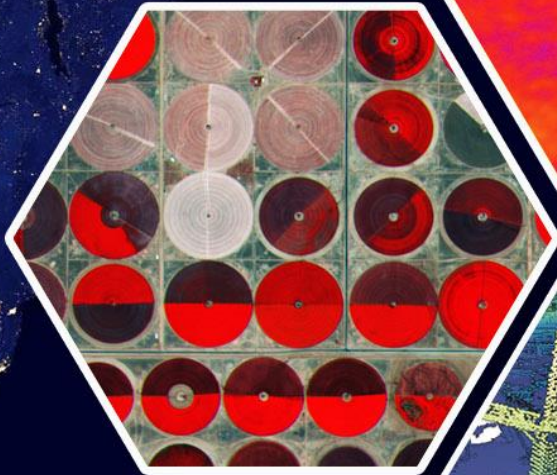
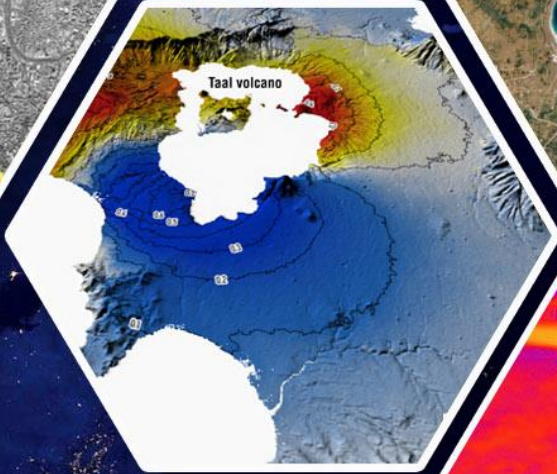
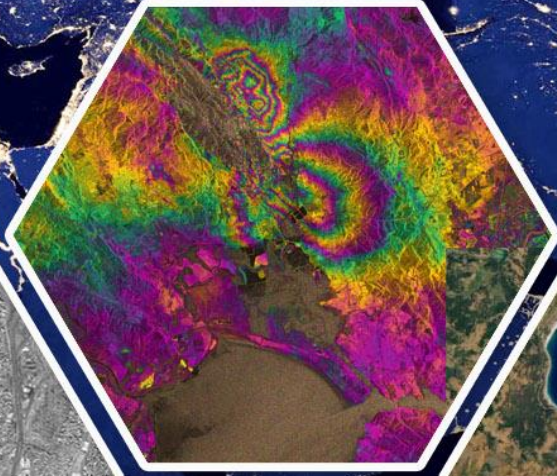
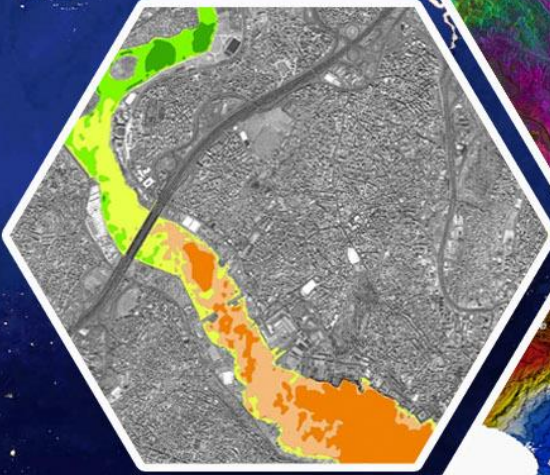
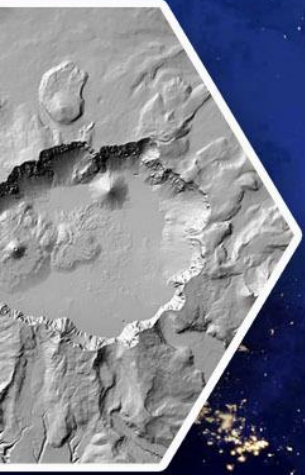


Turkish Journal of REMOTE SENSING

Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi



Jc`#7]h'
=ggi Y#GUmö&
8 YWVa VYf#5 fUö_ž&\$&%

e-ISSN: 2687-4997



Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi



Dergi Hakkında

Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi (TUZAL) bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak Uzaktan Algılama alanındaki yeniliklerle ilgili yapılan çalışmaları yayınlayan ve Uluslararası İndeks ve Veri tabanlarında taranan bir dergidir.

Amaç & Kapsam

TUZAL Dergisi,

- ✚ Uzaktan Algılama alanında ulusal ve uluslararası gelişmeleri Harita, jeoloji, Çevre, Elektrik ve Elektronik, Bilgisayar vb. mühendislik alanı ile ilgilenen bilim insanlarının bilgisine sunmak,
- ✚ Konu ile doğrudan veya dolaylı etkinliklerde bulunan bilim insanları, araştırmacılar, mühendisler ve diğer uygulayıcılar arasındaki bilgi ve deneyim paylaşımını güçlendirecek ve hızlandıracak, kolay erişilebilen, geniş katılımlı bir tartışma ortamı sağlamak ve bunları yayma olanağı yaratmak,
- ✚ Türkiye'nin teknolojik ve ekonomik kalkınmasında rol oynayabilecek Uzaktan Algılama teknolojilerine ilişkin sorunların daha etkin bir şekilde çözüme kavuşturulması açısından büyük önem taşıyan kurumlar arası işbirliğinin başlatılmasına ve geliştirilmesine katkıda bulunmak,
- ✚ Türkçe'nin Uzaktan Algılama alanında bilim dili olarak geliştirilmesini ve yabancı sözcüklerden arındırılmasını özendirmek amaçlarına sahiptir.

Dergisinin kapsamı;

- ✓ Temel Uzaktan Algılama Uygulamaları,
- ✓ RADAR/SAR/LIDAR,
- ✓ Hiperspektral uzaktan algılama,
- ✓ Görüntü sınıflandırma ve analiz yöntemleri,
- ✓ Radyometrik düzeltme için atmosferik modellemenin geliştirilmesi,
- ✓ Küresel modelleme, izleme ve sürdürülebilir kalkınma için küresel veri tabanı ve değişim göstergelerinin belirlenmesi,
- ✓ Laboratuvar ve yerinde test yöntemleri kullanarak veri ve bilginin kontrolü,
- ✓ Uzaktan algılama ve CBS yöntemlerinin entegrasyonu,
- ✓ Afet ve risk etkilerinin azaltılması için bilgi desteği: erken uyarı sistemleri, etki değerlendirmesi, izleme, esneklik ve risk azaltma çalışmaları,
- ✓ Çevre kirliliği: değerlendirme ve etki çalışmaları,
- ✓ Jeoloji, Joemorfoloji ve Pedolojide Yeryüzü Bilimi Uygulamaların ile uzaktan algılanmış girdilerin entegrasyonu,
- ✓ Sürdürülebilir tarımsal üretim ve tarımın korunması için tarım ürünlerinin büyümesinin çok boyutlu izlenmesi,
- ✓ İklim değişikliği çalışmaları,
- ✓ Arazi kullanımı/örtüsünün küresel ve bölgesel dinamikleri, biyo-çeşitlilik, bozulma,
- ✓ Çölleşme ve kuraklık çalışmaları,
- ✓ Topraklar, bitki örtüsü ve iç, kıyı ve okyanus sularında karbon akıları,
- ✓ Su kalitesi çalışmaları vb.

Yayınlanma Sıklığı

Yılda 2 sayı(Haziran-Aralık)

ISSN

2687-4997

WEB

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuzal>

İletişim

osmanorhan44@gmail.com / osmanorhan@mersin.edu.tr / tuzaldergisi@gmail.com



Turkish Journal of Remote Sensing



About Journal

Turkish Journal of Remote Sensing publishes studies related to innovation in the field of Remote Sensing parallel to the developments in science and technology and indexed in the International Index and database.

Aim & Scope

The Journal,

- ✚ To present to the knowledge of National and international developments in the field of Remote Sensing to scientists related with Geomatics, Geology, Environment, Electric and Electronic, Computer etc. engineering fields.
- ✚ To provide an easily accessible, broadly attended discussion environment that will strengthen and accelerate the sharing of knowledge and experience between scientists, researchers, engineers and other practitioners who engage in direct or indirect activities with the subject, and create an opportunity to disseminate them,
- ✚ Turkey's technological and economic development in the problems related to remote sensing technology that can more effectively play a role of great importance in terms of inter-agency cooperation to be initiated and resolved to contribute to the development,
- ✚ It has the aim of encouraging the development of Turkish as a scientific language in the field of Remote Sensing and to be free from foreign words.

Scope of The Journal;

- ✓ Basic remote sensing applications,
- ✓ RADAR/SAR/LIDAR,
- ✓ Hyperspectral remote sensing,
- ✓ Image classification and analysis methods,
- ✓ Development of atmospheric modelling for radiometric correction,
- ✓ Determine global database and alteration indicator for global modelling, monitoring and sustainable development,
- ✓ Data and information control using laboratory and in-situ tests,
- ✓ Integration of remote sensing and CBS methods,
- ✓ Information utility for rescuing disaster and risk effects: Early warning systems, impact evaluation, monitoring, flexiably and risk reducing studies,
- ✓ Environment pollution: Evaluation and effect studies,
- ✓ Integration of Earth science applications in Geology, Geomorphology and Pedology with remote sensing data
- ✓ Multidimensional monitoring of growth of agricultural goods for sustainable agricultural production and protection of agriculture
- ✓ Climate change studies,
- ✓ Land use/ Dynamics of global and regional land, biodiversity, deterioration,
- ✓ Carbon amount in Earth, plant cover and in shore, ocean waters,
- ✓ Water quality studies etc.

Publication frequency

Biannual (June-December)

ISSN

2687-4997

WEB

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuzal>

Contact

osmanorhan44@gmail.com / osmanorhan@mersin.edu.tr / tuzaldergisi@gmail.com



Turkish Journal of Remote Sensing



EDİTÖR / EDITOR

Assist. Prof. Dr. Osman ORHAN

Mersin University, FBE / Remote Sensing and Geographic Information Systems
Mersin

EDİTÖR YARDIMCILARI / DEPUTY EDITOR

Assist. Prof. Dr. Resul ÇÖMERT

Gümüşhane University, Faculty of Engineering and Natural Sciences/ Geomatics Engineering
Gümüşhane

EDİTÖR KURULU / EDITORIAL BOARD

- Prof. Dr. Dursun Zafer ŞEKER, İstanbul Technical University, TR
- Prof. Dr. Nebiye MUSAOĞLU, İstanbul Technical University, TR
- Prof. Dr. Taşkın KAVZOĞLU, Gebze Technical University, TR
- Prof. Dr. Semih EKERCİN, Aksaray University, TR
- Prof. Dr. Ömer MUTLUOĞLU, Konya Technical University, TR
- Prof. Dr. Ferruh YILMAZTÜRK, Aksaray University, TR
- Assoc. Prof. Dr. Khalil VALIZADEH KAMRAN, University of Tabriz, Iran
- Assoc. Prof. Dr. Uğur AVDAN, Eskişehir Technical University, TR
- Assoc. Prof. Dr. Saygın ABDİKAN, Bülent Ecevit University, TR
- Assoc. Prof. Dr. Enes YİĞİT, Karamanoğlu Mehmet Bey University, TR
- Assoc. Prof. Dr. Murat UYSAL, Afyon Kocatepe University, TR
- Assoc. Prof. Dr. Ali İhsan ŞEKERTEKİN, Çukurova University, TR
- Assist. Prof. Dr. Akif DURDU, Konya Technical University, TR
- Assist. Prof. Dr. Mustafa YALÇIN, Afyon Kocatepe University, TR
- Assist. Prof. Dr. Lütfiye KARASAKA, Konya Technical University, TR
- Assist. Prof. Dr. Süleyman Sefa BİLGİLİOĞLU, Aksaray University, TR
- Assist. Prof. Dr. Nizar POLAT, Harran University, TR
- Assist. Prof. Dr. Mehmet Ali DERELİ, Giresun University, TR
- Assist. Prof. Dr. Senem TEKİN, Adıyaman University, TR
- Dr. Emre HAVAZLI, NASA, USA
- Dr. Fabiana CALO, Irea Cnr, Italy
- Dr. Kaan KALKAN, TÜBİTAK, TR
- Dr. Mustafa ÜSTÜNER, Artvin Çoruh University, TR
- Dr. Müge Ünal ÇİLEK, Çukurova University, TR

DANIŞMA KURULU / ADVISORY BOARD

- Prof. Dr. Murat YAKAR, Mersin University, TR
- Prof. Dr. Ferruh YILDIZ, Konya Technical University, TR
- Prof. Dr. Hacı Murat YILMAZ, Aksaray University, TR
- Prof. Dr. Caner ÖZDEMİR, Mersin University, TR
- Prof. Dr. İbrahim YILMAZ, Afyon Kocatepe University, TR

TUZAL Dergisi Dil Editörleri / TUZAL Journal Language Editors

Assist. Prof. Dr. Pınar KARAKUŞ

Osmaniye Korkut Ata University, Geomatics Engineering /Osmaniye, TR

Res. Ast. Merve Kolikpınar

Ardahan University, Department of Turkish Language and Literature / Ardahan, TR

Mizanpaj

Res. Asst. Ahmet Tarık TORUN

Aksaray University, Geomatics Engineering /Aksaray, TR

Res. Asst. Hasan Bilgehan MAKİNECİ

Konya Technical University, Geomatics Engineering /Konya, TR

İçindekiler

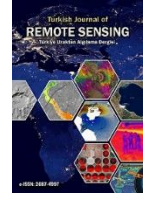
Contents

Araştırma Makaleleri;

Research Articles;

S. No

-
- 36- *Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yönteminde Sentinel-2A Uydu Görüntüleri Kullanılarak Tarımsal Ürün Desenlerinin Belirlenmesi; Konya - Karapınar Örneği*
(*Determination of Agricultural Crop Patterns Using Sentinel-2A Satellite Images in Object-Based Classification Method; A Case Study of Konya-Karapınar*)
Harun TORUNLAR , Murat Güven TUĞAÇ & Kemal DUYAN
- 47- *Türkiye'nin Uzun Dönem Yağış Miktarının IDW ve Kriging Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi*
(*Turkey's Long-Term Estimating Precipitation with IDW and Kriging Methods*)
Enes Yenipınar, Mert Mustafa Kayhan, Esra Aslı Çubukçu, Vahdettin Demir & Mehmet Faik Sevimli
- 53- *İç Anadolu Bölgesi' ndeki Tarım Alanı Değişimlerinin Modis Uydu Verisi ile İzlenmesi*
(*Monitoring of Agricultural Area Changes in the Central Anatolia Region with Modis Satellite Data*)
Dilek KÜÇÜK MATCI
- 60- *Kılavuzlu Baraj Gölü'nde Landsat Termal Görüntüleri ile Su Yüzey Sıcaklığı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi*
(*Assessment of The Interrelation Between Water Surface Temperature and Landsat Thermal Images in Kılavuzlu Reservoir*)
Muhterem KÜÇÜKÖNDER
- 68- *Landform Maps: An Example of Küçük Menderes Watershed*
(*Arazi Şekli Harita Örneği: Küçük Menderes Havzası*)
Senem TEKİN



Nesne Tabanlı Sınıflandırma Yönteminde Sentinel-2A Uydu Görüntüleri Kullanılarak Tarımsal Ürün Desenlerinin Belirlenmesi; Konya - Karapınar Örneği

Harun TORUNLAR^{*1}, Murat Güven TUĞAÇ¹, Kemal DUYAN²

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

²Toprak Su ve Çölleşme ile Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Konya, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Nesne tabanlı
Sentinel-2A
Sınıflandırma
Ürün deseni

ÖZ

Tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesi, uzaktan algılama teknolojisinin tarımda kullanım alanlarına örnek olabilecek çalışmaların başında gelmektedir. Tarımsal ürünlere ait verim ve rekolte tahminleri, ürün gelişimlerinin takibi ve tarımsal planlamalara yön vermek açısından tarımsal ürün desenini yansıtan tematik haritalar önemle kullanılan altlık verilerdir.

Bu çalışma ile Konya ili Karapınar ilçesinin yüksek çözünürlüklü Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılarak nesne tabanlı sınıflandırma yöntemine göre tarımsal ürün deseni belirlenmiştir. Çoklu çözünürlüklü bölütleme algoritması kullanılarak tarım parselleri sınırlarının oluşturulduğu çalışmada, bölütleme algoritmasına ait en uygun ölçek, şekil ve yoğunluk parametreleri belirlenmiştir. Bölütlerin sınıflandırması için en yakın komşuluk algoritması kullanılmıştır. Sınıflandırmayı kolaylaştırmak açısından, araziden elde edilen eğitim ve test verilerinin yanında NDVI ve DDVI gibi farklı indisler yardımcı veriler olarak kullanılmıştır.

Sınıflandırılmış tematik haritanın Genel Doğruluk Oranı % 82, buna karşılık gelen Kappa Katsayısı Oranı ise 0,76 olarak hesaplanmış olup, sınıflandırma performansının çok iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Buna göre tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesinde nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin yüksek doğrulukta sonuçlar verdiği görülmüştür.

Determination of Agricultural Crop Patterns Using Sentinel-2A Satellite Images in Object-Based Classification Method; A Case Study of Konya-Karapınar

Keywords:

Object-based
Sentinel-2A
Classification
Crop pattern

ABSTRACT

Determination of agricultural crop patterns is one of the studies that can be an example of the use of remote sensing technology in agriculture. Thematic maps reflecting the agricultural crop pattern are important used of base data in terms of yield and harvest estimates of agricultural crops, monitoring crop developments and directing agricultural planning.

With this study, The agricultural crop pattern was determined using high resolution Sentinel-2A satellite images according to the object-based classification method in district of Karapınar in Konya. In the study where the boundaries of agricultural parcels were created using the multiresolution segmentation algorithm, the most suitable scale, shape and density parameters of the segmentation algorithm were determined. The Nearest Neighborhood algorithm was used for the classification of the segments. In order to facilitate classification, different indices such as NDVI and DDVI were used as auxiliary data besides training and test data obtained from the field.

General Accuracy ratio of the classified thematic map 82%, its corresponding Kappa coefficient ratio 0,76 were calculated and the classification performance was found to be at a very good level. Accordingly, it has been observed that the object-based classification method gives high accuracy results in determining the patterns of agricultural crops.

*Sorumlu Yazar

(hturunlar@hotmail.com) ORCID ID 0000-0003-3504-7231
(mgtugac@gmail.com) ORCID ID 0000-0001-5941-5487
(kemal.duyan@tarimorman.gov.tr) ORCID ID 0000-0002-2225-8825

Kaynak Göster(APA);

Turunlar, H., Tugac, M.G., Duyan, K., (2021). Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminde Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılarak tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesi; Konya- Karapınar örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3(2), 36-46.

1. GİRİŞ

Tarımda üretim artışının ve verimliliğin sağlanmasında teknolojilerin kullanılması büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Bu teknolojilerden biri olan Uzaktan Algılamanın (UA) en yaygın olarak kullanıldığı alanların başında tarımsal uygulamalar gelmektedir. UA teknolojisi araziler üzerinde sağladığı güncel bilgiler ile ulaşılmak istenen amaca daha hızlı, daha ucuz, daha az insan gücü ile ulaşılması ve kolay güncellenebilir veriler üretmesi bakımından diğer yöntemlere göre büyük üstünlük sağlamaktadır. Nesnelere direkt temas etmeden fiziksel özellikleri hakkında bilgi elde etme bilimi olarak tanımlanan UA tekniği ile arazilerin farklı mekansal, spektral, radyometrik ve zamansal çözünürlüklerde görüntülenmesi ve izlenmesi mümkün olabilmektedir (Çölkesen, 2009). Tarımda UA teknolojisinin kullanıldığı en önemli konuların başında uydu görüntüleri yardımıyla bitki gelişmelerinin izlenmesi, bitki hastalık ve zararlıların takibi, biyokütle, evapotranspirasyon, ürün verim tahminlerinin yapılmasının yanında arazi örtüsü / arazi kullanım türleri ve özellikle tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesi gibi tarımsal ekosistem çalışmaları gelmektedir (Wesseling & Fedes, 2006). Tarım arazilerindeki ürün desenlerinin belirlenmesi çalışmalarında, UA'nın temel adımlarından biri olan uydu görüntülerinin sınıflandırılması, sıklıkla başvurulan yöntemlerden birisidir. Sınıflandırma; uydu görüntüsündeki homojen piksel gruplarının, görüntü yorumlama teknikleri kullanılarak ilgili yeryüzü kullanım türleri özelliklerine ayrılması işlemidir (Chandra & Ghosh, 2007). Bu sınıflandırmalar sayesinde tespit edilen mevcut bitki örtüsü alanlarına ait tematik haritalar, tarım alanlarının planlanması, yapılacak yatırım ve uygulanacak yönetimin seçiminde yol gösterici olacak en önemli unsurlardan birini oluşturmaktadır.

Teknolojinin hızla geliştiği günümüzde, görüntü sınıflandırma teknikleri sınıflamadaki doğruluğu daha yukarılara taşıyabilmek için sürekli kendini yenileyerek gelişmektedir. Piksel tabanlı sınıflandırmalarda verinin işlenmesindeki güçlükler ve sınıflandırma doğruluğunun tartışılması karşısında, nesne (obje) tabanlı sınıflandırma teknikleri gelişmiştir. Bunu günümüzde makine öğrenme ve derin öğrenme, yapay zekaya bağlı olarak yapay sinir ağlarına dayalı teknikler takip etmekte olup, bu ise gelişmeleri farklı bir boyuta taşımaktadır.

Görüntü sınıflandırmalarına dayalı olarak tarımsal araziler üzerinde bitkisel üretim alanlarının belirlenmesinde başta nesne tabanlı sınıflandırma tekniği olmak üzere farklı çözünürlüklerde görüntüler ve farklı sınıflandırma yöntemleri kullanılmaktadır.

Delen ve Şanlı, (2017)'de İzmir ili, Menemen İlçesinin kuzeyinde yer alan tarım arazilerine ait ürün desenlerinin tespitine yönelik yapmış oldukları

çalışmada, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemini uygulamışlardır. 2014 yılına ait RapidEye uydu tarafından sağlanan görüntüleri kullandıkları çalışmalarında, alanın tarımsal ürün desenini; mısır, pamuk, zeytin, ayçiçeği, bağ, bostan ve yonca olarak belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda elde ettikleri ürün desenine ait tematik haritanın genel doğruluk ve kappa katsayısını sırası ile % 93,33 ve 0,917 olarak hesaplamışlardır. Vuolo ve ark. (2018) Avusturya'da yaptıkları bir çalışmada, alana ait tarımsal ürün deseninin belirlenmesinde, Sentinel-2 uydu görüntülerini kullanmışlardır. 2016 ve 2017 yıllarını kapsayan iki yıllık uydu görüntülerini kullanarak yapmış oldukları sınıflandırmada, ürün desenini 9 farklı tarımsal ürün grubu olarak belirlemişlerdir. Sentinel-2 uydu görüntülerinin farklı yıllarda verdiği sınıflandırma sonuçlarının güvenilirliğini karşılaştırdıkları bu çalışmada, çoklu-zamansal görüntü kullanımının, 2016 ve 2017 yılları için benzer eğilimlerle ürün tipi sınıflandırmasında doğruluğu arttırdığını belirlemişlerdir. Çalışma alanı için elde ettikleri tematik haritaların genel doğruluk oranlarını; 2016 yılı için %95, 2017 yılı için ise %96 olarak hesaplamışlardır.

Everitt ve ark. (2005) Amerika Birleşik Devletlerinin Teksas eyaletinin kuzeybatısında kamış (*Arundo donax* L.) ekili alanların tespiti için yüksek çözünürlüklü Quickbird uydu verisini kullanarak ayırt edilebilirliğini ortaya koymuşlardır. Denetimsiz sınıflandırma tekniğinin kullanıldığı çalışmada kamış ekili alanları kendi içerisinde üç farklı sınıf olarak sınıflandırmışlar. Doğruluk değerlendirmesinde üretici ve kullanıcı doğruluklarını sırası ile % 86 ile % 100 olarak hesaplamışlar.

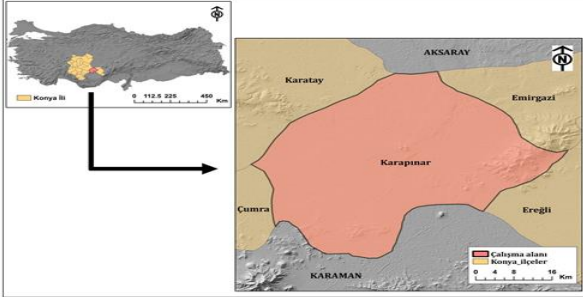
Bu çalışmada Konya ili, Karapınar ilçesinde en fazla ekim alanı bulan başta mısır ekili alanlar olmak üzere, tarımsal ürünlere ait üretim desenlerinin uydu görüntüleri kullanılarak sınıflandırılması yapılmıştır. Yüksek çözünürlüklü Sentinel-2A uydu görüntüleri ve eCognition paket programının kullanıldığı bu çalışmada, nesne tabanlı görüntü sınıflandırma yöntemi uygulanmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı Konya iline ait Karapınar ilçesidir (Şekil 1). Karapınar ilçesi, 33°09' ve 33°90' doğu meridyenleri ile 37°45' ve 38°01' kuzey paralelleri arasında olup, il merkezine olan uzaklığı 102 km'dir. Yağışın az, sıcaklık ve buharlaşmanın yüksek olduğu çalışma alanında, yeraltı sularının fazlaca kullanılmasına bağlı olarak, başta mısır olmak üzere ayçiçeği, pancar, yonca ve fiğ gibi sulu tarım ürünleri yoğun olarak ekilmektedir. Ülke genelinde % 18 oranı ile en fazla mısır ekili alana sahip ilimiz

Konya'dır (URL-1). Karapınar ilçesi ise Konya ilinde mısır ekim alanı olarak en fazla üretimin yapıldığı ilçedir. Yaklaşık olarak 218401.53 hektar yüzölçümüne sahip olan ilçede, tarım alanları toplam alanın % 62.97 'sini oluşturarak 137543 hektar alana sahiptir. İlçede en fazla üretim alanı bulan ürünler ise mısır, ayçiçeği, buğday ve arpadır.



Şekil 1. Çalışma alanı

2.2. Uzaktan algılama (uydu) verileri

Çalışma alanının başta mısır olmak üzere ürün deseninin belirlenmesine yönelik yapılan görüntü sınıflandırması için Sentinel-2A uydu görüntüleri ve bu görüntülerden elde edilen bitki indisleri materyal olarak kullanılmıştır.

Sentinel-2 uydusu, orta mekânsal çözünürlüğe sahip olan ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından geliştirilen çok bantlı bir araçtır. Sentinel-2 uydu görüntüleri toplamda 13 farklı banttan oluşmasına rağmen, özellikle hem kısa dalga hem de yakın kızılötesi bantların koyu yeşil görünen bitki örtüsünü vurgulamada başarılı olmasından dolayı çoğunlukla bitki gelişiminin izlenmesi gibi tarımsal uygulamalarda sırası ile B2, B3, B4, B8 ve B11 (mavi (B), yeşil (G), kırmızı (R), yakın kızılötesi (NIR) ve kırsaldalga kızılötesi (SWIR) bantları kullanılmaktadır (URL-2) (Tablo 1).

Tablo 1. Sentinel-2 uydu görüntüleri, bantlara göre çözünürlükleri ve kullanım alanları (URL-3; URL-4)

Bant	Açıklama	Mekansal Çözünürlük (m)	Kullanım Alanları
B1	Ultra mavi	60	Kentsel B12, B11, B4
B2	Mavi	10	
B3	Yeşil	10	
B4	Kırmızı	10	
B5	(VNIR)*	20	Tarım B2, B3, B4, B8, B11
B6	(VNIR)	20	
B7	(VNIR)	20	
B8	(VNIR)	10	
B8A	(VNIR)	20	
B9	(SWIR)**	60	Atmosferik B3, B8, B8A, B11, B12
B10	(SWIR)	60	
B11	(SWIR)	20	
B12	(SWIR)	20	
			Arazi/Su B4, B8, B11

* Görünür ve yakın kızılötesi

** Kısa dalga kızılötesi

10, 20 ve 60 metre yersel çözünürlüklere sahip olan bu görüntüler zamansal olarak her 5 günde bir çekim yapılmaktadır (URL-5).

Optik uydu görüntü tipinde olan bu görüntüler, atmosferik şartlardan etkilendikleri için çekim yapılan bütün görüntüler kullanılamamaktadır. Özellikle uydu görüntülerindeki bulutluluk oranları bu görüntülerin tarımsal uygulamalarda sağlıklı kullanımlarını kısıtlamaktadır.

Çalışmada Sentinel-2A uydu görüntülerinin atmosfer altı yansıtım değerlerini içeren seviye 2A görüntüleri kullanılmış olup, bu görüntüler URL-6 sitesinden ücretsiz erişim yoluyla temin edilmiştir.

Görüntü sınıflandırmasındaki doğruluk oranını arttırmak amacıyla uydu görüntülerinin farklı bantları kullanılarak, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ve DDVI (Difference Difference Vegetation Index) indisleri elde edilmiş ve yardımcı veriler olarak kullanılmıştır.

2.3. Arazi verileri

Görüntü sınıflandırmasında kullanılmak üzere arazi verilerine ihtiyaç duyulmuştur. Karapınar ilçesinin ürün desenini yansıtan (Mısır, Ayçiçeği, Buğday-Arpa, Mera, Pancar ve Yonca-Fiğ) tarım parsellerinden GPS (Global Positioning System) aleti yardımıyla ürün koordinat bilgileri noktasal olarak toplanmıştır. Bu noktasal bilgilerin % 16'sı doğrulama amacıyla test verisi olarak, geri kalan noktalar ise sınıflandırmada eğitim verisi olarak kullanılmıştır.

2.4. Metot

2.4.1. Ön hazırlık

Bitkilerin elektromanyetik enerjiyi görünür bölge dışında kalan yakın kızılötesi bölgesinde neredeyse hiç kullanmadan yansıtılmaları ve bu özellikleri nedeniyle uydu görüntülerinde diğer nesnelere kolaylıkla ayırt edilebilmelerinden dolayı, görünür B2, B3, B4 (mavi (B), yeşil (G), kırmızı (R)) bantları ile yakın kızılötesi B8 (NIR) bantı, çalışmada kullanılmak üzere uygun bantlar olarak tespit edilmiştir. Bant bazında erişim sağlanan uydu görüntülerinin çok bantlı görüntü yapısına dönüştürülmesi için, Erdas Imagine programında katman birleştirme (layer stack) eklenti modülü kullanılarak, seçilen dört banta birleştirme işlemi uygulanmıştır. Çalışmada Sentinel-2A uydu görüntülerinin atmosfer altı yansıtım değerlerini içeren 2A seviye görüntüleri kullanılmış, bunlar bulutluluk tespiti ve atmosferik düzeltmesi ile birlikte eğim vb. etkilerin giderildiği görüntülerdir (Drusch vd., 2012). Aynı zamanda UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyon sisteminin tanımlanmış olduğu görüntülerdir.

2.4.2. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi

Yeryüzü objelerine ilişkin bilgi çıkarımında en sık kullanılan yöntem, uydu görüntülerini kullanarak elde edilen görüntü sınıflandırmasıdır. Özellikle bitkisel üretim alanlarının belirlenmesine bağlı olarak ürün deseni tespitleri uzaktan algılanmış uydu görüntülerinin sınıflandırılması ile yaygın olarak yapılmaktadır. Sınıflandırma işleminin amacı, dijital bir görüntüdeki tüm pikselleri çeşitli arazi örtüsü sınıflarından birine veya temalara ayırmaktır. Bu kategorize edilmiş veriler bir görüntüde bulunan arazi örtüsünün tematik haritalarını üretmek için kullanılabilir.

Normalde sınıflandırmayı gerçekleştirmek için çok bantlı (multispektral) veriler kullanılır ve aslında her piksel için verilerde bulunan spektral model, sınıflandırma için sayısal temel olarak kullanılır (Lillesand & Kiefer, 1994). Görüntü sınıflandırmasının amacı, bir görüntüde meydana gelen özellikleri nesneye veya bu özelliklerin gerçekte zeminde temsil ettiği arazi örtüsüne göre benzersiz bir renk seviyesi olarak tanımlamak ve tasvir etmektir.

Tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesinde, uydu görüntülerinin elde edilme tarihleri yanında bant sayıları da önemlidir (Förster vd., 2012). Bunların yanında sınıflandırma işleminde kullanılacak algoritma ve sınıflandırma yöntemi de üretilecek tematik haritanın doğruluğunu etkilemektedir. Uydu teknolojilerindeki gelişimin son yıllarda hızlanması ile birlikte UA teknolojilerinde önemli bir gelişim olmuştur. Özellikle son yıllarda yüksek çözünürlükte mekansal ve spektral bilgi üreten ve bu bilgiyi topluma sunan yüksek çözünürlüklü görüntülere paralel olarak, farklı görüntü sınıflandırma yöntemleri de geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bazıları; piksel tabanlı görüntü sınıflandırmanın yanında, nesne tabanlı görüntü sınıflandırma yöntemi ve makine öğrenme/derin öğrenme, yapay zekaya bağlı olarak yapay sinir ağları kullanılan tekniklerdir. Bu yöntemlerden biri olan, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi; tarımsal ürün deseninin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışma için tercih edilen yöntem olmuştur.

Özellikle son yıllarda teknolojinin hızla gelişmesine bağlı olarak, uydu görüntüleri gibi dijital görüntülerin yüksek çözünürlüklü ve yoğun bilgi içeriklerine sahip veriler şeklinde elde edilmesi ve klasik piksel tabanlı sınıflandırma sonuçlarının bu yoğun verilerin işlenmesinde gösterdiği tutarsız sonuçlar karşısında, nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ve benzeri yöntemler daha çok tercih edilmeye başlanmıştır (Navulur, 2007). Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi, yüksek çözünürlüklü siyah beyaz veya çok bantlı görüntülerle iyi kullanılabildiği gibi, daha düşük mekansal çözünürlüklü görüntülerle de kullanılabilir. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi; geleneksel piksel tabanlı görüntü analizine kıyasla nispeten daha yakın zamanda geliştirilmiştir (Burnett &

Blaschke, 2003). Piksel tabanlı görüntü analizi, her pikseldeki bilgilere dayanırken, nesne tabanlı görüntü analizi, nesnelere veya görüntü nesnelere olarak adlandırılan benzer bir dizi pikselden alınan bilgilere dayanmaktadır. Daha spesifik olarak, görüntü nesnelere, spektral özellikler (yani renk), boyut, şekil ve doku ölçüsünün yanı sıra pikselleri çevreleyen bir komşuluk bağlamına dayalı olarak birbirine benzer piksel gruplarıdır. Bu yöntem pikselleri gruplandırarak nesnelere üzerinden işlemler yapmaktadır (Şekil 2).

Nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin ilk ve en kritik adımı segmentasyon (bölütleme) aşamasıdır (Blaschke vd., 2008; Cheng vd., 2001; Zhang, 1997). Görüntü bölütleme, nesne tabanlı sınıflandırmanın önemli bir bileşenidir. Bölütleme; bir görüntüdeki piksellerin benzer spektral ve mekansal özelliklerine sahip bölütler, nesnelere veya özellikler halinde gruplandırıldığı bir işlemdir. Bu nesnelere veya özelliklerin her biri birden çok piksel içermektedir. Bölütlemenin amacı, bir görüntüyü doku, renk, şekil, boyut ve gri düzeyler gibi belirli özelliklere göre farklı bir dizi ayrık bölgelere bölmektir (Lucchese & Mitray, 2001). Görüntü bölütlemesi farklı algoritmalar kullanılarak yapılabilmektedir.

Bu çalışmada ise, Çoklu Çözünürlüklü Bölütleme (Multiresolution Segmentation) algoritması kullanılmıştır. Bu bölütleme algoritması ölçek, şekil/renk, yoğunluk/yumuşaklık olmak üzere kullanıcı tarafından tanımlanan 3 temel parametreden oluşmaktadır (Benz vd., 2004). Bu parametreler kullanılan uydu görüntüsünün mekansal çözünürlüğüne ve çalışılan alandaki nesnelere (parseller) boyutuna bağlı olarak değişkenlikler gösterebilmektedir. Ölçeğin uygun bir değerde belirlenebilmesi için objektif bir yöntem bulunmamaktadır (Kim vd., 2008). Uygun bir ölçek parametresi belirleme işlemi, literatürdeki birçok araştırmacı tarafından deneme yanılma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Kavzoglu vd., 2015; Lowe & Guo, 2011). Ölçek parametresini kullanıcı olabildiğince gerçeğe yakın değerler olarak belirlemelidir. Bu çalışmada en küçük tarım parseli boyutu dikkate alınarak ölçek parametresi belirlenmiştir. Şekil/renk ve yoğunluk/yumuşaklık parametrelerinin alacakları değerlerin toplamı 1 olmalıdır (Baatz & Schape, 2000). Parametrelerin en uygun değerler olarak tanımlanması, bölütlerin gerçek objeleri temsil edebilme gücünü kuvvetlendirmektedir.

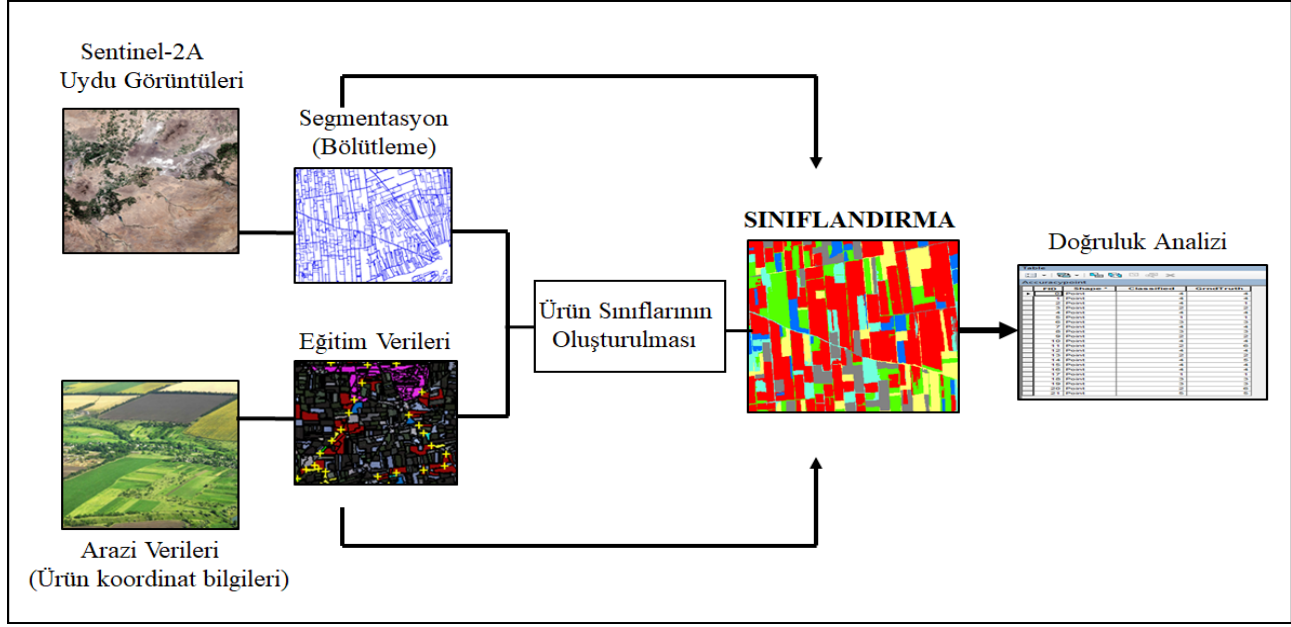
Bölütlemeden sonraki safha, sınıflandırma sonucunda elde edilecek arazi örtüsü veya ürün tiplerine ait sınıfların belirlenmesi aşaması olup, bunu araziden eğitim verisi olarak toplanan ürün bilgilerinin, ilgili tarım parsellerini temsil eden bölütler ile eşleştirip tanımlanması işlemi takip etmektedir.

Yönteme ait son aşama, başta mısır ekili alanlar olmak üzere ürün deseninin belirlenmesi için görüntünün sınıflandırılması aşaması olup, görüntü sınıflandırması için En Yakın Komşuluk (Nearest

Neighbour) algoritması tercih edilmiştir. Bu algoritma en temel örnek tabanlı öğrenme algoritmalarından birisi olup, UA çalışmalarında geleneksel sınıflandırıcı olarak kabul edilmiş bir algoritmadır (Çölkesen, 2015). Bu algoritma; her sınıf için seçilen örnekleri kullanıp, tüm görüntü üzerinde ortak özelliklere sahip bölütleri bularak sınıflandırma işlemini tamamlar.

Görüntü sınıflamasındaki doğruluk oranının artırılması ve daha tutarlı bir tematik ürün deseni

haritasının oluşturulması için, sınıflandırma aşamalarına yardımcı veriler eklenerek ek bilgilerle desteklenip görüntü üzerinden bilgi çıkarımı daha kolay sağlanabilmektedir. Bu çalışmada ürün sınıflarının belirgin olarak ayırt edilmelerini sağlamak üzere bitki yoğunluğunu ortaya koyan bitki gelişim indislerinden normalize edilmiş fark vejetasyon indeksi olan NDVI ve ekili alanlar ile ekili olmayan alanların belirlenmesini sağlayan DDVI indisleri yardımcı veriler olarak kullanılmıştır.



Şekil 2. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi iş akış diyagramı

NDVI; Bitkiler tarafından yakın kızılötesi dalga boyundaki enerjiyi yansıtması ve görünür kırmızı dalga boyundaki enerjiyi ise absorbe etmesi temelinden yola çıkılarak geliştirilmiş olup, iklim ve insan kaynaklı tarımsal değişimleri izlemekte en yoğun kullanılan ölçütlerden biridir (Çelik & Sönmez, 2013). UA'da yakın kızılötesi dalga boyunu yüksek oranda yansıtan bitkiler yüksek biyomasa (biyokütle) aktiviteye sahipken, görünür bölge olan kırmızı dalga boyunu düşük oranda yansıtan bitkiler sağlıklı ve kurudur. Bu kapsamda, NDVI görüntüleri oluşturularak bitkilerin canlı olduğu dönemler tespit edilebilmektedir (Çelik & Karabulut, 2013). Yakın kızılötesi (NIR) ve görünür kırmızı (R) bantları arasındaki zıtlığı artırmak veya iki banttaki bilgiyi tek banta toplayarak, bitki varlığını incelemek üzere NDVI;

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

şeklinde formüle edilir.

Görüntüye ait yakın kızılötesi (NIR), görünür kırmızı (R), yeşil (G) ve mavi (B) gibi dört bantın kullanılmasıyla elde edilen DDVI indisi ise;

$$DDVI = [(2 * NIR - R) - (G - B)] \quad (2)$$

formülü ile tanımlanmaktadır (Deekshatulu & Gupta, 1994; Eisfelder vd., 2009;).

Sınıflandırma sonucunda elde edilen ürün desenine ait tematik haritanın doğruluk ve güvenilirliğini test etmek, konuma dayalı olarak üretilen her türlü coğrafik veri için önemli bir adımdır. Doğruluk analizi; sınıflandırılmış veri üzerindeki piksel veya bölütler ile referans kabul edilen bilgilerin uyumunun istatistiksel olarak karşılaştırılma ilkesine dayalı olarak test edildiği bir yöntemdir. Üretilen verinin doğruluk derecesinin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biri Kappa (κ) katsayısıdır. Kappa (κ) katsayısı, sınıflandırmanın doğruluğunu ağırlıklı olarak hesaplayan bir istatistiksel ölçü olarak kullanılmaktadır.

Kappa (κ) eşitliği aşağıdaki formül ile ifade edilmektedir:

$$\kappa = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} * x_{+i}}{N^2 - \sum_{i=1}^r x_{i+} * x_{+i}} \quad (3)$$

r; Sınıf sayısı

x_{i+} ; Satır toplamı

x_{ii} ; Hata matrisinin köşegen elemanları

x_{+i} ; Sütun toplamı

N; Hata matrisindeki toplam piksel sayısı

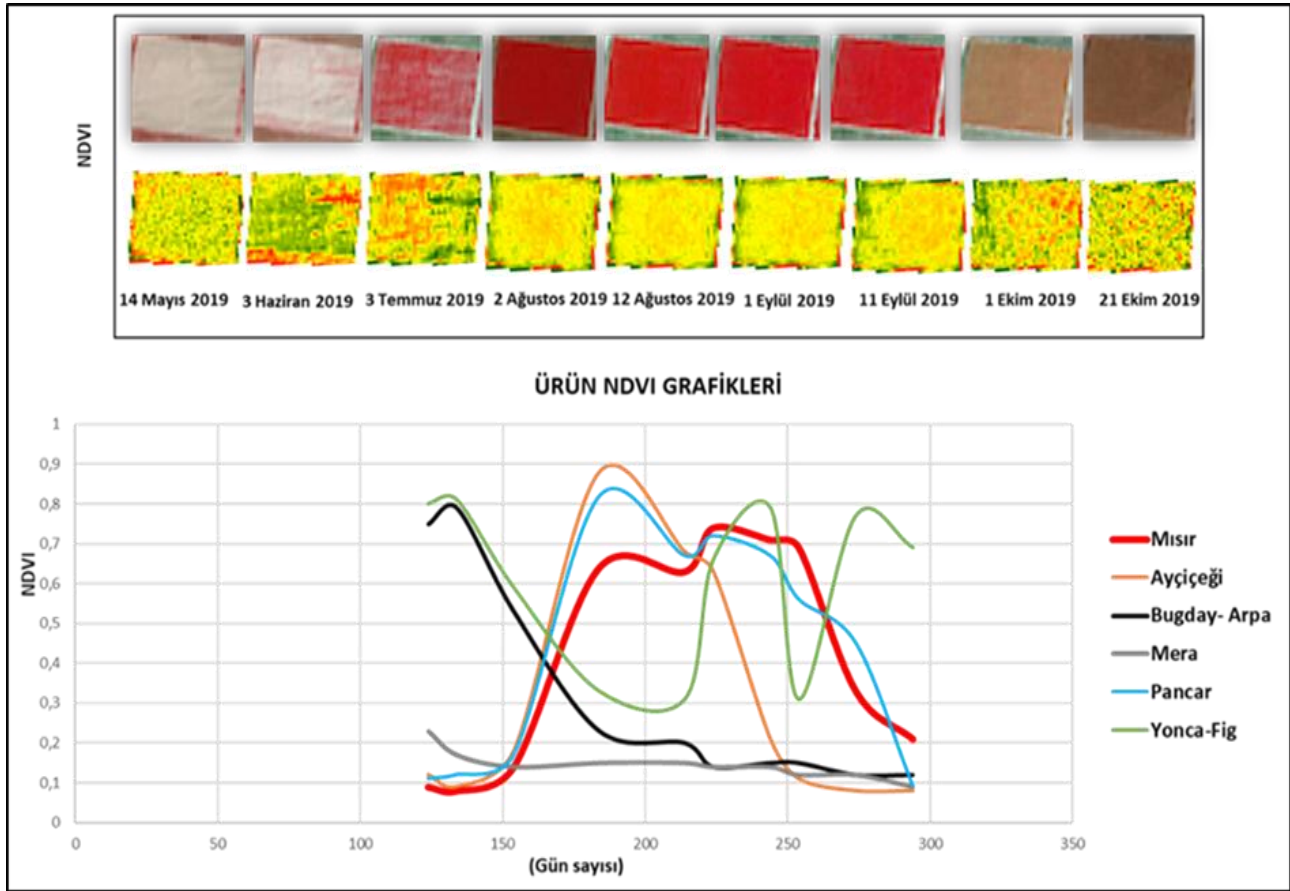
Kappa istatistiği, istatistiksel değerlendirme için kullanılan hata matrisinin satır-sütun toplamları ve köşegeni üzerindeki değerler kullanılarak elde

edilmekte ve 0-1 arasında değer almaktadır (Richards & Jia, 1999). Kappa (κ) değerinde; 1.00 tam uyumun olduğunu, 0.75 ve fazlası sınıflandırma performansının çok iyi olduğunu, 0.40'ın aşağısı performansın yetersiz olduğunu ve 0.00 ise sınıflandırılmış veriler ile referans veriler arasındaki uyumun olmadığını göstermektedir (Mather, 1999). Doğruluk analizi için oluşturulan hata matrisinde, her bir ürün sınıfının doğruluğunun ortalama değeri olan Genel Doğruluk (GD; yüzde olarak) ile sınıflandırma doğruluğunun ağırlıklı olarak hesaplandığı Kappa Katsayısı (KK) belirlenir.

Karapınar ilçesinin 2019 yılı bitkisel üretim dönemi içerisinde ekili olan 6 farklı tarımsal ürünün (mısır, ayçiçeği, buğday-arpa, mera, pancar ve yonca-

fiğ) ekimden hasata kadar olan vegetatif dönemlerinin takibi ve sınıflandırmada en uygun döneme ait kullanılacak uydu görüntüsünün tespiti için, farklı dönemlere ait 10 metre çözünürlüklü Sentinel-2A görüntüleri temin edilmiştir.

Her bir ürün tipi için seçilen örnek parsellerde 9 farklı dönem için hesaplanan NDVI indeks değerlerinin kullanılması ile ürün NDVI grafikleri oluşturulmuştur. Özellikle başta mısır ekili alanlar olmak üzere, ürün deseninin belirlenmesinde mısır bitkisinin diğer tarımsal ürünlerden ayırımının daha belirgin tespit edilebilmesi açısından NDVI indeks değerinin maksimum değere ulaştığı 12 Ağustos 2019 dönemine ait uydu görüntüsü, sınıflandırmada kullanılmak üzere seçilmiştir (Şekil 3).

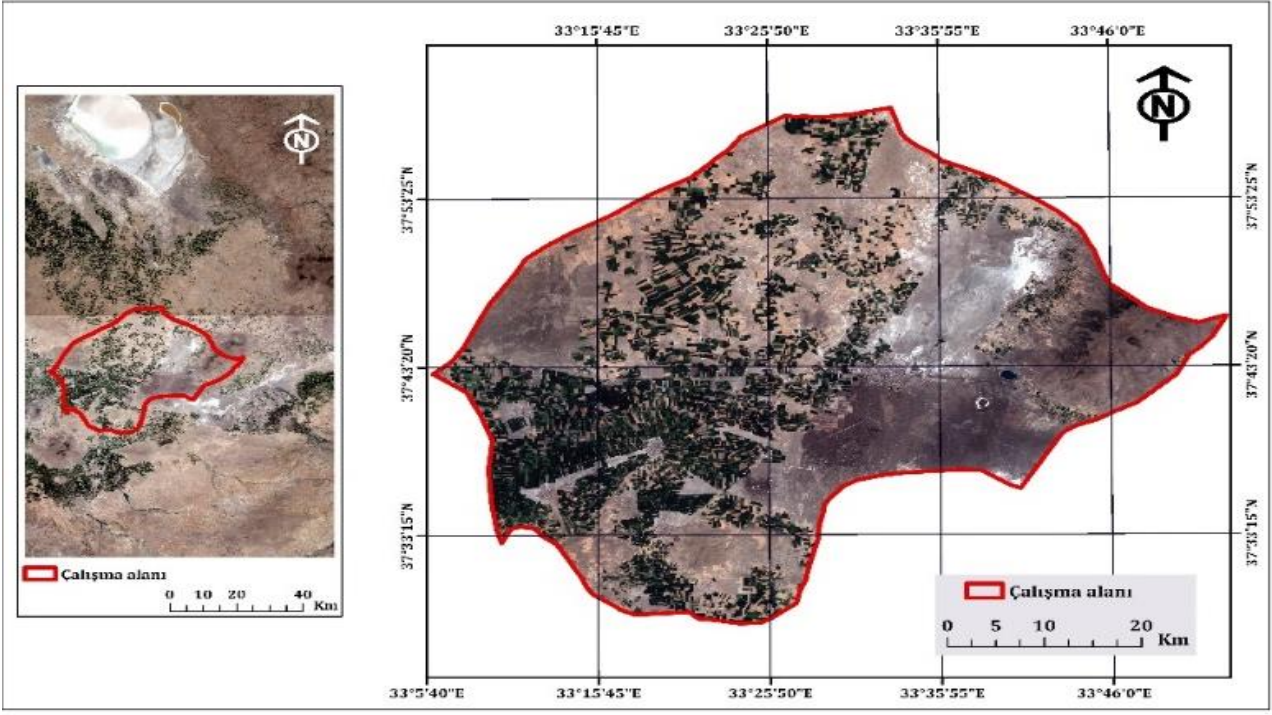


Şekil 3. Uydu görüntüsü dönemleri ve NDVI ürün grafikleri

3. BULGULAR

Çalışma alanını 2 adet uydu görüntüsü kaplamakta olup, bu görüntüler birleştirilmiş, çalışma alanı sınırlarınca kesilerek sınıflandırmada kullanılmıştır. Bu işlemler için; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımı olan ArcMap 10.5 programının eklenti modülleri kullanılmıştır.

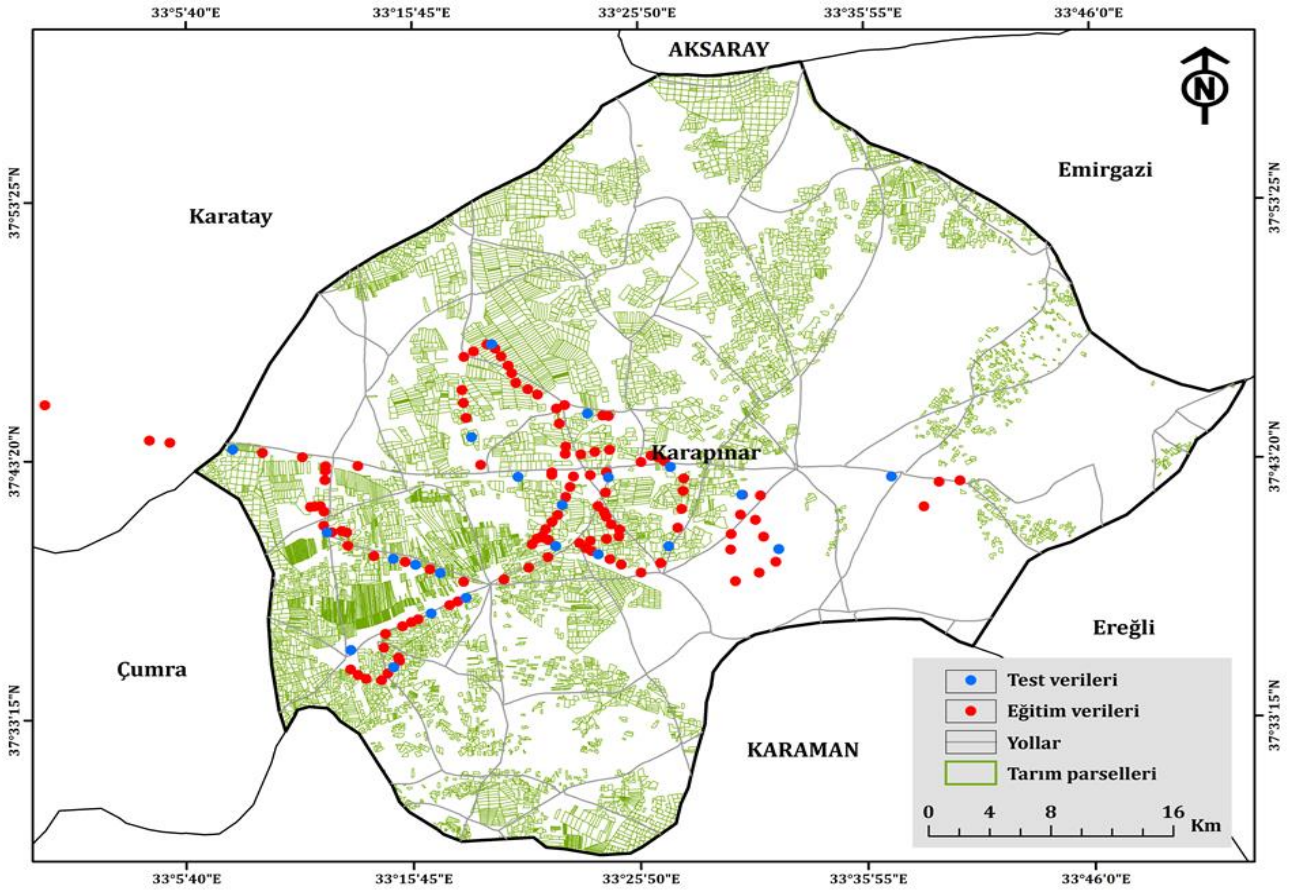
Önce; mevcut birden fazla uydu görüntüsünü bir görüntü veri seti altında birleştirme işlemini gerçekleştirebilen Mosaic modülü kullanılarak çalışma alanını kaplayan aynı tarihli iki farklı görüntü birleştirilmiş, daha sonra ise; çıkarma (extraction) modülü ile birleştirilmiş görüntü çalışma alanı sınırları boyunca kesilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Sentinel-2A uydu görüntüleri (12.08.2019)

Sınıflandırmada eğitim ve test verisi olarak kullanılmak üzere, araziden ürün koordinat bilgileri toplanmıştır. 2019 yılı Ağustos ayı içerisinde gerçekleştirilen arazi çalışmalarında, 142 adet ürün

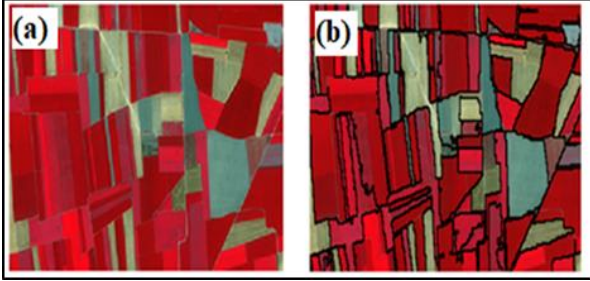
koordinat bilgileri toplanmış olup, bu noktaların yaklaşık % 16'sı doğrulama amacıyla test verisi olarak, geri kalan noktalar ise, sınıflandırmada eğitim verisi olarak kullanılmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Arazi verileri

Çalışma alanı için tercih edilen çoklu çözünürlüklü bölütleme algoritması kullanılarak, Karapınar ilçesinin tarım parsellerine ait bölütler oluşturulmuştur (Şekil 6).

Bölütlere ait parametrelerden; ölçek parametresi için 200, şekil/reng için 0.3, yoğunluk/yumuşaklık için ise 0.7 değerleri en uygun değerler olarak tespit edilmiştir



Şekil 6. (a) Orjinal uydu görüntüsü, (b) Bölütleme yapılmış uydu görüntüsü

Araziden elde edilen eğitim verilerinin oluşturulan bölütlerle eşleştirilip tanıtılması, ek bilgiler olarak NDVI ve DDVI indeksleri ile görüntünün desteklenmesinden sonra, nesne tabanlı sınıflandırmanın son aşaması olan sınıflandırma için, En Yakın Komşuluk algoritması kullanılarak görüntü

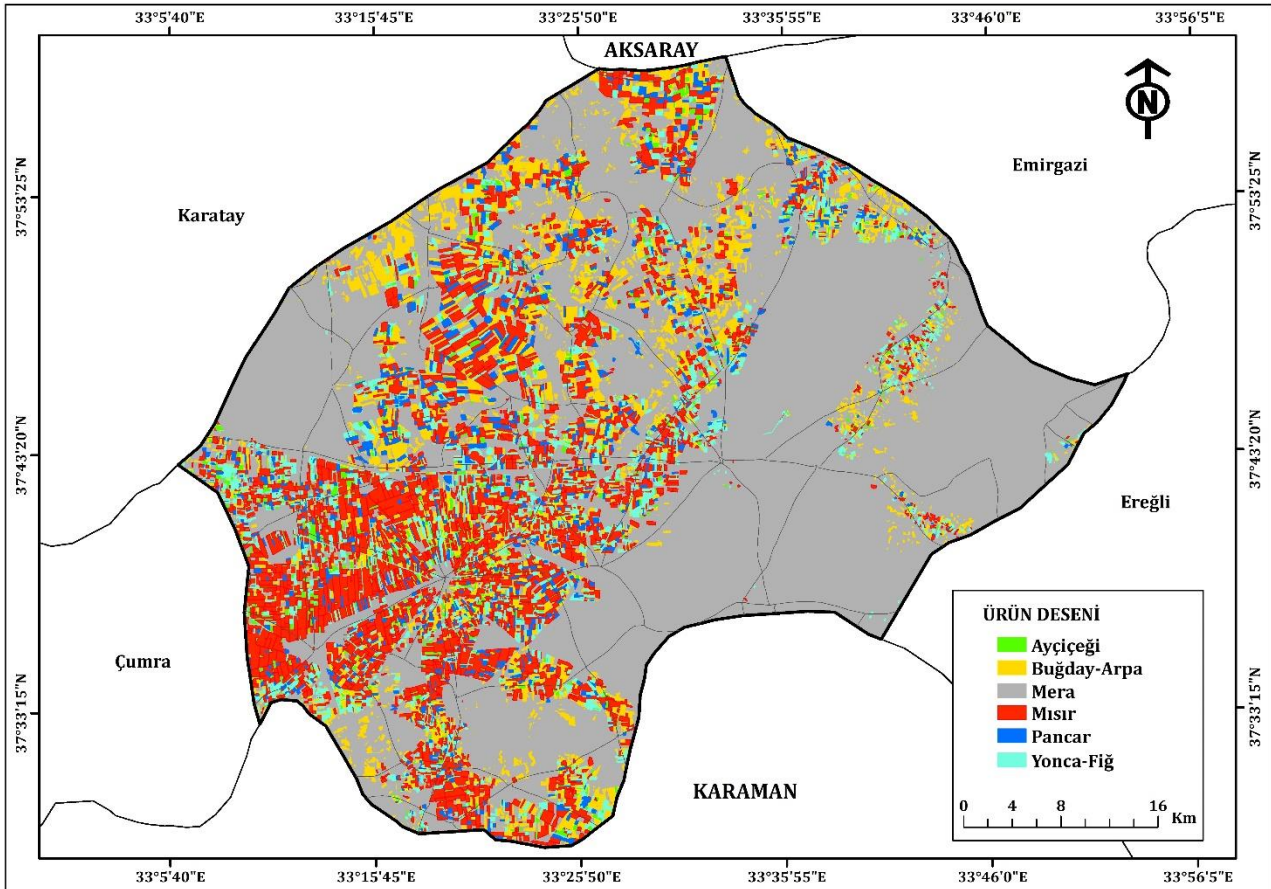
sınıflandırılmış ve çalışma alanının ürün deseni tematik haritası elde edilmiştir (Şekil 7).

Sınıflandırma ile elde edilen ürün deseni haritasına göre; 2019 yılı itibariyle Karapınar ilçesinde en fazla alanı % 58.17 oranında 127051.96 hektar ile Mera-Nadas alanları oluşturmuştur. Tarımsal ürünler arasında ise, mısır (% 15.96) ve Buğday-Arpa (%15.31) alanları en fazla ekim alanı bulan ürünler olmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Sınıflandırılan ürünlerin alansal dağılımları

ÜRÜNLER	GÖRÜNTÜ SINIFLANDIRMASI	
	Alan (ha)	Alan (%)
Ayçiçeği	7612.43	3.49
Buğday-Arpa	33431.50	15.31
Mısır	34847.29	15.96
Pancar	6978.74	3.20
Yonca-Fiğ	8465.34	3.87
Mera-Nadas	127051.96	58.17

Üretilmiş tarımsal ürün desenini gösteren tematik haritanın doğruluk ve güvenilirliğini test etmek için, ürün koordinat bilgilerine ait test verileri ile sınıflandırılmış tematik ürün deseni parsellerinin karşılaştırılmasına dayalı olarak bir hata matrisi oluşturulmuştur (Tablo 3).



Şekil 7. Karapınar ilçesinin sınıflandırılmış ürün deseni haritası (2019 yılı)

Bu hata matrisinde; her bir ürün tipinden farklı sayıda seçilen test verilerinin (toplam 22 adet) sınıflandırma sonucunda elde edilen ürün deseni

tematik haritasındaki ürünlerle ne oranda birebir eşleştiklerinin tespitine göre, verinin doğruluğu ve güvenilirliği hesaplanmıştır.

Alternatif olarak ürünler bazında test verilerinin sayılarındaki değişimlerin tercih edilmesi durumunda, her bir ürün tipine ait kullanıcı ve

üretici doğruluklarında değişimler beklenebilir, fakat verinin genel doğruluk ve kappa katsayısında bir değişim beklenmez.

Tablo 3. Doğruluk analizi için oluşturulmuş hata matrisi

SINIFLAR	Ayçiçeği	Buğday-Arpa	Mera	Mısır	Pancar	Yonca-Fiğ	Toplam	Kullanıcı Doğruluğu	Kappa
Ayçiçeği	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00
Buğday-Arpa	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	2.00	5.00	0.60	0.00
Mera	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	0.00	4.00	1.00	0.00
Mısır	1.00	0.00	0.00	8.00	1.00	0.00	10.00	0.80	0.00
Pancar	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
Yonca-Fiğ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	3.00	3.00	4.00	8.00	2.00	2.00	22.00	0.00	0.00
Üretici Doğruluğu	0.67	1.00	1.00	1.00	0.50	0.00	0.00	0.82	0.00
Kappa	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76

Hata matrisine göre, sınıflandırma sonucunda elde edilen ürün deseni tematik haritasının genel doğruluğu % 82, buna karşılık gelen Kappa katsayısı ise 0.76 olarak hesaplanmıştır.

Bu sonuçlara göre test verisi ile sınıflandırılmış görüntü arasındaki uyumun çok iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma ile Konya ili Karapınar ilçesinin 2019 yılına ait bitkisel üretim sezonu içerisinde başta mısır bitkisi olmak üzere altı farklı arazi örtüsünü (mısır, ayçiçeği, buğday-arpa, mera, pancar ve yonca-fiğ) içeren ürün desenine ait tematik haritası üretilmiştir. Bu tematik haritanın üretilmesinde CBS ve UA teknikleri etkin bir şekilde kullanılmıştır. Uydu görüntüsü sınıflandırılmasına dayalı olarak yapılan çalışmada, yüksek çözünürlüklü Sentinel-2A uydu görüntüleri kullanılmıştır.

Sınıflandırmayı kolaylaştırmak açısından, araziden elde edilen eğitim ve test verilerinin yanında NDVI ve DDVI gibi farklı indisler yardımcı veriler olarak kullanılmıştır. Sınıflandırma sonucunda elde edilen ürün deseni tematik haritasının doğruluk ve güvenilirliğini test etmek için bir hata matrisi oluşturulmuştur. Bu matrise göre; sınıflandırılmış tematik haritanın Genel Doğruluğu % 82, buna karşılık gelen Kappa Katsayısı ise, 0.76 olarak hesaplanmış ve sınıflandırma performansının çok iyi düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Çalışmanın sonuçlarına göre, tarımsal ürün desenlerinin belirlenmesinde nesne tabanlı sınıflandırma yönteminin yüksek doğrulukta sonuçlar verdiği görülmüştür. Daha fazla kullanılacak ek bilgilerle desteklenmesi durumunda, yöntemin doğruluk performansı artırılabilir. Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemine dayalı olarak yüksek doğrulukta üretilen tarımsal ürün desenleri

verisi, ürünlere ait verim ve rekolte tahminleri, ürün gelişimlerinin takibi ve tarımsal planlamalar için çok önemli veriler olduğu sonucunu doğurmuştur.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışma Ulusal Ürün İzleme ve Verim Tahmini projesi kapsamında yürütülmüştür. Desteklerinden dolayı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü'ne (TAGEM) teşekkür ederiz.

Araştırmacıların katkı oranı beyan özeti

H. Torunlar & M.G. Tuğaç: Verilerin temini, literatür taraması, araştırma yapılması, veri analizleri ve sorgulama, arazi çalışması, makalenin yazımı ve kontrol gibi bütün aşamalarda yer almışlardır.

K. Duyan: Bu makalenin oluşturulmasında sadece arazi çalışmalarında katkı sağlamıştır.

Çıkar çatışması beyanı

Makale ile ilgili olarak, herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Baatz M., & Schape A. (2000). Multi resolution segmentation: an optimization approach for high quality multi scale image segmentation. *Proceedings of Twelfth Angewandte Geographische Informations verarbeitung*, Wichmann-Verlag, Heidelberg, ss.12–23.
- Benz, U.C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I. & Heynen, M. (2004). Multi- resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58 (3), pp. 239-258.

- Blaschke, T., Lang, S., & Hay, G.J. (Eds.) (2008). Object-based image analysis: spatial concepts for knowledge-driven remote sensing applications. Springer Science & Business Media.
- Burnett, C., & Blaschke, T. (2003). A multi-scale segmentation/object relationship modeling methodology for landscape analysis. *Ecological Modeling*, 168(3), 233-249.
- Chandra, A.M., & Ghosh S.K. (2007). Remote Sensing and Geographical Information System. *Alpha Science International*, Oxford U.K. ss 16-24, 97-114.
- Cheng, H.D., Jiang, X.H., Sun, Y., & Wang, J. (2001). Color image segmentation: Advances and prospects. *Pattern Recognition*. 34(12), 2259-2281.
- Çelik, M. A. & Karabulut, M. (2013). Yağış koşullarının Antep fıstığı (*Pistacia vera* L.) biomas aktivitesi ve fenolojik özelliklerine etkisinin uzaktan algılama verileri kullanılarak incelenmesi. *Türk Coğrafya Dergisi*, (60), 37-48.
- Çelik, M.A. & Sönmez, M. E. (2013). Kızıltepe ilçesinin tarımsal yapısındaki değişimlerin MODIS NDVI verileri kullanılarak izlenmesi ve incelenmesi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 27, 262-281.
- Çölkesen, İ. (2009). Uzaktan Algılamada İleri Sınıflandırma Tekniklerinin Karşılaştırılması ve Analizi. *Yüksek Lisans Tezi*, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 168s.
- Çölkesen, İ. (2015). Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri kullanarak benzer spektral özelliklere sahip doğal nesnelerin ayırt edilmesine yönelik bir metodoloji geliştirme. *Doktora tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 276s.
- Deekshatulu, B.L. & Gupta, R.K. (1994). Remote Sensing and Vegetation. *Proceedings of the Indian National Science Academy*, 60(A), 299-333.
- Delen, A. & Şanlı, F.B. (2017). Nesne tabanlı sınıflandırma yöntemi ile tarımsal ürün deseninin belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17 (Özel Sayı), 242-247.
- Drusch M., Del Bello U., Carlier S., Colin O., Fernandez V., Gascon F., Hoersch B., Isola C., Laberinti P., Martimort P., Meygret A., Spoto F., Sy O., Marchese F. & Bargellini P. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote sensing of Environment*, 120, 25-36.
- Eisfelder, C., Kraus, T., Bock, M., Werner, M., Buchroithner, M.F. & Strunz, G. (2009). Towards automated forest-type mapping - a service within GSE Forest Monitoring based on SPOT-5 and IKONOS data. *International Journal of Remote Sensing*, 30(19), 5015 -5038.
- Everitt, J.H., Yang, C. & Deloach, C.J. (2005). Remote Sensing of Giant Reed with QuickBird Satellite Imagery. *Journal of Aquatic Plant Management*, 43, 81-85.
- Förster, S., Kaden, K., Foerster, M. & Itzerott, S. (2012). Crop Type Mapping Using Spectral-Temporal Profiles and Phenological Information. *Computers and Electronics in Agriculture*, 89, 30-40.
- Kavzoglu, T., Çölkesen, İ. & Yomralioğlu, T. (2015). Object Based Classification with Rotation Forest Ensemble Learning Algorithm Using Very High Resolution WorldView-2 Image. *Remote Sensing Letters*, 6(11), pp. 834-843.
- Kim, M., Madden, M. & Warner, T. (2008). Estimation Forest Stands with Multispectral IKONOS Imagery, *Object-Based Image Analysis*, Berlin, Springer, 291-307.
- Lillesand, T.M., & Kiefer, R.W., (1994). Remote Sensing and Image Interpretation, 3rd ed., 750 pp., New York.
- Lowe, S.H. & Guo, X. (2011). Detecting an optimal Scale parameter in object-oriented classification. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 4(4), pp.890-895.
- Lucchese, L., & Mitray, S.K. (2001). Color image segmentation: A state-of-the-art survey. *Indian National Science Academy (INSA-A)*. Delhi, India, pp. 207-221.
- Mather, P. M., (1999). Computer Processing of Remotely Sensed Images. An Introduction, Second Edition. 292 pp., Chichester, England.
- Navulur K. (2007). Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm, *CRC Press*, Florida, U.S.A., 184 pp.
- Richards, J.A. & Jia, X. (1999). Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction, 3rd revised and enlarged edition, 363 pp.
- Vuolo, F., Immitzer, M.N.M., Atzberger, C. & Ng, W.-T. (2018). How much does multi-temporal Sentinel-2 data improve crop type classification, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 72, 122-130.
- Wesseling, J. G. & Fedes, R. A. (2006). Assessing crop water productivity from field to regional scale, *Agricultural Water Management*, 86(1), 30-39.
- Zhang, Y.J. (1997). Evaluation and comparison of different segmentation algorithms. *Pattern Recognition Letters*, 18(10), 963-974.
- URL-1: www.tuik.gov.tr
[Erişim tarihi: 16.04.2021]
- URL-2: <https://custom-scripts.sentinel-hub.com/custom-scripts/sentinel-2/composites/>
[Erişim tarihi: 22.06.2021]
- URL-3: <https://gisgeography.com/sentinel-2-bands-combinations/>
[Erişim tarihi: 22.06.2021]
- URL-4: <https://gisrack.com/list-of-band-combinations-in-sentinel-2a/>
[Erişim tarihi: 22.06.2021]

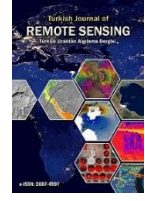
URL-5: www.sentinal.esa.int
[Erişim tarihi: 02.03.2021]

URL-6: www.copernicus.eu/en
[Erişim tarihi: 20.06.2019]



© Author(s) 2021.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Türkiye'nin Uzun Dönem Yağış Miktarının IDW ve Kriging Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi

Enes Yenipınar*¹, Mert Mustafa Kayhan¹, Esra Aslı Çubukçu¹, Vahdettin Demir¹, Mehmet Faik Sevimli¹

¹KTO Karatay Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Konya, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Yağış
IDW
Kriging

ÖZ

Bu çalışmada, Türkiye'nin uzun vadeli aylık toplam yağış miktarı (mm) iki farklı enterpolasyon yöntemi kullanılarak tahmin edilmiştir. Yağış miktarı, komşu ölçüm istasyonlarına ait enlem-boylam özellikleri kullanılarak IDW (Inverse Distances Weighted) ve Kriging yöntemleri ile tahmin edilmiştir. Yöntemler ArcGIS yazılımı altında ArcMAP programı ile uygulanmıştır. Çalışmada 2 farklı enterpolasyon parametresi kullanılmıştır. Bunlar; enlem (°) ve boylam (°) şeklindedir. Veriler 1927-2018 yılları arasında olup Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Çalışmada Türkiye'yi temsilen 81 adet vilayet ölçüm istasyonu kullanılmıştır. Toplamda 972 adet (81 istasyon x 12 ay) verilerin %75'i eğitim aşamasında, %25'i ise test aşamasında kullanılmıştır. Kullanılan test istasyonları rastgele seçilmiştir. Test aşamasında elde edilen tahminler gözlemlenmiş verilerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda Kare Kök Ortalama Karesel Hata (KOKH), Ortalama Mutlak Hata (OMH) ve Determinasyon Katsayısı (R²) kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; test aşamasında IDW yönteminin en iyi sonuçları (KOKH=6.43, OMH=4.29, R²=0.982) Uşak istasyonu ve (KOKH=4.14, OMH=3.64, R²=0.962) Kırıkkale İstasyonunda gözlemlenmiştir. Kriging yönteminin en iyi sonuçları (KOKH=17.75, OMH=15.80, R²=0.988) Uşak ve (KOKH=4.13, OMH=3.60, R²=0.967) Kırıkkale istasyonunda gözlemlenmiştir. Giriş parametrelerine göre en iyi sonuçlar Uşak, Batman ve Kırıkkale istasyonlarında, en kötü sonuç ise Bayburt ve Iğdır istasyonlarında tahmin edilmiştir.

Turkey's Long-Term Estimating Precipitation with IDW and Kriging Methods

Keywords:

Precipitation
IDW
Kriging

ABSTRACT

In this study, Turkey's long-term monthly total precipitation (mm) was estimated using two different interpolation methods. Total precipitation were estimated by IDW (Inverse Distances Weighted) and Kriging methods using the latitude - longitude features of neighboring measuring stations. The methods were applied with ArcMAP program under ArcGIS software. Two different interpolation parameters were used in the study. These; latitude (°) and longitude (°). The data are between 1927-2018 and were obtained from the General Directorate of Meteorology of Turkey. In the study, 81 province measurement stations were used to represent Turkey. In total, 972 (81 stations x 12 months) data were used in 75% of the training phase and 25% in the testing phase. The test stations used were randomly selected. The predictions obtained during the testing phase were compared with the observed data. Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) and Determination Coefficient (R²) were used for comparisons. When the results are examined; The best results of the IDW method were observed at Uşak station (KOKH=6.43, OMH=4.29, R²=0.982) and Kırıkkale Station (KOKH=4.14, OMH=3.64, R²=0.962). The best results of the Kriging method were observed in Uşak (KOKH=17.75, OMH=15.80, R²=0.988) and Kırıkkale station (KOKH=4.13, OMH=3.60, R²=0.967). According to the input parameters, the best results were estimated at Uşak, Batman and Kırıkkale stations, and the worst results were estimated at Bayburt and Iğdır stations.

*Sorumlu Yazar

(yenipinar.1994@hotmail.com) ORCID ID 0000-0002-4371-6266
(mert.kyhn97@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-6823-6621
(cubukcuasli@gmail.com) ORCID ID 0000-0003-4159-205X
(vahdettin.demir@karatay.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-6590-5658
(mehmet.faik.sevimli@karatay.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-4676-8782

Kaynak Göster(APA);

Yenipınar, E., Kayhan, M., Çubukçu, A., Demir, V., Sevimli M.F. (2021). Türkiye'nin Uzun Dönem Yağış Miktarının IDW ve Kriging Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3 (2) , 47-52.

1. GİRİŞ

Su; canlıların hayatlarını devam ettirebilmeleri için en önemli etkenlerden biridir ve su ihtiyacı dünyamızda bulunan su kaynaklarından temin edilmektedir. Dünyamızda su kaynaklarının oluşmasını ve devam etmesini sağlayan etken yağışlardır. Günümüzde meteoroloji, tarım, hidroloji, orman yönetimi, ekoloji ve benzeri birçok farklı disiplinde yapılan çalışmalarda farklı iklim parametrelerinden yararlanılmaktadır (İçağa & Taş, 2018; İlker vd., 2019; URL-1). Yağış birçok hidro-meteorolojik çalışma için ana girdi verisidir ve yağışın gerçekleşmesi birçok parametreye bağlıdır. Bu bağlamda, yağışların doğru temsil edilmesi çalışmalarının başarısı açısından çok önemlidir.

Yaygın olarak yağış gözlem istasyonu kurulması, yağışların nokta ölçümleri ile güvenilir veriler sağlanmaktadır. Ancak her noktaya yağış gözlem istasyonu kurulabilmesi için yüksek maliyetler gerekmektedir. Bu yüzden belirli mesafe aralıklarla önemli noktalara yağış gözlem istasyonları kurulmuştur. Ara noktaların yağış miktarı verilerini elde edebilmek için alansal yağış modellenmesi önemlidir. Konumsal veri uygulamaları tabanında faydalanılan en önemli araç elbette günümüzde en yaygın olan Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS)'dir. CBS; yöntem problemlerinin çözülebilmesi ve karmaşık planlama için tasarlanmıştır. Noktasal bir meteoroloji verisi olan yağışın alansal dağılımını bulmak için CBS'nin kullanıldığı doğruya en yakın sonuçlar verilen birçok çalışma yapılmıştır (URL – 1; Aksu & Güngör, 2020; Yomralıoğlu, 2005).

Yağış verilerinde güvenilir sonuçlar elde etmek için çeşitli enterpolasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Enterpolasyon; en genel anlamda, verilen bir aralıktaki bilinen değerlerden faydalanılarak, bu aralık içinde bilinmeyen değerleri hesaplamaktır. Yağış verilerinin enterpolasyon yöntemi ile belirlenmesinde en sık kullanılan yöntemler Ters Mesafe Ağırlıklı Enterpolasyon Yöntemi IDW ve Kriging Enterpolasyon yöntemleridir (Arslanoğlu & Özçelik, 2005). Bu tarz yöntemler kullanılarak doğruya yakın tahminler ve veriler elde edilip, sonuçları birçok alanda kullanılmıştır (İlker, 2012; URL- 2; Töreleyen vd., 2010).

Bu çalışmada, Türkiye'nin uzun dönem yağış miktarı (mm) verisi üzerine bir çalışma yapılarak IDW ve Kriging yöntemleri kullanılarak tahminler yapılmıştır. Çalışmada Türkiye'deki 81 ilde bulunan yağış gözlem istasyonlarından aylık ve yıllık olarak yağış verileri toplanmıştır. Ülkemizde bulunan 81 ilden rastgele 21 il seçilmiştir. Bu 21 ildeki yağış gözlem istasyonları test istasyonları kalan 60 il ise eğitim istasyonları olarak belirlenmiştir. Eğitim İstasyonlarında gözlenen yağış verileri kullanılarak CBS ve Enterpolasyon yöntemleri yardımı ile Türkiye'nin uzun dönem yağış miktarı haritaları oluşturulmuştur. Haritalardan, test istasyonlarının verileri elde edilmiştir. Ardından test istasyonlarını

gerçek değerleri ile IDW ve Kriging yöntemlerinden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

2. YÖNTEM ve MATERYAL

2.1. Yöntem

2.1.1. Inverse distance weighting (IDW)

IDW, hücre değerlerini belirlemek için kullanılan bir enterpolasyon tekniğidir. Bilinen numunenin değerlerini kullanarak bilinmeyen noktaları modeller. İlgili değerden uzaklaşan çeşitli noktalar gözlemlenerek ve mesafedeki artış veya azalışa bağlı olarak hücre değeri tahmin edilir. Modellenen değerler, komşu civardaki numunelerin uzaklığı ve büyüklüğünün bir fonksiyonu olup, mesafenin artması ile tahmini yapılacak hücre üzerindeki etkisi azalır (Doğan vd., 2013; Güler & Kara, 2007).

IDW yöntemi sadece komşu noktalardan tahminler ürettiği için lokal bir ara değer kestirim yöntemidir. Noktaların birbirine olan mesafelerini ağırlık hesabında kullanarak, bilinmeyen noktaların tahminini gerçekleştirir. Yöntem enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalara göre daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayandırılır (Shepard, 1968; Güler & Kara, 2007; Köroğlu, 2006; Loyd, 2007).

$$F(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i f_i \quad (1)$$

$$w_i = \frac{h_i^{-p}}{\sum_{j=1}^n h_j^{-p}} \quad (2)$$

1-2 numaralı denklemlerde;

p; kuvvet parametresi olarak bilinir ve üssü gösterir.

h_i ; örnek noktalar ve enterpolasyonlu noktalar arasındaki uzamsal mesafedir.

w_i ; ağırlıklardır ve değerlerin toplamı 1 olmalıdır.

f_i ; bilinen yükseklik değerleridir.

2.1.2. Kriging

Kriging yöntemi; bilinen yakın noktalardan alınan numuneleri kullanarak, diğer noktalardaki verilerin değerlerini tahmin eden bir enterpolasyon yöntemidir. Yöntemin temeli bölgesel değişkenler teorisine dayanır. Birçok alanda kullanılabilirliğini ve popüleritesini kanıtlamış bir yöntemdir (Krige 1951; Loyd, 2007; Doğru vd., 2011; İnal vd., 2002; Heuvelink, 2006).

Kriging yönteminin diğer enterpolasyon yöntemlerine göre en büyük farkı, modellenen her bir nokta için varyans değerinin hesaplanabilmesidir. Kriging enterpolasyonu, yarıvარიogram yapısal özellikleri kullanılarak örneklenmemiş noktalardaki konumsal değişikliklerin yansız tahmininin en uygun şekilde

yapıldığı tekniktir (Güler ve Kara, 2007; Köroğlu, 2006; Loyd, 2007).

Kriging yönteminde kullanılan genel denklem;

$$N_p = \sum_{i=1}^n P_i * N_i \quad (3)$$

n ; modeldeki nokta sayısı,
 N_i ve N_p ; Hesaplama kullanılan jeoid dalgalanma değerleri,
 N_p ; Gerekli dalgalanma değeri,
 P_i ; N_i 'nin hesaplanmasında kullanılan her bir N_i değeri için ağırlık değerleri.

2.2. Çalışma Alanı ve Veri

Türkiye, 36°- 42° kuzey paralelleri ile 26°- 45° doğu meridyenleri arasında bulunmaktadır. Ülkemiz ılıman kuşakta yer almaktadır. Bu durum, Türkiye'nin iklimi üzerinde etkili olmaktadır. İklimimiz; ne kutup bölgelerindeki kadar soğuk, ne de ekvatorial bölgedeki kadar sıcak ve yağışlıdır. Uzun dönem aylık toplam yağış miktarı ortalaması verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün (MGM) gözlem istasyonları tarafından kaydedilmiştir. Veriler MGM'nin internet adresinden temin edilmiştir (URL-3). Kullanılan istasyonların konumları, Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Çalışma alanı ve tüm istasyonlar

Materyal olarak Türkiye'deki 81 il merkezinin gözlem istasyonlarında kaydedilen 1927-2018 yılları arasındaki uzun dönem aylık toplam yağış miktarı verileri kullanılmıştır. Seçilen yılların 1927-2018 olmasının en büyük sebebi sadece o yılları kapsayan dönemde 81 istasyon için de tüm verilerin mevcut olmasıdır. Çeşitli sebeplerden dolayı 1927 yılından önce ya da 2018 yılından sonra 81 istasyon için periyodik şekilde verilerin tamamı mevcut değildir. Eğitim ve test aşamasında kullanılacak istasyonlar rastgele şekilde seçilmiştir. Herhangi bir duruma bağlı kalmadan kullanılmıştır. Toplamda 972 (81x12) adet verinin, 252 adeti test, 720 adeti eğitim aşamasında kullanılmıştır. Girişlere göre kullanılan parametreler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan giriş parametreleri

Parametre	Kullanılan Parametre	Birim
1	Enlem - Boylam	°, ", '''
2	Yağış miktarı	mm

3. BULGULAR

Karşılaştırma kriteri olarak Karekök Ortalama Karesel Hata (KOKH), Ortalama Mutlak Hata (OMH) ve determinasyon katsayısı (R^2) kullanılmıştır. KOKH ve OMH ve R^2 formülleri şu şekilde ifade edilebilir:

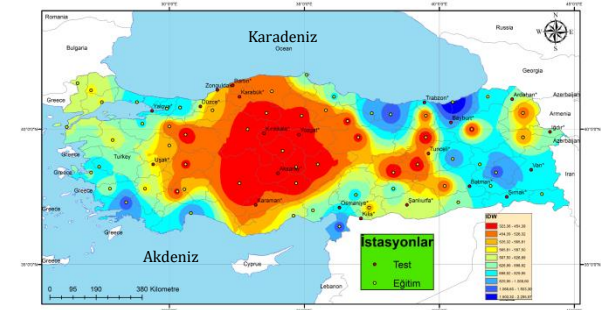
$$KOKH = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_g - Y_t)^2} \quad (4)$$

$$OMH = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |Y_g - Y_t| \quad (5)$$

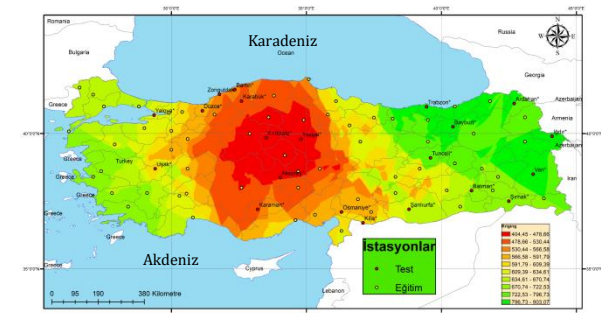
$$R^2 = \left(\frac{N * (\sum Y_g * Y_t) - (\sum Y_g) * (\sum Y_t)}{\sqrt{(N * \sum Y_g^2) - (\sum Y_g)^2} * \sqrt{(N * \sum Y_t^2) - (\sum Y_t)^2}} \right)^2 \quad (6)$$

Yukardaki eşitliklerde Y_t ve Y_g tahmin edilen ve gözlenen yağış değerlerini, N ise veri sayısını göstermektedir.

Yöntemlerin test sonuçları tablo 2'de verilmiştir. Test aşamasında IDW yönteminin en iyi sonucu Uşak istasyonunda (KOKH=6.43, OMH=4.29, $R^2=0.982$) ve Kırıkkale istasyonunda (KOKH=4.14, OMH=3.64, $R^2=0.962$), Kriging yönteminin en iyi sonucu Batman istasyonunda (KOKH=17.75, OMH=15.80, $R^2=0.988$) Uşak istasyonunda (KOKH=17.75, OMH=15.80, $R^2=0.988$) ve Kırıkkale istasyonunda (KOKH=4.13, OMH=3.60, $R^2=0.967$) modellenmiştir. Şekil 2 ve Şekil 3'te yöntemlerin tahmin modellerine göre test istasyonları renklendirilmiştir.



Şekil 2. IDW sonuçlarına göre haritalandırma



Şekil 3. Kriging sonuçlarına göre haritalandırma

Şekil 2 ve şekil 3 incelendiğinde; Kriging yönteminin daha güzel geçişler yaptığı gözlemlenmiştir. Ayrıca Türkiye'nin orta

kesimlerinde karasallık, diğer kesimlerinin ise daha fazla yağış alan sulak iklimler yaşadığını görebiliriz.

Tablo 2. Test istasyonları IDW sonuçları

İSTASYON	IDW		
	KOKH	OMH	R ²
Trabzon	15,2288	12,8226	0,58000
Tunceli	31,0204	26,6532	0,81870
Şanlıurfa	15,0440	13,4064	0,97231
Uşak	6,43629	4,29766	0,98228
Van	40,8328	35,6042	0,80102
Yozgat	15,9308	12,6223	0,87226
Zonguldak	61,7026	53,7619	0,13419
Aksaray	9,37141	7,51689	0,86494
Bayburt	43,1564	36,8186	0,03748
Karaman	16,1843	12,0017	0,85970
Kırıkkale	4,14774	3,64989	0,96246
Batman	19,8260	17,0329	0,97134
Şırnak	13,1429	11,6967	0,91337
Bartın	48,0618	42,2475	0,09678
Ardahan	38,7129	33,5082	0,18906
Iğdır	47,8414	42,2793	0,07128
Yalova	15,1596	12,0743	0,83138
Karabük	5,52145	3,72795	0,85368
Kilis	15,2985	11,5125	0,92555
Osmaniye	23,0171	19,2464	0,79232
Düzce	21,6034	19,9063	0,76100

Tablo 3. Test istasyonları Kriging sonuçları

İSTASYON	Kriging		
	KOKH	OMH	R ²
Trabzon	14,8980	12,2017	0,61219
Tunceli	27,0307	24,3092	0,89893
Şanlıurfa	14,6628	12,8347	0,96306
Uşak	7,62027	4,95274	0,97763
Van	41,6052	36,1419	0,78587
Yozgat	15,8808	12,5890	0,87398
Zonguldak	61,4298	53,5396	0,14292
Aksaray	10,8980	8,50785	0,83887
Bayburt	41,8457	35,9656	0,05335
Karaman	17,0701	12,5076	0,84939
Kırıkkale	4,13821	3,60524	0,96714
Batman	17,7503	15,8076	0,98838
Şırnak	12,7478	11,2954	0,91747
Bartın	47,6551	41,9266	0,11272
Ardahan	41,9513	36,0321	0,31064
Iğdır	51,5342	45,1025	0,03231
Yalova	16,1469	13,2027	0,85218
Karabük	5,71029	4,02267	0,88139
Kilis	11,9931	8,89939	0,93566
Osmaniye	22,3799	18,5023	0,89741
Düzce	21,7795	20,0579	0,75723

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Küresel iklim değişikliği, dünyada ve ülkemizde benzer sonuçları doğurmaktadır. Bu nedenle iklim değişikliği sadece bir çevre problemi değil; bir kalkınma problemi olarak görülmektedir. Ülkemiz, iklim değişikliğinin etkilerinin yoğun hissedileceği Doğu Akdeniz Havzası'nda yer almaktadır. Dolayısıyla, yüksek risk grubu ülkeler arasında bulunmaktadır. Bu durumda, iklim, iklimdeki değişiklik ve değişkenliklerinin gözlenmesi ile iklim

değişikliğinin negatif etkilerine karşı yürütülecek olan programlarda çalışmalara gereksinim duyulmaktadır. Aşırı ve ani yağışlar ve sonucunda oluşan sel felaketleri, kentsel altyapının çökmesi, sıcak hava olayları, aşırı hava olaylarının gerçekleşme sıklığındaki artış günlük yaşamı etkiler duruma gelmiştir. Bu nedenle uzun vadede gerçekleştirilecek yatırımlar ve alt yapı sistemleri için uzun vadeli yağış miktarı tahminleri önemli rol oynamaktadır (İçağa & Taş, 2018; İlker vd., 2019; URL – 1).

Yağış birçok parametreye bağlı (sıcaklık, nem, buharlaşma, yoğunlaşma gibi) bir doğa olayıdır. Bu parametreler doğada rastgele meydana gelmektedir. Yağış olayının oluşumunda bir rastgelelik mevcuttur. Bu sebeple tahmini ve modellemesi zor bir parametredir. Demir vd. (2019), yaptıkları benzer bir çalışmada yapay sinir ağı, IDW ve Kriging yöntemleri kullanarak sıcaklık tahminini başarılı (KOKH:0-5°C aralığında, OMH:0-4 °C ve R²≈0.92-0.99) şekilde yapmışlardır. Ancak yağış parametresi için bu başarı elde edilememesinin sebebi bağlı olduğu parametre sayısının ve mevcut rastgeleliktir.

Kıyı kesimlerde bulunan nem sebebiyle kıyı kesimlerin yağış miktarı ortalaması iç kesimlerin yağış miktarı ortalamasından yüksektir. Şekil 2 ve 3 modeline bakarak Türkiye'nin orta kesimlerinde karasallık, diğer kesimlerinin ise daha fazla yağış alan sulak iklimler yaşadığını görebiliriz.

IDW yöntemi verilerden tahmin üretirken noktaların uzaklığına göre ağırlığını belirleyen mekanizması olan deterministik bir enterpolasyon yöntemidir. Enterpole edilen yüzeyde noktaların yakınlığı arttıkça fonksiyon üzerindeki ağırlığı da artar. Verilerin konumuna göre karşılaştırılması yapılır. Verilerin genel dağılımı, kümelenmesi ve eğilimi de incelenir. IDW, CBS sistemlerinde en iyi tahmin üreticisi sayılmaktadır. Kriging enterpolasyon yöntemi geoistatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem, matematiksel jeodezide kollokasyon olarak bilinen en iyi yansız tahminci olarak tanımlanmaktadır. Diğer enterpolasyon yöntemlerinden en büyük farkı tahmin ürettiği her nokta için varyans değerinin hesaplanabilmesidir. Bu güvenilirliğinin ölçüsüdür. Genellikle yükseklik, su derinliği ve hava kirliliği haritalandırılmasında tercih edilmektedir (İlker vd., 2019).

Bu çalışmada 1927-2018 yılları arasında Türkiye'nin uzun dönem yağış miktarı kullanılarak IDW ve Kriging yöntemleri ile modellenmiştir. Sonuçlar incelendiğinde;

IDW yöntemi karşılaştırma kriterleri göz önüne alındığında en iyi Uşak istasyonunda (KOKH=6.43, OMH=4.29, R²=0.982), ve Kırıkkale istasyonunda (KOKH=4.14, OMH=3.64, R²=0.962) modellenmiştir. Kriging yöntemi en iyi sonucu Batman istasyonunda (KOKH=17.75, OMH=15.80, R²=0.988), Uşak istasyonunda (KOKH=17.75, OMH=15.80, R²=0.988) ve Kırıkkale istasyonunda (KOKH=4.13, OMH=3.60, R²=0.967) modellenmiştir.

Şekil 2 ve şekil 3 incelendiğinde; Kriging yönteminin daha güzel geçişler yaptığı

gözlemlenmiştir. Türkiye'nin Orta bölgeleri genel olarak kurak, kıyı bölgeleri orta bölgelere göre daha fazla yağış almaktadır. En fazla Yağış Doğu Karadeniz bölgesine düşmektedir. Doğu Karadeniz bölgesini ise Doğu Anadolu bölgesi takip etmektedir. En az yağış ise İç Anadolu Bölgesinde görülmektedir.

Sonuçlar incelendiğinde görülür ki; yağış verilerinde IDW yöntemi Kriging yöntemine göre noktasal olarak biraz daha başarılı olmuştur. Ancak İstasyonlar arası veri geçişlerindeki modelleme konusunda Kriging yöntemi modellemesi daha iyi olan bir sonuç ortaya çıkarmıştır.

Bilgilendirme/Teşekkür

Çalışmada kullanılan veriler Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir, bu nedenle Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

Araştırmacıların katkı oranı beyan özeti

E. Yenipınar: Veri Temini, Veri Analizi, Modelleme
M.M. Kayhan: Veri Temini, Veri Analizi, Modelleme
E.A. Çubukçu: Metodoloji, Yazma, Orijinal Taslak hazırlama,
V. Demir: Kavramsallaştırma, Metodoloji, Uygulama, İnceleme ve Düzenleme,
M.F. Sevimli: Son inceleme, Düzenleme

Çıkar çatışması beyanı

Makale ile ilgili olarak, herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

- Aksu, H. & Güngör, A. (2020). Burdur İli Yağış Potansiyeli Analizi ve Değerlendirilmesi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 308-322.
- Arslanoğlu, M. & Özçelik, M. (2005). Sayısal Arazi Yükseklik Verilerinin İyileştirilmesi. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*. Ankara, 1-8.
- Demir V., Çubukçu E.A. & Sevimli M. F. (2019). Long-Term Month Temperature Forecast With Inverse Distances Weighted, Kriging and Artificial Neural Networks. *CISSET - 2nd Cilicia International Symposium on Engineering and Technology*, 2019, Mersin, Turkey, 10-16.
- Doğan, H. M., Yılmaz, D. S. & Kılıç, O. M. (2013). Orta Kelkit Havzası'nın Bazı Toprak Özelliklerinin Ters Mesafe Ağırlık Yöntemi (IDW) ile Haritalanması ve Yorumlanması. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 6, 46-54.
- Doğru, A. Ö., Keskin, M., Özdoğdu, K., İliev, N., Uluğtekin, N. N., Balçık, Bektaş, F., Göksel, Ç. & Sözen, S. (2011). Meteorolojik Verilerin

Değerlendirilmesi ve Sunulması İçin Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Antalya, Türkiye, 1-5.

- Güler, M. & Kara, T. (2007). Alansal Dağılım Özelliği Gösteren İklim Parametrelerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi Ve Kullanım Alanları; Genel Bir Bakış. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(3), 322-328.
- Heuvelink, GBM (2006). Incorporating process knowledge in spatial interpolation of environmental variables. *Proceedings of Accuracy* (Eds. M. Caetano and M. Painho), Lisbon: Instituto Geográfico Português, pp. 32-47.
- İçağa, Y. & Taş, E. (2018). Comparative Analysis of Different Interpolation Methods in Modeling Spatial Distribution of Monthly Precipitation. *Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2), 90-91.
- İlker, A. (2012). Akdeniz Bölgesinde Yağışın Alansal Dağılımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 85s.
- İlker, A., Terzi, Ö. & Şener, E. (2019). Yağışın Alansal Dağılımının Haritalandırılmasında Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Akdeniz Bölgesi Örneği. *İMO Teknik Dergi*, 9213-9219.
- İnal, C., Turgut, B. & Yiğit, C. Ö. (2002). Lokal Alanlarda Jeoit Ondülasyonlarının Belirlenmesinde Kullanılan Enterpolasyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu*, Konya, Türkiye, 177 - 185.
- Koroğlu, S. (2006). Farklı Enterpolasyon Yöntemlerinin Hacim Hesabına Etkisinin Araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 86s.
- Krige, DG. (1951). A statistical approach to some mine valuations and allied problems at the Witwatersrand. *Yüksek Lisans Tezi*, University of Witwatersrand, 272s.
- Loyd, C.D. (2007). Local Modelsfor Spatial Analysis. *CRC Press*, 21-22.
- Shepard, D. (1968). A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data. *The 1968 23rd ACM national conference*, ACM, 517-524. New York, NY, USA.
- Töreayn, G., Özdemir İ. & Kurt, T. (2010). ArcGIS 10 - Uygulama Dokümanı. *İşlem Coğrafi Bilgi Sistemleri Mühendislik ve Eğitim Ltd. Şti.*, Ankara.
- Yomralıoğlu, T. (2005). Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar. *Akademi Kitabevi*, İstanbul.
- URL-1: <http://www.dsi.gov.tr/toprakvesukaynaklari> [Erişim Tarihi: 21 Nisan 2020].
- URL 2: <https://birimler.dpu.edu.tr/app/views/pan>

el/ckfinder/userfiles/2/files/.../arccgis.pdf

[Erişim Tarihi: 21 Nisan 2020].

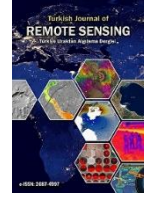
URL.3: <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirm/e/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=H>

[Erişim Tarihi: 3 Haziran 2021].



© Author(s) 2021.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



İç Anadolu Bölgesi' ndeki Tarım Alanı Değişimlerinin Modis Uydu Verisi ile İzlenmesi

Dilek KÜÇÜK MATCI*¹ 

¹Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Uzaktan Algılama
Tarım Alanı Değişimi
MODIS
CHRPS Daily
ERA5 Daily

ÖZ

Sanayileşme, nüfus artışı, hızlı ve kontrolsüz kentleşme ve iklim değişikliği gibi parametreler tarım alanların varlığını etkileyen sebeplerdendir. Artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için tarım alanlarının izlenmesi korunması ve planlanması gerekmektedir. Tarım alanlarının korunabilmesi için güvenli ve hızlı güncellenebilir verilerle izlenmesi gerekmektedir. Teknolojinin artmasıyla beraber uzaktan algılama yöntemleri çok değerli veriler sağlamaktadır. Böylece, arazi örtüsü sınıflarının alan kapsamını tahmin etmek için yaygın ve etkili bir yöntem haline gelmiştir. Bu çalışmada uzaktan algılanmış veriler yardımıyla İç Anadolu Bölgesindeki tarım arazilerin 2001-2019 yılları arasındaki değişim dinamikleri incelenmiştir. Bu doğrultuda alansal değişimlerini incelemek için Google Earth Engine(GEE) kullanılarak MCD12Q1.006 MODIS Land Cover Type Yearly Global 500 m verileri, yağış verilerini izlemek amacıyla Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data (CHIRPS) veri seti, nüfus verilerini incelemek için TUIK verileri ve sıcaklık verilerini incelemek amacıyla ERA5 Daily veri seti kullanılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar incelendiğinde tarım alanlarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişimi tetikleyen faktörler incelendiğinde tarımsal alan değişiminin nüfus verisiyle anlamlı bir ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir.

Monitoring of Agricultural Area Changes in the Central Anatolia Region with Modis Satellite Data

Keywords:

Remote Sensing
Agricultural Area Change
MODIS
CHRPS Daily
ERA5 Daily

ABSTRACT

Parameters such as industrialization, population growth, rapid and uncontrolled urbanization and climate change are among the reasons that affect the existence of agricultural areas. It is necessary to monitor, protect and plan agricultural areas in order to meet the nutritional needs of the increasing population. In order to protect agricultural areas, it is necessary to monitor with secure and fast updateable data. With the increase in technology, remote sensing methods provide very valuable data. Thus, it has become a common and effective method for estimating the area coverage of land cover classes. In this study, with the help of remotely sensed data, the dynamics of change of agricultural lands in the Central Anatolia Region between 2001-2019 were examined. In this direction, MCD12Q1.006 MODIS Land Cover Type Yearly Global 500 m data was used to examine the spatial changes, CHIRPS Daily data set to monitor precipitation data, TUIK data to analyze population data and ERA5 Daily dataset to examine temperature data. When the results obtained as a result of the study were examined, it was observed that there was an increase in agricultural areas. When the factors that triggered this change were examined, it was observed that the agricultural area change had a significant relationship with the population data.

*Sorumlu Yazar

*dkmatci@anadolu.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-4078-8782

Kaynak Göster(APA);

KÜÇÜK MATCI, D., (2021). İç Anadolu Bölgesi' ndeki Tarım Alanı Değişimlerinin Modis Uydu Verisi ile İzlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 3 (2) , 1-9.

1. GİRİŞ

Arazi örtüsü bileşimi ve değişimi, ekosistem durumunu ve işlevini etkileyen önemli faktörlerdir. Tarımsal değişim de Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişikliğinin önemli bir bileşenidir (Foley vd., 2005; Haberl vd., 2007). Tarımsal arazi kullanımının yoğunlaştırılması, mahsul verimini, sulama yapılan bölgelerde yeraltı suyu beslenmesini, bölgesel iklimi ve su kalitesini etkiler (Cochand vd., 2021; Lerner & Harris, 2009).

Tarımsal üretimin azalması ise artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılayamama ihtimalini gündeme getirmektedir. Bu nedenle tarımsal alanlardaki değişimlerin belirlenmesi ve eğilimlerin tespit edilmesi gerekmektedir.

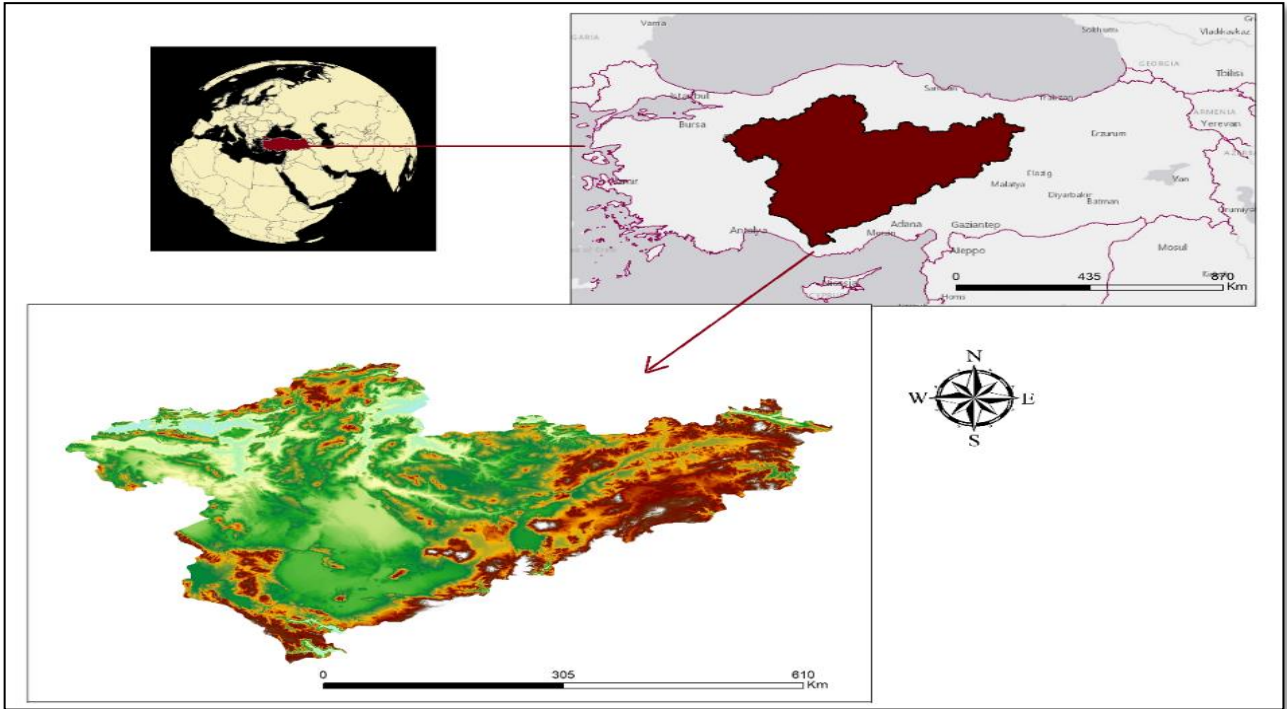
Uydu tabanlı veriler yıllardır dünya ile ilgili veriler sunmaktadır. Literatürde uydu sistemlerinin sağladığı veriler meteoroloji, yanmış alan tespiti (Chen vd., 2016; Kuruca vd., 2021), toprak tuzluluğu (Avdan vd., 2021; Fallah vd., 2013), ağaç sayma (Li vd., 2016; Ocer vd., 2020) gibi pek çok farklı alanda kullanılmıştır. Özellikle büyük ölçekli coğrafi bölgeler üzerinde arazi kullanımlarını incelemek için uygun maliyetli bir veri kaynağıdır. Uydu görüntüleri ile arazi örtüsü değişimi takibi literatürde kullanılan bir yöntemdir. Bu amaçla yapılan bir çalışmada Pakistan Islamabad’ da meydana gelen arazi değişimlerini belirleyebilmek için Spot 5 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Elde edilen verilerle bu bölgede 1992 ve 2012 yılları arasında meydana gelen değişim belirlenmiştir (Butt vd., 2015). Bir başka çalışmada Awash Nehri havzasındaki arazi kullanım değişim dinamiklerinin izlenmesi için Landsat uydu görüntülerini kullanmıştır (Tadese vd., 2020).

Çalışmalarda kullanılan uzaktan algılama kaynaklarından biri MODIS uydusunun sağladığı veri setlerinden biri olan MCD12Q1v006 ürünüdür. Ürünün sahip olduğu 500 m’ lik mekânsal çözünürlük küçük alanlardaki kullanım için kısıtlayıcı olsa da, bölgesel ölçekte arazi örtüsü geçişlerini yakalamak için uygundur. Literatürde bölgesel ve yerel değerlendirmeler için MODIS arazi örtüsü ürünleri kullanılmıştır (Sharma vd., 2017; Vijith & Dodge-Wan, 2020).

Bu makalenin amacı, uzaktan algılama verileri ile 2001 ve 2019 yıllarında İç Anadolu bölgesindeki tarımsal alanları belirlemek ve uzun dönemli eğilimleri değerlendirmektir. Bunun yanı sıra tarımsal alanlardaki değişimlere yola açan parametrelerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda tarımsal alan değişimine yol açabilecek nüfus, sıcaklık ve yağış verileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada İç Anadolu bölgesi’ de bulunan tarımsal alanlar incelenmiştir (Şekil 1). Türkiye’ nin orta bölümünde yer alan İç Anadolu bölgesi ülke topraklarının yaklaşık %19.4 ünü kapsar. Bölge yer şekilleri itibariyle bölgenin orta bölümünde yer alan geniş düzlükler ve kenarlarda bulunan dağlardan oluşmaktadır. Bu dağların deniz havasının İç Anadolu’ ya girmesini engellemesinden dolayı bölgede yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı karasal bir iklim oluşmuştur. Bölgenin doğal bitki örtüsü bozkırdır. Bölgenin yüksek alanlarına ilerledikçe yağış arttığından koruluklar ya da iğne yapraklı çamlar görülür (Güner vd., 2011).



Şekil 1. Çalışma Alanı

Bölgede bulunan tarımsal alan değişimlerinin incelenmesi amacıyla MODIS MCD12Q1v006 ürünü kullanılmıştır. Bu ürünün sağladığı veri içerisinde bulunan arazi örtüsü sınıfları, MODIS Aqua ve MODIS Terra yansımaya verilerinin denetimli sınıflandırma ile

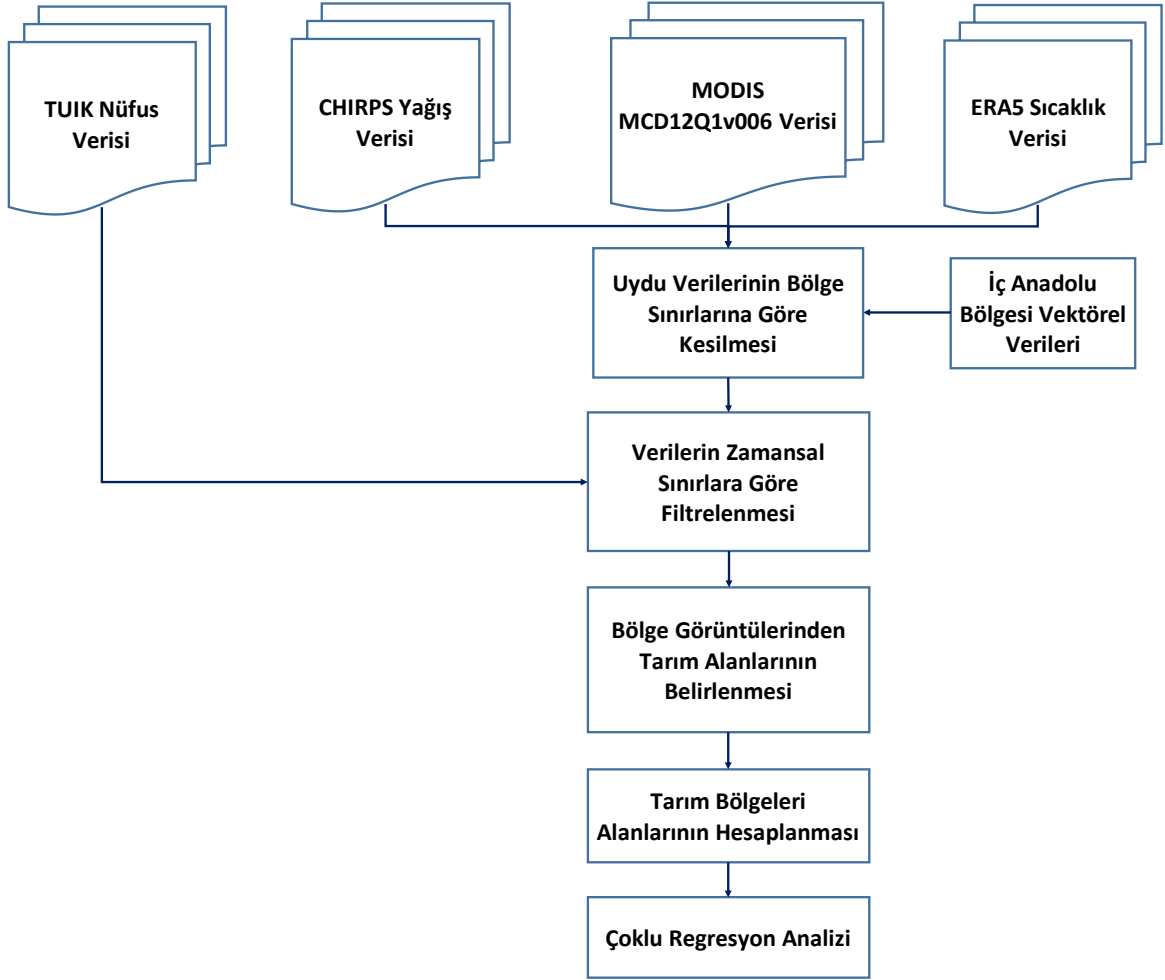
analizi sonucunda üretilir (Cover & Change, 1999). Veriler 500 m'lik mekansal çözünürlüğe sahiptir. Ürüne ait Land Cover Type 1 verileri 17 adet sınıf içermektedir. Bu sınıflar Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo1. Arazi örtüsü sınıfları

No	Sınıf
1	Evergreen Needleleaf Forests Yaprak dökmeyen kozalaklı ağaçların hakim olduğu (gölgelik >2m). Ağaç örtüsü >%60.
2	Evergreen Broadleaf Forests Yaprak dökmeyen geniş yapraklı ve palmye ağaçlarının hakim olduğu (gölgelik >2m). Ağaç örtüsü >%60.
3	Deciduous Needleleaf Forests Yaprak döken iğne yapraklı (karaçam) ağaçların hakim olduğu (gölgelik >2m). Ağaç örtüsü >%60.
4	Deciduous Broadleaf Forests Yaprak döken geniş yapraklı ağaçların hakim olduğu (gölgelik >2m). Ağaç örtüsü >%60.
5	Mixed Forests Hem yaprak döken hem de yaprak dökmeyen (her birinin %40-60'ı) ağaç türü (gölgelik >2m) hakimdir. Ağaç örtüsü >%60.
6	Closed Shrublands Odunsu uzun ömürlü (1-2m yükseklik) >%60 örtü hakimdir.
7	Open Shrublands Odunsu uzun ömürlü (1-2m yükseklikte) %10-60 örtücü hakimdir.
8	Woody Savannas %30-60 ağaç örtüsü (gölgelik >2m).
9	Savannas 10-30 ağaç örtüsü (gölgelik >2m).
10	Grasslands Tek yıllık otsu bitkilerin hakim olduğu (<2m).
11	Permanent Wetlands %30-60 su örtüsü ve >%10 bitki örtüsü ile kalıcı olarak sular altında kalan alanlar.
12	Croplands Alanın en az %60'ı ekili tarladır.
13	Urban and Built-up Lands Yapı malzemeleri, asfalt ve araçlar dahil olmak üzere en az %30 geçirimsiz yüzey alanı.
14	Cropland/Natural Vegetation Mosaics %40-60 oranında doğal ağaç içeren küçük ölçekli ekim mozaikleri,
15	Permanent Snow and Ice Alanın en az %60'ı yılın en az 10 ayı kar ve buzla kaplıdır.
16	Barren Alanın en az %60'ı, %10'dan az bitki örtüsüne sahip, bitki örtüsü olmayan çorak (kum, kaya, toprak) alanlardır.
17	Water Bodies Alanın en az %60'ı kalıcı su kütleleriyle kaplıdır.

Çalışmada kullanılan bir diğer veri seti sıcaklık verilerini içeren ERA5 Daily Aggregates verileridir. ERA5 Daily 2m hava sıcaklığı, 2m noktası sıcaklığı, toplam yağış, ortalama deniz seviyesi basıncı, yüzey basıncı, 10m u-rüzgâr bileşeni ve 10m v-rüzgâr bileşeninden oluşan yedi adet parametre için veri sağlamaktadır (Copernicus, 2017). Çalışmada kullanılan yağış verileri CHIRPS' den elde edilmiştir. CHIRPS, 30+ yıllık bir yağış veri setidir. CHIRPS, eğilim analizi ve mevsimsel kuraklık izleme için yağış zaman serileri oluşturmak için yersel istasyon verileriyle 0.05 ° çözünürlüklü uydu görüntülerini birleştirmektedir (Funk vd., 2015).

Çalışmada uygulanan yöntem Şekil 2'de verilmiştir. Analiz için kullanılan verilerden alan değişim değerleri, yağış ve sıcaklık değerleri GEE kullanılarak elde edilmiştir. GEE küresel ve büyük ölçekli uzaktan algılama uygulamaları geliştirmek için geçmiş görüntüler ve bilimsel veri kümeleri de dâhil olmak üzere ücretsiz veri arşivlerine kolay ve hızlı bir şekilde erişim sağlamaktadır (Mobariz & Kaplan, 2020).



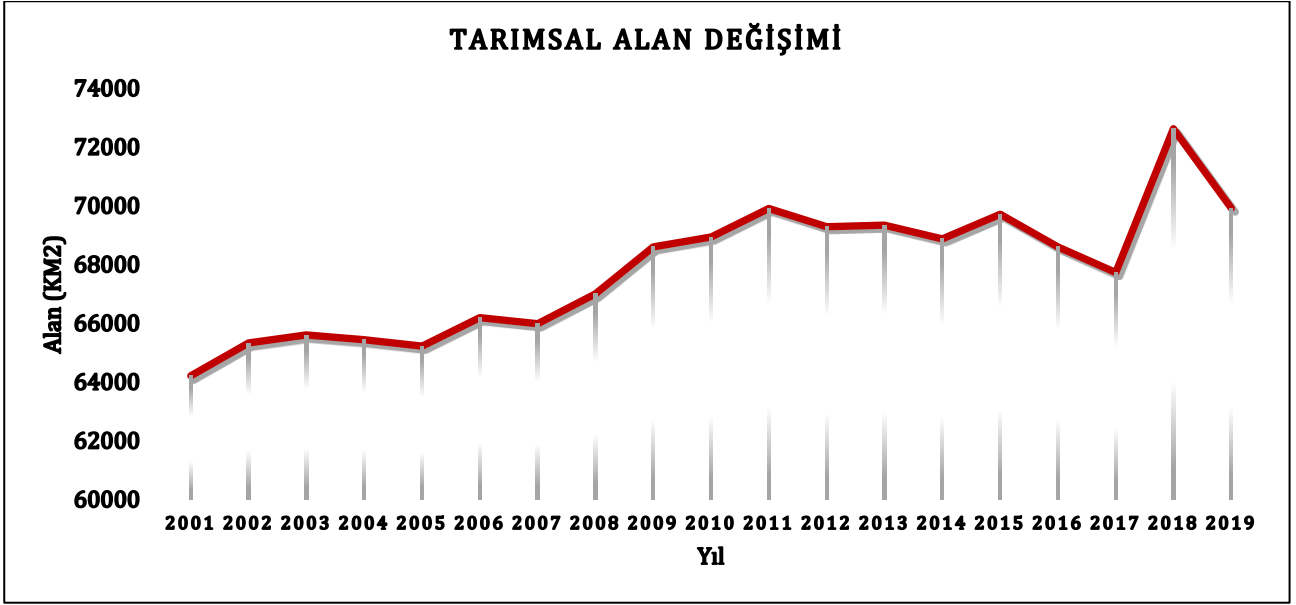
Şekil 2. Araştırmada uygulanan yöntem

Çalışmada tarımsal alan değişimini incelemek amacıyla GEE kullanılarak MODIS verisi elde edilmiştir. Bu veriler İç Anadolu bölgesine ait vektörel veri yardımıyla kesilmiş, ardından zamansal olarak filtrelenmiştir. Daha sonra, belirlenen bölge ve zaman aralığına ait arazi sınıfları haritalanmıştır. Ardından tarımsal alanlar sınıfına ait alanlar filtrelenmiş ve belirlenen bölgelerin alanları hesaplanmıştır. Sıcaklık ve yağış verileri de aynı şekilde GEE yardımıyla kesilmiş, ardından zamansal olarak filtrelenmiştir. Nüfus verilerini elde etmek amacıyla TÜİK verileri kullanılmıştır. Bu veriler Tüm Türkiye’deki illerin nüfuslarını yıllık olarak sunulmaktadır (TÜİK, 2021). Elde edilen il bazında nüfus verilerinden İç Anadolu bölgesindeki illerin nüfusların filtrelenerek çalışmada kullanılacak olan veriler hesaplanmıştır.

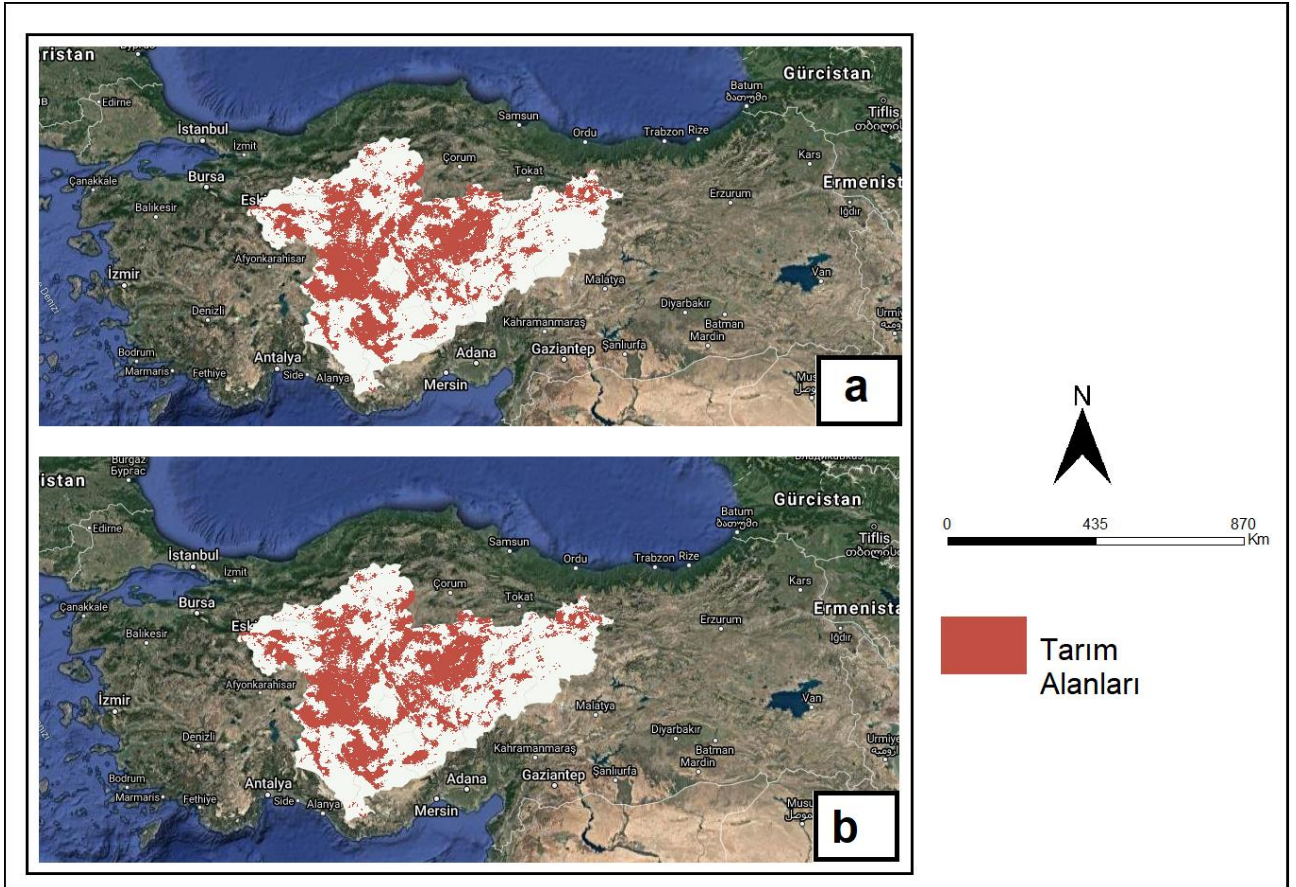
Çalışmanın son aşamasında elde edilen tarımsal alan değişimlerini etkileyen faktörü belirleyebilmek amacıyla çoklu regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çoklu regresyon, tek bir bağımlı değişken ile birkaç bağımsız değişken arasındaki ilişkiyi analiz etmek için kullanılabilen istatistiksel bir tekniktir. Çoklu regresyon analizinin amacı, tek bağımlı değerini tahmin etmek için değerleri bilinen bağımsız değişkenleri kullanmaktır (Moore vd., 2006).

3. BULGULAR

Çalışmada İç Anadolu bölgesinde bulunan tarımsal alanların 2001-2019 yılları arasındaki değişimini gösteren sonuçlar Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Elde edilen sonuçlar



Şekil 4. Elde edilen sonuçlar a)2001 b)2019

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde 2001 yılında 64212 km² olan tarımsal alan 2019 yılında 69923.42 km²'ye çıktığı görülmüştür. Çalışma kapsamında, 2001 ve 2019 yıllarında İç Anadolu Bölgesinde bulunan tarımsal alanların haritaları GEE yardımıyla oluşturulmuştur (Şekil 4).

Çalışmanın ikinci aşamasında belirlenen alansal değişimin sıcaklık, yağış ve nüfus değişkenlerine bağlı olarak değişip değişmediği incelenmiştir. Bu

amaçla ilk olarak nüfus verileri TUIK verilerinden yararlanılarak İç Anadolu Bölgesindeki nüfusun değişimi hesaplanmıştır (Tablo 2).

Yıllık ortalama sıcaklık verileri Google Earth yardımıyla ERA5 Daily Aggregates veri kullanılarak hesaplanmıştır. Son olarak yağış verileri CHIRPS Daily veri setinden yararlanılarak hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo2. İç Anadolu Bölgesine ait nüfus, sıcaklık ve yağış verileri

Tarih	Sıcaklık	Nüfus	Yağış
2001	15.681	10 583 937	5.038
2002	13.829	10 703 270	3.465
2003	14.256	10 820 234	3.883
2004	14.141	10 942 985	3.441
2005	14.189	11 069 931	3.027
2006	14.172	11 199 697	3.248
2007	14.762	11 327 675	3.503
2008	14.390	11 459 292	2.699
2009	14.563	11 647 168	5.275
2010	16.305	11 811 112	4.526
2011	13.315	11 965 642	3.712
2012	14.598	12 080 428	5.170
2013	14.312	12 226 350	2.656
2014	15.440	12 381 363	3.862
2015	14.559	12 545 317	2.857
2016	15.184	12 730 393	3.547
2017	14.807	12 895 988	3.159
2018	16.303	13 114 013	4.014
2019	15.364	13 283 751	4.979

Tarımsal alan değişiminin nüfus, sıcaklık ve yağış değişkenleri ile anlamlı bir ilişkisi olup olmadığını anlamak için çoklu regresyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde tarımsal alan değişiminin nüfus verileri ile anlamlı bir ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bu regresyon analizi sonucunda $R^2=0.74$, Çoklu $R^2=0.86$ olarak hesaplanmıştır.

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Yerleşik tarım başladığından beri, artan nüfus, çoğunlukla ormanlık alanlar pahasına tarım arazilerinin genişletilmesiyle beslenmiştir (Bilsborrow & Carr, 2001). Küresel ölçekte, yaklaşık 120 milyon hektar orman ve ormanlık alan ile 560 milyon hektar çayır ve mera, son üç yüzyılda başka arazi kullanımlarına dönüştürülmüştür (Goldewijk, 2001). Arazi örtüsü ve kullanımındaki değişiklikler, arazi yüzeyi özelliklerinde değişiklikler, iklim değişikliği, arazi bozulumu ve biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerdeki değişiklikler gibi önemli sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle tutarlı, güncel ve ekonomik verilerle izlenmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada 2001-2019 yılları arasında İç Anadolu Bölgesindeki Tarımsal arazilerde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Çalışma sonucunda tarım alanlarının artmış olduğu belirlenmiştir. Bu değişime neden olan faktörleri belirlemek amacıyla sıcaklık, yağış ve nüfus verileri kullanılarak regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak tarımsal alanlardaki değişim ile nüfus arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç literatürde yapılan çalışmaları desteklemektedir. Örneğin Ouedraogo ve arkadaşları yaptıkları çalışmalarında Burkina Faso da arazi örtüsü değişimleri ve nüfus arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma sonucuna tarımsal alan artışıyla nüfus arasında güçlü bir korelasyon olduğu belirlenmiştir (Ouedraogo vd., 2010).

Bu çalışmanın sonucundan da anlaşılacağı üzere iklimsel etkilerin yanı sıra demografik ve sosyo-ekonomik parametrelerin arazi örtüsü sınıflar üzerine etkisinin incelenmesi gerekmektedir.

Araştırmacıların katkı oranı beyan özeti

Yazar çalışmaya %100 oranında katkı sağlamıştır.

Çıkar çatışması beyanı

Makale ile ilgili olarak, herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

KAYNAKÇA

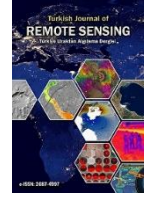
- Avdan, U., Kaplan, G., Avdan, Z. Y., Küçük Matçı, D., Erdem, F., Mızık, E., & Ozudogru, I. (2021). Comparison of Remote Sensing Soil Electrical Conductivity from PlanetScope and Ground Measured Data in Wheat and Beet Yields. *1st International Electronic Conference on Agronomy (IECAG 2021)*
- Bilsborrow, R. E., & Carr, D. L. (2001). Population, agricultural land use and the environment in developing countries. *Tradeoffs or synergies*, 35-55.
- Butt, A., Shabbir, R., Ahmad, S. S., & Aziz, N. (2015). Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(2), 251-259.
- Chen, W., Moriya, K., Sakai, T., Koyama, L., & Cao, C. (2016). Mapping a burned forest area from Landsat TM data by multiple methods. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 7(1), 384-402.
- Cochand, F., Brunner, P., Hunkeler, D., Rössler, O., & Holzkämper, A. (2021). Cross-sphere modelling to evaluate impacts of climate and land

- management changes on groundwater resources. *Science of the Total Environment*, 798, 148759.
- Copernicus, (2017). ERA5: Fifth Generation of ECMWF Atmospheric Reanalyses of the Global Climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS). Erişim adresi; <https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp>
- Cover, M. L., & Change, L.-C. (1999). MODIS land cover product algorithm theoretical basis document (ATBD) version 5.0. *MODIS documentation*, 42-47.
- Fallah Shamsi, S. R., Zare, S., & Abtahi, S. A. (2013). Soil salinity characteristics using moderate resolution imaging spectroradiometer (MODIS) images and statistical analysis. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 59(4), 471-489.
- Foley, J. A., Defries, R., Asner, G. P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H. K., Helkowski, J.H, Holloway T., Howard E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N. & Snyder, P.K. (2005). Global consequences of land use. *Science*, 309(5734), 570-574.
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A. & Michaelse, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific data*, 2(1), 1-21.
- Goldewijk, K. K. (2001). Estimating global land use change over the past 300 years: the HYDE database. *Global biogeochemical cycles*, 15(2), 417-433.
- Güner, Ş. T., Özkain, K., Çömez, A., & Çelik, N. (2011). İç Anadolu Bölgesi'nde Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) Verimli Olabileceği Potansiyel Alanların Odunu Gösterge Türleri. *Ekoloji Dergisi*, 20(80).
- Haberl, H., Erb, K. H., Krausmann, F., Gaube, V., Bondeau, A., Plutzer, C., Gingrich, S., Lucht W. & Fischer-Kowalski, M. (2007). Quantifying and mapping the human appropriation of net primary production in earth's terrestrial ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(31), 12942-12947.
- Kuruca, M., Küçük, D., & Uğur, A. (2021). The potential of Göktürk 2 satellite images for mapping burnt forest areas. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 45(1), 91-101.
- Lerner, D. N., & Harris, B. (2009). The relationship between land use and groundwater resources and quality. *Land use policy*, 26, S265-S273.
- Li, W., Fu, H., Yu, L., & Cracknell, A. (2016). Deep learning based oil palm tree detection and counting for high-resolution remote sensing images. *Remote Sensing*, 9(1), 22.
- Mobariz, M. A., & Kaplan, G. (2020). Monitoring Amu Darya river channel dynamics using remote sensing data in Google Earth Engine. *5th International Electronic Conference on Water Sciences*.
- Moore, A. W., Anderson, B., Das, K., & Wong, W.-K. (2006). Combining multiple signals for biosurveillance. *Handbook of biosurveillance*, 235.
- Ocer, N. E., Kaplan, G., Erdem, F., Kucuk Matci, D., & Avdan, U. (2020). Tree extraction from multi-scale UAV images using Mask R-CNN with FPN. *Remote sensing letters*, 11(9), 847-856.
- Ouedraogo, I., Tigabu, M., Savadogo, P., Compaoré, H., Odén, P., & Ouadba, J. (2010). Land cover change and its relation with population dynamics in Burkina Faso, West Africa. *Land Degradation & Development*, 21(5), 453-462.
- Sharma, R. C., Hara, K., Hirayama, H., Harada, I., Hasegawa, D., Tomita, M., Park, J.G., Asanuma, I., Short, K.M., Hara, M., Hirabuki, Y., Fujihara, M. & Tateishi R. (2017). Production of Multi-Features Driven Nationwide Vegetation Physiognomic Map and Comparison to MODIS Land Cover Type Product. *Advances in Remote Sensing*, 6(01), 54.
- Tadese, M., Kumar, L., Koech, R., & Kogo, B. K. (2020). Mapping of land-use/land-cover changes and its dynamics in Awash River Basin using remote sensing and GIS. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19, 100352.
- TÜİK. (2021). TÜİK Veri Portalı. Erişim adresi; <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109>
- Vijith, H., & Dodge-Wan, D. (2020). Applicability of MODIS land cover and Enhanced Vegetation Index (EVI) for the assessment of spatial and temporal changes in strength of vegetation in tropical rainforest region of Borneo. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 18, 100311.



© Author(s) 2021.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Kılavuzlu Baraj Gölü'nde Landsat Termal Görüntüleri ile Su Yüzey Sıcaklığı Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi

Muhterem KÜÇÜKÖNDER*¹ 

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Su yüzey sıcaklığı
Landsat TIRS
Kılavuzlu Baraj Gölü
Kahramanmaraş

ÖZ

Antropojenik ve/veya doğal faktörlerdeki değişimlere duyarlı olan kıta içi su kütlelerinde gözlenen önemli parametrelerden biri su yüzey sıcaklıklarıdır. Sürdürülebilir su kaynakları yönetimi ve ekolojik fonksiyonların korunması amacıyla düzenli yersel ölçümlerinin yapılamadığı birçok çalışmada su yüzeyi sıcaklıklarının izlenmesinde uydu tabanlı termal veriler yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde 1000'e yakın doğal ve yapay kıta içi su kütlesi bulunmaktadır. Bunlardan biri olan Kılavuzlu Baraj Gölü (Kahramanmaraş), su yüzey sıcaklıkları 2018 yılının üç döneminde yerinde ölçümlerle ölçülmüştür. Bu çalışmanın amacı, Landsat 8 termal görüntüleri ile algılanan su yüzey sıcaklıkları ile yerinde ölçümler arasındaki tutarlılığın değerlendirilmesidir. Yerinde ölçüm sonuçlarına göre, en düşük ortalama su yüzey sıcaklık değerleri (14,38°C) Nisan ayında ve en yüksek ortalama su yüzey sıcaklık değerleri (21,45°C) Ağustos ayında ölçülmüştür. Ordinary Least Square (OLS) sonuçlarına göre, yerinde ve termal sıcaklık modeli arasındaki uyum derecesi 0,65, ortalama karekök hatası 2,55 derece ve standart hata 1,54 derecedir. Landsat termal görüntülerinden Kasım ayında elde edilen su yüzey sıcaklık değerleri yer ölçümlerinden daha düşüktür. Modelde ise Nisan ayı sıcaklıklarının standart hata değerleri daha yüksektir. Geliştirilen modelin Kılavuzlu baraj gölünde tüm dönemlerdeki sınırlı yersel veri nedeniyle uygulanabilirliği düşük olmasına karşın bölge için su yüzeyi sıcaklıklarının izlenmesinde önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermiştir.

Assessment of The Interrelation Between Water Surface Temperature and Landsat Thermal Images in Kılavuzlu Reservoir

Keywords:

Water surface temperature
Landsat TIRS
Kılavuzlu Reservoir
Kahramanmaraş

ABSTRACT

Water surface temperature is one of the important parameters observed in inland waters that are sensitive to changes in anthropogenic and/or natural factors. To manage sustainable water resources management and protection of ecological functions, satellite-based thermal data are widely used in monitoring water surface temperatures in many studies where regular in-situ measurements cannot be measure. Our country has approximately 1000 natural and artificial inland water bodies. Kılavuzlu Dam Lake (Kahramanmaraş) that one of them, the water temperature was obtained by in-situ measurements in three periods of 2018. This study aims to assess the consistency between the water surface temperatures sensed with the Landsat 8 thermal images and in-situ data. According to the in-situ measurement results, while the lowest mean water surface temperature values (14,38°C) were measured in April, the highest mean water surface temperature values (21,45°C) were measured in August. Ordinary Least Square (OLS) results shows that, the degree of fit between the in-situ and thermal temperature model was 0,65, the root mean square error was 2,55 degrees, and the standard error was 1,54 degrees. The water temperature values obtained in Landsat thermal images in November are lower than the ground measurements. While, in the model, the standard error values of the temperatures in April are higher. Although the applicability of the developed model in the Kılavuzlu Reservoir is low due to limited in-situ data in all periods, it has shown that it has significant potential in monitoring water surface temperatures for the region.

1. GİRİŞ

Su kütleleri, ekolojik dengenin korunması ve fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin sürdürülmesi süreçlerinde sıcaklık değişimlerine oldukça hassas yapılardır (Fakioğlu vd., 2011; Zhang vd., 2019). Antropojenik ve/veya doğal nedenlerden kaynaklanabilen su kütlelerinde sıcaklık trendleri iklim değişimi, hidrolojik modelleme ve su kalitesi ile ilişkili biyosfer sağlığının değerlendirilmesinde önemli bir parametredir (Bonansea vd., 2021). Bu nedenle dünyada ve ülkemizde kıta içi ve açık suların sıcaklık trendlerinin izlenmesi zaman ve maliyet gibi sınırlılıkları barındıran konvansiyonel yöntemlerin yanı sıra zamansal ve alansal izleme kabiliyeti yüksek termal algılayıcılarla gerçekleştirilmektedir (Lamaro vd., 2013; Simon vd., 2014; Ding & Elmore, 2015). Son yıllarda Landsat 8 termal görüntüleri kıta içi sularda yüzey sıcaklığının belirlenmesi yaygın olarak kullanılmaktadır (Ptak vd., 2017; Jang & Park, 2019; Sharaf vd., 2019; Bonansea vd., 2021).

Ülkemizde de çeşitli göl ve sulak alanlarda, Umurbey Deltası (Çakaroz vd., 2020), Sarıkum Gölü (Topuz & Karabulut, 2018), Aslantaş barajı (Gülci vd., 2019), Mogan gölü (Özçalık vd., 2020), Burdur Gölü (Sabuncu, 2020) Landsat görüntüleri ile alansal ve zamansal kıyı çizgisi değişimlerini ve Abant Gölü su kalite parametrelerini belirlemek (Karakaya vd., 2011) üzere yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Landsat görüntüleri yanı sıra yüksek çözünürlüklü Sentinel 2 (Peker, 2019), Worldview 3 (Tuzcu, 2019) verileri kullanılarak göl ve sulak alanların alansal değişimi izleme çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Kıta içi su kütlelerinin sıcaklıklarının uydu tabanlı verileri ile izlenmesi üzerine ise ülkemizde oldukça sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Şener, 2016).

Ceyhan havzasında Kahramanmaraş sınırları içerisinde çeşitli amaçlarla kurulmuş ve faaliyet gösteren 20'den fazla baraj ve gölet bulunmaktadır. Bölgede yer alan akarsu ve barajlarda su kalitesini belirlemeye yönelik yersel örnekleme yöntemine dayanan çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Kara & Çömlekçioğlu, 2004; Tanrıverdi vd., 2010; HKEPH-CH, 2010; Bozkurt, 2016; K-ÇDR, 2016; Küçükönder vd., 2022). Seçilen çalışma alanında uzaktan algılama temelli su yüzey sıcaklıklarının belirlenmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bölgede evsel kullanım, tarımsal sulama, su ürünleri yetiştiriciliği, elektrik üretimi gibi ön plana çıkan baraj ve göletlerin kullanım nitelikleri ile su hacminin ve su kalitesinin izlenmesi ekonomik ve ekolojik olarak oldukça önemlidir. Kafes tipi balık yetiştiriciliği amacıyla da kullanılan Kılavuzlu baraj gölünde su sıcaklığı değişimi üretim niteliğini etkileyecek önemli parametrelerden biridir (Dikel, 2009). Bu çalışmanın amacı tatlı su rezervlerinin kalitesinin izlenmesinde önemli bir parametre olan sıcaklık değerlerinin Kılavuzlu baraj gölünde 2018 yılı mevsimsel değişiminin Landsat 8 Termal Kızılötesi Algılayıcı (TIRS) görüntüleri kullanılarak belirlenmesi ve tutarlılıklarının yersel ölçümler ile karşılaştırılmasıdır. Yersel ölçülen sıcaklıklar ile ısı görüntülerden elde edilen sıcaklıklar arasında validasyon En Küçük Kareler (OLS) regresyon yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı yer bulduru haritası

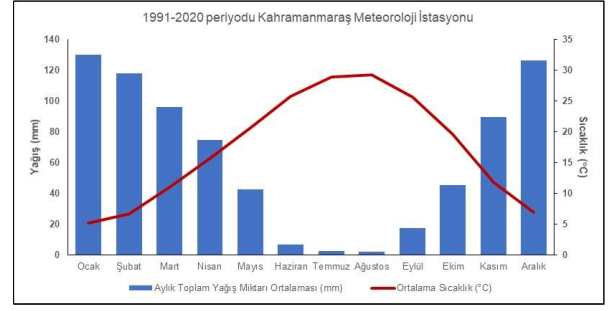
2. YÖNTEM

2.1. Çalışma Alanı

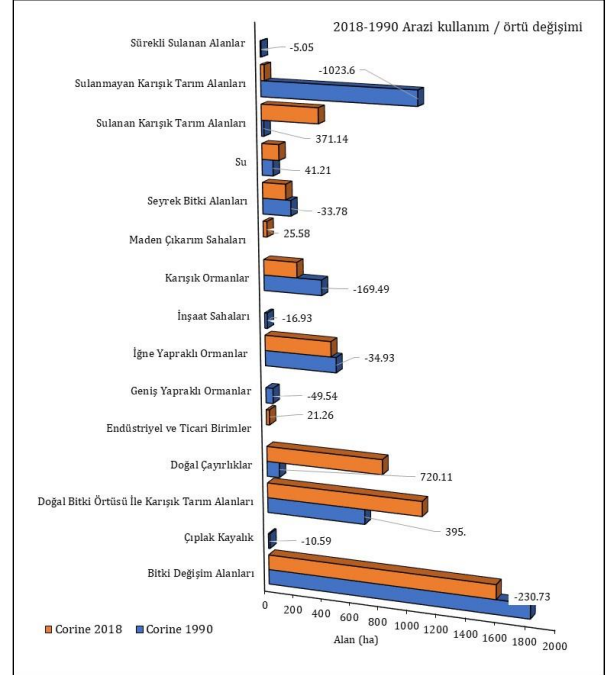
Ceyhan havzası içerisinde yer alan Kılavuzlu Baraj Gölü Kahramanmaraş kentinin 18 km kuzeybatısında Ceyhan Nehri üzerinde 2014 yılında işletmeye alınmıştır (Şekil 1). Baraj, tarımsal sulama, enerji üretimi, su ürünleri yetiştiriciliği ve su sporları amacıyla kullanılmaktadır. Kuzeyinde Menzelet barajı ve güneyinde Sır barajı bulunmaktadır (Şekil 1). Gövde tipi zonlu toprak dolgu olan barajın; gövde hacmi $3,5 \text{ hm}^3$, talvegden yüksekliği 59 m, normal su kotunda göl hacmi 69 hm^3 ve normal su kotunda göl alanı 3 km^2 'dir (Turgut & Küçükönder, 2016). Kılavuzlu barajı alt havzası $48,8 \text{ km}^2$ 'lik bir yüzey drenaj alanına sahiptir ve göl alanı yüzey drenajı mevsimlik akarsular ile sağlamaktadır (Küçükönder vd., 2022).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) 1991-2020 yılları arası Kahramanmaraş meteoroloji istasyonu istatistiklerine göre bu çalışmada sıcaklık ölçüm dönemlerini içeren nisan, ağustos ve kasım ayları ortalama sıcaklık değerleri sırasıyla $15,6 \text{ }^\circ\text{C}$, $29,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ve $11,8 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir (MGM, 2021). Akdeniz ikliminin gözlemlendiği çalışma alanında yıllık toplam yağış miktarı $750,9 \text{ mm}$ ve yağışlar çoğunlukla kış ve ilkbahar mevsimlerinde düşmektedir (Şekil 2).

2018 yılı Avrupa Çevre Ajansı tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırması CORINE (Coordination of Information on the Environment-Çevresel Bilginin Koordinasyonu) verilerine göre kırsal yerleşim, karışık tarım alanları ve orman alanları bulunmaktadır. 1990 ve 2018 yılları seviye 3-4 sınıfları havza sınırı içerisinde karşılaştırılmıştır (Şekil 3). Geniş yapraklı ormanlar, inşaat sahaları, sürekli sulanan alanlar ve çıplak kayalıklar 1990 yılı sınıflamasında yer alırken 2018 yılı sonuçlarında bu arazi kullanım/örtü alanlarının yer almadığı görülmektedir. Barajda kafes tipi su ürünleri yetiştiriciliği yapılmaktadır. CORINE değişim bilgilerine göre 2000 yılı sonrası havzada bir maden sahası (25 ha) yanı sıra küçük ölçekli besi tesisleri (21 ha) faaliyet göstermektedir (K-ÇDR, 2016). Doğal bitki örtüsü ile karışık tarım alanları, doğal çayırliklar, su kütleleri ve sulanan karışık tarım alanları sırasıyla 395 ha, 720 ha, 41 ha ve 371 ha artış göstermiştir. Sulanmayan karışık tarım alanları, karışık ormanlar, iğne yapraklı ormanlar ve seyrek bitki alanları ise sırasıyla 1023 ha, 169 ha, 35 ha ve 34 ha azalmıştır (URL-2). Arazi örtüsünde belirgin değişimler barajın yapımı ile sulanan tarım alanlarının artışı ve farklı nitelikteki orman alanlarının ise bitki değişim alanlarına ve doğal çayırlik sınıflarına geçişi olarak görülmektedir.



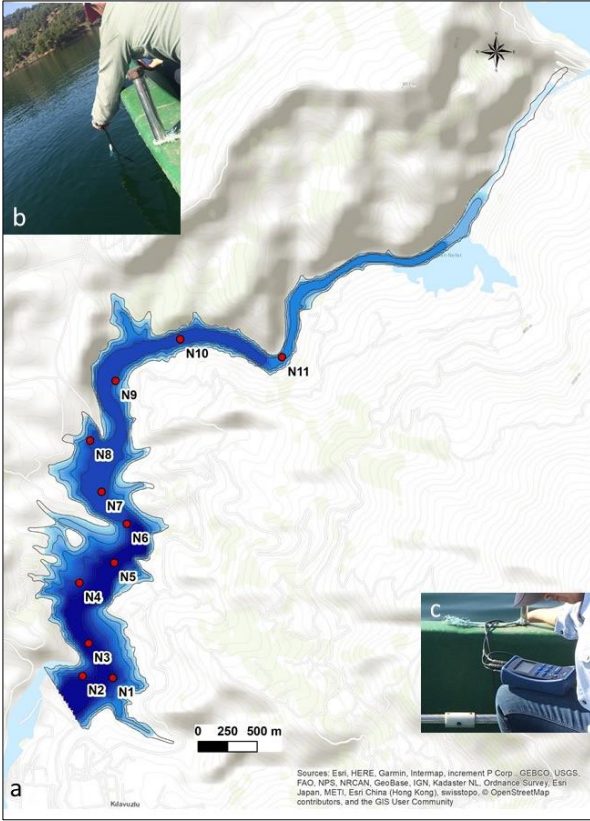
Şekil 2. Kahramanmaraş meteoroloji istasyonu 1991-2020 periyodu aylık toplam yağış (mm) ve aylık ortalama sıcaklık ($^\circ\text{C}$) değerleri



Şekil 3. Kılavuzlu havzası 1990-2018 yılları arası CORINE seviye 3-4 arazi kullanım/örtü değişimleri

2.2. Yersel Veriler

Hava koşullarının uygun olduğu bulutsuz ve rüzgarsız günler ve aynı zamanda uydu geçiş günleri ile eş zamanlılık yakalanmaya çalışılarak saha çalışmaları planlanmıştır (Tablo 1). 25 Nisan, 3 Ağustos ve 9 Kasım 2018 tarihlerinde su yüzey sıcaklıkları ölçümleri WTW 330i cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Örnekleme noktaları, baraj gölü kıyı kesimlerinde potansiyel bir yeraltı ve yüzey su karışım etkisinin ve sığ bölgelerde taban yansımalarının en aza indirilmesi amacıyla 2014 öncesi topografya haritasında su kotunun 15 m ile 40 m arasında değiştiği alanlarda konumlandırılmıştır (Şekil 4a). Yersel sıcaklık ölçümleri çalışma alanında Landsat 8 görüntüleme saati olan 08:08 dikkate alınarak en fazla 2 saat fark oluşacak şekilde alınmıştır (Şekil 4b ve c).



Şekil 4. Baraj gölü veri toplama noktaları ve ölçüm çalışmaları

Tablo 1. Yersel sıcaklık ölçümleri sırasında gözlemlenen hava sıcaklıkları

2018	Sıcaklık (°C)	Hava koşulları
25 Nisan	21	Bulutsuz
03 Ağustos	29	Bulutsuz
9 Kasım	8	Parçalı bulutlu

2.3. Termal Görüntüler

Baraj göl yüzeyinin yersel ölçüm dönemlerinde sıcaklık değerleri 100 m mekânsal çözünürlüklü Landsat 8 Termal Kızılötesi Algılayıcı (TIRS) görüntülerinden hesaplanmıştır. 174/34 yörünge ve sıra numarası ile USGS Earth Resources Observation and Science (URL-1) adresinden level 1 geoTIFF formatında temin edilmiştir. MGM hava tahmin raporları kontrol edilerek planlanan saha çalışmalarında hava koşulları nedeniyle ilkbahar ve sonbahar görüntüleri yersel ölçümler ile görüntü tarihlerinde -4 ve +2 gün farklılık meydana gelmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Görüntü ve örnekleme günleri farkları

Ölçüm tarihi	Görüntü tarihi	Fark
25 Nisan	29 Nisan	4 gün önce
03 Ağustos	03 Ağustos	-
9 Kasım	7 Kasım	2 gün sonra

2.3.1. Veri İşleme

Landsat TIRS Level 1 verileri dijital sayıları (DN) radyometrik yeniden ölçeklendirme faktörleri kullanılarak atmosfer üstü (TOA) radyans değerlerine ve termal sabit parametreleri kullanılarak ($K1 = 774,8853$ ve $K2 = 1321,0789$) TOA parlaklık sıcaklık değerlerine dönüştürülmüştür. Tüm dönüşüm işlemlerinde Landsat 8 Bilimsel Veri Kullanıcıları kılavuzunda (USGS, 2019) belirtilen algoritmalar dikkate alınmıştır. Atmosferik düzeltmeler Tek Kanal (Single-Channel: SC) algoritması (Lamaro vd., 2013; Jiménez-Muñoz vd., 2014) ile gerçekleştirilerek su yüzey sıcaklığı hesaplanmıştır. Yersel ölçümler ile uyumlu olması için birim dönüşümü yapılarak Kelvin (K) sıcaklık değerleri Santigrat (C) dereceye çevrilmiştir.

Su seviyesinin en yüksek olduğu 29 Nisan Landsat optik bandları kullanılarak oluşturulan Normalize Fark Su İndisi (Xu, 2006) ile su yüzey alanı tespit edilmiş ve tüm termal görüntülerde kara alanları sıcaklık görüntülerinde maskelenmiştir.

2.4. İstatistiksel Analizler

Yersel ölçülen sıcaklıklar ile ısı görüntülerden elde edilen sıcaklıklar En Küçük Kareler (OLS) regresyon yöntemi validasyon değerleri hesaplanmıştır. Küçük bir örnekleme kümesi (yersel 33 ölçüm) ile çalışılması nedeniyle çalışmada OLS yöntemi tercih edilmiştir. Yersel ve uydu sıcaklık ilişkisi ölçüm arasında model uyumluluk derecesi (R^2), ortalama karekök hatası (RMSE) ve Akaike bilgi kriteri değeri (AIC) hesaplanmıştır (Mitchell, 2005).

3. BULGULAR

Kılavuzlu baraj gölünde Nisan, Ağustos ve Kasım 2018 tarihlerinde yersel ölçümler toplanmış ve Landsat TIRS görüntülerinden aynı dönem su yüzey sıcaklıkları hesaplanmıştır. Baraj gölünün mevsimlik alansal değişimi dikkate alınarak tamamı için değil ölçüm konumları ile çıkan piksel sıcaklık değerleri istatistiksel hesaplamalarda kullanılmıştır. Nisan, Ağustos ve Kasım tarihlerinde yerinde alınan sıcaklık değerleri ortalamaları ve standart sapma değerleri sırasıyla $14,38 \pm 0,18^\circ\text{C}$, $21,45 \pm 0,58^\circ\text{C}$ ve $16,42 \pm 0,07^\circ\text{C}$ olarak hesaplanmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Yersel (Nx örneklem noktaları, Şekil 4) ve uydu sıcaklık ölçüm değerleri

		N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11
Nisan	Yersel Yer	14,3	14,5	14,4	14,1	14,5	14,5	14,2	14,7	14,5	14,1	14,4
	Uydu Yer	16,8	17,8	16,9	16,9	16,5	17,6	16,6	18,2	17,5	18	18,4
Ağustos	Yersel Yer	21,5	21,2	21,6	21,8	21,8	21,9	21,8	22,1	21,5	20,7	20,0
	Uydu Yer	22,9	23,6	23,0	22,8	22,7	24,8	23,8	23,6	23,3	23,4	26,1
Kasım	Yersel Yer	16,4	16,5	16,4	16,4	16,3	16,4	16,5	16,5	16,5	16,4	16,3
	Uydu Yer	14,4	14,6	14,5	14,4	14,5	14,6	14,6	14,8	14,8	14,3	14,4

Bölgenin Akdeniz iklimini ile ilişkili olarak sıcaklık trendleri ile uyumlu olarak baraj gölü en yüksek su sıcaklık değerleri ağustos ayında ölçülmektedir. Su yüzey sıcaklık görüntüsünde ise $17,38 \pm 0,64^\circ\text{C}$, $23,63 \pm 0,95^\circ\text{C}$ ve $14,53 \pm 0,15^\circ\text{C}$ sıcaklık değerleri ortalamaları ve standart sapma değerleri sırasıyla Nisan (Şekil 5), Ağustos (Şekil 6) ve Kasım (Şekil 7) tarihleri için hesaplanmıştır (Şekil 8).

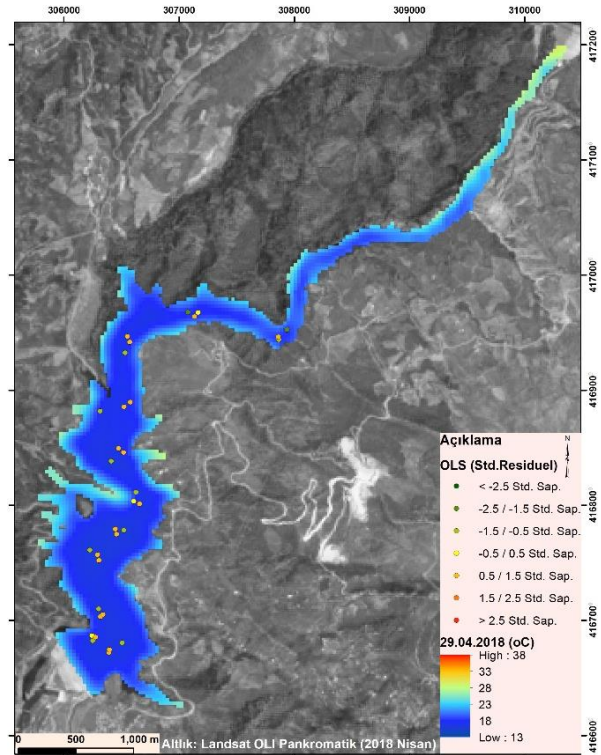
OLS modeli uyumluluk derecesi 0,65 (R^2) ve AIC 137,9 olarak hesaplanmıştır. Toplam örneklem kümesinde RMSE 2,55 derece iken standart hata 1,54 derecedir. Göllerde yapılan çeşitli çalışmaların sonuçları elde edilen değerlerin literatürde Landsat TM TIR ile Arreo Gölünde (İspanya) RMSE $4,5^\circ\text{C}$ (Rodríguez vd., 2014) Bariousses ve Bimont rezervuarları (Fransa) RMSE $1-2,4^\circ\text{C}$ (Simon vd., 2014) validasyon değerleri tespit edilmiştir. Abant ve Yenicağa göllerinde geliştirdikleri Çoklu Doğrusal Regresyon modelinde sıcaklık için sırasıyla 0,998 ve 0,528 (R^2) uyumluluk hesaplamışlardır (Karakaya vd., 2011).

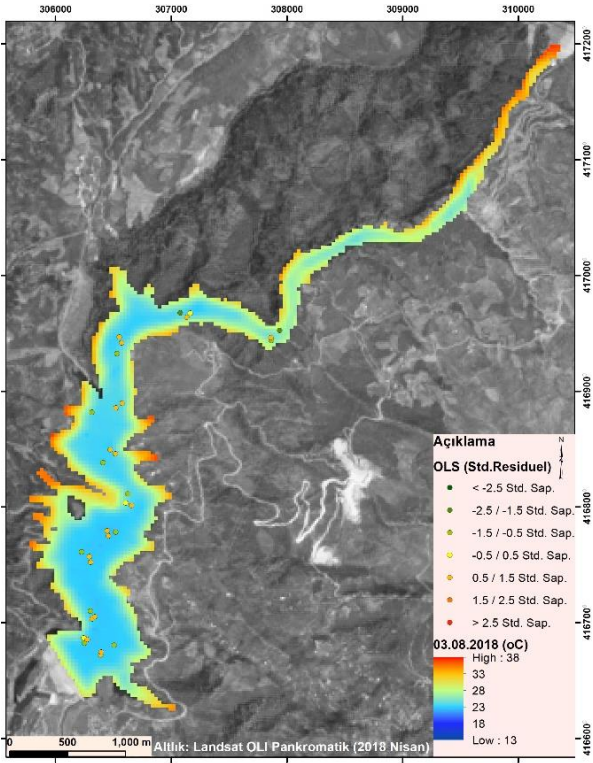
OLS standart sapma barajın daraldığı kuzey N10 ve N11 örnekleme noktalarında (yeşil noktalar) daha fazla olmak üzere kurulan modelde nisan dönemi değerleri termal görüntülerden daha düşük sıcaklık olarak belirlenmektedir (Şekil 6). Ağustos dönemi aynı tarihli yersel veri ve termal dönüşümler, modelde daha yüksek uyumluluk (sarı noktalar) göstermektedir (Şekil 7).

Termal görüntülerde sıcaklık değerleri Nisan ve Ağustos verileri daha yüksek iken Kasım değerleri daha düşüktür. Kasım dönemi görüntüsünün yer ölçüm tarihinden iki gün sonra gerçekleşmesi ve hava sıcaklıklarının azaldığı bir mevsim içinde olması bu durumun etken parametreleri arasında olabileceği düşünülmektedir. Literatürde bu ilişkinin hesaplanabilmesi için günlük su sıcaklık ölçümlerinin kesintisiz olması (Ding & Elmore, 2015) aynı zamanda termal görüntülerin atmosferik düzeltilmesinde saatlik atmosferik sıcaklık

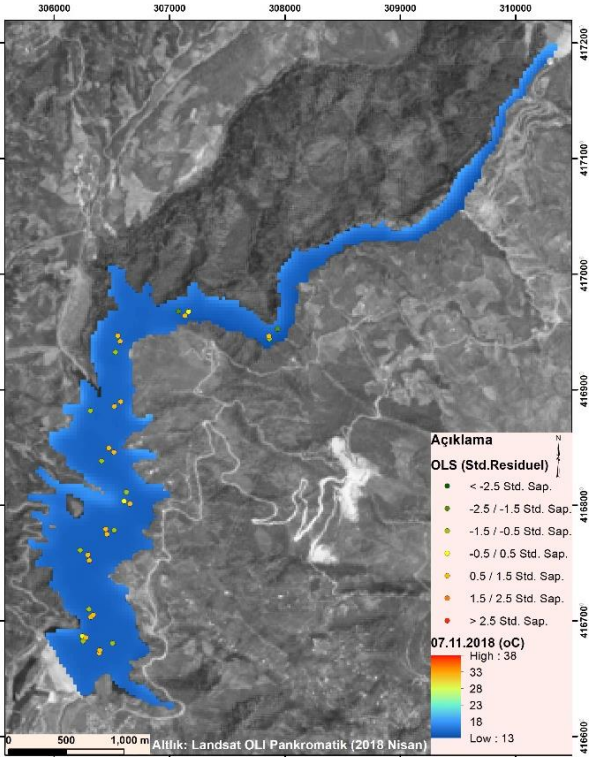
gözlemlerinin modele entegre edilmesi (Bonansea vd., 2020) önerilmektedir. Hava koşullarının su yüzey sıcaklıklarında etkinliğinin karşılaştırması bu çalışmada yersel ölçümlerin kısıtlı olması nedeniyle gerçekleştirilememiştir.

Su sıcaklık görüntülerinde kara-su maskeleyme işlemi Nisan görüntüsü esas alınarak gerçekleştirildiği için kıyı alanlarında su seviyesinin değişimi izlenebilmektedir. Kasım en düşük hava ve su sıcaklığı etmenleri ile en yüksek su seviyesi yakalanırken, Ağustos dönemi en yüksek hava ve su sıcaklığı etmenleri ile kıyı şeridinde su seviyesi düşen alanlar kırmızı ($>30^\circ\text{C}$) olarak görülmektedir.

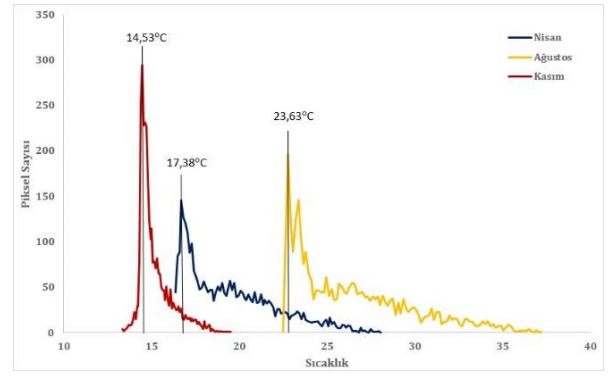
**Şekil 5.** 29 Nisan 2018 sıcaklık görüntüsü ve örneklem noktaları hata oranları



Şekil 6. 3 Ağustos 2018 sıcaklık görüntüsü ve örneklem noktaları hata oranları



Şekil 7. 7 Kasım 2018 sıcaklık görüntüsü ve örneklem noktaları hata oranları



Şekil 8. Nisan, Ağustos ve Kasım su yüzey sıcaklık histogramları

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Kılavuzlu baraj gölünde Landsat 8 TIRS görüntüleri kullanılarak Nisan, Ağustos ve Kasım tarihlerinde su yüzey sıcaklıkları hesaplanmıştır. Yersel ölçümler ile hesaplanan termal görüntü su sıcaklıkları OLS yöntemi ile modellenmiştir. Yersel su ölçümleri ile nisan ve kasım dönemlerinde zamansal farklılıklar bulunmasına karşın model açıklayıcılığı %65'dir. Çalışma alanı için geliştirilen modelin yersel verilerin kısıtlılığı nedeniyle tüm dönemlerde uygulanabilirliği düşük olmakla birlikte su yüzey sıcaklıklarının izlenmesinde önemli bir potansiyel taşıdığı görülmektedir.

Kılavuzlu baraj gölünde Bozkurt (2016) tarafından Ağustos dönemi 14,65 °C olarak belirtilen sıcaklık ortalaması, 2018 yılı Ağustos ortalaması ile karşılaştırıldığında ortalama sıcaklığın arttığı görülmektedir. Su kütlelerinde sıcaklık değişimlerinin bölgede izlenmesi değişim trendlerinin anlamlılık derecelerinin belirlenmesinde önemli olduğu görülmektedir.

Ülkemizden 100'den fazla doğal göl ve farklı işletme fonksiyonları ile kurulmuş 861 adet baraj bulunmaktadır. Kahramanmaraş il sınırları içinde ise planlama ve inşaa aşamasında olanlar haricinde 8 adet baraj faaliyet göstermektedir. Sürdürülebilir su kaynakları yönetiminde ve ekolojik fonksiyonların korunması amacıyla su kütlelerinde uzaktan algılama temelli sıcaklık parametresinin izlenmesi konvansiyonel yöntemlere sağlıklı bir alternatif oluşturmaktadır. Bu nedenle uydu tabanlı gözlemler için görüntü düzeltme modellerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi üzerine yapılan çalışmaların sayısı artırılmalıdır.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından 2018/1-22M proje numaralı "Kahramanmaraş Kılavuzlu Baraj Gölünde Su Kalitesinin İzlenmesi" konusu ile ilgili olup, ilgili birimce desteklenmiştir. Yersel ölçüm çalışmalarında yardımcı olan yüksek lisans öğrencisi Erkan Kalkan'a teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmacıların katkı oranı beyan özeti

Yazar makaleye %100 oranında katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Çıkar çatışması beyanı

Makale yazarı herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan eder.

KAYNAKÇA

- Bonanse, M., Ferrero, S., Ferral, A., Ledesma, M., German, A., Carreño, J., Rodriguez, C. & Pinotti, L. (2021). Assessing water surface temperature from Landsat imagery and its relationship with a nuclear power plant. *Hydrological Sciences Journal*, 66(1), 50-58.
- Bozkurt, A. (2016). Zooplankton of Kılavuzlu Dam Lake (Kahramanmaraş) and the effect of cage fish farming on water quality and zooplankton fauna of the Dam Lake. *Journal of Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 2(3), 97-108.
- Çakaroz, D., Özelkan, E. & Karaman, M. (2020). Sulak alanlarda uzaktan algılama ile belirlenen zamansal değişime kuraklığın etkisinin incelenmesi: Umurbey deltası (Çanakkale) örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (20), 898-916.
- Dikel, S. (2009). Su sıcaklığının balık yetiştiriciliğine etkisi. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 16(1), 42-49.
- Ding, H., & Elmore, A. J. (2015). Spatio-temporal patterns in water surface temperature from Landsat time series data in the Chesapeake Bay, USA. *Remote Sensing of Environment*, 168, 335-348.
- Fakıoğlu, Ö., Atamanalp, Ö. & Demir, N. (2011). Baraj göllerinde toksik mavi-yeşil algler. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 3(2), 65-71.
- Gülci, S., Gülci, N., & Yüksel, K. (2019). Aslantaş Baraj Gölü ve çevresinin su yüzey alanı ve arazi örtüsü değişiminin Landsat uydu görüntüleri kullanılarak izlenmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 9(1), 100-110.
- HKEPH-CH (2010). Havza Koruma Eylem Planlarının Hazırlanması-Ceyhan Havzası, TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü, Gebze, Türkiye.
- Jang, J. C., & Park, K. (2019). High-resolution sea surface temperature retrieval from Landsat 8 OLI/TIRS data at coastal regions. *Remote Sensing*, 11(22), 2687.
- Jiménez-Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Skoković, D., Mattar, C., & Cristóbal, J. (2014). Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data. *IEEE Geoscience and remote sensing letters*, 11(10), 1840-1843.
- Kara, C. & Çömlekçioğlu, U. (2004). Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve fiziko-kimyasal parametrelerle incelenmesi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7(1).
- Karakaya, N., Evrendilek, F., Aslan, G., Güngör, K., & Karakas, D. (2011). Monitoring of lake water quality along with trophic gradient using Landsat data. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 8(4), 817 - 822
- K-ÇDR (Kahramanmaraş İli Çevre Durum Raporu), (2016). Çevresel Etki Değerlendirme Hizmetleri ve Çevre İzinleri Şube Müdürlüğü, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Kahramanmaraş Valiliği.
- Küçükönder, M., Kalkan, E., Cırık, K. (2022). Kılavuzlu Baraj Gölü (Kahramanmaraş) Su Kalitesi ve Kanada Su Kalite İndeks Sınıfı, *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, DOI: 10.47495/okufbed.972211.
- Mitchell, A. (2005). The ESRI Guide to GIS Analysis, Volume 2: Spatial measurements and statistics. *ESRI Press*, ISBN:1-58948-116-X.
- Lamaro, A. A., Marinelarena, A., Torrusiono, S. E., & Sala, S. E. (2013). Water surface temperature estimation from Landsat 7 ETM+ thermal infrared data using the generalized single-channel method: Case study of Embalse del Río Tercero (Córdoba, Argentina). *Advances in Space Research*, 51(3), 492-500.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü Resmi İstatistikleri (MGM), (2020). <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=K.MARAS> Erişim Tarihi: 01 Ekim 2021.
- Özçalık, H., Torun, A. T., & Bilgiliöğlu, S.S. (2020). Landsat uydu görüntüleri kullanılarak Mogan Gölü'nün su yüzeyi ve arazi örtü değişiminin belirlenmesi. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2(2), 77-84.
- Peker, E. A. (2019). Spatio-temporal changes of lake water extents in lakes region (Turkey) using remote sensing. *Yüksek Lisans Tezi*, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, 149s.
- Ptak, M., Choiński, A., Piekarczyk, J., & Pryłowski, T. (2017). Applying Landsat Satellite Thermal Images in the Analysis of Polish Lake Temperatures. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(5).
- Rodríguez, Y. C., El Anjoumi, A., Gómez, J. D., Pérez, D. R., & Rico, E. (2014). Using Landsat image time series to study a small water body in Northern Spain. *Environmental Monitoring And Assessment*, 186(6), 3511-3522.
- Sabuncu, A. (2020). Burdur Gölü kıyı şeridindeki değişiminin uzaktan algılama ile haritalanması. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(4), 623-633.
- Sharaf, N., Fadel, A., Bresciani, M., Giardino, C., Lemaire, B. J., Slim, K., Faour, G. & Vinçon-Leite, B. (2019). Lake surface temperature retrieval from Landsat-8 and retrospective analysis in Karaoun Reservoir, Lebanon. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(4), 044505.
- Simon, R. N., Tormos, T., & Danis, P. A. (2014). Retrieving water surface temperature from

- archive LANDSAT thermal infrared data: Application of the mono-channel atmospheric correction algorithm over two freshwater reservoirs. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 30, 247-250.
- Şener, E. (2016). Burdur Gölü Yüzey Suyu Sıcaklığı Mevsimsel Değişiminin Landsat 8 Uydu Görüntüleri Kullanılarak Belirlenmesi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 4(2).
- Tanrıverdi, Ç., Alp, A., Demirkıran, A.R. & Üçkardeş, F. (2010). Assessment of surface water quality of the Ceyhan River basin, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 167(1), 175-184.
- Topuz, M., & Karabulut, M. (2018). Sarıkum gölünde (Sinop) meydana gelen zamansal değişimlerin ve ekolojik etkilerinin incelenmesi. *Journal of International Social Research*, 11(60).
- Turgut, A. & Küçükönder, M. (2016). Kahramanmaraş İli Barajlarında Landsat 8 (OLI) kullanarak su kalitesinin izlenmesi. 6. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu*, Adana, Türkiye, 640-649.
- Tuzcu, A. (2019). Akgöl Sulak Alanı'nın yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ile incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 278s.
- USGS, 2019. Landsat 8 data user's handbook [online]. <https://www.usgs.gov/media/files/landsat-8-data-users-handbook>.
- Xu, H. (2006). Modification of normalized difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 27, 3025-3033.
- Zhang, Y., Peng, C., Wang, J., Huang, S., Hu, Y., Zhang, J. & Li, D. (2019). Temperature and silicate are significant driving factors for the seasonal shift of dominant diatoms in a drinking water reservoir. *Journal of Oceanology and Limnology*, 37(2), 568-579.
- URL-1: <https://earthexplorer.usgs.gov>
[Erişim Tarihi: 01.04.2019]
- URL-2: <https://corinechs.tarimorman.gov.tr>
[Erişim Tarihi: 01.08.2021]



© Author(s) 2021.

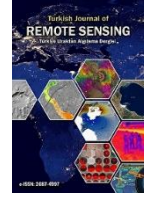
This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



Turkish Journal of Remote Sensing

<https://dergipark.org.tr/en/pub/tuzal>

e-ISSN 2687-4997



Landform Maps: An Example of Küçük Menderes Watershed

Senem TEKİN*¹ 

¹Adıyaman University, Vocational School of Technical Sciences, Department of Mining and Mine Extraction, Adıyaman, Turkey

Keywords

Geographical Information Systems,
Digital elevation model,
Landform,
Küçük Menderes Basin.

ABSTRACT

Landforms can be prepared easily due to the advantages of remote sensing, geographical information systems, automatic generation of landforms, and storage in databases. Therefore, it has begun to be used more effectively by many disciplines interested in physical plans such as geology, geomorphology, and soil. In this study, a land-use map was prepared in the Küçük Menderes Basin, one of Turkey's toluene water basins, with the Topographic Position Index (TPI) using Aster GDEM with a spatial resolution of 30 m in the Geographical Information Systems environment. The regional geographic structure was examined with environmental variables, such as slope and curvature, generated from the DEM data in the formation of the land morphology. The Jenness algorithm used in TPI calculation uses a multiscale approach by inserting a quadratic polynomial to the window size determined using least squares. The research results were compared using the DEM data with 300 m and 2000 m window widths. The morphological classes formed were gathered in 10 categories as Canyons, Shallow valleys, Upland drainages, U-Shape valleys, Plains, Open slopes, Upper slopes, Hills in valleys, Midslope ridged, High ridges.

Arazi Şekli Harita Örneği: Küçük Menderes Havzası

Anahtar Kelimeler:

Coğrafi Bilgi Sistemleri
Sayısal yükseklik modeli
Arazi kullanımı
Küçük Menderes havzası

ÖZ

Yeryüzü şekilleri günümüzde uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri ile birlikte, arazi formlarının otomatik üretilmesi, veri tabanlarında depolanmasındaki avantajlarla rahatlıkla hazırlanabilmektedir. Dolayısıyla, jeoloji, jeomorfoloji, toprak gibi fiziki planlarla ilgilenen pek çok bilim dalı tarafından daha etkin kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışmada Türkiye’de bulunan su toplama havzalarından biri olan Küçük Menderes havzasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri ortamında 30 m mekansal çözünürlüğe sahip AsterGDEM kullanılarak Topografik Pozisyon İndeksi (TPI) ile arazi kullanımı haritası hazırlanmıştır. Arazi morfolojisinin oluşturulmasında Sayısal Yükseklik Modeli verilerinden üretilen eğim, yamaç eğrisellikleri gibi çevresel değişkenler ile bölgesel coğrafik yapı incelenmiştir. TPI hesaplanmasında kullanılan Jenness algoritması, en küçük kareleri kullanarak belirlenen pencere boyutuna ikinci dereceden bir polinom yerleştirerek çok ölçekli bir yaklaşım kullanmaktadır. Araştırmada SYM verisi ile 300 m ve 2000 m pencere genişliği kullanılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Oluşturulan morfolojik sınıflar kanyonlar, sığ vadiler, yaylalar, tabanlı vadiler, ovalar, açık yamaçlar, dik yamaçlar, vadilerde tepeler, orta eğimli sırtlar veya ovalardaki küçük tepeler, zirveler olmak üzere 10 sınıfta toplanmaktadır.

*Corresponding Author

(senemtekin@adiyaman.edu.tr) ORCID ID 0000-0001-7734-9700

Cite this article(APA);

Tekin, S. (2021). Landform maps: An example of Küçük Menderes watershed. *Turkish Journal of Remote Sensing*, 3(2) , 68-73.

1. INTRODUCTION

Geographical Information Systems (GIS) can be easily produced maps due to technology development and the diversity of land on earth geomorphological maps. GIS show high performance in terms of analysing with quantitative data and investigating the accuracy of analysis results (Tagil & Jenness 2008; Grohmann & Riccomini 2009; De Reu et al.2012; Ilija et al. 2013; Seif 2014; Mokarram et al.2016; Rigol-Sanchez et al.2015; Skentos & Ourania 2017; Mokarram & Sathyamoorthy 2018; Çilek et al., 2019). In interpreting the topographic structure of the earth, valleys, river systems, mountains, hills, flat areas, slopes, valleys and so on, the classification of landforms holds an important place in the work of many different disciplines (Minar & Evans, 2008). River systems formed by the water collecting spaces (the basin), boundaries forming the ridge and the top of digital elevation models (DEM) can be obtained. Current technology can be made in the desired detail with model configuration techniques and D8 algorithms (Weiss, 2001).

Digital elevation models (DEM) are the quantitative expression of the earth's topography. It is one of the most essential parameters in obtaining and interpreting geomorphometric data. In geomorphology research, the evaluation of land morphology is used in the interpretation of the landform. Land morphology provides a different perspective in examining many geographic structures such as geology, soil, land cover/use, and fault lines belonging to a region. In this study, Turkey land within the boundaries set by the DS, one of the 25 major catchments in the Küçük Menderes basin, the land use map, 30 m using a digital elevation model with a spatial resolution topographic position allows the index (TPI) has been prepared with the help of parameters. The Küçük Menderes basin has an aerial area of 6.975 km² (Figure 1).

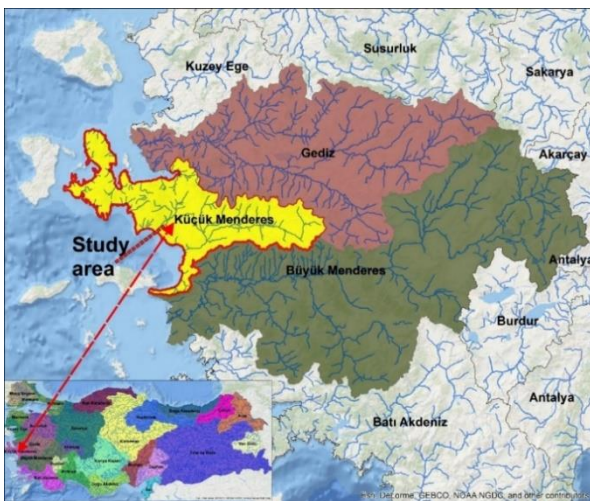


Figure 1. Study area.

2. MATERIAL

The Küçük Menderes Basin is in the west of Turkey, located in the Aegean Region. It is between the Gediz and Büyük Menderes Basins. The basin is located between 38 ° 41'05" and 37 ° 24'08" north latitudes and 28 ° 24'36 " and 26° 11'48" east longitudes. The basin area is 6975 km², which is equivalent to 0.8% of the surface area of Turkey (Küçük Menderes HKEP, 2013). It is surrounded by Mount Karadağı, Mount Çulha and Mount Ayrik (Oyuk) from the east, by Mount Kümeli from south to west, by Mount Bozdağ, Mount Çallıba, Mount Mahmut and Mount Kesme from north to west, and by the Aegean Sea and İzmir Bay in the west. The topographic factors, including slope and aspect, were prepared from 30 m DEM (Digital Elevation Model). The elevation ranges between 0 and 2138 m, gradually decreases from west to east (Figure 2a), and is represented by steep slopes up to 71 degrees. The slopes of less than 10 degrees corresponding to 60.16 % of the study area around the watershed sharpen and its surroundings (Figure 2b). According to Turkey's soil maps (Karabulut et al. 2011), 23.88% of the study area consists of colluvial soils, whereas 17.29% consists of alluvial soils and 15.14% consists of brown forest soils (Figure 2c). According to the CORINE land use map, 50.07% of the Küçük Menderes basin consists of forest and semi-natural areas. On the other hand, the agricultural area and artificial regions, located in regions where alluvial plains are located and where the slope is below 10 °, has a percentage of 39.77% (Figure 2d).

3. METHODOLOGY

The model configuration technique developed by Jenness (2006) in the ArcGIS environment is a slightly improved version of the algorithm produced by Weiss (2001). According to Jenness (2006), the algorithm calculates the height value and the average value of neighboring pixels around that cell. If the value is positive, it means that the pixel is higher than the other pixels. On the other hand, if it is negative, it means that it is low. In addition, the degree of inclination of the pixel is calculated in some classes. If a cell is significantly higher than its neighboring cells, those regions are classified as hills or ridges. Significantly lower values than neighboring cells indicate that that cell is valley bottom or close to the bottom. Values close to zero are classified as flat or medium-slope areas (Çilek et al., 2019). In this case, the calculation includes the gradient, and the areas with medium slopes are distinguished from the flat areas (Figure 3).

4. RESULTS

4.1. Landform classification

To reveal the morphological structure of the study area, the final map was produced using TPI 300 and TPI 2000 parameters (Figure 4a, b) with model

building techniques. The land classification created according to Jenness (2006) using TPI 300 and TPI 2000 values shown in figure 5. 42% of the Küçük Medneres basin consists of Open slopes, whereas 26% consists of plains, and the least common geomorphology class is Midslope ridges and small hills in plains (2.5%)

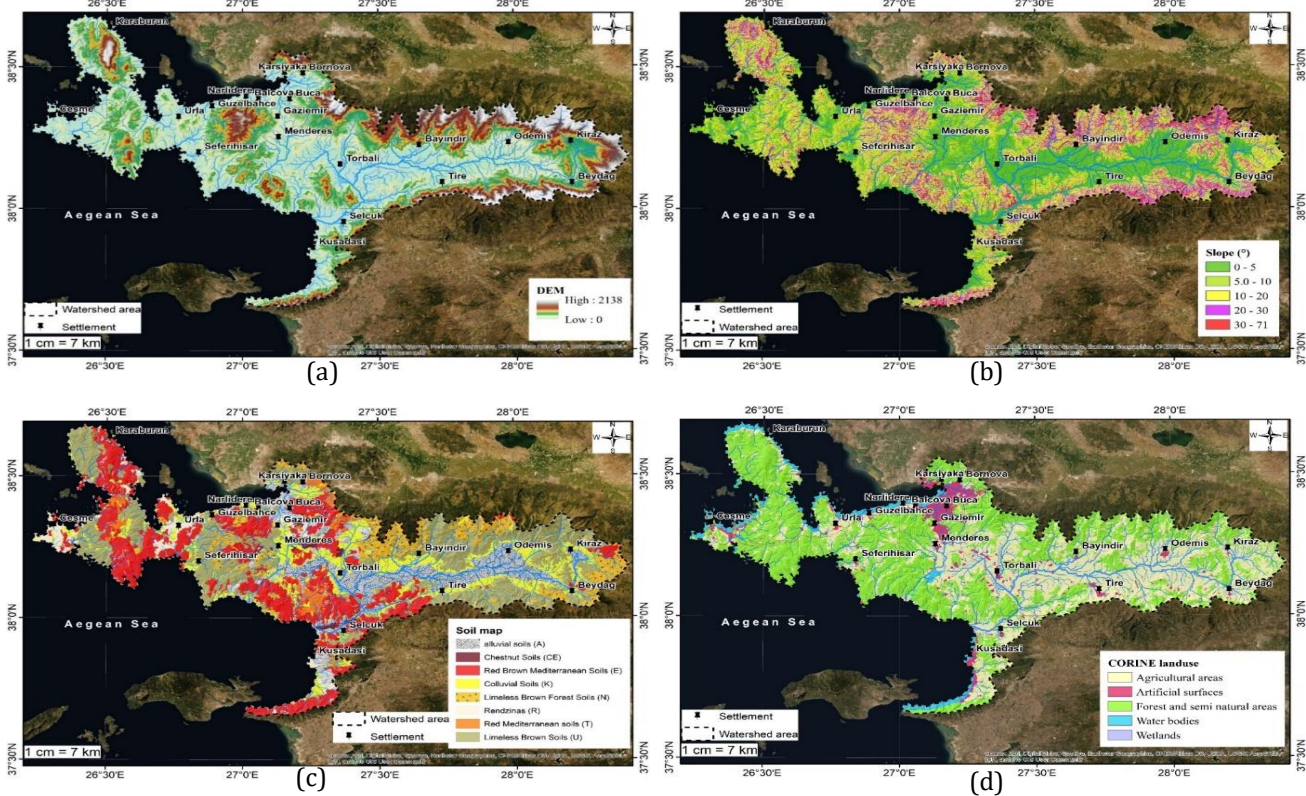


Figure 2. Digital elevation models (a), Slope (b), Soil (c), Landuse (d), maps of Küçük Menderes Watershed.

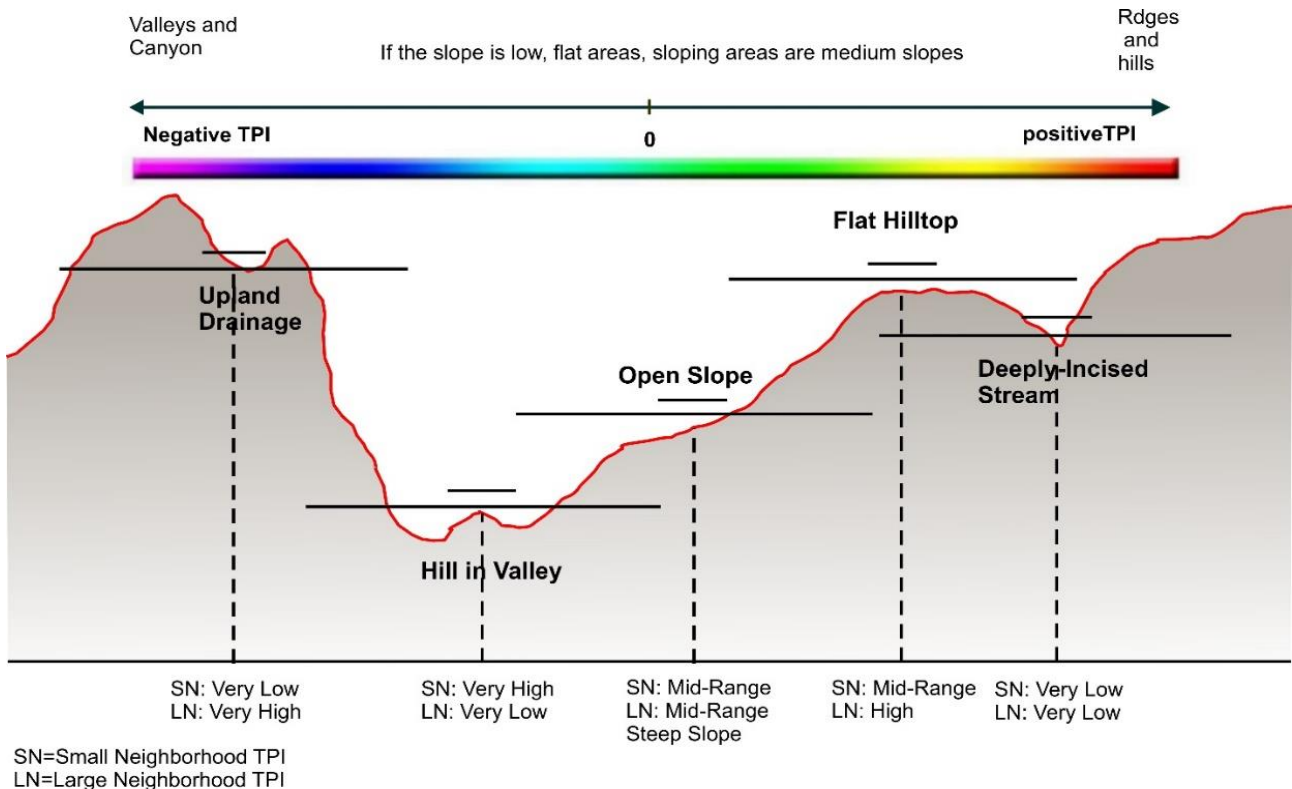
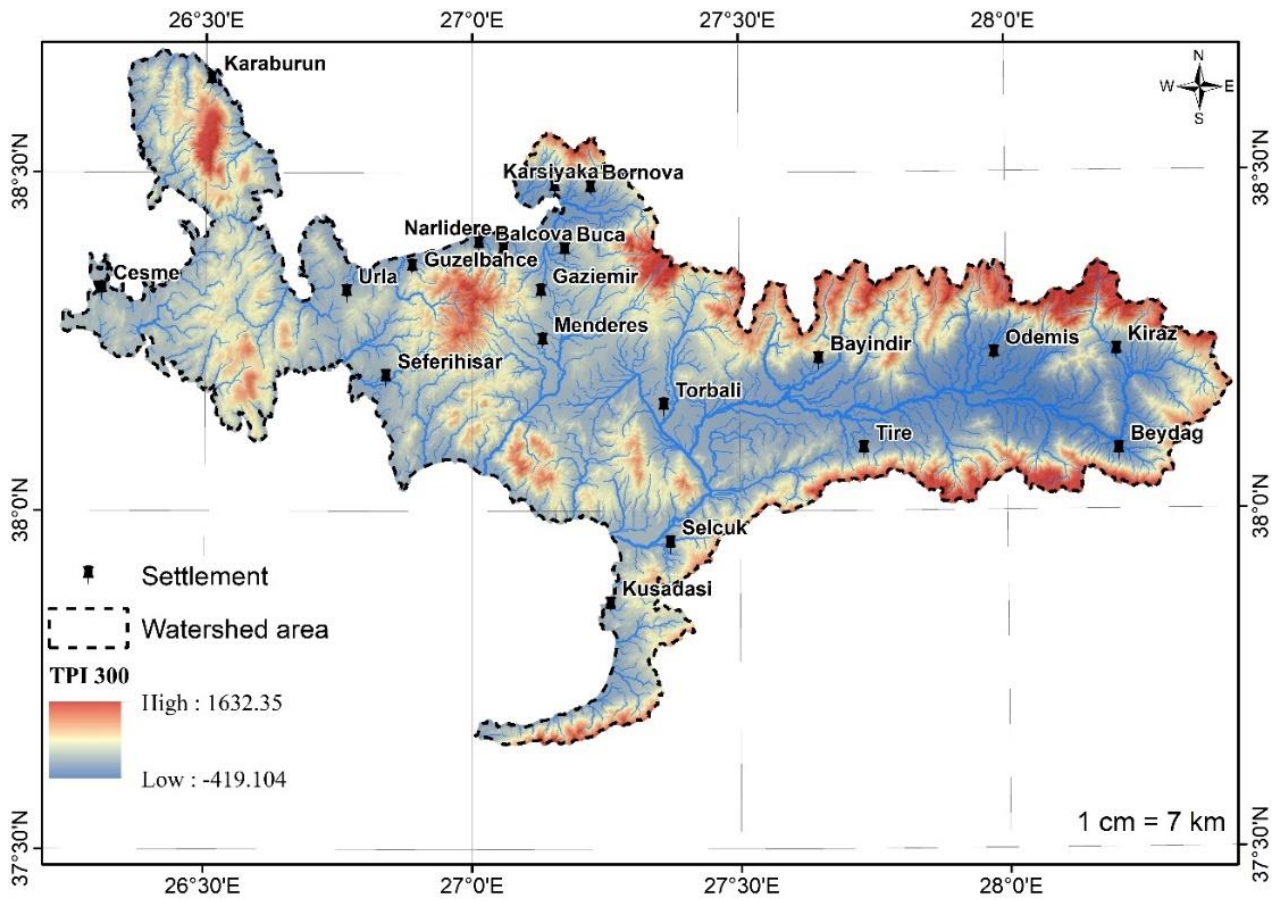
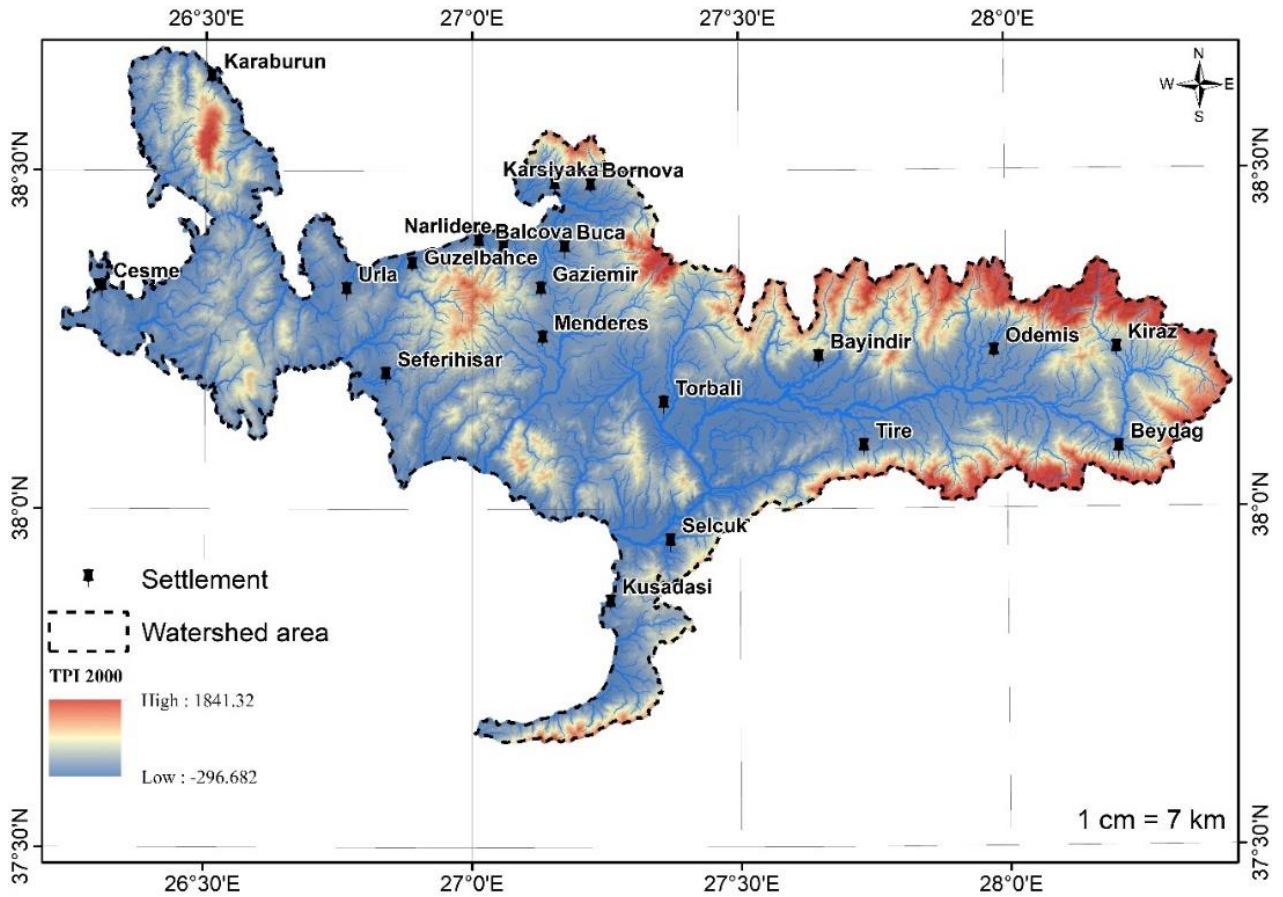


Figure 3. TPI and landform classification in neighborhood difference calculations (Jenness 2006).



(a)



(b)

Figure 4. TPI300 (a) and TPI 2000 (b) maps of the study area.

The accuracy analysis was obtained by comparing the pixel values containing the verification areas outside the training data determined for each field class. The incorrect classification of the pixels causes incorrect values. The Kappa statistics, one of the most widely used methods, were preferred to show the degree of accuracy in classification. For the accuracy assessment of the map produced for this purpose, 352 points were chosen randomly according to the areal sizes in the study area, and the ground truth data of each point were compared. The

accuracy evaluation results for each landform class created with error matrices are given in Table 1. In the accuracy analysis, the overall Kappa statistics as well as the user's accuracy and manufacturer's accuracy were calculated for each class. It is seen that the Küçük Menderes basin landform map is 95% correct according to the Error matrix classification. The general Kappa statistic value was calculated as 92.15. According to Foody (2002), classifications with an accuracy of more than 85% are acceptable.

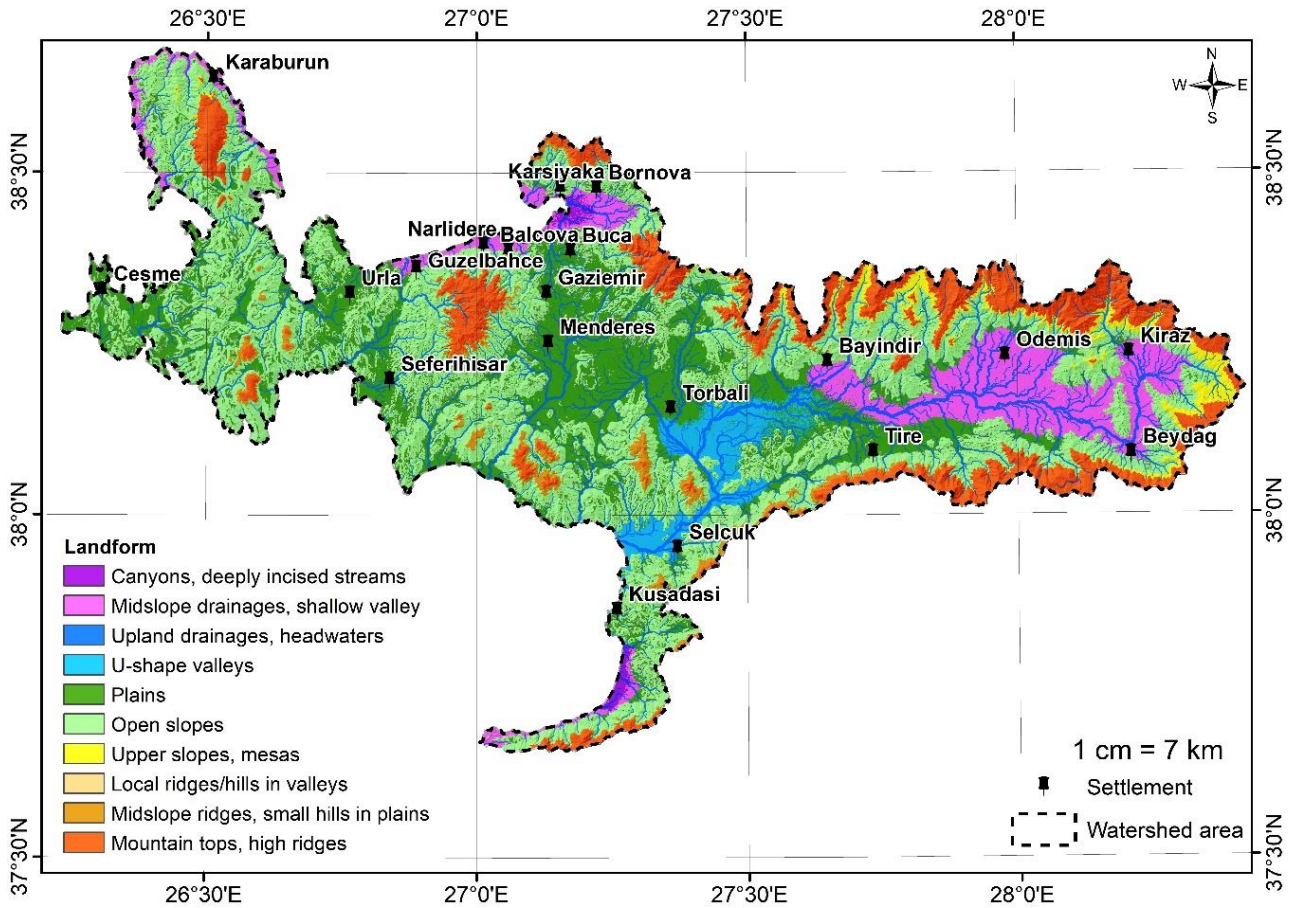


Figure 5. Landform classification maps of Küçük Menderes Watershed area.

Table 1. Landforms classes accuracy analysis matrix (Weiss, 2001).

Classes name	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Field study accuracy
A	83	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0.94
B	0	20	0	0	0	0	0	0	2	0	0.91
C	0	0	25	0	2	4	0	0	0	0	1.03
D	1	0	0	32	0	3	0	0	0	0	0.89
E	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	1.00
F	0	0	0	0	0	18	0	0	0	0	1.00
G	0	0	3	0	0	0	23	0	0	0	0.88
H	0	0	0	1	4	0	0	28	0	0	0.85
I	0	1	0	0	0	0	1	1	21	0	0.88
J	0	0	0	2	0	0	0	0	0	78	0.98
Analysis accuracy	0.99	0.95	0.89	0.91	0.80	0.72	0.96	0.97	0.88	0.95	

A: Canyons B: Shallow valleys C: Upland drainages D: U-Shape valleys E:Plains F: Open slopes G: Upper slopes H: Hills in valleys I: Midslope ridged J: High ridges

Kappa statistics: 0.92 Accuracy (%) 92.15

5. CONCLUSION

Based on geomorphological analysis are useful tools for the management of natural resources. In this study, the TPI index was used to produce semi-automatic landform classes. Using the method developed by Weiss (2001), results that can be important for researchers working on subjects such as ecology, soil, geology, planning, and provide a wide variety of morphological features were obtained. At the same time; It has been revealed that TPI is a powerful tool for defining topographical features in Küçük Menderes Basin. While a large part of the area is composed of plain areas, it is seen that many canyons occur around river networks. As a result, canyons appear to be factors contributing to the geomorphological development of the geological environment and the topography. Creating the landform and determining such different land types come to the fore. It demonstrates that automatic landform classification is a powerful geographic processing technique for sciences dealing with morphology. The association of landform classes with geological units can be used for meaningful information about geomorphological structures and their formations. In addition to these data, more detailed morphometric analyses can be made with data such as relief, curvature, topographic gradient, valley depth, and surface roughness produced from DEM data.

Author contribution atements

The author declares that has contributed 100% to the article.

Conflicts of interest

The author declares no conflict of interest.

REFERENCES

- Çilek, A, Berberoğlu, S, Ünal Çilek, M, & Dönmez, C. (2019). Landform Analysis using Topographic Characteristics: An Example of Usak Ulubey Canyon. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, ICONST 2019, 77-88. DOI: 10.30516/bilgesci.645588.
- De Reu, J., (2012). Land of the Dead. A Comprehensive Study of the Bronze Age Burial Landscape in North-western Belgium. *Dissertation*, Ghent University. Faculty of Arts and Philosophy, Ghent, Belgium.
- Foody, G.M., (2002) Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 185-201. [https://doi.org/10.1016/S00344257\(01\)00295-4](https://doi.org/10.1016/S00344257(01)00295-4).

- Grohmann, C.H. & Riccomini, C. (2009). Comparison of roving-window and search-window techniques for characterising landscape morphometry. *Computers & Geosciences* 35,2164–2169.
- Ilija, I., Rozos, D. & Koumantakis, I. (2013). Landform classification using GIS techniques. The case of Kimi municipality are, Euboea Island, Greece. *13 th International Congress of the Geological Society of Greece At: Chania, Crete, Greece* Volume: XLVII.
- Jenness, J. (2006). Topographic Position Index (tpi_jen.avx) Extension for ArcView 3.x, v.1.3a. *Jenness Enterprises*.
- Karabulut, A., Elbaşı, F., Ustaoglu, S., & Yatman D. (2011). Türkiye büyük toprak grubu haritası, *Tarimsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*, Mekanizasyon ve Bilişim Teknolojileri Bölümü, Ankara.
- Küçük Menderes Havzası Kirlilik Önleme Eylem Planı, (2016), *T.C. Çevre Ve Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü*, Ankara, <https://webdosya.csb.gov.tr/csb/dokumanlar/cygm0019.pdf>, PP:74.
- Mokarram, M. & Sathyamoorthy, D. (2018). A review of landform classification methods. *Spatial Information Research*, 26. 10.1007/s41324-018-0209-8.
- Mokarram, M., Soleimanpour, L., & Hojati, M. (2016). Applied Remote Sensing for Determination of Vegetation Index. *Journal of Environment*, 5. 19-23.
- Rigol-S. J., Stuart, N., & Pulido, A. (2015). ArcGeomorphometry: A toolbox for geomorphometric characterization of DEMs in the ArcGIS environment. *Computers & Geosciences*, 85. 10.1016/j.cageo.2015.09.020.
- Seif, A. (2014). Using Topographic Position Index for Landform Classification (Case Study: Grain Mountain). *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 3, 33-39.
- Skentos, A., & Ourania, A. (2017). Landform Analysis Using Terrain Attributes. A Gis Application on the Island of Ikaria (Aegean Sea, Greece). *Annals of Valahia University of Targoviste*, Geographical Series. 17. 90-97.
- Tagil, S., & Jenness, J. (2008). GIS-Based Automated Landform Classification and Topographic, Landcover and Geologic Attributes of Landforms Around the Yazoren Polje, Turkey. *Journal of Applied Sciences*, 8. 10.3923/jas.2008.910.921.
- Weiss AD. (2001). Topographic positions and landform analysis (Conference Poster). *ESRI User Conference*, San Diego (CA).



© Author(s) 2021.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>