

KURAKLIK ŞİDDETİ HARİTASI DEĞİŞİM ANALİZİ: 2013-2023 ÇİVRİL/DENİZLİ GÖZLEMİ

Rüştü ÇALLI¹, Emirhan ÖZDEMİR², Mitat Can YILDIZ³, Alihsan ŞEKERTEKİN⁴

¹Öğr. Gör., Iğdır Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 76002, Suveren, Iğdır, rustu.calli@igdir.edu.tr
²Öğr. Gör. Dr., Iğdır Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 76002, Suveren, Iğdır, emirhan.ozdemir@igdir.edu.tr
³Öğr. Gör., Iğdır Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 76002, Suveren, Iğdır, mcan.yildiz@igdir.edu.tr
⁴Doç. Dr., Iğdır Üniversitesi, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, 76002, Suveren, Iğdır, alihsan.sekerteekin@igdir.edu.tr

ÖZET

Doğal olarak meydana gelen bir olay olan kuraklığın ekonomi, ekosistem ve çevrede yaşayan canlıların refahı üzerinde önemli etkileri vardır. Uzaktan algılama teknolojisi, farklı mekansal ve zamansal ölçeklerde kuraklığın izlenmesinde en etkili çözümleri sunmaktadır. Bitki Sağlığı İndeksi (VHI: Vegetation Health Index), kuraklık koşullarını takip etmek için en yaygın kullanılan uzaktan algılama indeksleri arasında yer almaktadır. Bu çalışmada önemli bir tarım bölgesi olan Denizli'nin Çivril ilçesindeki 2013-2023 yılları arasındaki Kuraklık şiddeti haritalarının üretilerek değişim analizi yapılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda 2013 ve 2023 yılları için Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alınmış bulutsuz Landsat 8-9 uydu görüntüleri kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Her iki yıl için VHI görüntüleri üretilmiş sonrasında ise VHI görüntülerinden Kuraklık şiddeti haritaları elde edilmiştir. Kuraklık şiddeti haritaları; aşırı Kuraklık, şiddetli Kuraklık, orta Kuraklık, Hafif Kuraklık ve Kuraklık yok sınıfları oluşturularak elde edilmiş ardından bu görüntülerin farkı alınarak değişim haritası üretilmiştir. Oluşturulan değişim haritasında değişim olmayan alanlar 838.38 km² (%53.41), negatif değişim alanlar 172.57 km² (%10.98) ve pozitif değişim alanlar ise 559.13 km² (%35.61) şeklinde elde edilmiştir. %35.61 olan pozitif değişim oranının ve %10.98 olan negatif değişim oranına kıyasla yüksek olması çalışma bölgesinde iki tarih arasında kuraklığın yüksek seviye olmadığını göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: uzaktan algılama, Landsat 8/9, VHI, YYS, Çivril.

ABSTRACT

DROUGHT SEVERITY MAP CHANGE ANALYSIS: 2013-2023 ÇİVRİL/DENİZLİ OBSERVATION

Drought, which is a naturally occurring event, has significant effects on the economy, ecosystem and the well-being of living things in the environment. Remote sensing technology offers the most effective solutions in monitoring drought at different spatial and temporal scales. Vegetation Health Index (VHI) is among the most widely used remote sensing indices to monitor drought conditions. This study aims to produce drought severity maps for the years 2013 and 2023 in Çivril district of Denizli, an important agricultural region, and to conduct change analysis. In this context, analyses were carried out using cloudless Landsat 8-9 satellite images acquired in June, July and August for the years 2013 and 2023. VHI images were produced for both years and then drought severity maps were obtained from the VHI images. Drought severity maps were obtained by creating classes of Extreme Drought, Severe Drought, Moderate Drought, Mild Drought and No Drought, and then a change map was produced by taking the difference of these images. In the created change map, the areas without change were obtained as 838.38 km² (%53.41), the areas with negative change were obtained as 172.57 km² (%10.98) and the areas with positive change were obtained as 559.13 km² (%35.61). The fact that the positive change rate of 35.61% was higher than the negative change rate of 10.98% shows that drought was not at a high level between the two dates in the study region.

Keywords: remote sensing, Landsat 8/9, VHI, LST, Çivril.

1. GİRİŞ

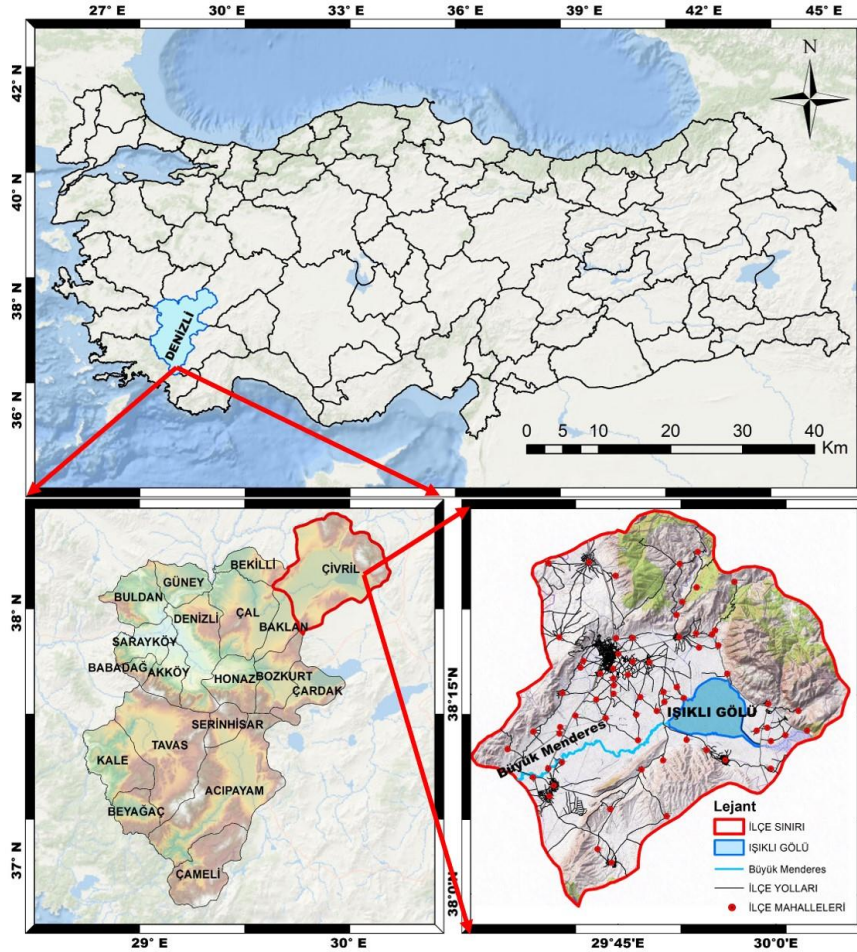
Günümüzde insanoğlunun karşı karşıya olduğu kuraklık ve çölleşme, acilen dikkate alınması gereken en önemli bölgesel ve küresel konulardan biridir (Türkeş, 2010; Tatlı ve Türkeş, 2011). Doğal habitatlar ve ekosistemler, medeniyetlerin kuruluşundan şehirlerin su teminine, tarım, ormancılık, ulaşım ve modern karmaşık endüstrilere kadar tüm sosyal ve ekonomik sektörleri kapsamlı bir biçimde etkilemektedir (Heim, 2002). Kuraklık doğal bir olgu olarak ekosistemler ve çevresinde yaşayan bireylerin refahı üzerinde derin etkiler yaratan bir süreçtir. İklimsel anlamda periyodik olarak tekrar eden bu olay, zamanla yağış miktarındaki azalma, toprak neminde yetersizlik, gerçek ve potansiyel buharlaşma-terleme farklılıkları gibi çeşitli sorunları beraberinde getirmektedir (Lisonbee vd., 2021; Yu ve Guo, 2023). Kuraklıkların ortaya çıkış sırasına ve toplumu etkileme derecesine göre dört ana kategori tanımlanmıştır: hidrolojik, tarımsal, sosyo-ekonomik ve meteorolojik kuraklıklar (Wilhite, 2000). Geleneksel olarak, kuraklık olaylarının incelenmesi ve izlenmesi, yerel meteoroloji istasyonlarından elde edilen veriler aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Uzun yıllar boyunca toplanan meteorolojik veriler ve kapsamlı tarihsel belgeler, doğru kuraklık izlemeye olanak sağlamakla birlikte, bu istasyonların yoğunluğu ve coğrafi dağılımı, gerekli mekansal bilgilerin tespitinde çoğu zaman yetersiz kalmaktadır (Sheffield vd., 2012).

Bu sınırlamaların aşılması için uzaktan algılama teknolojisi, kuraklığın farklı mekansal ve zamansal ölçeklerde izlenmesinde en etkili çözümleri sunmaktadır. Landsat, SENTINEL, MODIS ve ASTER gibi serbest erişime açık uzaktan algılama veri setleri hem yerel hem de bölgesel düzeylerde uzun vadeli kuraklık izleme için tercih edilen önemli seçenekler olarak öne çıkmaktadır (Ghaleb vd., 2015; Ozelkan vd., 2016; Arekhi vd., 2020; Kocaaslan vd., 2021; Gümüş ve Durduran, 2023). Bitki Sağlığı İndeksi (VHI–Vegetation Health Index), kuraklık koşullarını izlemek amacıyla en yaygın kullanılan uzaktan algılama indekslerinden biridir (Kogan, 1997; Bento vd., 2018). VHI, uzaktan algılama verilerinden türetilmiş, geniş çapta kabul görmüş bir metrik olup, Sıcaklık Durum İndeksi (TCI–Temperature Condition Index) ve Bitki Durum İndeksi (VCI–Vegetation Condition Index) kullanılarak elde edilmektedir.

Bu çalışma, 2013 ve 2023 yıllarına ait Landsat 8/9 uydu görüntülerinden elde edilen VHI görüntüleri ile kuraklık şiddeti haritalarının üretilmesi ve değişim analizi yapılmasını amaçlamaktadır. Çalışma alanı olarak Türkiye'nin Denizli ilinin Çivril ilçesi seçilmiştir ve Landsat 8/9 uydu görüntüleri 21 Haziran 2013, 07 Temmuz 2013, 08 Ağustos 2013, 25 Haziran 2023, 19 Temmuz 2023 ve 04 Ağustos 2023 tarihlerinde alınmıştır.

2. ÇALIŞMA ALANI

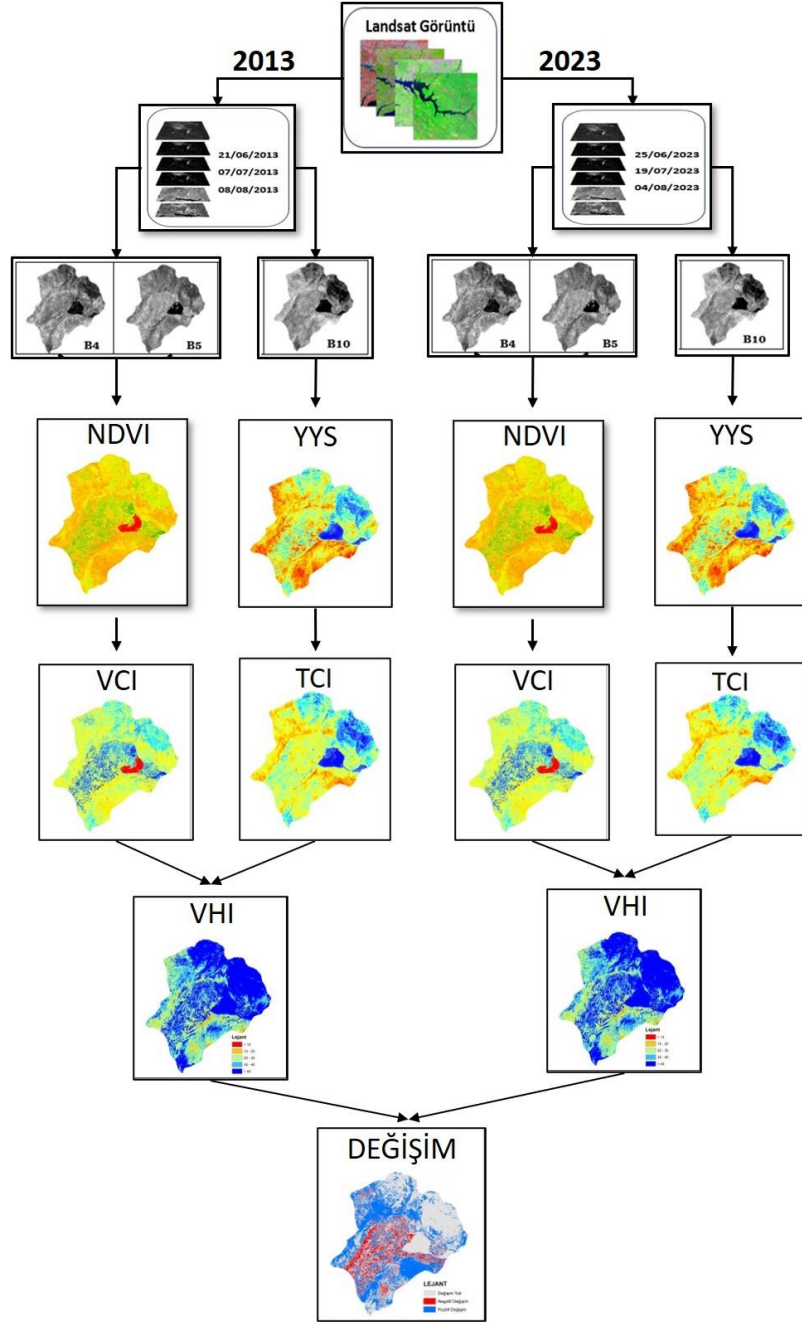
Çivril, Denizli il merkezinin kuzeydoğusunda yer alan bir ilçedir (Şekil 1). Kuzeyinde Sivasslı, kuzeybatısında Karahallı, kuzeydoğusunda Sandıklı, güneydoğusunda Dinar, güneyinde Dazkırı ve Evciler, güneybatısında ise Bekilli, Çal ve Baklan ilçeleriyle komşudur. İlçenin deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 900 m olup, ilçe merkezinin yüksekliği ise 832 metredir. Çivril, dağlarla çevrili alüvyial bir çöküntü üzerine kuruludur. Arazinin %30'u dağlık, %16'sı engebeli, %54'ü ise düz oavadan oluşmaktadır. Çivril, Ege Bölgesi'nde görülen Akdeniz iklimi ile İç Anadolu Bölgesi'nde rastlanan karasal iklim arasında bir geçiş iklimine sahiptir. Bu nedenle yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise soğuk ve yağışlı geçmektedir. Ekonomisi 1960 yılı öncesinde tahıl, bağ, haşhaş ve az miktarda şeker pancarına dayanan ilçenin, 1960 yılından sonra DSİ ve Toprak su Hizmetlerinin gelmesiyle hareketli ve güçlü bir yapıya kavuşmuştur. Her türlü tarımsal ürün ve hayvancılığın yanı sıra su ürünleri önemli gelir kaynağını oluşturmaktadır. 70.000 hektar ziraata elverişli arazide tahıl, şekerpancarı, üzüm, elma üretimi ile birlikte vişne, kiraz, şeftali gibi ekonomik değeri yüksek meyveler de yetiştirilmektedir (<https://www.civril.bel.tr/cografi-konum>).



Şekil 1. Çalışma alanı (Denizli / Çivril)

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, 2013 ve 2023 yıllarına ait Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında elde edilen bulutsuz Landsat 8-9 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Şekil 2, çalışma kapsamında izlenen metodolojinin adımlarını özetlemektedir. İlk olarak, Normalize Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve Yer Yüzey Sıcaklığı (YYS) verilerini elde etmek amacıyla üç set Landsat 8 ve Landsat 9 görüntüsü kullanılmıştır. Daha sonra, NDVI görüntülerinden VCI ve YYS görüntülerinden TCI haritaları oluşturulmuştur. Son olarak, VCI ve TCI haritalarının birleştirilmesiyle VHI haritaları türetilmiştir. En son adımda 2013 ve 2023 yılları için üretilen VHI haritalarının farkı alınarak değişim haritası üretilmiştir. İzlenen metodolojik süreçler hakkında detaylı bilgiler aşağıdaki alt başlıklarda sunulmaktadır.



Şekil 2. Çalışma kapsamında uygulanan iş-akış şeması

3.1 VCI Haritalarının Elde Edilmesi

VCI bitki örtüsü koşullarını değerlendirmek ve özellikle Kuraklık gibi stres durumlarını tespit etmek için kullanılan bir göstergedir (Kogan, 1990). VCI hesaplaması, belirli bir zaman diliminde elde edilen NDVI değerlerine dayanır ve bu değerler, bitki örtüsünün yeşillik seviyesini ve genel sağlığını gösterir. VCI, (1) nolu denklemde gösterildiği gibi NDVI kullanılarak üretilmektedir.

$$VCI = \left(\frac{NDVI - NDVI_{\min}}{NDVI_{\max} - NDVI_{\min}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Bu denklemde:

- NDVI: İlgili zaman dilimindeki mevcut NDVI değeri,
- NDVI_{min}: İlgili zaman dilimindeki minimum NDVI değeri,
- NDVI_{max}: İlgili zaman dilimindeki maksimum NDVI değeri.

3.2 TCI Haritalarının Elde Edilmesi

TCI, bitki örtüsünün termal stres seviyelerini değerlendirmek için kullanılan bir göstergedir. Bu indeks, YYS değerlerini baz alarak hesaplanır. YYS, yüzey sıcaklığını temsil eder ve bitki örtüsünün ısı stresini değerlendirmede kullanılır (Kogan, 1995). TCI'nin hesaplanması (2) nolu denklemde gösterilen formüle dayanmaktadır.

$$TCI = \left(\frac{YYS_{\max} - YYS}{YYS_{\max} - YYS_{\min}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Bu denklemde:

- YYS: İlgili zaman dilimindeki mevcut yüzey sıcaklığı değeri,
- YYS_{max}: İlgili zaman dilimindeki maksimum YYS değeri,
- YYS_{min}: İlgili zaman dilimindeki minimum YYS değeri.

3.3 VHI Haritalarının Elde Edilmesi

VHI, Kogan (2002) tarafından geliştirilmiş bir göstergedir ve bitki örtüsü sağlığını değerlendirmek için TCI ve VCI göstergelerinin ağırlıklı ortalamasını kullanmaktadır. VHI hem sıcaklık stresini hem de bitki örtüsü durumunu bir arada değerlendirerek daha kapsamlı bir analiz sağlar. VHI'nin formüle edilmesinin ardındaki mantık aşağıdaki iki varsayıma dayanmaktadır.

- VHI, NDVI ne kadar düşük ve YYS ne kadar yüksekse bitki örtüsünün sağlığının o kadar kötü olduğu şeklinde tanımlanmaktadır;
- Bitki örtüsünün ve sıcaklığın bitki örtüsü sağlığına katkısı hakkında önceden bir bilgi bulunmadığından, ikinci indeks genellikle sadece VCI ve TCI'nin ortalaması alınarak hesaplanır (Bento vd., 2018)

VHI hesaplaması (3) nolu denklemde gösterilen formüle dayanmaktadır.

$$VHI = \alpha * VCI + (1 - \alpha) * TCI \quad (3)$$

Bu denklemde:

- **TCI**: Sıcaklık Durum İndeksi,
- **VCI**: Bitki Durum İndeksi,
- **α** : TCI ve VCI'ye verilen ağırlığı belirten bir katsayı

Genellikle, VCI ve TCI için optimal ağırlıkların belirlenmesi zor olduğundan, pratikte $\alpha=0.5$ olarak alınır (Bhuiyan vd., 2006; Yagci, 2021). Bu durumda, VHI, (4) nolu denklemde gösterildiği formülüne edilebilir.

$$VHI = (0.5 * VCI) + (0.5 * TCI) \quad (4)$$

2013 ve 2023 yıllarının Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarına ait VHI görüntüleri elde edildikten sonra, bu görüntülerin her iki yıl için ortalaması alınmış ve eşik değerlerine göre beş kategoriye ayrılmıştır (Çizelge 1). Bu işlem, Kuraklık şiddeti haritalarını elde etmek amacıyla yapılmıştır (Arekhi vd., 2020).

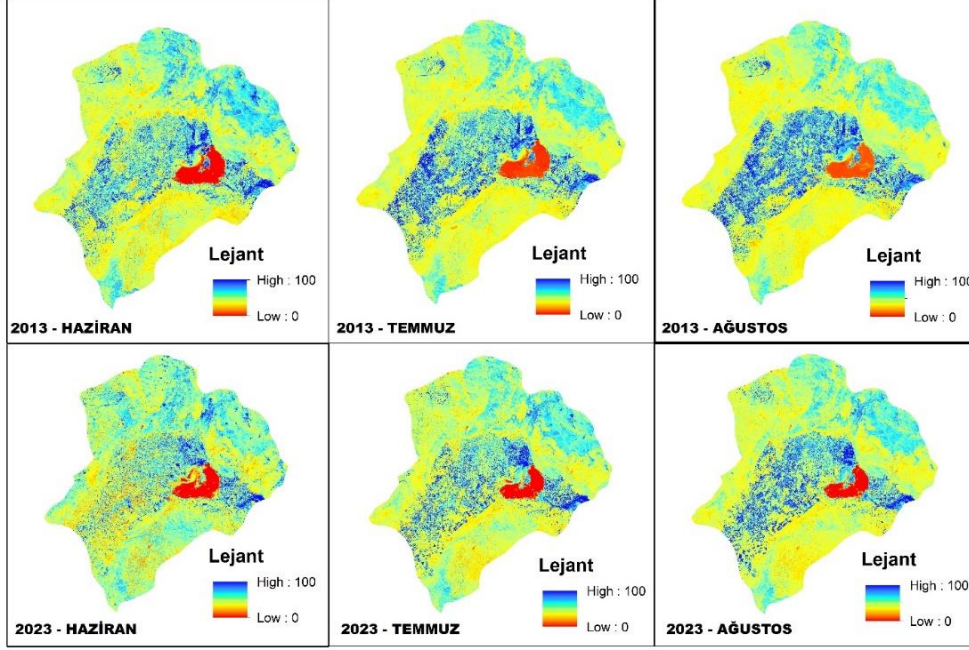
Çizelge 1. VHI için kuraklık şiddeti sınıfları.

Şiddet Sınıfı	Değer
Aşırı Kuraklık	<10
Şiddetli Kuraklık	10 – 20
Orta Kuraklık	20 – 30
Hafif Kuraklık	30 – 40
Kuraklık Yok	>40

4. BULGULAR

4.1 VCI Haritalarının Analizi

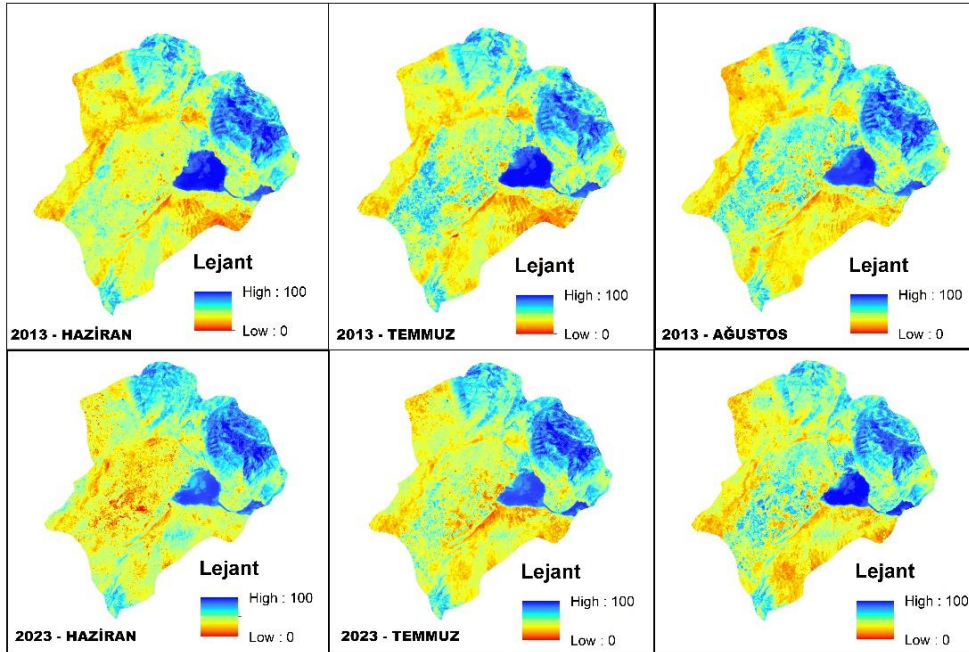
Yapılan analizler sonucunda, bitki örtüsünün durumunu değerlendiren aylık VCI haritaları Şekil 3'teki gibi elde edilmiştir. Şekillerde mavi bölgeler bitki örtüsünün yoğunluğunu ifade ederken kırmızı renk tonlarına gidildikçe bitki örtüsünün azaldığı ve olmadığı (çılak arazi veya su yapısı) bölgeler görülmektedir.



Şekil 3. VCI Haritaları

4.2 TCI Haritalarının Analizi

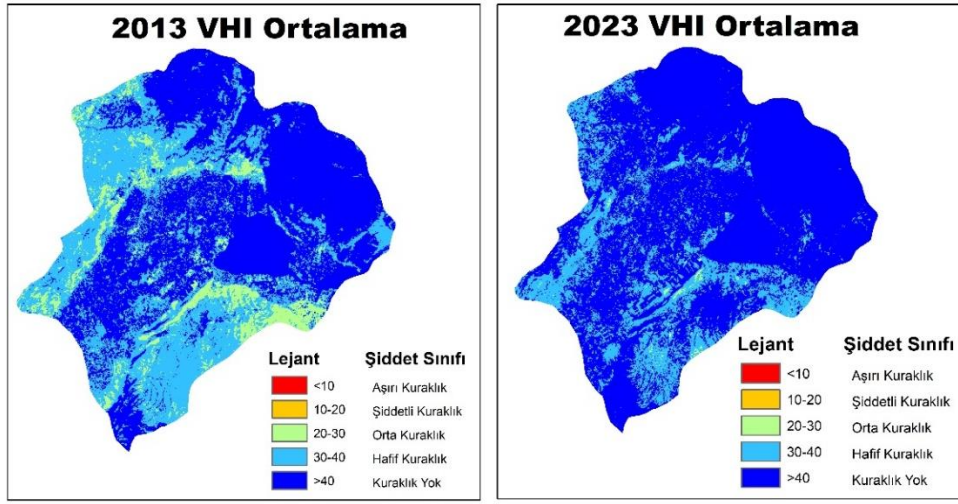
TCI hesaplamalarında, yüzey sıcaklığı verileri kullanılarak arazi örtüsünün sıcaklık durumu ortaya konmaktadır. TCI görüntüleri, maksimum ve minimum YYS değerleri kullanılarak (2) nolu denklem ile elde edilmiştir (Şekil 4). Şekil 4'te kırmızı tonlar arazi örtüsü sıcaklık durumu açısından yüksek olduğu yerleri temsil ederken mavi tonlara yaklaştıkça sıcaklık durumunun düşük olduğu bölgeler görülmektedir.



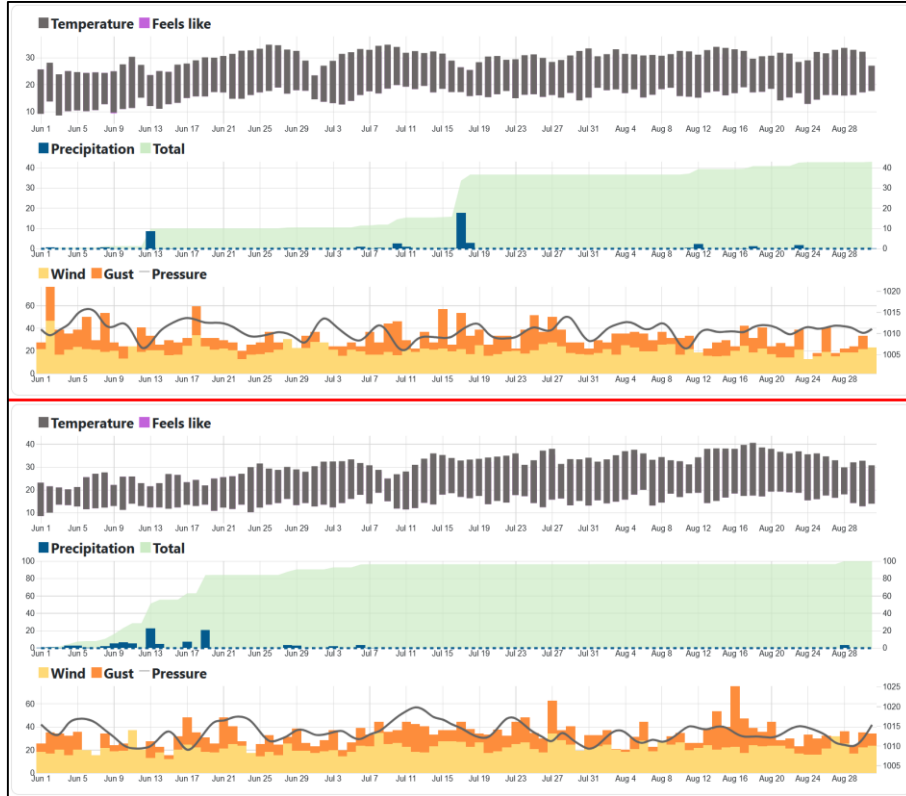
Şekil 4. TCI Haritaları

4.3 VHI Haritalarının Analizi

VHI, TCI ve VCI'nin ağırlıklı ortalaması kullanılarak hesaplanmıştır. 2013 ve 2023 yılları Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarına ait VHI haritalarının ortalaması alınarak ilgili yılı temsilen bir adet ortalama VHI haritası üretilmiştir (Şekil 5). VHI, önemli bir kuraklık göstergesi olarak kabul edilmekle birlikte kuraklık şiddetinin durumunu ortaya koymak amacıyla Çizelge 1'de belirtilen eşik değerler dikkate alınarak Şekil 5'te kuraklık şiddeti haritaları sunulmuştur. Haritalarda 2013 ve 2023 yılları için aşırı kuraklık ve şiddetli kuraklık alanları çok az yer kaplamakla birlikte genellikle orta kurak, hafif kurak ve kuraklık olmayan alanlara rastlanmaktadır. Şekil 5'teki 2023 ve 2013 kuraklık şiddeti haritaları karşılaştırıldığında 2013 yılının 2023 yılına nazaran orta kurak alanlar bakımından daha fazla alana sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle meteorolojik parametreler ile birlikte yorum yapabilmek adına 2013 ve 2023 yılları için 1 Haziran-31 Ağustos tarihleri arasındaki hava sıcaklığı, yağmur miktarı ve rüzgâr durumunu gösteren grafik Şekil 6'da sunulmuştur (<https://www.visualcrossing.com/weather-history/>). Şekil 6'da özellikle ilgili zaman dilimleri için 2013 yılındaki kümülatif yağmur miktarı 43 mm iken 2023 yılında bu değer 100 mm olduğu görülmüştür. Bu durum görüntülerde 2023 yılının neden 2013'e göre daha az kurak olduğunu kanıtlamaktadır.



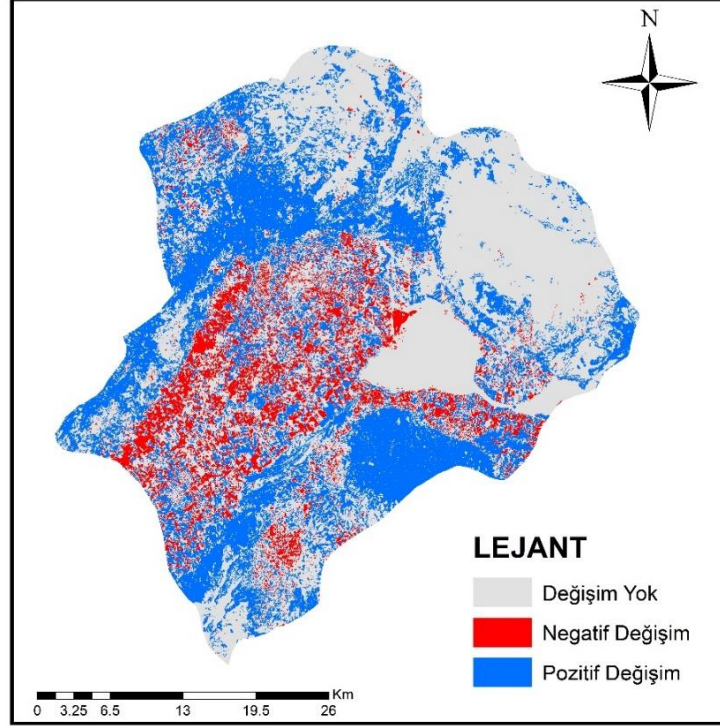
Şekil 5. VHI Ortalama Haritaları



Şekil 6. 1 Haziran-31 Ağustos tarihleri arasındaki sıcaklık, yağmur ve rüzgâr durumu: a) 2013, b) 2023

4.4 Değişim Haritalarının Analizi

2023 yılı VHI Ortalama ile 2013 VHI Ortalama görüntülerini farkı alınarak Değişim Haritası üretilmiştir (Şekil 7). Oluşturulan değişim haritasında değişim olmayan, pozitif değişim ve negatif değişim olan alanlar Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelge 2’ye göre 2013 ve 2023 yılları arasında toplam çalışma alanının %53.41 (838.88 km²)’inde değişim olmamıştır. Dönemsel kuraklık anlamında pozitif ve negatif değişim gözlemlenen alanlar ise sırasıyla %35.61 (559.13 km²) ve %10.98 (172.57 km²)’dir.



Şekil 7. 2013-2023 VHI değişim haritası

Çizelge 2. 2013-2023 VHI Alansal Değişim Tablosu.

Değişim Türü	Alan (km ²)	Yüzde Alan (%)
Değişim Yok	838.88	53.41
Pozitif Değişim	559.13	35.61
Negatif Değişim	172.57	10.98

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada Landsat 8/9 uydu görüntüleri ile Çivril’in 2013 ve 2023 yılları arasındaki (Haziran-Temmuz-Ağustos ayları dikkate alınarak) VHI görüntüleri çıkarılarak ilgili dönemler için kuraklık analizi gerçekleştirilmiştir. Kuraklık analizi için her iki yılın Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında alınan görüntülerinden üretilen VHI haritalarının ortalaması alınarak ilgili yılı temsilen kuraklık şiddeti haritaları çıkarılmıştır. Son aşamada ise çıkarılan kuraklık şiddeti haritalarının farkı alınarak değişim haritası üretilmiş ve alansal analizler ortaya konmuştur. 2023 yılının 2013 yılına nazaran daha az kurak geçtiği ve meteorolojik verilerin de bu durumu desteklediği belirlenmiştir. Değişim haritası dikkate alındığında pozitif değişim olan alanların negatif değişim olan alanlara oranla çok daha fazla olduğu da ortaya konmuştur. Çalışmada elde edilen sonuçlar uzaktan algılama teknolojilerinin konumsal ve zamansal kuraklık analizlerinde ne denli etkili olduğunu kanıtlamıştır.

KAYNAKLAR

Arekhi, M., Sağlam, S. ve Ozkan, U. Y. 2020. Drought monitoring and assessment using Landsat TM/OLI data in the agricultural lands of Bandar-e-Turkmen and Gomishan cities, Iran. *Environment, Development and Sustainability*, 22, 6691-6708.

Bento, V. A., Gouveia, C. M., DaCamara, C. C. ve Trigo, I. F. 2018. A climatological assessment of drought impact

on vegetation health index. *Agricultural and forest meteorology*, 259, 286-295.

Bhuiyan, C., Singh, R. P. ve Kogan, F. N. 2006. Monitoring drought dynamics in the Aravalli region (India) using different indices based on ground and remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8(4), 289-302.

Du, L., Mickle, N., Zou, Z., Huang, Y., Shi, Z., Jiang, L., ... ve Luo, Y. 2018. Global patterns of extreme drought-induced loss in land primary production: Identifying ecological extremes from rain-use efficiency. *Science of the Total Environment*, 628, 611-620.

Ghaleb, F., Mario, M. ve Sandra, A. N. 2015. Regional landsat-based drought monitoring from 1982 to 2014. *Climate*, 3(3), syf: 563-577.

Gümüş, M. G. ve Durduran, S. S. 2023. Satellite-based investigation of drought effect on vegetation health index: Beyşehir-Kaşaklı Sub-Basin, Turkey. *Bulletin of Geophysics & Oceanography (BGO)*, 64(1).

Heim, R. ve R., Jr. 2002. A Review of Twentieth-Century Drought Indices Used in the United States, American Meteorology Society.

Kocaaslan, S., Musaoğlu, N. ve Karamzadeh, S. 2021. Evaluating drought events by time-frequency analysis: A case study in aegean region of Turkey. *IEEE Access*, 9,125032-125041.

Kogan, F. N. 1997. Global drought watch from space. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(4), 621-636.

Lisonbee, J., Woloszyn, M. ve Skumanich, M. 2021. Making sense of flash drought: Definitions, indicators, and where we go from here. *Journal of Applied and Service Climatology*, 2021:001, DOI: doi.org/10.46275/JOASC.2021.02.001

Ozelkan, E., Chen, G. ve Ustundag, B. B. 2016. Multiscale object-based drought monitoring and comparison in rainfed and irrigated agriculture from Landsat 8 OLI imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 44, 159-170.

Sheffield, J., Wood, E. F., & Roderick, M. L. 2012. Little change in global drought over the past 60 years. *Nature*, 491(7424), 435-438.

Tatlı, H. ve Türkeş, M. 2011. Empirical orthogonal function analysis of the Palmer drought indices. *Agricultural and Forest Meteorology*, 151: 981-991.

Türkeş, M. 2010. BM Çölleşme ile Savaşım Sözleşmesi'nin iklim, iklim Değişikliği ve Kuraklık Açısından Çözümlemesi ve Türkiye'deki Uygulamalar. *Çölleşme İle Mücadele Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, Çorum, 601-616.

Wilhite, D. A. 2000. Chapter 1 Drought as a Natural Hazard: Concepts and Definitions. *Drought Mitigation Center Faculty Publications*. 69.

Yagci, A. L. 2021. Fully automated drought analysis from the products of the moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS). *Intercontinental Geoinformation Days*, 3, 105-108.

Yu, X. ve Guo, X. 2023. Inter-annual drought monitoring in northern mixed grasslands by arevised vegetation health index from historical Landsat imagery. *Journal of AridEnvironments*, 213, 104964.