

## UYDU TABANLI KURAKLIK İNDİSİ (SVI) KULLANILARAK YARI KURAK AKDENİZ İKLİMİNDE (KİLİS)BUĞDAY BİTKİSİNİN KURAK KOŞULLARA VERDİĞİ TEPKİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Ali ÇELİK<sup>1</sup>  
Murat KARABULUT<sup>2</sup>

### Özet

*Yarı kurak bölgeler, yağış değişkenliğinin % 25 ve üzerinde olduğu alanlardır. Bu bölgelerde, yağış değişkenliğinin yüksek olması, kurak koşulların sıklıkla yaşanmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmanın odaklandığı ana konu; yarı kurak Akdeniz iklim özellikleri gösteren bir bölgede, yağışta meydana gelen yüksek değişkenliğe bitki örtüsü ne gibi tepkiler vermektedir sorusunun yanıtlanmasıdır. Bu çerçevede çalışmamızın temel amacı; Akdeniz bölgesinde, yarı-kurak özellik gösteren bir alan olan Kilis merkezinde buğdaya ait test alanları belirleyerek, bitkinin kurak koşullara verdiği tepkiyi tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda, MODIS verileri kullanılarak standardize bitki kuraklık indisi (SVI) oluşturulmuştur. Böylelikle, 2000-2014 yıllarını kapsayan dönemde aylık periyotlar halinde bitki örtüsünün kurak koşullara verdiği tepkiler analiz edilmiştir. SVI analizinden elde edilen bulgulara göre, belli yıl ve aylarda vejetatif kuraklığın dikkat çekici olduğu görülmektedir.*

**Anahtar kelimeler:** Buğday, Kuraklık, SVI, Yarı-Kurak Akdeniz İklimi

### INVESTIGATION OF DROUGHT CONDITIONS ON THE GROWTH OF WHEAT IN THE SEMI-ARID MEDITERRANEAN CLIMATE (KİLİS) USING SATELLITE-BASED DROUGHT INDEX (SVI)

### ABSTRACT

*Semi-Arid regions are areas where rainfall variability is 25% and over. The fact that rainfall variability is high in these regions has lead drought conditions to be frequently experienced. Primary motivation of*

---

<sup>1</sup> Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü mail: mehmet.ali.celikk@gmail.com

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü mail: mkarabulutksu@gmail.com

---

*this study is to answer the question of how the vegetation reacts to the high variability in the rainfall, in a region bearing Mediterranean climatic characteristics. Within this scope, main purpose of our study, is to determine the response of the vegetation to drought conditions in the Mediterranean Region, by appointing test areas in Kilis which is an area showing semi-arid characteristics. In line with this purpose, Standardized Drought Vegetation Index (SVI) was created using MODIS data. Thus, we analyzed responses of the vegetation to drought conditions in monthly intervals during the period covering the years of 2000-2014. According to findings obtained from SVI analysis, we have seen that vegetative drought has been remarkable in certain months and years.*

**Key words:** *Wheat, Drought, SVI, Semi-Arid Mediterranean Climate.*

## **Giriş**

Dinamik bir karaktere sahip olan küresel iklim sistemi, yer küre tarihi boyunca zamansal ve mekânsal ölçekte sürekli olarak değişkenlik göstermiştir (Cosun ve Karabulut, 2009; Kızılelma vd., 2015). İklim değişkenliği, iklimin ortalama durumundaki ve standart sapmalar ile uç olayların oluşumu gibi diğer istatistiklerindeki değişimleri ifade eder (Türkeş, 2012). Kuraklık yağış değişkenliğinin yüksek olduğu yerlerde daha sık meydana gelmesine karşın neredeyse tüm iklim bölgelerinde görülmektedir (Türkeş, 2007). Bu olay, farklı ekosistemleri farklı şekillerde etkilemektedir. Bu nedenle kuraklık meselesi birçok disiplin tarafından araştırılmaktadır (Mishra ve Singh, 2010; Dai, 2011; Akbaş ve Tatlı, 2013). Çeşitli bilim dallarınca çalışılan kuraklık meselesine birçok farklı tanımlama getirilmiştir. Genel olarak bir tanım yapılacak olursa, kuraklık bir bölgede yağış eksikliğinin uzun bir süre devam etmesi olarak belirtilebilir (Çiçek, 1995; Du vd., 2013).

Doğal koşullardan kaynaklanan streslerden kuraklık, dünyadaki tarım sahalarının büyük bir bölümünde bitkisel verimi azaltan en önemli faktördür. Buğday üretimi genellikle kuru tarım alanlarında yapılmakta ve kuraklık bu alanlardaki buğday üretiminde çok sık bir şekilde ciddi problemlere neden olmaktadır (Öztürk, 1999:531). Bu bağlamda tarımsal ürünlerin kuraklık karşısında verdiği tepkilerin anlaşılması artan dünya nüfusunun beslenme sorunları çözümünde

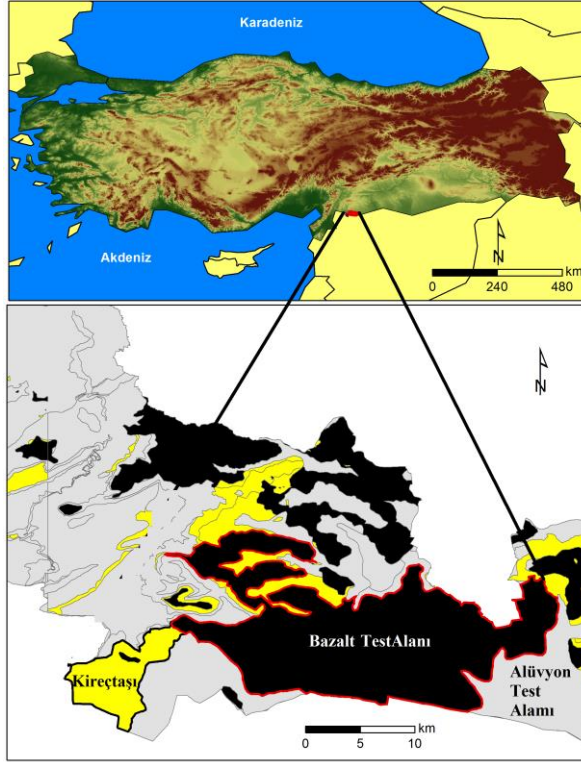
## **Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi**

büyük önem taşımaktadır. Bunun için de tarımsal ürünlerin ekolojik isteklerinin detaylı bir analizi gerekmektedir. Bu nedenle çalışmamızda buğday bitkisinin kurak koşullarda gelişimi ve verimliliği izlenmiştir. Buğdayda meydana gelen abiyotik kaynaklı stres koşulları uzaktan algılama tekniği ile belirlenmiştir. Uzaktan algılamaya dayalı kuraklık izleme yöntemleri, bir bölge üzerindeki kuraklık etkisinin sürdürülebilir yönetimi için hızlı ve kullanışlı bilgiler sağlar (Quiring ve Papakryiakou, 2003). Uzaktan algılama metodolojisi ile kuraklığın önceden tespit edilmesi ve izlenmesi konusunda yapılan birçok çalışma mevcuttur (Wilhite, 2007; Shukla, 2007). Söz konusu çalışmalar, tarımsal kuraklığın genelde uzun süren meteorolojik kuraklığın ardından ortaya çıktığını ve tarımdan elde edilen ürün ve verim miktarında ciddi azalmalara yol açtığını göstermektedir (Şimşek, 2010). Kısacası tarımsal kuraklık, bitkinin gelişimi için toprakta yeterli miktarda su bulunmamasıdır (Uçan vd., 2007). Nitekim çalışmamızda, meteoroloji tabanlı kuraklık analizi ile bitki-kuraklık-verim ilişkisi detaylı bir şekilde anlaşılmasına çalışılmıştır.

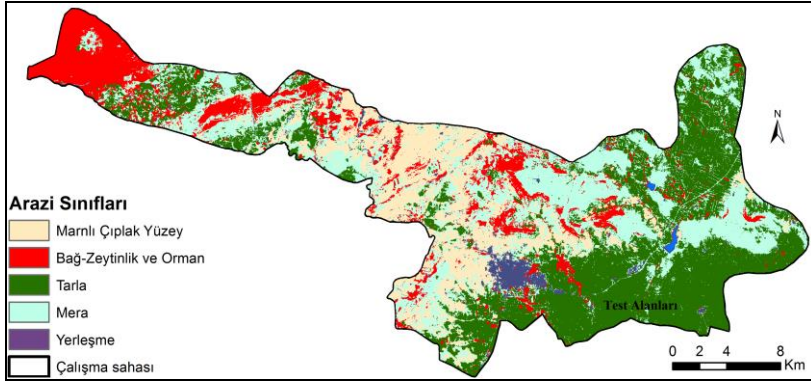
Bu çalışmada cevabı aranan temel sorular ise şunlardır:

- 1) Buğday kurak koşullardan etkilenmekte midir? Etkilenmekte ise ne gibi tepkiler vermektedir?
- 2) SVI kurak koşulları yansıtma hususunda ne gibi ipuçları vermektedir?
- 3) Buğdayın yansıma değerleri ile verimi arasında nasıl bir ilişki vardır?
- 4) Hangi dönemde meydana gelen kuraklık buğdayın gelişimi ve verimini daha fazla etkilemektedir?
- 5) Farklı litolojik birimler (alüvyon ve bazalt) üzerinde gelişen topraklarda, buğdayın fenolojisi değişimler göstermekte midir?

Tüm bu soruların cevabına ulaşmak için test alanı olarak Yarı-kurak Akdeniz İklim özellikleri gösteren (Çelik ve Gülersoy, 2013; Çelik ve Karabulut, 2014) Kilis'te buğday bitkisine ait test alanları belirlenmiştir (Şekil 1 ve 2).



Şekil 1. Çalışma alanı lokasyon haritası ve test alanları.

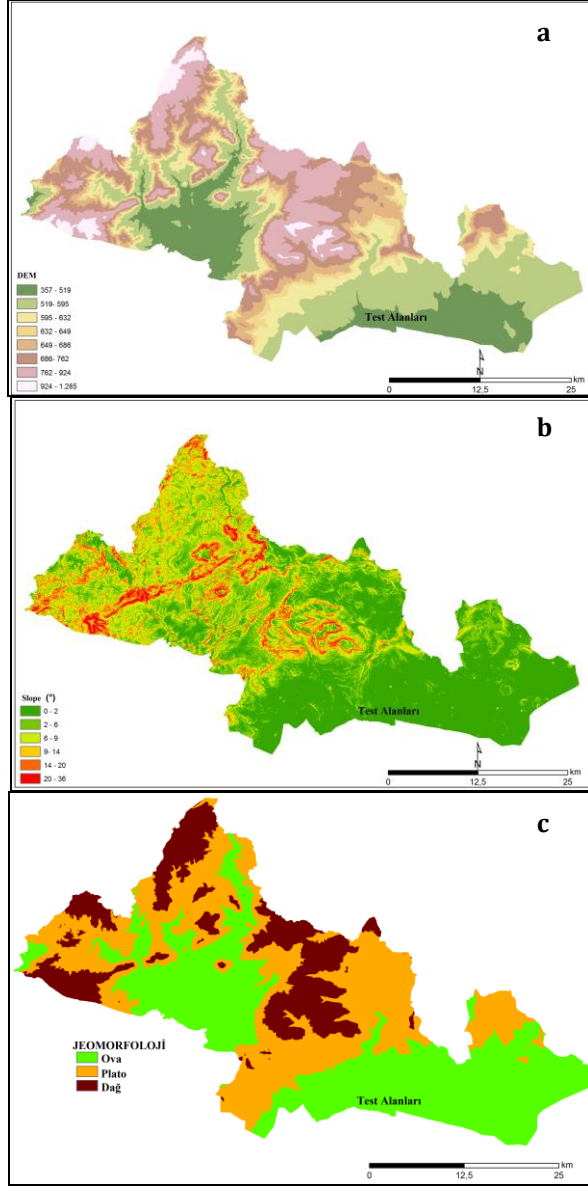


Şekil 2. Kilis'in 2015 yılına ait arazi kullanım haritası ve test alanı.

Bu test alanlarının benzer jeomorfolojik üniteler üzerinde olmasına, yükselti ve eğim durumlarının benzer olmasına özen gösterilmiştir. Diğer fiziki coğrafya özellikleri sabit tutularak, değişen litoloji

**Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi**

farktörünün buğday bitkisinin yansıma değerleri üzerindeki etkisi ortaya konulmak istenmiştir (Şekil 3).



**Şekil 3.** Test alanlarının SYM (a), eğim (b) ve jeomorfoloji (c) haritaları üzerinden gösterimi.

## **Materyal ve Metot**

Çalışmamızda Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) uydu verileri kullanılmıştır. MODIS TERRA platformuna ait 16 günlük zamansal çözünürlüğe, 250 m mekânsal çözünürlüğe sahip MOD13Q1, 16 günlük zamansal, 1 km mekânsal çözünürlüğe sahip MOD13A2, aylık zamansal çözünürlüğe, 1 km mekânsal çözünürlüğe sahip MOD13A3 verileri kullanılmıştır (Wardlow ve Egbert, 2008: 1097-1098). 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 kuraklık (Wan vd., 2004; Brown vd., 2008), toprak (Chen vd., 2011), bitki örtüsü (Çelik ve Karabulut, 2013a), arazi kullanımı (Gülersoy, 2013) ve tarım çalışmalarında (Wardlow ve Egbert, 2008) mekânsal ve spektral çözünürlüğü ile önemli kolaylıklar sağlamaktadır. Uydu-tabanlı kuraklık analizleri yapmak için MODIS verileri, istasyon-tabanlı kuraklık analizleri için ise, Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) verileri kullanılmıştır. Çalışmada test alanları Kilis İl sınırlarından belirlenmiştir. Bunun için ise arazi çalışmasından önce ofis çalışmaları yapılmıştır. Ofis çalışmalarında orman amenajman haritası, sayısal yükselti modelleri, Landsat uydu verileri, Harita Genel Komutanlığına ait 1/25 000 ölçekli topoğrafya haritaları, MTA jeoloji haritaları ve toprak envanter verileri kullanılmıştır. Ofis çalışmalarında saha hakkında birçok harita oluşturulmuştur ve bu haritalar ışığında arazi çalışmaları yapılmıştır.

Çalışmamızda, NDVI verilerden elde edilen bitki indeks tabanlı kuraklık indisi olan Standartlaştırılmış Bitki Kuraklık İndeksi (SVI) kullanılmıştır. SVI, kuraklıkların şiddetini belirlemek için ve mevcut kuraklık koşullarının tam, güncel ve ayrıntılı analizi için önemli avantajlar sağlamaktadır (Bayarjargal, 2006; Nicholson, 1994).

SVI, 16 günlük ve aylık NDVI değerlerinden yapılan hesaplamalara dayalı olarak, vejetasyon durumunun ‘normal’ den sapma olasılığını anlatır. Çalışmamızda vejetatif kuraklık oluşma olasılığını tahmin etmek amacıyla 15 yıla ait MODIS NDVI görüntüleri kullanılmıştır. NDVI verilerinin belli bir dönemde ortalamadan sapma halini net bir şekilde ifade eden SVI algoritmasıdır. SVI; bitki indeks modelinde yola çıkarak iklimik koşulların mekânsal ve zamansal bağlamda

## Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi

kısa-dönem indikatörünü sağlar. SVI hesaplamasında pozitif NDVI fark değerleri normalin üstünde bitki örtüsü koşullarını gösterirken, negatif NDVI fark değerleri ise normalin altında bitki örtüsü koşullarını göstermektedir. Negatif sapma ne kadar büyük olursa, bitkisel kuraklığın yoğunluğu o kadar çok olur. Uzun dönem ortalama değerlerden bu NDVI sapması, burada fark NDVI difference, olarak adlandırılmaktadır (Peters vd., 2002). SVI ile bitki örtüsü koşulları, mevcut NDVI değerlerinin eşdeğer zamansal ortalama NDVI değerlerinden sapması ile karakterize edilip, genellikle, bir ya da daha fazla on yıl gibi uzunca bir süre üzerinden hesap edilir. Her bir piksel alanında, bu sapma, bu bölümde buradan itibaren DV (Drought vegetation) (t,s) olarak anılacaktır, mevcut NDVI değeri ile eşdeğer zaman dizileri (serileri) ortalaması arasındaki fark olarak hesaplanır (Anyamba ve Tucker, 2005).

$$DV(t,s) = NDVI(t,s) - \overline{NDVI}(s)$$

Burada, NDVI (t, s), s alanda ve t zamandaki mevcut NDVI olup, (s) ise veri serilerinin zaman dilimi için hesaplanmış, farklı zamanlara yönelik ortalama NDVI değeridir. DV(t,s) negatif olduğunda, normal bitki örtüsü durumlarının aşağısını gösterir ve dolayısıyla zamanda sürekli, geniş bir negatif durum olan, hakim kuraklık koşullarını belirtir, ve şiddetli bir kuraklığa tekabül eder. Bu indikatör, çeşitli çalışmalarda kullanılmış ve ele alınmıştır (Anyamba ve Tucker, 2005). SVI, kurak bölgelerde, daha belirgin bir biçimde değişken kuraklık koşullarına sahip bölgelerde gerçek zamana yakın bir gösterge sağlayabilmektedir (Peters vd., 2002). Aynı zamanda bu çalışmada, SVI verilerin güvenilirliğini teyit etmek ve daha etkili bulgular üretmek için meteorolojik tabanlı kuraklık indisleriyle entegrasyonu sağlanmıştır.

Son olarak, iklimin kurak ve nemli olduğu dönemleri tespit etmek amacıyla Mckee vd. (1993) 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 (Çelik ve Karabulut, 2013b).

## **Bulgular**

Türkiye'nin ortalama buğday verimliliği 200 kg/da civarında iken (Kızılaslan, 2004) Kilis'in uzun yıllar ortalamasına göre ortalama buğday verimliliği 180-190 kg/da'dır. 2008 ve 2014 yılları buğdayda verimin ortalamasının çok altında olduğu yıllardır. Kilis'te 2008 yılında buğday verimi 57 kg/da, 2014'te ise 86 kg/da 'dır (Tablo 1). 2000-2014 yılları arasındaki 15 yıllık süreçte Kilis'in buğday verimine ait istatistikler aşağıda verilmiştir.

**Tablo 1.** Kilis'te 2000-2014 yıllarında buğday verimi (kaynak: TÜİK)

| Yıl         | Verim(kg/da) | Yıl         | Verim(kg/da) | Yıl         | Verim(kg/da) |
|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| <b>2000</b> | 153          | <b>2005</b> | 270          | <b>2010</b> | 177          |
| <b>2001</b> | 144          | <b>2006</b> | 208          | <b>2011</b> | 240          |
| <b>2002</b> | 216          | <b>2007</b> | 208          | <b>2012</b> | 240          |
| <b>2003</b> | 164          | <b>2008</b> | 57           | <b>2013</b> | 251          |
| <b>2004</b> | 183          | <b>2009</b> | 218          | <b>2014</b> | 86           |

Buğday veriminin düşük olduğu 2008 ve 2014 yıllarında iklimde meydana kurak koşulları anlamak için meteorolojik tabanlı kuraklık analizi yapılmıştır. SPI analizleri hem 12 aylık hem de 3 aylık ölçekler baz alınarak yapılmıştır. SPI analizi sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 2).

**Tablo 2.** Kilis istasyonu MGM verilerine ait 3 ve 12 aylık SPI analizi sonuçları.

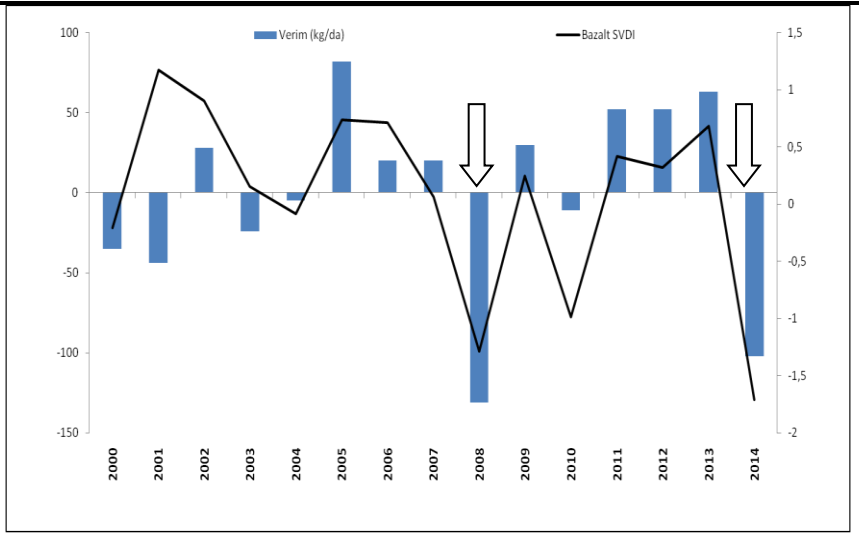


**Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi**

| Yıllık Kuraklık    | Yıllar | 1-2-3             | 4-5-6             | 7-8-9             | 10-11-12          |
|--------------------|--------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Normal             | 2000   | Normal            | Hafif kurak       | Orta nemli        | Hafif kurak       |
| Normal             | 2001   | Hafif kurak       | Hafif nemli       | Normal            | Orta nemli        |
| Hafif kurak        | 2002   | Normal            | Normal            | Hafif kurak       | Orta derece kurak |
| Normal             | 2003   | Orta nemli        | Şiddetli kurak    | Normal            | Normal            |
| Normal             | 2004   | Normal            | Hafif kurak       | Normal            | Hafif nemli       |
| Şiddetli kurak     | 2005   | Orta derece kurak | Orta derece kurak | Orta nemli        | Hafif kurak       |
| Normal             | 2006   | Normal            | Normal            | Orta nemli        | Normal            |
| Hafif kurak        | 2007   | Hafif kurak       | Normal            | Orta derece kurak | Normal            |
| Normal             | 2008   | Hafif kurak       | Orta derece kurak | Olağanüstü nemli  | Hafif kurak       |
| Normal             | 2009   | Normal            | Normal            | Normal            | Normal            |
| Orta derece kurak  | 2010   | Normal            | Normal            | Hafif kurak       | Orta derece kurak |
| Normal             | 2011   | Orta derece kurak | Normal            | Orta nemli        | Hafif nemli       |
| Aşırı nemli        | 2012   | Orta nemli        | Normal            | Hafif nemli       | Olağanüstü nemli  |
| Orta derece kurak  | 2013   | Normal            | Normal            | Normal            | Olağanüstü kurak  |
| Çok şiddetli kurak | 2014   | Olağanüstü kurak  | Şiddetli kurak    | Orta nemli        | Normal            |

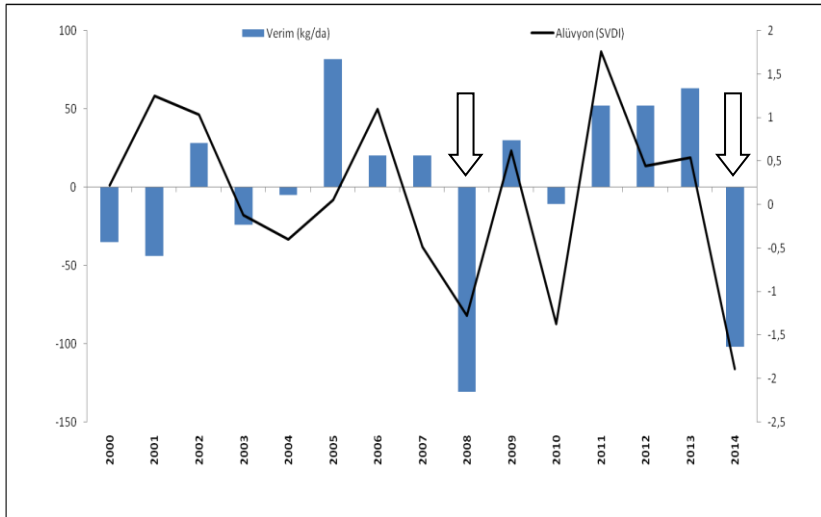
2008 yılının 12 aylık SPI analizi sonuçları kuraklığın şiddetli olmadığını göstermektedir. 2008 yılına ait 12 aylık SPI sonuçlarına göre, iklim koşulları normal görünmektedir. Buğday veriminin düşük olduğu 2014'te ise, iklimin çok şiddetli kurak koşullar içerisinde olduğu görülmektedir.

2008 ve 2014 yıllarında meydana gelen kurak koşulların ve buğdayda yaşanan verim düşüklüğünü daha iyi analiz etmek için uydu tabanlı kuraklık analizleri yapılmıştır (Şekil 4). 2008 ve 2014 yıllarına ait SVI analizine ait bulgular, buğday verimi ve SPI analizi sonuçlarına benzerdir.



Şekil 4. Bazalt anakayası üzerinde gelişen topraklardaki buğdayın SVI değerleri.

Gerek bazalt gerekse de alüvyon üzerinde gelişen toprakta yetişen buğday, 2008 ve 2014 yıllarında düşük SVI değerleri göstermektedir. Kışlık buğdayın gelişme ve hasat dönemi de yılın ilk 6 ayında gerçekleşmektedir. SPI analizi sonuçlarında, her iki yılın da bilhassa ilk 6 ayı kurak koşullar arz etmektedir (Şekil 5).



**Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi**

**Şekil 5.** Alvyon üzerinde gelişen topraklardaki buğdayın SVI değerleri.

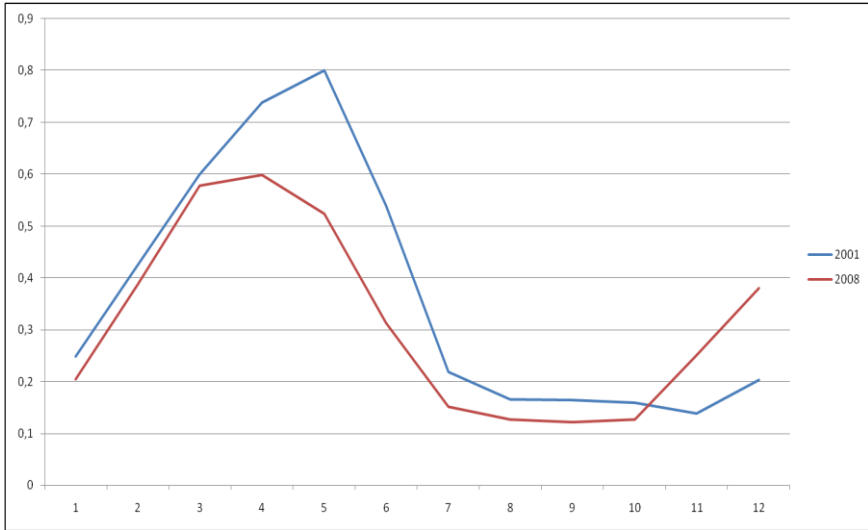
Dikkati çeken bir diğer husus ise 2001 yılında SVI değerlerinin yüksek olmasına rağmen verimin düşük olmasıdır. SPI analizi sonuçlarında, 2001 kuraklık açısından normal yıl olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanı sıra 2001 yılının 4-5 ve 6. ayları nemli olarak hesaplanmıştır. Buğdayın suya ihtiyaç duyduğu ayda iklimin nemli olması aynı zamanda SVI değerlerinin de yüksek olmasına rağmen verimin düşük olması dikkat çekmektedir. 2008 kurak yılında ve 2001 yılında Kilis'e en yakın istasyonlardan olan Gaziantep'in buğday verimi incelendiğinde; kurak yılda (2008) buğday veriminin düşük olduğu, 2001 yılında ise Kilis'in aksine buğday veriminin yüksek olduğu görülmektedir. 2001 yılında Gaziantep'te buğdayın verimi 288 kg/da iken 2008 yılında ise kuraklığa bağlı olarak buğdayın erken sararmasından dolayı tarlaların 3'te 1'i hasat edilmemiştir.

Bu noktada buğday verimine ait arazide çiftçilerden elde edilen verilerin uzaktan algılama ile doğrulanması daha büyük önem teşkil etmektedir. Aksi takdirde TÜİK gibi devlet kurumlarının çiftçilerden elde ettiği istatistikler yanıltıcı olabilmektedir. 2001 yılının nisan ayında iklimin nispeten nemli (Tablo 3), SVI değerlerinin de yüksek olmasına rağmen Kilis'in buğday veriminin düşük olması araştırılması gereken bir konudur.

**Tablo 3.** Kilis istasyonu verilerine ait aylık SPI analizi sonuçları.

| YIL/AY | 1         | 2         | 3         | 4         | 5         | 6         | 7         | 8         | 9         | 10        | 11        | 12         |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 2000   | 1,70988   | -0,409573 | -0,9084   | -0,390061 | -0,543772 | -0,616975 | -0,354875 | 0,278638  | 1,649217  | -0,14636  | -0,720902 | -0,4667743 |
| 2001   | -1,441219 | 0,546843  | 0,093847  | 0,369484  | 0,879544  | -0,616975 | -0,354875 | -0,230501 | 0,161321  | -0,358292 | 0,140127  | 2,12336446 |
| 2002   | -0,406065 | -0,043613 | 0,18906   | 0,061396  | 0,910776  | -0,616975 | -0,354875 | -0,230501 | -0,495103 | -0,281558 | -0,755238 | -0,7177911 |
| 2003   | -0,121865 | 1,204956  | 1,627284  | -0,878122 | -0,878408 | -0,374282 | -0,354875 | -0,230501 | -0,341938 | -0,804082 | -0,485836 | 0,25295554 |
| 2004   | 1,809454  | 0,331573  | -1,574894 | -0,725603 | -0,075283 | -0,616975 | -0,115021 | -0,230501 | -0,571686 | -0,924664 | 3,222401  | -1,1731757 |
| 2005   | -0,713085 | -1,101514 | -0,434838 | -0,792711 | -0,472384 | -0,495629 | -0,354875 | 2,866763  | -0,571686 | 0,467514  | -0,190022 | -1,3086804 |
| 2006   | -0,130163 | 1,137299  | -0,840748 | 0,244419  | -1,110422 | -0,616975 | 3,272917  | 0,405923  | 0,412951  | 0,741565  | 0,684213  | -1,5330406 |
| 2007   | -0,428885 | -0,428025 | -0,873321 | 0,067497  | 0,411054  | -0,616975 | -0,354875 | -0,230501 | -0,571686 | -0,460605 | -0,860885 | 0,55728573 |
| 2008   | -0,298194 | -0,630994 | -0,437344 | -1,353981 | 0,094266  | -0,616975 | -0,354875 | -0,21353  | 4,690652  | 0,522324  | -0,723543 | -0,8444103 |
| 2009   | -0,903935 | 0,931255  | -0,387232 | -0,243642 | -0,740092 | -0,226933 | -0,354875 | -0,230501 | -0,166891 | -0,124436 | -0,308876 | 0,70167597 |
| 2010   | 0,346962  | -0,947749 | -0,434838 | 0,006489  | 0,000568  | 0,51848   | -0,354875 | -0,230501 | -0,538865 | -0,577533 | -1,515901 | 0,14855029 |
| 2011   | -0,638405 | -0,301938 | -0,963523 | 0,296275  | -0,46346  | -0,148925 | -0,354875 | 0,015583  | 1,736741  | -0,482529 | 1,299612  | -0,0958024 |
| 2012   | 2,0169    | 1,094245  | -0,662849 | -0,505975 | -0,155595 | 2,780721  | 2,6433    | 0,015583  | -0,571686 | 1,84873   | 0,298599  | 2,42991604 |
| 2013   | -0,414363 | 0,377702  | -0,82822  | -0,182635 | 0,705533  | -0,616975 | -0,354875 | -0,086245 | -0,39664  | -0,910048 | -1,085387 | -1,0154572 |
| 2014   | -0,974467 | -1,944144 | -0,018906 | -0,817114 | -0,994415 | -0,608307 | -0,354875 | -0,230501 | 1,835204  | -0,106166 | -0,31944  | -0,3823615 |

2008 yılına ait 12 aylık SPI analizi sonucu, bu dönemde iklimin normal olduğunu göstermektedir. Fakat 2001 yılında SVI değerlerinin yüksek, 2008 yılında ise düşük olmasının sebebi nedir? Bunun sebebi; nisan ayında yani bitkinin suya en çok ihtiyaç duyduğu dönemde, yağışların fazla olmasıdır. 2001 yılının ilk 3 ayında iklim hafif kurak özellikler göstermektedir. Fakat 4-5 ve 6. Aylarında iklim nemlidir. Aslında, 2001 ve 2008 yıllarında değişen nisan ayı yağışlarıdır. 2001 yılı son 15 yılın en nemli nisan ayı, 2008 yılı ise en kurak nisanıdır. Her iki dönemin nisan aylarının yağış tutarında meydana gelen değişim bitki indeks değerlerine açık bir şekilde yansımıştır (Şekil 6).

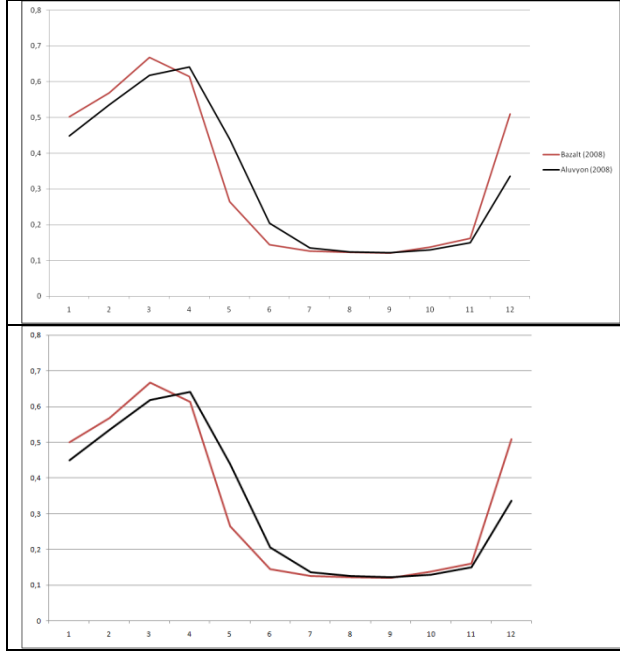


**Şekil 6.** Son 15 yılın **en kurak** nisan ayı ile **en nemli** nisan ayında NDVI değerleri.

Çalışmada bazalt ve alüvyon üzerinde gelişen topraklardan buğdaya ait test alanları belirlenmiştir. Böylelikle değişen ana kayanın buğdayın fenolojisi üzerine etkisi anlaşılmaya çalışılmıştır. Elde edilen bulgular, bazalt üzerinde gelişen topraktaki buğdayın daha erken gelişme dönemine girdiğini göstermektedir. Buğday bazalt ana kayası üzerinde gelişen toprakta daha erken hasat edilmektedir (Şekil 7). Bunun sebeplerinden birisi; bazalt üzerinde gelişen toprağın renginin daha koyu olmasıdır. Toprağın renginin koyu olması gelen güneş ışınlarının daha fazla yutulmasını sağlamaktadır ve burada toprak daha erken ısınmaktadır. 8-10°C arasında sıcaklığa ulaşan toprak buğday ekimi için uygun sıcaklıkları içermektedir. Bu

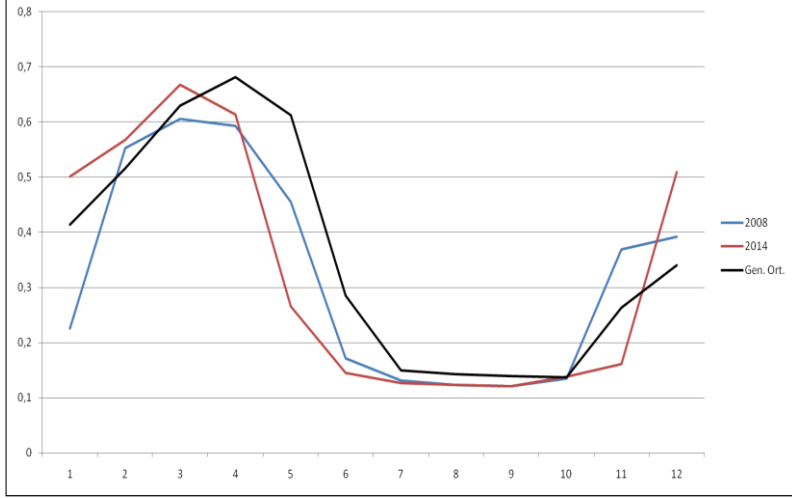
## Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi

sıcaklıklara, alüvyon üzerinde gelişen topraktan daha erken ulaşan bazalt üzerindeki buğday daha erken gelişme dönemine girmektedir. Alüvyon üzerinde yer alan toprak nispeten açık renkli olduğu için daha geç ısınmaktadır.



**Şekil 7.** Alüvyon ve bazalt ana kayaları üzerinde test alanları olarak belirlenen buğday bitkisinin 2008 (üstte) ve 2014 (altta) yıllarındaki aylık NDVI trendi.

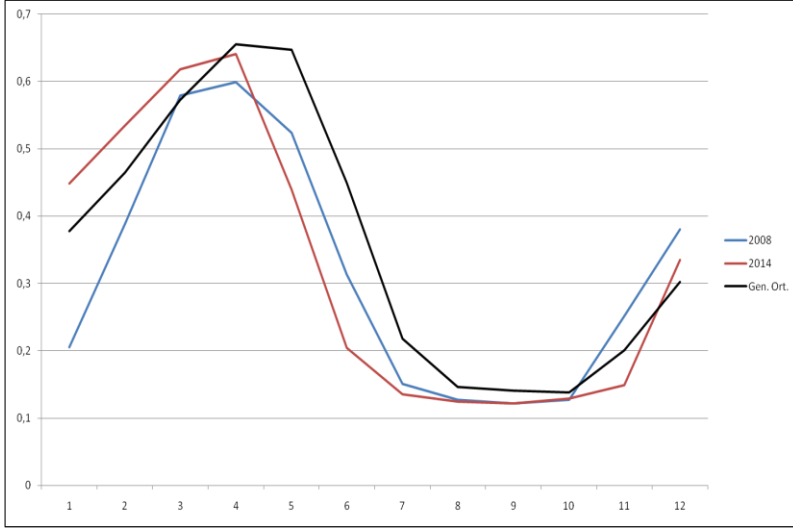
2008 ve 2014 yılları buğday veriminin düşük olduğu yıllardır. İklim bu dönemlerde buğdayın suya ihtiyaç duyduğu aylarda kuraktır. Bu dönemlerde meydana gelen yağış eksikliğinin bazalt ve alüvyon üzerinde gelişen topraklarda yetişen buğdayın NDVI değerlerine etkisi incelenmiştir. Bazalt üzerinde gelişen topraklarda yer alan buğdayın NDVI değerlerinin 2008 ve 2014 yıllarının mart ayında en yüksek değerlerine ulaştığı görülmektedir. Hâlbuki 2000-2014 yıllarının ortalamasına göre buğday nisan ayında en yüksek NDVI değerlerine ulaşmaktadır. 2008 ve 2014 yıllarına ait kurak dönemlerde buğday bitkisi erken sararmaktadır (Şekil 8). Yeterli tane büyüklüğüne ulaşmadan erken sararan buğdayda verim düşük olmaktadır.



**Şekil 8.** Bazalt ana kayası üzerinde yer alan buğday bitkisinin 2000-2014 yıllarına ait genel ortalaması ile 2008 ve 2014 yıllarındaki aylık NDVI trendi.

Alüvyon topraklar için de bazalta benzer durum söz konusudur. Alüvyon üzerinde yer alan buğday bitkisi de kurak dönemlerde erken sararmaktadır. Bu durumu NDVI trendinden anlamak mümkündür. Mayıs ayında en yeşil dönemine ulaşan alüvyon üzerindeki buğday, 2008 ve 2014 yıllarında ise nisan ayında en yüksek NDVI değerlerine ulaşmaktadır. Buğdaydan istenilen verimin alınması için buğdayın mayıs ayında en yüksek NDVI değerlerine ulaşması gerekmektedir (Şekil 9).

## Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi



**Şekil 9.** Alüvyon üzerinde gelişen buğday bitkisinin 2000-2014 yıllarına ait genel ortalaması ile 2008 ve 2014 yıllarındaki aylık NDVI trendi.

### Sonuç

Bu çalışmada MODIS uydusu TERRA platformuna ait 30 ve 16 günlük zamansal, 250 m ve 1 km mekânsal çözünürlüğe sahip uydu verileri kullanılmıştır. Bu verilerden, çeşitli bitki indeks modelleri (NDVI ve SVI) oluşturulmuştur. Bunun yanı sıra, iklim verileri kullanılarak aylık ve yıllık ölçeklerde meteoroloji-tabanlı kuraklık analizleri yapılmıştır. Bir başka ifade ile bu çalışmada hem uydu tabanlı hem de meteoroloji-tabanlı olmak modeller kullanılmıştır. Farklı yöntemler uygulanarak elde edilen bulgular, birbiri ile kıyaslanmıştır. Böylelikle hem kuraklık fenomeni hakkında elde edilen bilgiler teyit edilmiştir hem de hangi yöntemin kurak koşulları daha iyi yansıttığı sorusuna cevap aranmıştır. Çalışmada ilk olarak, istasyon-tabanlı kuraklık analizleri yapılarak, Kilis'te hangi yıl ve aylarda iklimde kurak koşullar yaşanmıştır sorusunun cevabına ulaşılmıştır. Daha sonra, uydu-tabanlı yöntemler kullanılarak, bazalt ve alüvyon birimler üzerinde gelişen buğday bitkisi kurak koşullara hemen tepki vermekte midir? Kurak ay ve yıllarda buğdayın bitki indeks durumu nedir? Hangi test alanından belirlenen buğday ürünü, kurak koşullara daha güçlü tepkiler vermiştir? Buğday-kuraklık ilişkisi incelenerek,

iklimde yaşanan kurak koşullar tespit edilebilir mi? gibi soruların cevabına ulaşılmıştır.

Bu bağlamda, uydu ve istasyon tabanlı kuraklık modelleri kullanılarak yapılan bu çalışma için sonuçlar şu şekilde belirtilebilir. Buğday bitkisi için; yılın kurak geçmesinden öte bilhassa nisan ayının kurak ya da nemli geçmesi önemlidir. Nisan ayında meydana gelen yağış artışı bitkinin boyunun uzamasına ve buna bağlı olarak bitki indeks değerlerinin artmasına sebep olmaktadır. Bu sebepten dolayı uydu verilerinden nisan yağışlarının bitki üzerindeki etkisini tespit etmek kolaylaşmaktadır. Bu doğrultuda buğday için yılın tümünün kurak geçmesinden öte yılın ilk 6 ayının nasıl geçtiği önemlidir. Aynı zamanda nisan ayında, bitki indeks değerlerinde meydana gelen negatif sapma, yılın ilk 6 ayında iklimde yağış ve nem eksikliğinin meydana geldiğini hakkında işaret vermektedir.

Bunun yanı sıra çalışmada elde edilen bir diğer sonuç ise, kurak iklim koşullarının hâkim olduğu dönemde buğday bitkisinin erken sarardığı görülmektedir. Bu durum bitki indeks modellerinden anlaşılmaktadır. Buğday'ın gelişme döneminde yağışların fazla olması bitkinin mayıs aylarına kadar yeşil kalmasını sağlarken, kurak dönemlerde bitki nisan ayında sararmaktadır. Bu durum gıda arzında sıkıntı yaratmaktadır. Ekmek ve gıda ürünlerinin fiyatlarında artışa sebep olmaktadır. Konu ile ilgili devlet kurumları mart ve nisan aylarında meydana gelen kuraklığın çiftçi üzerinde oluşturacağı olumsuz etkiyi azaltmak için gerekli önlemleri almalıdır.

### **Öneriler**

Dünya'nın en gelişmiş ekonomilerinin dahi tam olarak çözüm bulamadığı kuraklık konusunu Türkiye daha fazla önemsemeli ve daha fazla bütçe ayırmalıdır. Aksi takdirde kuraklığın sonuçları kıtlık gibi büyük maliyetli sosyal ve ekonomik sorunlar doğurmaktadır. Örneğin; kuraklığın verdiği zararlar ABD'de her yıl 6-8 milyar dolarlık bir bütçe gideri oluşturmaktadır Dolayısıyla kuraklığın önceden tahmini büyük önem arz etmektedir. Tarımla, ormancılık ve su kaynakları ile ilgili çalışmalar yapan bilim disiplinlerinin ve devlet kurumlarının, çalışmalarında uydu-tabanlı kuraklık modelleri kullanmaları büyük önem arz etmektedir. Çünkü karar vericilerin kuraklığı önceden tahmin ederek gerekli tedbiri alması gerekmektedir. Aksi takdirde kuraklık ciddi manada gıda arzı sıkıntısına sebep olabilmektedir.

Bu çalışmada uydu-tabanlı modeller kullanılarak, Yarı Kurak Akdeniz ikliminin kuraklığı hakkında önemli bulgular elde edilmiştir. Bundan



## Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi

sonraki çalışmalarda, daha yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılarak kuraklık modelleri oluşturmak, elde edilen sonuçları daha doğru hale getirecektir.

Bu çalışmada son dönemlerde yurtdışında yapılan çalışmaların aksine geleneksel yöntemler yadsınmamıştır. Çünkü geleneksel yöntemler ile modern yöntemlerin her birinin avantaj ve dezavantajları vardır. Her iki geleneği birbirine entegre ederek, avantajlar arttırılmakta, dezavantajlar ise yok edilmektedir. Böylelikle sonuçlar daha detaylı ve doğru olmaktadır. Dolayısıyla bundan sonra kuraklık ile yapılan çalışmalarda her iki yöntemi birbirine entegre etmenin büyü önemi vardır. Nitekim çalışmamızda bu durumun sağladığı avantajlardan sıklıkla söz edilmiştir.

Türkiye'nin güneyinin olası iklim değişiminden çok fazla etkileneceği daha önce yapılan birçok çalışmada belirtilmiştir. Bunun yanı sıra NASA bilhassa Dođu Akdeniz Havzası ile ilgili kuraklık uyarısı yapmıştır. Bu uyarıda, son 900 yılın en kurak yıllarının yaşandığı belirtilmiştir. Dolayısıyla bundan sonra yapılan çalışmaların Türkiye'nin Akdeniz Bölgesi'ne odaklanması önemlidir. Çünkü yağış değişkenliğinin yüksek olması ve bu duruma iklim değişiminin de eklenmesi, tarımsal verimin de büyük risk altında olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de kuraklıkla ilgili yapılan çalışmalar genelde istasyon-tabanlıdır. İstasyon tabanlı geleneksel çalışmalar büyük bir boşluğu doldurmaktadır fakat yetersizdir. Çünkü kuraklığın tespiti kadar önemli olan bir husus, kuraklığın mekânsal etkilerinin ne olacağıdır. Bu çalışmada, kurak koşulların çeşitli bitki örtüsü grupları üzerine etkisini konu almıştır. Bu yönde çalışmalara ait daha fazla Türkçe literatürün oluşması gerekmektedir.

### KAYNAKLAR

- Anyamba, A., Tucker, C. J., Eastman, J.R. (2001). NDVI anomaly patterns over Africa during the 1997/98 ENSO warm event, *International Journal of Remote Sensing*, 22, 1847-1859.
- Akbaş A., ve Tatlı H. (2013). "Analysis Specific Drought Years on Turkey via Palmer Drought Severity Index", *6th Atmospheric Science Symposium*, 312-321.
- Bayarjargal, Y., Karnieli, A., Bayasgalan, M., Khudulmur, S., Gandush, C., Tucker, C. J. (2006). A comparative study of NOAA-AVHRR derived drought indices using change vector analysis, *Remote Sensing of Environment*, 105, 9-22.

- Brown J F, Wardlow B D, Tsegaye T, Hayes M J, Reed B C. (2008). "The vegetation drought response index: a new integrated approach for monitoring drought stress in vegetation". *GIScience and Remote Sensing*, 45, ss. 1548-1603.
- Chen C. F., Nguyen T. S., ve Li Y. C. (2011). "Monitoring of soil moisture variability in relation to rice cropping systems in the Vietnamese Mekong Delta using MODIS data". *Applied Geography*, 31, ss. 463-475.
- Cosun, F., ve Karabulut, M., (2009). "Kahramanmaraş'ta Ortalama, minimum ve Maksimum Sıcaklıkların Trend Analizi." *Türk Coğrafya Dergisi* 53, ss.41-50.
- Çelik, M. A., Gülersoy, A. E. (2013), Güneydoğu Anadolu Projesi'nin (GAP) Harran Ovası Tarımsal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimlerin Uzaktan Algılama ile İncelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 28 (6), ss. 46-54.
- Çelik, M. A., ve 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*, 1 (6), ss. 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*, 60, 37-48.
- Çelik, M. A., Karabulut, M., (2014), Farklı Bitki İndeks Modelleri (EVI, NDVI, VCI) Kullanılarak Resulosman Dağı (Kilis) Bitki Örtüsünün İncelenmesi, *Coğrafyacılar Derneği Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı*, 372-379, *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, MUĞLA*
- Çelik, M. A., Gülersoy, A.E, (2014), Kilis Merkez İlçede Marnlı Çıplak Yüzeylerin Zamansal Değişiminin Uzaktan Algılama İle Analizi (1984-2010) Ve Bu Yüzeylerin Rehabilitasyonu İçin Öneriler, *Marmara Coğrafya Dergisi* 28, Temmuz, 487-500.
- Çiçek, İ. (1995). "Türkiye'deki Kurak Dönemin Yayılışı ve Süresi (Thornthwaite Metoduna Göre)" *Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, S: 4, ss.77-101.
- Dai, A. (2011). "Drought under global warming: A review. Wiley Interdiscip". *Rev. Climate Change*, 2, ss. 45-65.
- Du, L., Qingju, T., Tao, Y., Qingyan, M., Tamas, J., Peter, U., ve Yan, H., (2013). "A com-prehensive drought monitoring method

**Uydu Tabanlı Kuraklık İndisi (Svı) Kullanılarak Yarı Kurak Akdeniz İkliminde (Kilis)Buğday Bitkisinin Kurak Koşullara Verdiği Tepkinin İncelenmesi**

- integrating MODIS and TRMM data”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 23, ss. 245-253
- Gülersoy, A.E. (2013). “Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneđi (1986-2010)”, *Turkish Studies*, 8 (8) ss. 1915-1934.
- Kızılaslan, H. (2004) Dünya’da ve Türkiye’de Buğday Üretimi ve Uygulanan Politikaların Karşılaştırılması, *GOÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 23-38
- Kızılelma Y., Çelik, M.A., ve Karabulut, M. (2015). “İç Anadolu Bölgesinde sıcaklık ve yağışların trend analizi” *Türk Coğrafya Dergisi* 64, ss. 1-10.
- Mckee, T.B., Doesken, N.J., Kleist, J., (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales, *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* January, Anaheim, CA (sayfa: 179-184). *Boston: American Meteorological Society*.
- Mishra A.K ve Singh V.P. (2010). “A review of drought concepts”. *Journal of Hydrology*, 391, ss. 202-216
- Nicholson, S.E., ve Farrar, T. J. (1994). “The influence of soil type on the relationships between NDVI, rainfall, and soil moisture in semiarid Botswana: I. NDVI response to rainfall”, *Remote Sensing of Environment*, 50, ss. 107-120.
- Peters, A.J., Walter-Shea, E.A., Ji,L., Vliia, A., Hayes,M., Svoboda M.(2002) Drought Monitoring with NDVI-Based Standardized Vegetation Index, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 68 (1), 71-75.
- Shukla, V. (2007). “Modeling Spatio-Temporal Pattern of Drought Using Three-Dimensional Markov Random Field. International Institute For Geo-Information Science And Earth Observation Enschede”, *The Netherlands Master of Science*,ss. 1-53.
- Şimşek, O. (2010). “Türkiye”de Tarım Yılı Kuraklık Deđerlendirmesi Ve Bitki Gelişim Modeli İle Buğdayda Kuraklık-Verim Analizi”, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)*, Ankara.
- Türkeş, M. (2007). “Türkiye’nin kuraklığa, çölleşmeye eğilimi ve iklim değişikliği açısından değerlendirilmesi”, *Pankobirlik* 91, ss. 38-47.

- 
- Türkeş, M. (2012). "Türkiye'de Gözlenen ve Öngörülen İklim Değişikliği, Kuraklık ve Çölleşme", *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi* 4(2), ss. 1-32.
- Öztürk, A. (1999) Kuraklığın Kışık Buğdayın Gelişmesi ve Verimine Etkisi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 23, 531-540.
- Quiring, S.M. ve Papakryiakou, T. N., (2003). An evaluation of agricultural drought indices for the Canadian prairies, *Agricultural and Forest Meteorology*, 118, 49-62.
- Wardlow, B. D., ve 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, ss. 1096-1116.
- Wan, Z., Wang, P.ve Li, X., (2004). "Using MODIS Land Surface Temperature and Normalized Difference Vegetation Index products for monitoring drought in the southern Great Plain", USA. *International Journal of Remote Sensing* 25 (1), ss. 61-72.
- Wilhite D.A. (2007). "Preparedness and Coping Strategies for Agricultural Drought Risk Management: Recent Progress and Trends. In: Sivakumar M.V.K", Motha R (Eds.) *Managing Weather and Climate Risks in Agriculture*. Springer, Berlin Heidelberg, ss. 21-38.
- Uçan, K., Killı, F., Gençoğlan, C., ve Merdun, H., (2007). "Effect of irrigation frequency and amount on water use efficiency and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) under field conditions". *Field Crops Research* 101, ss. 249-258.