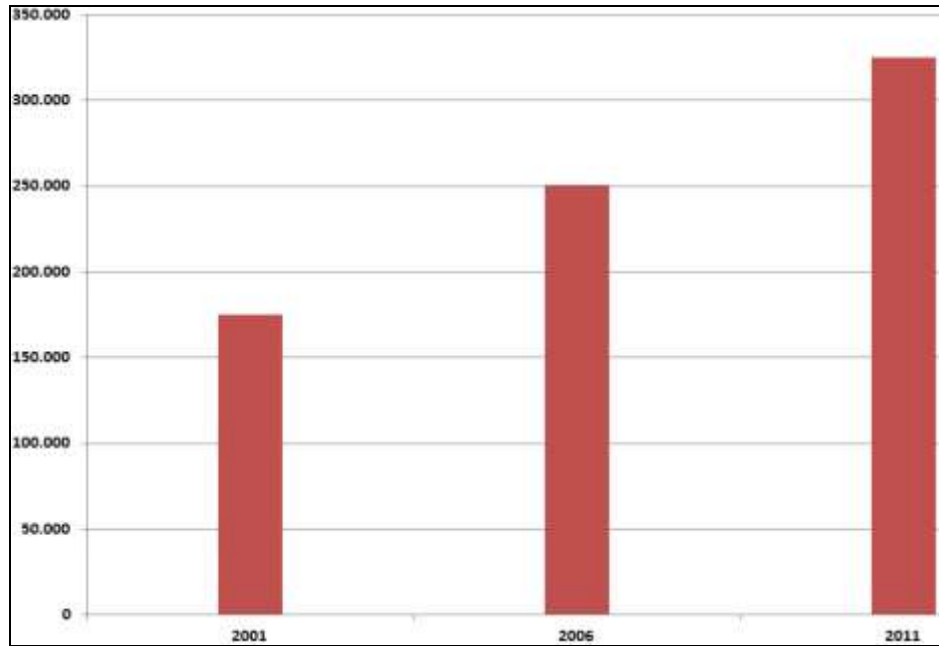
Şekil 4: Kızıltepe ilçesinin nemli geçen aylarında yeşil tarım sahalarının toplam arazi içindeki oranının yıllara göre değişimi (%).

Gerçekten de TÜİK verileri de bu verilerin doğruluğunu desteklemektedir. TÜİK’ten alınan verilere göre 2001 yılında 1.062.810 dekarlık alanda kuru tarım yöntemi ile üretim yapılırken, aynı yıl sulu tarım alanı miktarı 175.000 dekar civarındadır. 2006 yılında ise kuru tarım alanında bir daralma buna karşılık sulu tarım alanında bir genişleme tespit edilmiştir. Buna göre 2006 yılında kuru tarım alanı 958.863 dekara gerilemiş, sulu tarım alanı ise 250.850 dekara yükselmiştir. Kuru tarım alanındaki daralma 2011 yılında da devam etmiş ve 10 yıl gibi kısa bir sürede % 50 civarında bir daralmayla 589.380 dekara gerilemiştir. Kuru tarım alanındaki daralmaya karşılık sulu tarım alanı miktarı ise 10 yıllık sürede % 85 civarında bir artış ile 324.872 dekara yükselmiştir (TÜİK, 2011).

**KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ**

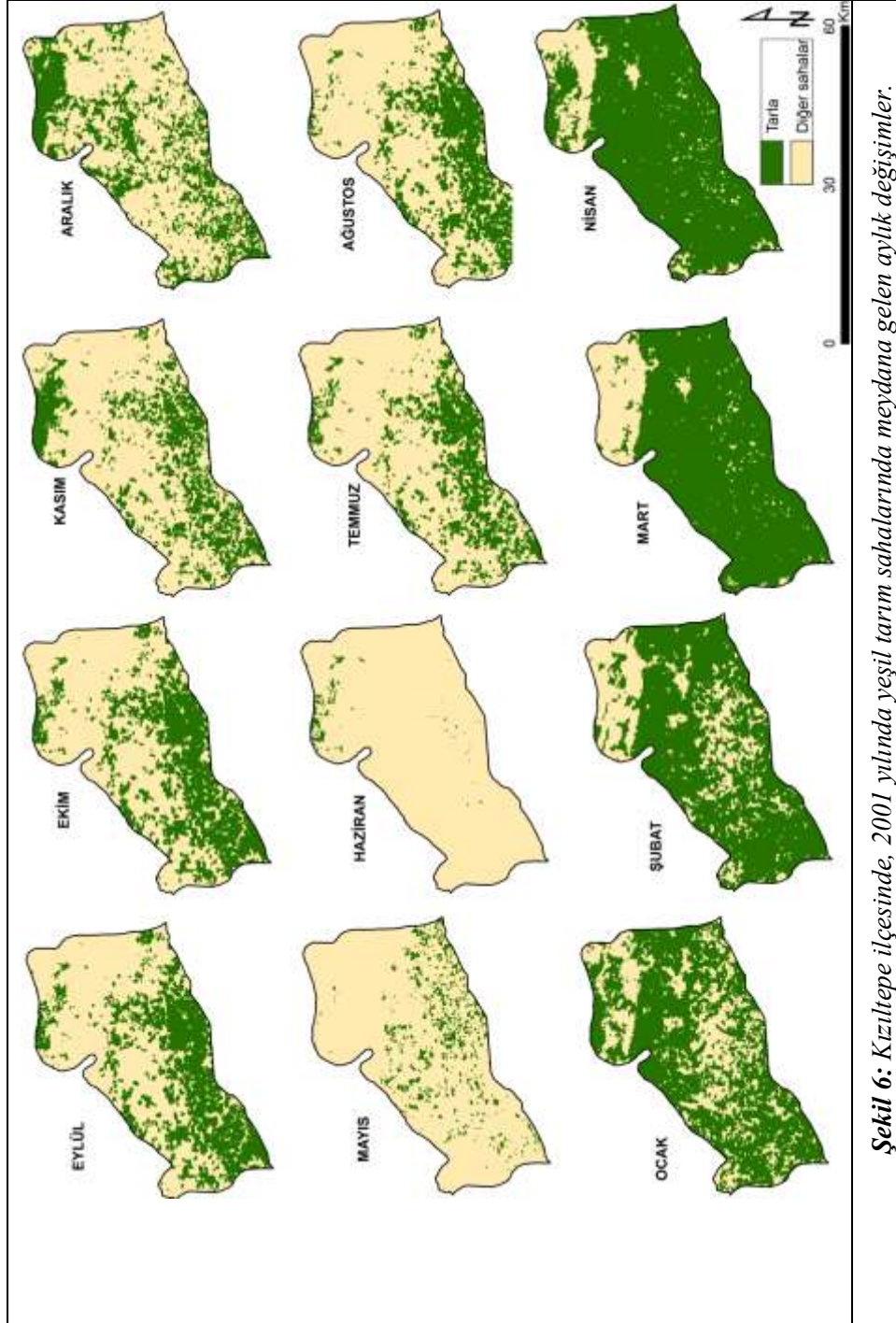
Tablo 2: Kızıltepe ilçesinin kuru ve sulu tarım amaçlı kullanılan alanın yıllara göre değişimi (dekar).

	Buğday	Arpa	K. Mercimek	Kuru tarım genel toplam	Mısır	Pamuk	Sulu tarım genel toplam
2001	465.990	308.750	288.070	1.062.810	25.040	150.000	175.040
2006	508.865	149.998	300.000	958.863	80.863	169.987	250.850
2010	384.051	70.000	135.329	589.380	226.872	98.000	324.872



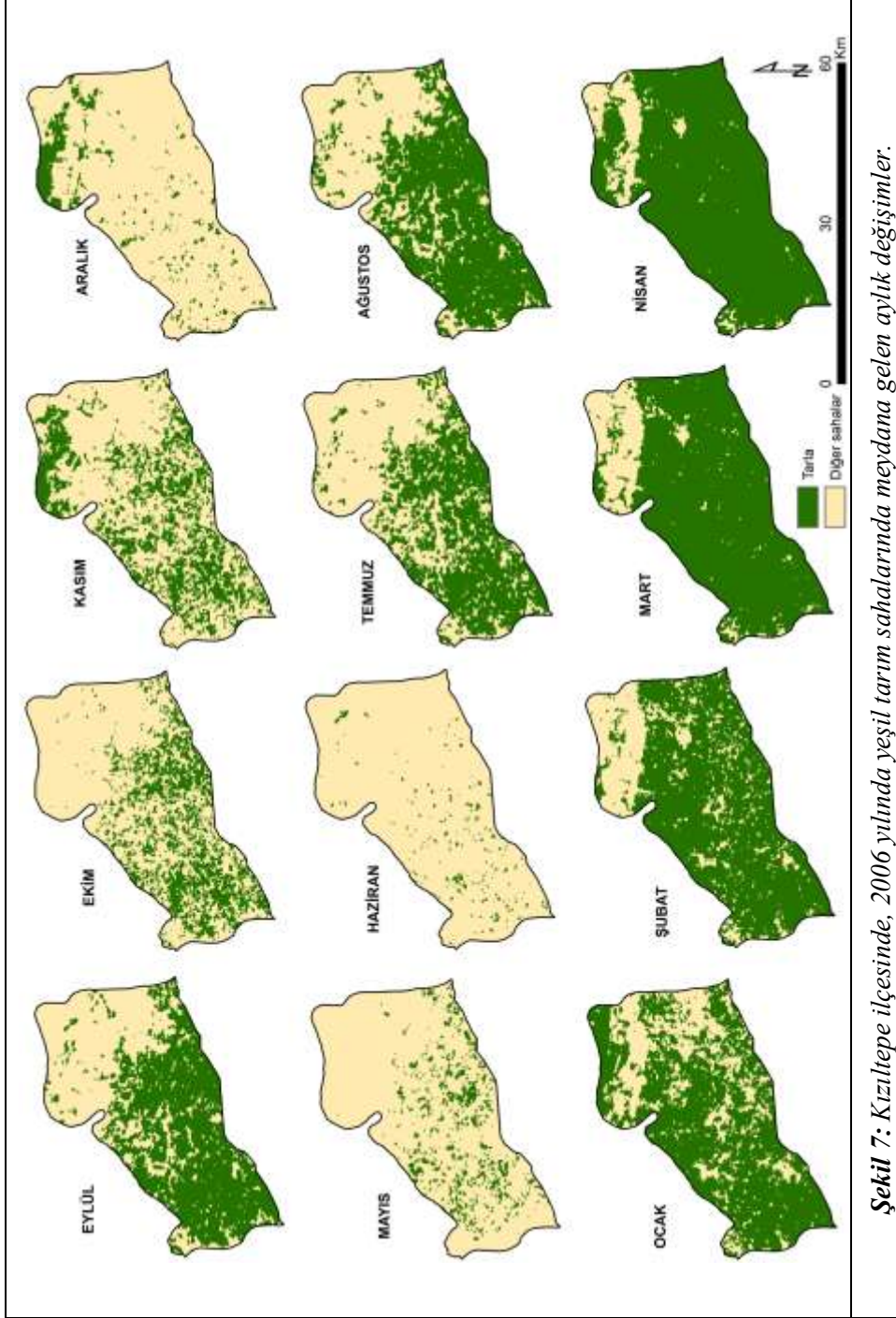
Şekil 5: Kızıltepe’de sulu tarım yapılan alan miktarının yıllara göre değişimi (dekar).

Yörede kış buğdayı ekimi yapıldığından bu ürün de step bitkileri gibi bir gelişme periyodu izlemektedir. Kışı toprağın altında geçiren tohum havaların ısınması ile mart ayı gibi filizlenmekte ve step bitkileri gibi mayıs ayından itibaren sararmaya başlamaktadır. Bu nedenle buğday ekim alanında meydana gelen daralma bahar döneminde ekilen mercimek ve arpaya göre çok daha düşük olmuştur (Tablo 2).

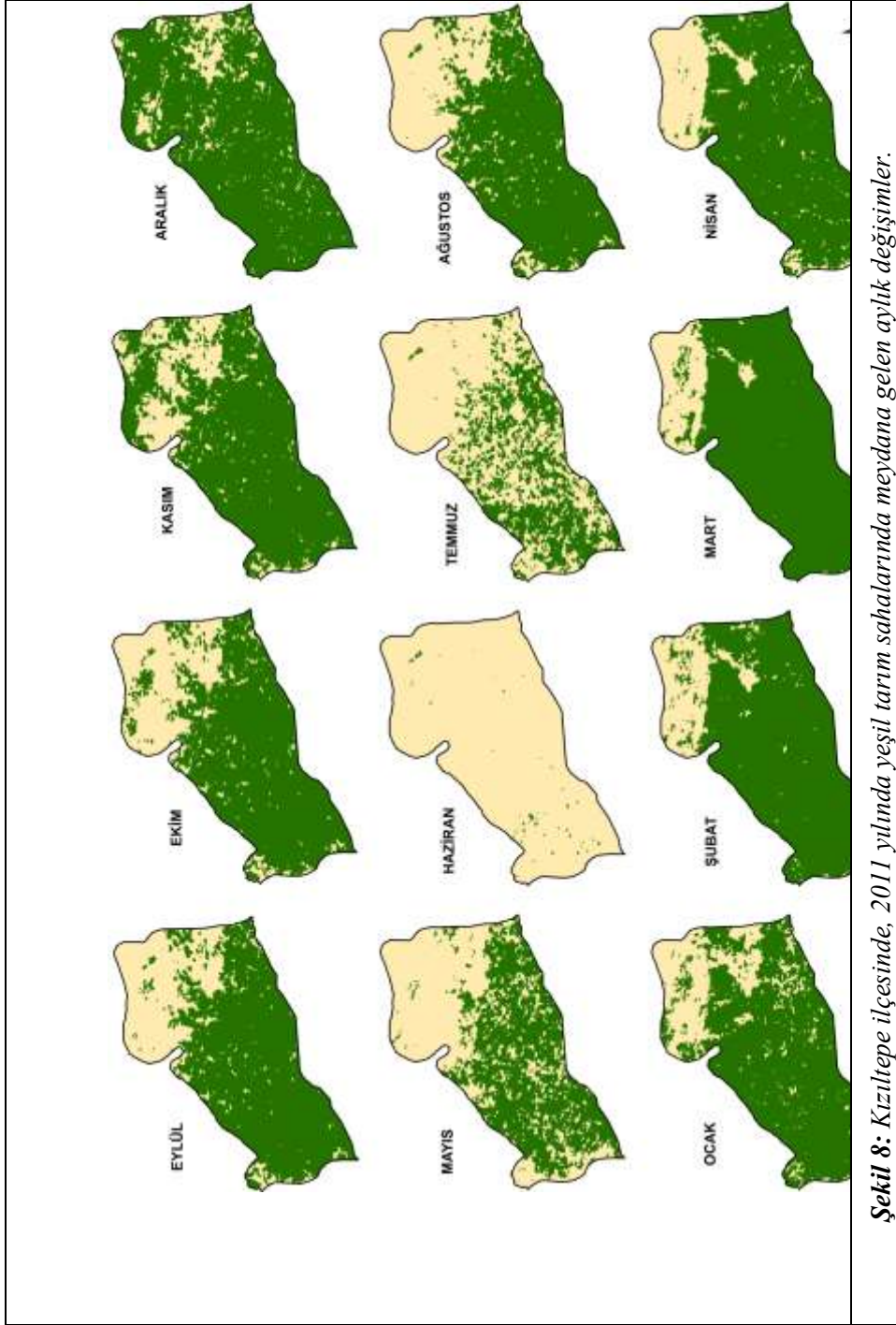


Şekil 6: Kızıltepe ilçesinde, 2001 yılında yeşil tarım sahalarında meydana gelen aylık değişimler.

**KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ**



Şekil 7: Kızıltepe ilçesinde, 2006 yılında yeşil tarım sahalarında meydana gelen aylık değişimler.



*KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ*

İlçenin arazi kullanımında meydana gelen değişimlerin büyük kısmı yeni üretim koşulları ve değişen üretim şekilleri ile ilgilidir. Nitekim Arazi kullanımı, mekândan faydalanmayla ilgili her türlü konuyu içine aldığı için arazi kullanımında meydana gelen değişiklikler, birçok biyolojik ve fiziksel çevre koşulları ile o sahada yürütülen sosyo-ekonomik faaliyetler ve yürürlükte olan politikaların etkisi altındadır (Claessens, Schoorl, Verburg, Geraedts, & Veldkamp, 2009, s. 158; Booth, 2009, s. 154). Çalışma sahasının en kurak mevsimi yazdır. Buna rağmen yaz mevsiminde yüksek fotosentez yapan bitkilerin geniş yer kapladığı görülmektedir. Bu durum ilçe genelinde sulamalı tarım geçişle ilgili bir olaydır. İlçede sulamalı tarıma geçişle beraber mısır ve pamuk gibi ürünlerin ekim alanı genişlemiştir. Yörede haziran ayında kış buğdayının hasadı yapılmakta ve bu işlemi takiben 1-2 hafta sonra mısır ve pamuk ekimine geçilmektedir. Dolayısıyla haziran ayında hem mera sahalarında hem de tarım alanlarında fotosentez yapan bitki miktarı minimuma inmektedir. Nitekim bu durum çok açık bir şekilde uydu görüntülerine yansımıştır.

5. TARTIŞMA

Çalışma sahasının iklim, bitki örtüsü ilişkisi dikkate alındığında en kurak devre olan Haziran-Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında bitki örtüsünden yoksun ve ya fotosentez düzeyi çok düşük bitkilerin olması gerekmektedir. Fakat MODIS NDVI görüntülerine göre bu kurak devrede sadece haziran ayında ilçe topraklarının tamamına yakını bitkiden yoksundur. Hâlbuki Haziran ayı kurak devredeki diğer aylara göre en fazla yağış alan ve gerçek evapotranspirasyonun en düşük olduğu aydır. Haziran ayında bitki ile kaplı alan miktarı çok düşük iken kurak devredeki Temmuz-Ağustos-Eylül aylarında ise yoğun bitki kaplı alan miktarı ortalama % 50 seviyelerine çıkmış ve 2001-2011 yılları arasında giderek artmıştır. Sulamalı tarıma geçilmiş olan bölgede kurak mevsimde yoğun bitki ile kaplı alanın uydu görüntülerine yansımış olması, bu görüntülerin doğruluğuna önemli bir kanıttır.

Çalışma sahasında yaz mevsiminde sulama ile üretilen ürünlere ait TUİK verileri ile MODIS NDVI görüntüleri arasında yıllara göre ciddi bir paralellik görülmekle beraber, TUİK verileri ile sayısal uydu haritalarına yansıyan değerler birebir uyuşmamaktadır. Burada hangisinin daha doğru olduğu tartışılabilir olsa da, TUİK verilerinin daha çok

çiftçilerin çeşitli sebeplerle, anketi yapan görevliye, ekili arazilerini düşük miktarda göstermeleri nedeniyle daha yüksek hata payına sahip olması muhtemeldir. Buna rağmen TUİK verileri MODIS NDVI uydu görüntülerini desteklemektedir. Kaldı ki MODIS NDVI uydu görüntülerinde de ortalama % 10'a yakın hata payı olduğu daha önce de belirtilmişti.

Çalışmada kullanılan uydu görüntülerinin çok doğru sonuçlar verdiğine dair diğer bir kanıtımız ise her dönem bitkiden yoksun olan Kızıltepe şehrinin uydu görüntülerine de bitkiden yoksun alanlar içinde yansımadır. Yörede bahar aylarında (özellikle Mart ve Nisan) buğdayın filizlenmesi ve step bitkilerinin yeşermesi nedeniyle tüm çayır-mera ve tarım alanları yoğun bitki örtüsüyle kaplanmaktadır. Bu durum çok açık bir şekilde MODIS NDVI uydu görüntülerine de yansımıştır. Fakat bu dönemde Kızıltepe ovasında bulunan Kızıltepe şehrinin farklı yıllara ait MODIS NDVI uydu görüntülerine bitkiden yoksun alan olarak yansıdığı görülmektedir.

Gerçekten de TUİK verileri, arazi gözlemlerimiz ve yöre insanı ile yaptığımız mülakatlarda yaz aylarında (Haziran ayı sonuna doğru) ikinci ürün olarak pamuk ve mısırın ekildiği ve bu iki ürünün gün geçtikçe daha geniş alanlara yayıldığı belirlenmiştir. Dolayısıyla Kızıltepe'de bitki örtüsü yoğunluğunun kurak devrede sürekli artmış olması tarımsal yapıda meydana gelen değişimle ilgilidir ve MODIS NDVI görüntüleri de arazi örtüsündeki değişimleri çok düşük hata payı ile doğru yansıtmıştır. Dolayısıyla MODIS NDVI görüntüleri sayesinde çok kısa sürede doğruluk payı çok yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçların doğruluğunun tespitinde arazi çalışması, TUİK verileri ve bilgisayar programı kullanılmıştır. Böylece MODIS NDVI görüntülerinin güvenilirliği çok daha geniş bir yelpazede değerlendirilmiş ve olumlu sonuç alınmıştır.

Sonuç olarak, kullanımı bu kadar basit ve güvenli olan bu görüntüler sayesinde doğal ve ya beşeri faaliyetlerle arazi örtüsünde meydana gelen değişimler arasındaki ilişkilerin, Türkiye'de de, hem bilimsel amaçlı hem de kamu kuruluşlarınca MODIS NDVI uydu görüntüleri ile incelenebileceği mümkün görülmektedir.

6. SONUÇ

Kızıltepe ilçesinin arazi örtüsündeki değişimlerin incelendiği bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1- Çalışmada kullanılan MODIS NDVI uydu görüntülerinden son derece doğru sonuçlar elde edilmiştir. Arazi çalışması, Kappa istatistik metodu, meteoroloji ve TUİK verileri de bunu büyük oranda desteklemiştir.

2- Kızıltepe’de sulamalı tarım alanı 2001-2011 yılları arasında sürekli artma eğilimine girmiştir. Böylece ilçede, bitki ile kaplı alan miktarı, yörenin en kurak mevsimindeki Temmuz-Ağustos ve Eylül aylarında MODIS NDVI uydu görüntülerinde yüksek oranlarda yansımıştır.

3- Her ne kadar arazi çalışmaları ve bazı farklı kurumlardaki verilerle MODIS NDVI uydu görüntülerinin doğruluğu test edilmiş ve çalışmanın daha uzun bir süreye yayılmasına neden olmuşsa da, MODIS NDVI uydu görüntülerinin kısa sürede işlenmiş olması, bu yöntemin en önemli avantajı olmuştur. Dolayısıyla güvenilirliği bu çalışmada doğrulanmış bu yöntemin kamu kurum ve kuruluşlarında kullanımının çok yarar sağlayacağı kanaatini doğurmuştur.

4- Bu çalışmada, Kızıltepe ilçesinin arazi örtüsündeki değişimler hem aylık hem de yıllık olacak şekilde iki periyotta incelenmiştir. Böylece MODIS NDVI uydu görüntülerinin gerek kısa süreli aylık değişimlerde ve gerekse de uzun süreli yıllık değişimlerde de kullanılabilmesi kanıtlanmıştır.

7. KAYNAKLAR

- Booth, P. (2009). Managing land-use change. *Land Use Policy* (29), 154-159.
- Box, E., Holben, B. N., & Kalb, V. (1989). Accuracy of AVHRR vegetation index as a predictor of biomass, primary productivity and net CO² flux. *Vegetation* , 71-89.
- Cheng, Q., & Wu, X. (2011). Mapping Paddy Rice Yield in Zhejiang Province Using MODIS Spectral Index. *Turk J Agric For* (35), 579-589.

- Claessens, L., Schoorl, J., Verburg, P., Geraedts, L., & Veldkamp, A. (2009). Modelling interactions and feedback mechanisms between land use change and landscape processes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (129), 157-170.
- Gözenç, S. (1974-1977). Arazinin Kullanılması ve Değerlendirilmesinin Coğrafi Yönden Tetkiki. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi* (20-21), 169-180.
- Gurung, R. B., Breidt, F. J., Dutin, A., & Ogle, S. M. (2009). Predicting Enhanced Vegetation Index (EVI) Curves for Ecosystem Modeling Application. *Remote Sensing of Environment* (113), 2186-2193.
- Huete, A., Leeuwen, W. v., & Justice, C. (1999). *MODIS VEGETATION INDEX(MOD13) ALGORITHM THEORETICAL BASIS DOCUMENT*. Arizona.
- Ichii, K., Kawabata, A., & Yamaguchi, Y. (2002). Global correlation analysis for NDVI and climatic variables and NDVI trends, 1982-1990. *International Journal of Remote Sensing* , 3873-3878.
- Karabulut, M. (2006). NOAA AVHRR Verilerini Kullanarak Türkiye'de Bitki Örtüsünün İzlenmesi ve İncelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi* , 4 (1), 29-42.
- Karabulut, M., Küçükönder, M., Gürbüz, M., & Sandal, E. K. (2006). Kahramanmaraş Şehri ve Çevresinin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama ve CBS Kullanılarak İncelenmesi. 4. *Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, 13 – 16 Eylül 2006* (s. 1-8). İstanbul: Fatih Üniversitesi.
- Malingreau, J. P. (1986). Global vegetation dynamics: Satellite observations over Asia. *International Journal of Remote Sensing* , 1121-1146.
- Mao, D., Wang, Z., Luo, L., & 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* , 1-9.

**KIZILTEPE İLÇESİNİN TARIMSAL YAPISINDAKİ DEĞİŞİMLERİN MODIS NDVI VERİLERİ
KULLANILARAK İZLENMESİ VE İNCELENMESİ**

- Myneni, R. B., Keeling, C. D., Tucker, C. J., Aarar, G., & Nemani, R. R. (1997). Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991. *Nature* , 698-702.
- Myneni, R. B., Los, S. O., & Tucker, C. J. (1996). Satellite based analysis of linked vegetation index and sea surface temperature anomaly areas from 1982-1990 for Africa,Australia and South America. *Geophysical Research Letters* , 729-732.
- Sönmez, M. E., (2012). Kızıltepe İlçesinde Bitkisel Ürün Deseninde Meydana Gelen Değişimler ve Olası Olumsuz Sonuçları, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10 (1), 39-62.
- Qi, Y. (1999). The effect of climate change on vegetation at high latitudes of the northern Hemisphere, a functional analysis. *Acta Ecologia Sinica* , 474-477.
- Tuik. (2011, 02 02). <http://www.tuik.gov.tr>. 02 02, 2011 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?tb_id=37&ust_id=11 adresinden alındı
- Wardlow, B. D., & Egbert, S. L. (2008). Large-area Crop Mapping Using Time-series MODIS 250 m NDVI Data: An Assessment for the U. S. Central Great Plains. *Remote Sensing of Environment* (112), 1096-1116.
- 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., Shirong, L., Liandi, Z., Zhihua, G., Pengsen, S., & Hong, L. (2011). The relationship of vegetation greenness period and climate precipitation change in the North-South Transect of Eastern China. *Procedia Environmental Sciences* 10 , 282-288.