



## Uludağ Milli Parkında Çok Yıllık Arazi Kullanım/Örtü Değişiminin CBS İçinde Analizi<sup>A</sup>

Gökhan ÖZSOY\*

**Öz:** Bu çalışma ile Türkiye'nin en popüler kayak merkezine ev sahipliği yapan ve doğal güzellikleri bakımından dünyaca tanınan Uludağ Milli Parkı arazilerinin güncel arazi kullanım/örtü durumunun haritalandırılması ve yıllar içindeki olası değişimlerin coğrafi bilgi sistemi içinde tespit edilmesi amaçlanmıştır. Buna yönelik bölgeyi kapsayan, 1985-2019 yılları arası (34 yıllık) çok bantlı uydu verileri kullanılmış, çalışma alanına ait bir veri tabanı kurulmuş ve elde edilen tüm veriler CBS içinde analiz edilmiştir. Sonuçlara göre, Uludağ Milli Parkı sınırları içinde bulunan kayak merkezi ve yakın çevresinde kentleşme ve erozyon izlerinde artış ile beraber vejetasyonda azalma belirlenmiştir. Buna ek olarak zirveye yakın kesimlerde su yüzeylerinde azalma ve çıplak kaya yüzeylerinde artış saptanmıştır. Ayrıca, yıllar içinde şiddetli erozyon yüzeyleri alansal miktarının da arttığı belirlenmiştir. Bu çalışma ile Uludağ Milli Parkı arazilerindeki çıplak kaya, yerleşim ve şiddetli erozyon yüzeylerinin kapladığı alan, 34 yıllık süreçte 1019,6 ha (% 7,8) alandan 1730,7 ha (% 13,3) alana yükseldiği bulunmuştur. Aynı süre içinde, % 18,7 oran ve 2435,2 ha alan kaplayan alpin çayırların ise % 16,6 oran ile 2163,6 ha alana gerilediği tespit edilmiştir. Çalışmanın önemli çıktılarında birisi de doğal ormanlık alanların güncel durumu ile ilgilidir. Bu çalışmada üretilen 1985 yılı verilerine göre, doğal yoğun ormanlar tüm Milli Park arazilerinin % 43,5'ini (5668,1 ha) kaplarken, 2019 yılı için bu oran % 44,2'ye (5759,2 ha) yükselmiştir. Buna ek olarak bazı alanlarda çalı ve fundalık arazilerin de yoğunlaştığı belirlenmiştir. İnsan etkisinin hiç/çok az olduğu, ulaşılması çok zor olan bazı yüksek ve eğimli bölgelerde veya kontrolün sağlanabildiği ormanlık kısımlarda yer alan bitki örtüsünde, incelenen zaman içinde, vejetasyonda az da olsa yoğunlaşma gerçekleştiği

<sup>A</sup> Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

\* **Sorumlu yazar/Corresponding Author:** Gökhan ÖZSOY, Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Görükle Yerleşkesi, Bursa, ozsoyg@uludag.edu.tr, [OrcID 0000-0002-4421-7936](https://orcid.org/0000-0002-4421-7936).

tespit edilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre, insan etkisi kontrol altına alındığında ve gerekli erozyon önleme faaliyetleri ile Uludağ'da zamanla doğal bitki örtüsünün daha da yoğunlaşacağı ve yeşereceği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Uludağ Milli Parkı, coğrafi bilgi sistemi, uzaktan algılama, NDVI, arazi kullanım/örtü.

## Analysis of Multi-Year Land Use/Cover Change in the Uludag National Park within a GIS

**Abstract:** The aim of this research is to determine the current land use/cover status of the Uludag National Parklands, which is hosting the most popular ski center of the country and world-renowned for its natural beauty, and to investigate the possible land use/cover changes over the years. For this purpose, a time-series satellite data, between 1985-2019 (34 years), was used, a database belonging to the study area was established, and all data obtained were analyzed in GIS. According to results, urbanization and severe erosion surfaces increased in the ski center and its close surroundings along with a decrease in vegetation. In addition, a reduction of water surfaces and an increase in bare rock surfaces were detected in the areas near the summit. It was computed that the area covered by bare rock, settlement, and severe erosion surfaces in the Uludag National Parklands were increased from 1019.6 ha (7.8%) to 1730.7 ha (13.3%) over a 34-year period. In the same studied period, alpine meadows covering 18.7% and 2435.2 ha of land were declined to 2163.6 ha with 16.6%. One of the critical outputs of the study is related to the current status of natural forest areas. According to 1985 data, while dense natural forests were covered 43.5% (5668.1 ha) of the entire National Parklands, this rate was increased to 44.2% (5759.2 ha) according to 2019 data. Besides, it was discovered that vegetation was becoming slightly dense in some high and sloped areas where there was little / no human impact due to transportation difficulties. According to the results of this study, natural vegetation in Uludag may become denser and greener over time when the social impact is brought under control and with the necessary erosion prevention activities.

**Keywords:** Uludag National Park, geographic information systems, remote sensing, NDVI, land use/cover.

### Giriş

Bursa, Türkiye'nin güney-batısında yer almakta olup kuzeyinde Marmara Denizi, güneyinde Balıkesir ve Kütahya, batısında Balıkesir, doğusunda Bilecik ve Sakarya, kuzey doğusunda Yalova ve Kocaeli illeri ile komşudur. Yüzölçümü 10882 km<sup>2</sup> olan Bursa'nın nüfus yoğunluğu 293/km<sup>2</sup>'dir (Anonim, 2020a). Nüfus yoğunluğu sıralamasına göre Bursa Türkiye'nin dördüncü büyük şehridir. Bölgede günümüzde tespit edilen en eski yerleşimler 8500 yıl öncesine kadar dayanmaktadır (Anonim, 2020a). Bursa şehri, Bizans döneminde önemli bir ticaret merkezi ve güçlü bir kale, Osmanlı İmparatorluğu'nun ise ilk başkentiydi. Ayrıca, Bursa

Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk ve en önemli gıda, tekstil ve otomotiv fabrikalarına da ev sahipliği yapmıştır. Günümüzde Bursa, eşsiz kültürel ve tarihi mirası yanında, oldukça verimli tarım toprakları ile güçlü tarımsal üretimi, otomotiv, tekstil ve gıda sanayi ile de anılmaktadır. Ayrıca Bursa'nın çevre güzellikleri de etkileyicidir. Doğal ormanları, anıt ağaçları, zengin su kaynakları, verimli ova toprakları ve iklimin getirdiği üretkenlik nedenleriyle yeşil şehir olarak da bilinir.

Bursa ile özdeşleşen Uludağ, eşsiz doğa güzelliği, flora ve fauna zenginliği ile 1961 yılında Milli Park ilan edilmiştir (Anonim, 2020b). Kış turizminin yanı sıra yaz aylarında günlük piknik aktiviteleri, dağ yürüyüşü ve kampçılık faaliyetleri ile yerli ve yabancı turistlere tüm yıl boyunca hizmet sunmaktadır. Ancak, yıl boyu süren insan aktivitesi ile milli parkın yoğun kullanımı doğal arazi örtüsünde bazı bozulmalara da sebebiyet vermektedir. Dirim ve ark. (2009), 1984-1998 yılları arasında Uludağ ve yakın çevresindeki bitki örtüsü yoğunluğundaki değişimleri inceledikleri çalışmalarında, geçen on dört yıl içinde yoğun orman örtüsünde bozulmaların olduğunu ve hatta 13152 ha yoğun-çok yoğun olarak sınıflandırılmış olan ormanlık arazinin çıplak arazi veya az yoğun orman sınıfına geçtiğini bildirmektedirler. Araştırmacılar, Uludağ ve yakın çevresinde tespit edilen orman bozulması nedenlerini ise kaçak kereste kesimi, orman ve çalılık arazilerin tarımsal araziye dönüştürülmesi olarak bildirmişler ve yoğun bozulmaların yayla yerleşim alanlarının yakınındaki arazilerde meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Söz konusu araştırmanın sonuçlarına göre, 1984-1998 yılları arasında, bölgede çıplak toprak (yüzeyi bitkiden yoksun) yüzeyleri % 67,6 oranında artmıştır.

Arazi kullanım/örtü haritalama çalışmalarında coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve uzaktan algılama (UA) önemli bir yere sahiptir. Uzaktan algılama teknolojisindeki ve bilgisayar veri işleme hızındaki gelişmeler bu teknolojileri geniş çaplı uygulamalar için nispeten düşük maliyetle kolayca kullanılabilir hale getirmiştir (Aksoy ve Özsoy, 2004). Kısaca uzaktan algılama, nesne, alan veya olgu ile temas etmeyen bir cihaz tarafından elde edilen verilerin analizi yoluyla incelenen nesne, alan veya olgu hakkında bilgi edinme bilim ve sanattır (Lillesand and Kiefer, 2000). Uzaktan algılama teknolojisi ile kültürel ve doğal objelerin spektral, mekansal ve temporal formdaki özellikleri belirlenebilir. Uzaktan algılama verisi, toprak haritalaması, bitki örtüsü, arazi kullanım/örtü sınıflandırması, toprak nemi ölçümü, toprak erozyonu haritalaması, orman tipi sınıflandırması, bitkilerin su içeriğinin ölçülmesi, bitki-ürün verimliliği parametrelerinin belirlenmesi, tarım arazisi ve su kaynakları gibi bazı nesnelerin alan veya güncel durumları, kar-buz haritalaması, okyanus bilimi, meteoroloji ve kentsel yayılım alanlarının belirlenmesi dahil olmak üzere birçok uygulama alanına sahiptir (Ozsoy ve ark., 2012; Honnay ve ark., 2003; Ozsoy ve Aksoy, 2015a, 2015b). Çok yıllık spektral uzaktan algılanmış görüntüler yeryüzü ortamını daha iyi yorumlanabilmesi için kullanılacak çok verimli altlık kartografik materyallerdir. Arazi kullanım/örtü haritalaması ve arazi örtüsündeki değişimlerin spektral uydu verileri kullanılarak CBS ile analizini konu alan, yüksek doğruluğa sahip, birçok başarılı çalışma yürütülmüştür (Aksoy ve Özsoy, 2002, 2004, 2007; Podmanicky ve ark., 2011; Tian ve ark., 2014).

Uludağ ve milli parkın doğal ortamında, yıldan yıla artan insan aktivitesi baskısı sonucu oluşabilecek arazi kullanım/örtü değişiminin ayrıntılı olarak çalışılması gerekmektedir. Uludağ Milli Parkı doğal güzelliklerinin sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için bölgenin sürdürülebilir arazi kullanım planlarının da geliştirilmesi gerekir. Böylece milli parkın geleceği için gereken önlemler alınabilir, parkın doğal ortam özellikleri gelecek

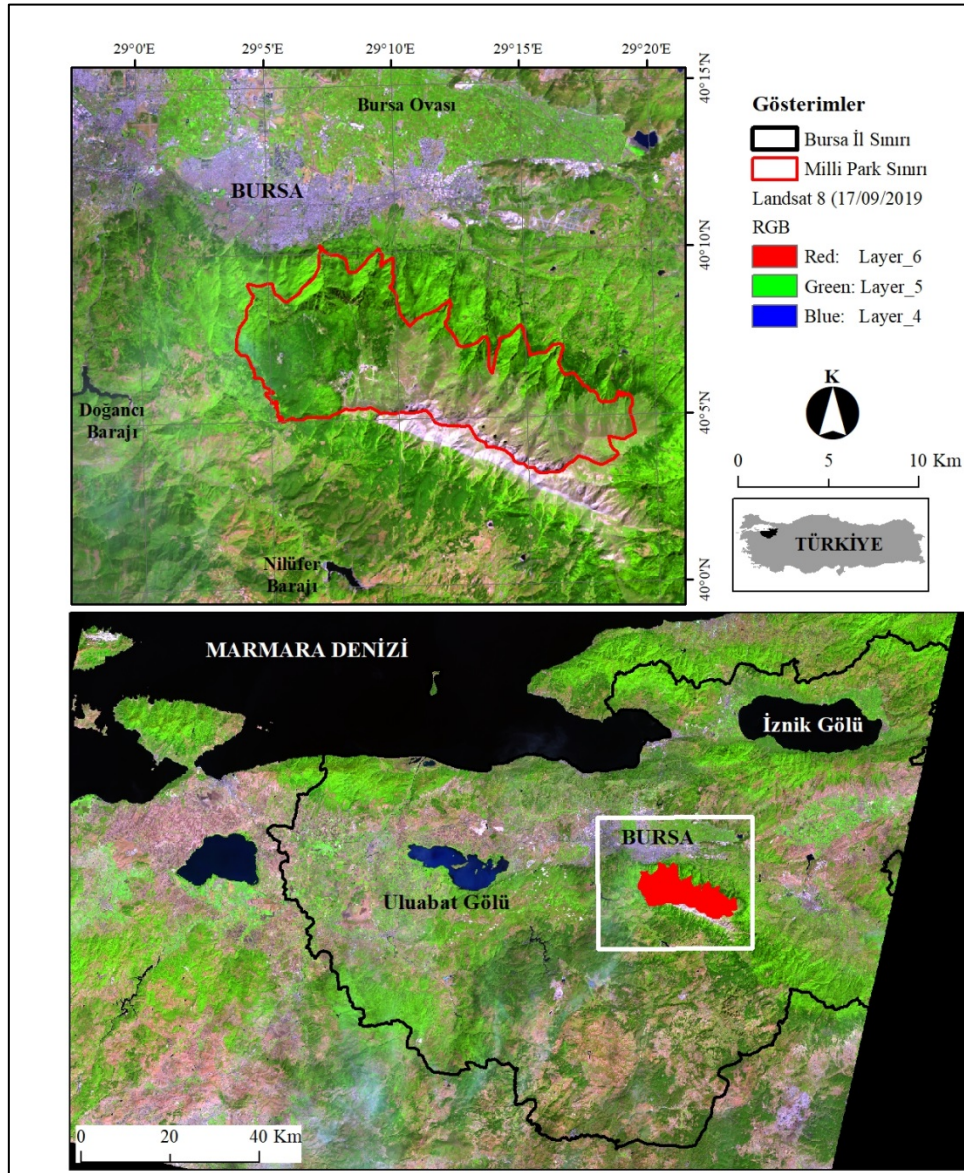
nesillere taşınabilir ve hatta geliştirilebilir. Bu amaca yönelik çalışmaların sağlıklı yürütülebilmesi için karar vericiler ve planlamacılara veri sağlanmalıdır.

Bu çalışmanın en önemli amacı doğal ve zengin ekolojik özelliklere sahip Uludağ Milli Parkı sınırları içerisindeki arazi örtüsü ile ilgili sağlıklı verilerin üretilmesi, arazi örtü durumunda gerçekleşen çok yıllık (34 yıl) değişimin ortaya konulması ve alanın sürdürülebilirliği açısından karar vericilere bazı öneriler getirilmesidir. Bu çalışmada, Bursa Uludağ Milli Parkı sınırını kapsayan, 1985-2019 yılları arasında 3 adet çok bantlı uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çok yıllık bu görüntüler, çalışma sınırları içinde tespit edilen çıplak toprak, çıplak kaya, yerleşim ve şiddetli erozyon yüzeyleri, çayır, çalı-fundalık alanlar, su yüzeyleri ve orman örtüsü gibi çok yönlü doğal ve kültürel özelliklerin alansal dağılım yüzdelerinin hesaplanması amacıyla kullanılmıştır. Sonraki aşamada, incelenen yıllar boyunca doğal ve kültürel objelerdeki görülen değişimler doğal süreç ve insan etkileşimleri açısından yorumlanmış ve bazı öneriler sunulmuştur.

## **Materyal ve Yöntem**

### **Çalışma alanı konumu ve önemi**

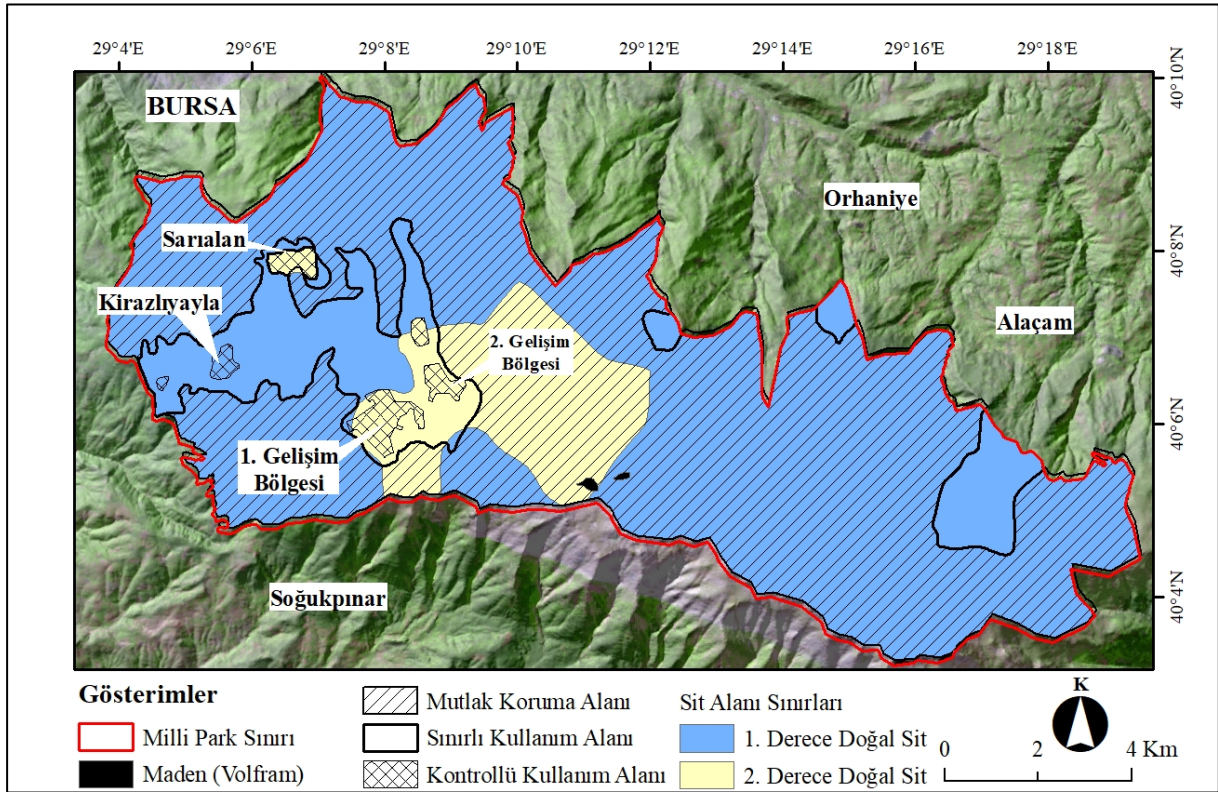
Uludağ Milli Parkı, Bursa şehrinin güney ve güney doğusunda  $40^{\circ} 3,208'$  ile  $40^{\circ} 10,319'$  kuzey enlemleri ve  $29^{\circ} 3,803'$  ile  $29^{\circ} 19,146'$  doğu boylamları arasında yer almaktadır. Şekil 1'de Uludağ Milli Parkı konumu verilmiştir.



Şekil 1. Uludağ Milli Parkı konumu ve sınırı.

Uludağ 20.09.1961 tarihinde Milli Park ilan edilmiş ve doğal güzellikleri koruma altına alınmış bir sit alanı olup 13,024.07 ha alan kaplamaktadır (Anonim, 2020b). Milli parkın mutlak, sınırlı ve kontrollü koruma bölgeleri ile doğal sit alanlarının dağılımını gösteren harita Şekil 2’de, alansal veriler ile dağılım yüzdeleri ise Çizelge 1’de sunulmuştur. 2006 yılında Uludağ Milli Parkı sınırları içinde 1. derece ve 2. derece doğal sit alanları tanımlanmıştır. Şekil 2’de de görüleceği gibi kayak merkezi ve otellerin yer aldığı 1. ve 2. gelişim bölgeleri 2. derecede doğal sit alanıdır. Milli park arazilerinde 1. derece ve 2. derece doğal sit alanları sırasıyla yaklaşık 11219 ha ve 1804 ha alan kaplamaktadır. Alanın yaklaşık % 86’sı 1. derecede sit alanıdır. 2009 yılında yürürlüğe giren 1/25.000 ölçekli Uludağ Milli Parkı uzun devreli gelişme revizyon planına göre park alanı Mutlak Koruma Alanı, Sınırlı Kullanım Alanı ve Kontrollü Kullanım Alanı olmak üzere 3 bölgeye ayrılmıştır.

Uludağ Milli Parkı arazilerinin yaklaşık 10850 ha'lık kısmı mutlak koruma altında bulunmaktadır. Sınırlı kullanım alanı ve kontrollü kullanım alanı ilan edilen kısımlar ise sırasıyla yaklaşık 1925 ha ve 248 ha'dır. Şekil 2 ve Çizelge 1'de görüleceği gibi Uludağ Milli Parkının % 83,3'ü Mutlak Koruma Alanıdır. Parkın % 14,8'i Sınırlı Kullanım Alanı ve yaklaşık % 2'si ise Kontrollü Kullanım Alanı olarak tanımlanmıştır. Çizelge 1'de sunulan veriler Bursa Büyükşehir Belediyesi, İmar ve Şehircilik Dairesi Başkanlığı, Şehir Planlama Şube Müdürlüğü önderliğinde 2012 yılında gerçekleştirilen 1:100.000 ölçekli çevre düzeni planı çalışmalarından derlenmiştir.



Şekil 2. Uludağ Milli Parkı mutlak, sınırlı ve kontrollü koruma bölgeleri ile doğal sit alanlarının dağılımı haritası

Uludağ Milli Parkı Türkiye'de milli park olarak ilan edilmiş 44 önemli doğal alandan birisidir (Anonim, 2020b). Bölge doğal ormanlık alan, flora ve fauna bakımından zengindir. Milli park sınırları içinde ve yakın çevrede bulunan zengin bitki türlerinin gösterdiği yayılış deseni açısından Dünya coğrafyası adına da ilgi çekici bir bölgedir (Anonim, 2020c). Bölgede, Türkiye için toplam 137 endemik tür tespit edilmiştir. Bunların 30'u Uludağ endemiğidir. Uludağ, nesli tehlike altında olan Avrupa ölçeğinde 54 tür, küresel ölçekte ise 3 türün yaşam alanıdır. Özellikle Uludağ endemik türü olan Apollo Kelebeği ve nesli tükenme tehlikesi altında bulunan Sakallı Akbaba bölgede yaşamaktadır (Anonim, 2020c).

**Çizelge 1.** Uludağ Milli Parkı mutlak, sınırlı ve kontrollü koruma bölgeleri ile doğal sit alanlarının alansal dağılımı

Bölgeler	Alan (ha)	Oran (%)
Mutlak Koruma	10850,23	83,3
Sınırlı Kullanım	1925,65	14,8
Kontrollü Kullanım	248,19	1,9
Toplam	13024,07	100
1. Derece Doğal Sit	11219,20	86,1
2. Derece Doğal Sit	1804,87	13,9
Toplam	13024,07	100

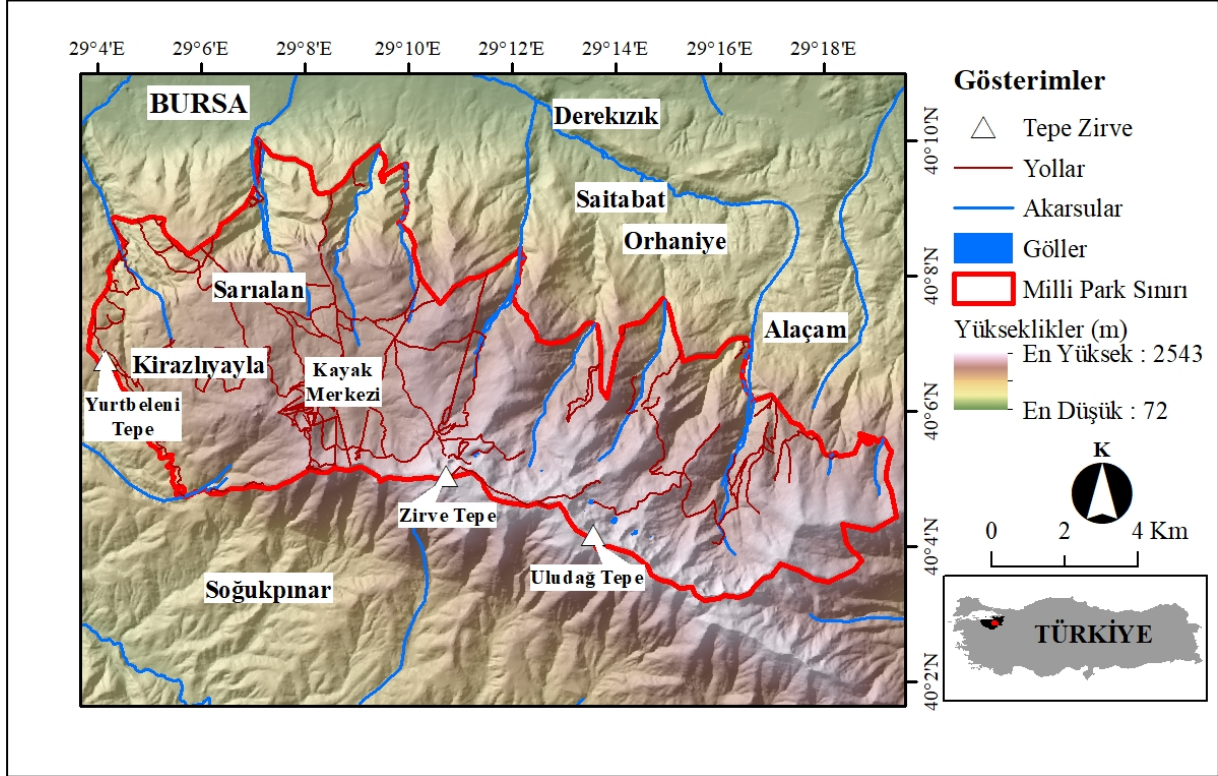
Uludağ tatlı su kaynakları açısından da zengin bir bölgedir. Bursa kenti için önemli bir içilebilir su temini alanıdır. Özellikle Kırkpınarlar mevki Bursa şehrine su temini açısından korunması gereken bölgelerden birisidir. Ayrıca günümüzde Türkiye’de tüketilen damacana ve pet içinde dağıtımı yapılan içme suyunun önemli bir kısmı Uludağ kaynaklarından sağlanmaktadır.

Tüm bu değerlerin yanında Uludağ, yerli ve yabancı turistler açısından bir ilgi merkezidir. Uludağ, Türkiye’nin en popüler kış sporları merkezine ev sahipliği yapmaktadır. 1933 yılından bu yana faaliyet gösteren kayak merkezi (ilk gelişim bölgesi)’ne 1986 yılında turizm merkezi ilan edilen ikinci kalkınma bölgesi ilave edilmiştir. Bölgede birçok kamu ve özel teşebbüse ait konaklama ve dinlenme tesisi bulunmaktadır. Uludağ’da kayak pistleri yılın aralık ayından nisan ayının sonuna kadar aktiftir. Milli park, yaz mevsiminde dağcılık, doğa yürüyüşü, kampçılık, günübirlik piknik gibi amaçlarla yoğunlukla kullanılmaktadır. Özellikle parkın hemen girişinde yer alan Karabelen ve daha geniş olanaklara sahip Kirazlıyayla günübirlik piknik faaliyetine uygundur. Bungalovlarda konaklama olanağı sunan Sarıalan ve ilgi çeken manzarası ile Çobankaya ise kamp ve günübirlik piknik için yoğunlukla kullanılmaktadır. Bu alanlardan başka yerli ve yabancı turistlerce en çok ziyaret edilen yerler başta Bakacak seyir terası, zirve göller, Cennetkaya, Çobankaya, Devetaşı, Tutyeli ve madenler bölgesi sayılabilir. Gerek kış aylarında gerekse de yaz mevsiminde milli parka gelen ziyaretçilerin büyük bir kısmı alandan günübirlik faydalandığı söylenebilir. Ancak turizm amacıyla yapılan tüm yaz ve kış aktiviteleri milli parkta kentleşme (bina, yol, vb.) baskısı yaratmakta ve doğal çevrede bazı bozulmalara da yol açabilmektedir. Uludağ Milli Parkı’nın çalışma ortamı veya konusu olarak seçilmesinin en önemli sebepleri, bölgenin doğal ortam zenginliği, içme suyu kaynaklarının fazlalığı ve turizm baskısı oluşturmaktadır.

## Jeoloji ve jeomorfoloji

Uludağ, Batı Anadolu Bölgesi’nde 2543 m (Uludağ tepe) ile en yüksek rakıma sahip olan yüksekliktir. Milli park bölgesinde yer alan diğer yüksek rakımlı tepelere örnek olarak Zirvetepe (2468m), Kuşaklıkaya (2232 m), Çobankaya (1750 m) ve Bakacak Tepe (1743 m) sayılabilir. Çalışma alanı sınırları içinde, özellikle günübirlik

piknik ve kampçılık faaliyetlerine hizmet veren Sarıalan (1621 m), Kirazlıyayla (1505 m), Kadiyayla (1235 m) gibi yaylalar bulunmaktadır. Çalışma alanı ve yakın çevresinin sayısal yükseklik modeli ve gölge haritası Şekil 3’de sunulmuştur. Aynı haritada milli park sınırı içinde kalan arazilerin deniz seviyesinden olan yükseklik bilgileri ve dağılımları görülebilir.



Şekil 3. Çalışma alanı sayısal yükseklik modeli ve gölge haritası ile rakım bilgileri

Bölge için önemli bir su kaynağı olan Nilüfer Çayı'nın kollarını oluşturan Softadere, Dombay Çukuru, Derinçay gibi dereler vardır. Nilüfer Çayı Uludağ güney eteklerinden akarak Bursa Ovasının batısına ulaşmakta, ova içinde güneyden kuzeye yol almakta, Bursa şehrini doğudan batıya doğru kat etmekte ve Susurluk Çayı ile birleşerek Marmara Denizine dökülmektedir.

Uludağ bir granit batolittir. Uludağ'ın jeolojik yapısının genelini iç püskürük granit kayaları oluşturmaktadır. Milli park sınırları içinde granit ve gnays kayaları baskındır (Ketin, 1983). Dağın uzunluğu yaklaşık 40 km, genişliği 20 km'dir. Bugünkü şekli tektonik hareketler ve farklı erozif etkiler sonucu oluşmuştur. Uludağ zirvesinde son buzul devrinden kalma 9 adet irili ufaklı buzul gölü bulunmaktadır. Bunların bir kısmı yaz aylarında kurur. Uludağ tepenin kuzeyinde yer alan Karagöl, Kilimliçöl, Buzlugöl, Aynalıçöl ve Heybeliçöl en önemli göllerdir. Dağın kuzeybatısında ise Çayırıldere ve Koğukdere gölleri bulunur. Uludağ'ın kuzeye bakan yamaçlarında buzulların şekillendirdiği Yılanlıkaya, Devetaşı, Cennetkaya ve Çobankaya gibi ilgi çekici kaya oluşumları bulunur. Türkiye'nin önemli volfram maden yatakları Uludağ'da bulunmaktadır.



## İklim

Bursa şehir merkezinde yağışı bol Akdeniz iklim tipi görülürken, şehirden Uludağ'a doğru yükseldikçe buzlu kışların yoğun olduğu yüksek dağ iklimi görülmektedir. Uludağ etekleri Karadeniz ve Akdeniz ikliminin geçiş özelliklerine sahiptir. Zirvelere doğru çıkıldıkça nemli mikro termik iklim özelliği göstermektedir. Rakım arttıkça kar yağışı ve miktarı artmaktadır. Özellikle zirvelerde, kış aylarında buzul iklim görülür. Çok yıllık meteorolojik verilere göre (Uludağ Meteoroloji İstasyonu, rakım:1878m), bölgenin yıllık ortalama sıcaklığı 4,8 °C ve yıllık ortalama yağış miktarı ise yaklaşık 1453 mm'dir (DMI, 2006). Uludağ, Aralık ve Mayıs ayları boyunca karla örtülü olup kış turizminin en yoğun olduğu dönem 20 Aralık - 20 Mart tarihleri arasındaki dönemdir. Yaz mevsiminde ise bölgede günübirlik piknik, kampçılık, dağcılık, doğa yürüyüşü gibi faaliyetler oldukça yoğundur.

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün 1981-2010 iklim periyodu verilerinden ürettiği değerlendirmelere göre Uludağ bölgesinin DeMartonne iklim sınıflandırması kuraklık indisi 56,03 olup, iklim tipi nemli'dir. Trewartha iklim sınıflandırmasına göre (*evrensel sıcaklık ölçeğinde*) bölgenin kışları soğuk (-3,94 °C), yazları ise ılıman (14,41 °C) geçmektedir. Ayrıca, Thornthwaite iklim sınıflandırmasına göre Uludağ, çok nemli, 2. derece mikro-termal, su noksanı olmayan veya pek az olan ve yaz buharlaşma oranı % 58 olan bir bölgedir (MGM, 2020).

## Doğal Bitki Örtüsü ve Fauna

Çalışma alanındaki doğal bitki örtüsü tipi esas olarak doğal ormanlar, Akdeniz maki, subalpin fundalıklar ve çayırlardan oluşmaktadır. Köy yerleşiminin olduğu kısımlarda hayvancılık ve orman ürünleri ağırlıklı bir üretim vardır. Az miktarda işlemeli tarım da yapılmaktadır.

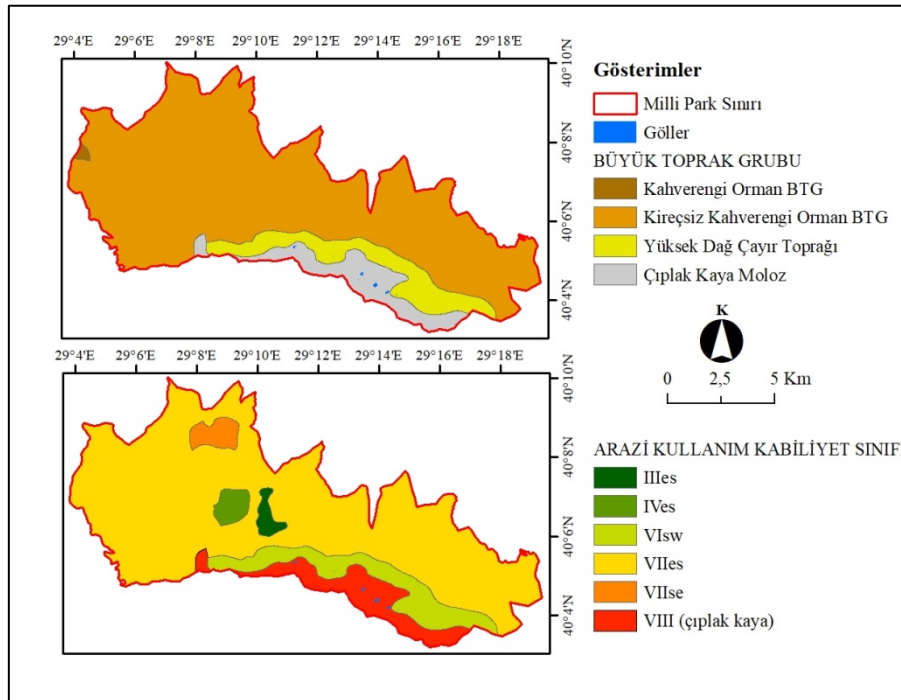
Uludağ, hem kendisine hem de Türkiye'ye özgü zengin ve çeşitli bitki türlerine ev sahipliği yapmakta, bitki türlerinin yayılış deseni bakımından da bitki coğrafyası açısından önemli bir bölge olarak kabul edilmektedir. Bitkisel zenginlik bakımında Uludağ'da yaklaşık 107 adet Türkiye endemiği ve 30 adet Uludağ'a özgü endemik tür tespit edilmiştir. Orman kuşağındaki ağaç topluluklarının genelini karışık kestane (*Castanea sativa*), sık doğu kayını (*Fagus orientalis*), sapsız meşe (*Quercus petraea*) ve Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana ssp. bornmuelleriana*) oluşturmaktadır. Uludağ Göknaarı Türkiye için endemik ağaç türlerinden birisidir. 2000 m üzerindeki yüksekliklerde ormanlar yerini subalpin fundalıklara, bodur çalı ve çayırlara bırakır (Anonim, 2020b). Bu türler dışında dağ etekleri ve yüksek kısımlarda maki, çınar, karaçam, kızılçam, titrek kavak, gürgen, ihlamur, ceviz, ladin, defne, dağ çileği, koca yemiş, katırtırnağı ve kızılıcık da farklı oranlarda yayılım göstermektedir.

Uludağ Milli Parkı'nda yaşayan 46 tür kelebek ve 11 tür bombus arısı bulunmaktadır (Anonim, 2020b). Uludağ için endemik tür olan Apollo kelebeği (*Parnassius apollo L.*) en ünlüsüdür. Apollo kelebek, Türkiye'de yaşayan en büyük kelebek türü olup Uludağ'da yaşayan tür görkemli renkleri ile ünlüdür. Temmuz ve Ağustos

aylarında ortaya çıkmaktadır. Dünyada sayıları azalmış olan Sakallı Akbaba (*Gypaetus barbatus*) Uludağ'da yaşayan önemli canlılardan birisidir. Uludağ, sakallı akbaba ve kaya kartalının üreme bölgelerinden birisi olduğundan önemli kuş alanı olarak belirlenmiştir. Ayrıca paçalı baykuşun Türkiye'de yaşadığı bilinen birkaç bölgeden birisi de Uludağ'dır. Bunların dışında milli park sınırları içinde çeşitli oranlarda yaşam bulan kuş türleri arasında akbaba, kaya kartalı, baykuş, şahin, doğan, atmaca, kerkenez, güvercin, çulluk, üveyik, keklik, karatavuk, ağaçkakan, saksağan, saka, bülbül, çalikuşu ve serçe sayılabilir. Karasal canlılar açısından incelendiğinde, Uludağ'da yaban domuzu, tavşan, sincap, dağ faresi, köstebek, kaplumbağa, tilki, çakal, kurt, yaban kedisi, porsuk, kirpi, sansar, karaca, ayı, yılan, kertenkele, kurbağa ve bazı sulara alabalık yaşam bulmaktadır (Anonim, 2020b). Ayrıca Yeşiltarla'da bir geyik üretme çiftliği bulunur. Buna ek olarak, kırmızı orman karıncaları ormanlardaki tüm zararlı böcekleri yiyerek parkın doğal bitki örtüsüne büyük faydalar sağladığı söylenebilir.

## Toprak Kaynakları

Uludağ Milli Parkı toprak kaynaklarının büyük kısmını kireçsiz kahverengi orman ve yüksek dağ çayır toprakları oluşturmaktadır (Anonim, 1995). Çalışma alanı sınırları içerisinde görülen büyük toprak grupları ve arazi kullanım kabiliyet sınıfları dağılım haritaları Şekil 4'de sunulmuştur. Büyük toprak gruplarının çalışma alanındaki dağılım oranları Çizelge 2'de, arazi kullanım kabiliyet sınıflarının dağılım oranları ise Çizelge 3'de verilmiştir. Milli park toprak kaynakları ile ilgili sunulan alansal bilgiler Bursa ili arazi varlığı raporu ve 1:100.000 ölçekli toprak haritasından derlenmiştir.



Şekil 4. Çalışma alanı büyük toprak grubu ve arazi kullanım kabiliyet sınıfları dağılım haritaları

Bursa ili arazi varlığı raporu ve 1:100.000 ölçekli toprak haritasına göre, Uludağ Milli Parkı sınırları içerisinde kalan arazilerin yaklaşık % 82 (10648,53 ha) gibi büyük bir bölümünü Kireçsiz Kahverengi Orman Büyük Toprak Grubu toprakları oluşturmaktadır. Çalışma alanı içinde görülen diğer büyük toprak grupları ise, 1266,40 ha dağılım alanı ve % 9.7 oran ile Yüksek Dağ Çayır Toprakları ve 36,10 ha (% 0,3) alan kaplayan Kahverengi Orman topraklarıdır. Söz konusu toprak haritasına göre, milli park sınırları içerisinde Çıplak Kaya ve Moloz araziler ise 1073,04 ha (% 8,2) alan kaplamaktadır (Çizelge 2 ve Şekil 4).

**Çizelge 2.** Çalışma alanında yer alan büyük toprak grupları ve dağılım oranları

Büyük Toprak Grubu	Alan (ha)	Oran (%)
Kahverengi Orman	36,10	0,3
Kireçsiz Kahverengi Orman	10648,53	81,8
Yüksek Dağ Çayır Toprağı	1266,40	9,7
Çıplak Kaya, Moloz	1073,04	8,2
Toplam	13024,07	100

Çalışma alanının hakim toprak grubu olan Kireçsiz Kahverengi Orman toprakları genellikle yaprağını döken orman altında oluşmuş A(B)C profilli topraklardır. İyi oluşmuş A horizonu altında bazen zayıf bir B horizonu görülür. Renkleri kahverengi-koyu kahverengi, yüzey toprağı granüler, yüzey altı toprağı genelde köşeli blok yapıdadır. B horizonunda yıkanmaya bağlı zayıf bir kil birikimi görülebilir. İğne yapraklı orman alanları ile zirve arasında kalan alpin bölgenin hakim toprak grubu olan Yüksek Dağ Çayır toprakları ise çeşitli ana materyal üzerinde ve soğuk iklim koşulları altında oluşmuş topraklardır. Drenajları genelde bozuk olup, oluşumlarında gleyleşme etkilidir. Bu topraklar genelde AC profillidir. Yüzey toprakları (A horizon) organik maddenin fazlalığı nedeniyle koyu kahverengindedir. Strüktürleri granülerdir. Çok ince tekstürlü topraklara rastlanmaz. Yüzey altında ise pas lekeleri görülür. Yüksek rakımdan dolayı uzun süre donmuş durumdadırlar. Yaz mevsiminin büyük bir kısmında yaş ve nemlidirler. İklim koşullarına bağlı olarak bu toprakların kuru kalma olasılıkları çok azdır. Doğal bitki örtüsünü alpin çayırlar ve fundalıklar oluşturur. Şekil 4’de verilen 1:100.000 ölçekli toprak haritasında görülmeyen ancak arazi çalışmaları ve bölge ile ilgili geçmiş deneyimlerden elde edilen gözlemlere göre Uludağ Milli Parkı arazilerinde Podzol olarak sınıflandırılacak topraklar da bulunmaktadır. Çalışma alanı içerisinde, özellikle iğne yapraklı orman örtüsü altında oluşmuş, ince organik horizon altında kalın bir A horizonuna sahip ve onun altında aşırı yıkanma ile ağırılmış tipik bir E horizonu bulunan Podzollere rastlanmaktadır. Bu toprakların bölgedeki dağılım alanları ve karakterleri hakkında detaylı çalışma yapılmalıdır. Milli park yakın çevresinde, dik yamaç eteklerinde, Kolüviyal topraklar da gözlemlenmektedir. Bu topraklar daha çok ince yüzey toprağına sahip sığ topraklar olup profil içinde ve yer yer yüzeylerinde kaba taş ve molozlar içerirler.

Tarımsal üretim açıdan topraklar değerlendirildiğinde, tarımsal üretimi kısıtlayıcı faktörler olarak eğim, toprak sıklığı, yüzey taşlılığı ve drenaj yetersizliği sayılabilir. Bölge topraklarında tuzluluk ve alkalilik problemi görülmemektedir.

Bursa ili toprak haritasından arazilerin tarımsal kullanıma uygunluğu da (arazi kullanım kabiliyet sınıfları) çıkarılabilmektedir (Anonim, 1995). Buna göre milli park topraklarının % 77'si VIIes sınıfta yer almakta olup 10022,46 ha alan kaplamaktadır. Toprakların % 9,8'i (1276,36 ha) VIsw sınıf, % 8,2'si (1073,04 ha) VIII. sınıf (çıplak kaya), % 2,1'i (268,71 ha) VIIse sınıf, % 1,7'si IVes sınıf (224,43 ha) ve % 1,2'si IIIes sınıf (159,07 ha) arazi niteliğine sahiptir (Çizelge 3 ve Şekil 4). Burada ek olarak belirtilmelidir ki, özellikle Uludağ alpin bölgesi topraklarının arazi kullanım kabiliyet sınıfları için detaylı bir çalışma yapılmalıdır. İklimsel sınırlamalar (yetersiz sıcaklık, nem, don, vb.) araştırılmalıdır.

**Çizelge 3.** Çalışma alanı topraklarının arazi kullanım kabiliyet sınıfları ve dağılım oranları

Arazi Kullanım Kabiliyet Sınıfı	Alan (ha)	Oran (%)
IIIes	159,07	1,2
IVes	224,43	1,7
VIsw	1276,36	9,8
VIIes	10022,46	77,0
VIIse	268,71	2,1
VIII (çıplak kaya)	1073,04	8,2
Toplam	13024,07	100

Kabiliyet alt sınıfları: e: topoğrafik (eğim) sorunu varlığı (erozyon veya erozyona duyarlılık); s: toprak kısıtlayıcı sorun varlığı (sıgılık, taşlılık, tuzluluk, vb.); w: drenaj sorunu varlığı (kötü drenaj, devamlı ıslaklık, yüksek taban suyu varlığı, vb.)

### Çalışmada Kullanılan Veriler, Veri Tabanı ve Haritalama

Bu çalışmada, uzun yıllar bitki desenindeki farklılıkları ortaya çıkarmak için 03.09.1985 ve 20.08.2003 tarihli Landsat 5 TM ve 17.09.2019 tarihli Landsat 8 OLI uydu verileri kullanılmıştır. Tüm uydu verileri USGS (ABD Jeoloji Araştırma)'den elde edilmiştir. Meteorolojik verilerin vejetasyon üzerindeki etkisini en aza indirmek için farklı yıllara ait fakat benzer tarihli (ay olarak) ve bulutluluk oranı en az olan görüntüler seçilmiştir. Çalışmada kullanılan uydu verilerinin bazı temel özellikleri Çizelge 4'de sunulmuştur.

Çalışma alanının topoğrafik özellikleri, sayısal yükseklik modeli ve gölge haritası ile temel yüzey suları 1:25.000 ölçekli sayısal topoğrafik haritalardan sayısallaştırılmış ve oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan uydu verileri, sayısal topoğrafik haritalar ve sayısal eşyükselti eğrisi verilerinin birbiri üzerine doğru bir şekilde oturabilmesi (çakışma) için gerekli görülen coğrafik koordinat sistemi dönüşümü yapılmış ve CBS içinde çalışma alanına ait bir veri tabanı oluşturulmuştur. Topoğrafik haritalardan ekrandan sayısallaştırma tekniği ile yüzey suları ve yollar gibi coğrafik nesnelere ayrı tabakalar şeklinde sayısallaştırılmış ve veri tabanına eklenmiştir. Eşyükselti eğrilerinin (topoğrafik bilgilerin) yorumlanabilmesi için sayısal yükseklik modeli ve gölge haritaları oluşturulmuştur.

**Çizelge 4.** Çalışmada kullanılan uydu verileri ve bazı temel özellikleri

Band	Dalga Boyu (µm)		Uzamsal Çözünürlük (m)
	Landsat 5 TM	Landsat 8 OLI	
Mavi	0.45-0.52	0.45-0.51	30
Yeşil	0.52-0.60	0.53-0.59	30
Kırmızı	0.63-0.69	0.64-0.67	30
Yakın Kıızıl Ötesi (NIR)	0.76-0.90	0.85-0.88	30
SWIR-1	1.55-1.75	1.57-1.65	30

Veri tabanı oluşturulması, uydu görüntüleri ve topoğrafik haritaların veri tabanına yüklenmesi, coğrafi koordinatlandırma, görüntü rektifikasyon, filtreleme ve sınıflandırma gibi uzaktan algılama tekniklerinin uygulanması, bitki deseni analizleri, verilerin işlenmesi, coğrafi bilgi sistemleri ile ilgili diğer analizler ve çıktı haritalarının oluşturulması için ArcGIS 10.1 yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan yazılım, donanım, topoğrafik haritalar ve eşyüksekti eğrileri BUÜ Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Merkezi kaynaklarından sağlanmıştır.

Uydu verilerinde aşağıda detaylı olarak açıklandığı biçimde yansıma değerleri hesaplanmıştır. Yansıma değerini düzeltmek için her uydu verisinin NDVI eşitliği için gerekli olan NIR ve Kırmızı bandlara özgü güneş yükseklik açısı kullanılmıştır. Daha sonra düzeltilmiş verilerden NDVI yaklaşımı kullanarak vejetasyon örtüsü hesaplanmıştır.

Uydu verilerinin gözle yorumu, gerçekleştirilen arazi gezileri ve bölge hakkındaki kişisel tecrübeye dayanarak çalışma alanının arazi kullanım/örtüsünü temsilen bölgede yoğunlukla dağılım gösteren altı farklı arazi örtü türü belirlenmiştir. Söz konusu bu örtü tipleri ve detaylı açıklamaları Çizelge 5’de sunulmuştur.

**Çizelge 5.** Çalışma alanı için belirlenmiş olan arazi örtü tipleri

Sınıf	Arazi örtü tipi	Detaylı açıklama
1	Su yüzeyleri	Uydu görüntüsü tarihinde devamlı suya sahip göl Devamlı akar yüzey suları Su birikintileri
2	Çıplak kaya, yerleşim, erozyon yüzeyleri	Zirve bölgesinde yüzey toprağından yoksun kayalar Köy, tesis, bina, yol, aşınmış gezi yolları, kayak pistleri gibi kültürel objeler Şiddetli su erozyonu sebebiyle fazlaca aşınmış ve ana materyal büyük ölçüde açığa çıkmış yüzeyler
3	Çıplak toprak yüzeyleri	Bitki örtüsünden yoksun toprak yüzeyleri
4	Çayır	Toprak yüzeyini kaplamış kısa otlar ve alpin çayırlar
5	Çalılık ve fundalık	Yüksek ve yoğun çalılık araziler Bazı kısa boylu (bodur) ağaçlar
6	Orman	Yoğun ve karışık orman örtüsü

NDVI değerleri 1985, 2003 ve 2019 yılları için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çalışma alanını temsilen belirlenen arazi örtü tiplerinin ortaya çıkarılması için incelenen yıllara ait NDVI haritaları tekrar sınıflandırılarak çalışma alanı arazi örtü haritaları üretilmiştir. NDVI haritalarının sınıflandırılması için kullanılan arazi örtü tiplerinin NDVI sınır değerleri, konu ve alan ile ilgili geçmiş deneyimlerden (Dirim ve ark., 2009; Ozsoy ve Aksoy, 2015a, 2015b), uydu verilerinin tek tek gözle yorumundan çıkarılan bilgilerden ve arazi gözlemlerinde NDVI değer aralıkları kontrol edilerek elde edilmiştir. Çalışma alanı için incelenen yıllar boyunca arazi örtüsündeki değişim belirlenmiş, arazi örtüsü tiplerinin alansal dağılımı hesaplanmıştır.

## NDVI Yaklaşımı

Çalışma alanında bitki örtüsü türünü ve bitki örtüsü yoğunluğunu yansıtmak için NDVI yaklaşımı kullanılmıştır. NDVI yöntemi, yaygın olarak Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (İng: The Normalized Difference Vegetation Index - NDVI) olarak bilinir ve NASA bilim adamları tarafından geliştirilmiştir. NDVI temel olarak yer üstü biokütlesinin bir tahminidir. NDVI genellikle tarımsal üretimin izlenmesi, ürün tahmini, yangın riski yüksek bölgelerin tahmini, kuraklığın izlenmesi ve çölleşme haritalarının oluşturulması için kullanılır. Kısaca, NDVI toprak yüzeyindeki yeşil biokütlenin bir görüntüsünün oluşturulmasını sağlayan standart bir indekstir. Bu indeks, çok bantlı bir raster veri kümesindeki iki bantın kontrast özelliklerinden yararlanır. Bu bantlar kırmızı ve yakın kızılötesi (NIR) bantlardır. İlgilenilen bir bölgedeki vejetasyonun varlığı veya yokluğunun ortaya çıkarılmasında, Kırmızı (red) banttaki klorofil pigment emilimi ve yakın kızılötesi (NIR) banttaki bitki materyallerinin yüksek yansımaları önemli kontrast değerleri sunmaktadır. Yeşil bitki örtüsünün büyümesini ve yoğunluğunu izlemek, kırmızı bant ve kızılötesi banttan gelen yansıma kullanılarak yapılabilir. Yeşil bitki örtüsü, yakın kızılötesi bantta görünür aralığa göre daha fazla enerji yansıtır. Fotosentez işlemi için kırmızı dalga boyunu daha fazla soğurur. Stresli, hastalıklı veya ölü yapraklar yakın kızılötesi bölgede daha az yansır.

NDVI, uzaktan algılama ölçümlerini analiz etmek ve gözlemlenen hedefin canlı yeşil bitki örtüsü içerip içermediğini değerlendirmek için benimsenen sayısal bir göstergedir (Ozsoy ve Aksoy, 2015a, 2015b). Genel olarak, bitki örtüsüne sahip olan alanlar nispeten daha yüksek NIR ve görünür bölgede (mavi, yeşil, kırmızı band) düşük yansıma değerleri göstermeleri sebebiyle yüksek NDVI değerleri alırlar. Bulut, su ve kar örtüsü görünür bölgede NIR banda oranla daha yüksek yansıma değerine sahiptir. Bu yüzden bu özellikler negatif indeks değerleri gösterir. Kaya ve çıplak toprak her iki band için benzer yansıma değerlerine sahiptir ve bunun sonucu olarak sıfıra yakın indeks değerleri gösterir. NDVI çoklukla küresel bitki örtüsünün izlenmesi için tercih edilir çünkü bitki yansımalarını etkileyen arazinin eğimi, eğim yönü ve diğer bazı faktörlerin elimine edilmesine yardımcı olur (Lillesand and Kiefer, 2000). NDVI denklemi aşağıdaki gibidir;

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \quad (1)$$

Burada; NIR: yakın kızıl ötesi band piksel değerleri ve R: kırmızı band piksel değerleri'ni göstermektedir. NDVI yönteminin çıktısı, yalnızca yeşili gösteren tek bantlı bir veri kümesi oluşturur. NDVI değerleri -1.0 ve 1.0 rakamları arasında bir değer alır.

## Uydu Verilerinden Yansıma Değerinin Hesaplanması

Bu çalışmada USGS'den elde edilen Landsat 5 ve Landsat 8 uydu platformlarına ait level-1 (seviye-1) verileri kullanılmıştır. Eşitlik 1'de verilen denklem ile NDVI hesaplanmadan önce, DN (dijital numaralar) verilerinin Ihlen ve Zanter (2019)'da detaylı olarak açıklandığı ve Anonim (2020d)'de önerildiği gibi yansıma verilerine dönüştürülmesi gerekmektedir.

Landsat level-1 verileri, ürün ile birlikte gelen metaveri (üst veri) dosyasından sağlanan radyometrik yeniden ölçeklendirme katsayıları kullanılarak TOA (top of atmosphere: atmosferin tepesi) yansımasına ve/veya radyansa (parlaklık) yeniden ölçeklendirilebilir. Metaveri dosyası, termal bant verilerini TOA parlaklık sıcaklığına dönüştürmek için gerekli olan sabit termal verileri de içermektedir. USGS tarafından sağlanan Landsat level-1 veri ürünleri, multispektral görüntü verilerini temsil eden sayısallaştırılmış ve kalibre edilmiş ölçekli Dijital Numaralardan (DN) oluşur. Landsat 8 OLI (operational land imager: operasyonel arazi görüntüleyici) ve TIRS (thermal infrared sensor: termal kızılötesi sensör) verileri 16 bit formatında imzasız (işaretsiz) tam sayı verilerdir. Landsat 1-7 görüntüleri ise tek sensör verilerinden üretilir ve 8 bit işaretsiz tamsayı formatındadır (Ihlen ve Zanter, 2019). Görüntüler, 32 bit formatta mutlak parlaklık birimlerinde işlenir. USGS tarafından sağlanan level-1 ürünlerde bu değerler 16 bit tam sayı değerlerine dönüştürülür. Bu veri, aşağıda verilen eşitlik yardımıyla, ürünün metaveri dosyasından sağlanan radyans ölçeklendirme faktörleri kullanılarak spektral radyansa dönüştürülebilir (Ihlen ve Zanter, 2019).

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \quad (2)$$

Burada;

$L_{\lambda}$ : Spektral radyans (Watt/(m<sup>2</sup>\*srad\* $\mu$ m)),  $M_L$ : Banda özgü radyans çarpımsal ölçeklendirme faktörü,  $A_L$ : Banda özgü parlaklık katkısı ölçeklendirme faktörü,  $Q_{cal}$ : ürünün DN piksel değerini (nicelenmiş ve kalibre edilmiş) ifade etmektedir.

Radyansa dönüştürmeye benzer şekilde, 16 bitlik tamsayı değerleri de TOA yansıtma oranına dönüştürülebilir (Ihlen ve Zanter, 2019). Bir başka deyişle, OLI spektral radyans (parlaklık) verileri, Landsat 8 OLI metaveri dosyasından sağlanan yansıtma (parlaklık) ölçeklendirme katsayıları kullanılarak TOA spektral radyasyona dönüştürülebilir. Aşağıdaki denklem OLI görüntüsü için DN değerlerini TOA yansımasına dönüştürmek için kullanılmaktadır.

$$\rho_{\lambda}' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (3)$$

Burada;  $\rho_\lambda'$ : TOA gezegensel spektral yansımaları ( $\rho_\lambda'$  güneş açısı için düzeltme içermez ve birimsizdir),  $M_p$ : Banda özgül yansımaya çarpımsal ölçeklendirme faktörü,  $A_p$ : Banda özgül yansımaya katkısı ölçeklendirme faktörü,  $Q_{cal}$ : ürünün DN piksel değerini (nicelenmiş ve kalibre edilmiş) ifade etmektedir.

Aslında,  $\rho_\lambda'$  gerçek TOA yansımaları değildir çünkü güneş yükseklik açısı için bir düzeltme faktörü içermemektedir. USGS'den elde edilen level-1 uydu verilerinde bu düzeltme faktörü bulunmamaktadır. Bunun nedeni kullanıcıların farklı tercihleridir. Bazı kullanıcılar metaveri de bulunan görüntü merkezi güneş yükseklik açısını çalışmaları için yeterli bulurlar. Diğer bazı kullanıcılar ise tüm görüntü boyunca her piksel başına düşen güneş yükseklik açısını hesaplamayı tercih ederler. Bir güneş yükseklik açısı seçildiğinde, gerçek TOA yansımalarına dönüşüm aşağıdaki eşitlik ile yapılabilir (Ihlen ve Zanter, 2019).

$$\rho_\lambda = \rho_\lambda' / \cos(Q_{SZ}) = \rho_\lambda' / \sin(Q_{SE}) \quad (4)$$

Burada;  $\rho_\lambda$ : TOA gezegensel yansımaları,  $\rho_\lambda'$ : TOA gezegensel spektral yansımaları,  $\theta_{SE}$ : yerel güneş yükseklik açısı (görüntü merkezi güneş yükseklik açısı derece cinsinden metaveri dosyasında bulunur),  $\theta_{SZ}$ : yerel güneş zenith açısını ( $\theta_{SZ}=90^\circ-\theta_{SE}$ ) ifade etmektedir.

## Bulgular ve Tartışma

Uludağ Milli Parkı'nı içeren Eylül 1985, Ağustos 2003 ve Eylül 2019 tarihli Landsat uydu verileri kullanılarak, yöntem bölümünde detayları ile anlatıldığı biçimde, parkın çok yıllık NDVI haritaları oluşturulmuştur. Çalışma alanı vejetasyonunu temsil edecek şekilde belirlenen arazi örtü tipleri ve bu arazi örtü sınıflarının sınır değerlerine göre NDVI haritaları sınıflandırılmıştır. Her bir arazi kullanım/örtü türü için belirlenen NDVI sınır değerleri Çizelge 6'da sunulmuştur.

**Çizelge 6.** Uludağ Milli Parkı arazi kullanım/örtü sınıflarının belirlenmesi için saptanan NDVI sınır değerleri

NDVI Sınıfı	Arazi Kullanım/Örtü Sınıfı
< 0	Su yüzeyleri
0 - 0,1	Çıplak kaya, yerleşim, erozyon yüzeyleri (şiddetli su erozyonu sebebiyle aşınmış yüzeyler)
0,1 - 0,2	Çıplak toprak yüzeyleri
0,2 - 0,3	Çayır (toprak yüzeyini kaplamış kısa otlar)
0,3 - 0,5	Çalılık ve fundalık (yüksek ve yoğun çalılar, bazı kısa boylu ağaçlar)
> 0,5	Orman

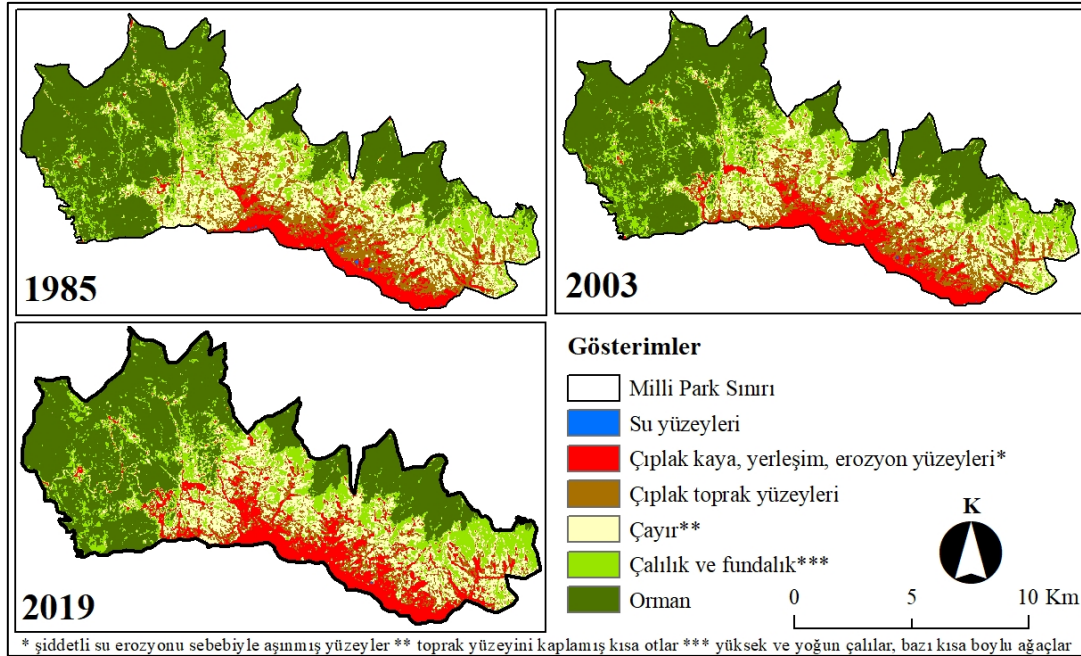
Milli parkın 1985, 2003 ve 2019 yılları için hesaplanan NDVI verileri Çizelge 6'da verilen sınır değerlere göre tekrar sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma sonucu üretilen arazi kullanım/arazi örtüsü dağılımı haritaları Şekil 5'de verilmiştir. Sınıflandırılmış haritalarda her bir arazi kullanım/örtü tipinin kapladığı alan hesaplanmıştır.



İncelenen yıllara göre, çalışma alanı için belirlenen arazi kullanım türlerinin milli park sınırı içinde kapladığı alan ve oransal dağılımları ile ilgili bilgiler Çizelge 7’de görülebilir.

Sınıflandırılmış haritalarda koyu yeşil renkle belirtilen bölgeler karışık doğal ormanlık alanları ve açık yeşil renkteki kısımlar ise çalı ve fundalık ile kaplı arazileri temsil etmektedir. Aynı haritalarda, sarı renk alpin çayırları, kahverengi ile gösterilen bölgeler bitkiden yoksun çıplak toprak yüzeylerini, kırmızı renk çıplak kaya, yerleşim ve şiddetli erozyona maruz kalmış ve fazlaca aşınmış arazi örtü tipini ve mavi renk ile maskelenmiş alanlar ise su yüzeylerini temsil etmektedir. Uludağ Milli Parkı arazi kullanım/örtü türlerindeki çok yıllık alansal değişim oranları Şekil 6’da sunulmuştur.

Çizelge 7’de sunulan çok yıllık verilere ve Şekil 6’da verilen grafikte de incelenebileceği üzere Uludağ Milli Parkı arazilerinde su yüzeylerinin alansal dağılımları azalmaktadır. 1985 yılında alanın % 0,1’ini kaplayan su yüzeyleri (göl ve akar dere) 2019 yılı verilerine göre % 0,02’ye gerilemiştir. Bu durum küresel ısınmaya bağlı kuraklık ile açıklanabileceği gibi yıllara bağlı mevsimsel yağışlardaki farklılık ile de açıklanabilir. Zira 2003 yılı için elde edilen verilere göre su yüzeyleri alanın % 0,6’sını kaplamaktadır (Çizelge 7). Arazi gezisi sırasında da tespit edildiği üzere 2019 yılında özellikle göller bölgesinde bulunan bazı buzul göllerinin su miktarındaki azlık, bu çalışmada üretilen aynı yıla ait sınıflandırılmış haritada da önemli bir sonuç olarak ortaya çıkmıştır. Bilim insanları küresel ısınmanın en önemli sonuçlarından birisinin de yağış rejiminin değişmesi olarak göstermektedirler. Uludağ için küresel ısınma etkisi, buharlaşma miktarı, ortalama sıcaklık ve yağış rejiminde yıllara göre azalma/artma olup olmadığının ayrıca araştırılması gerekmektedir.



Şekil 5. Uludağ Milli Parkı 1985, 2003 ve 2019 yılları arazi kullanım/örtüsü dağılımı haritaları

**Çizelge 7.** Uludağ Milli Parkı için belirlenen arazi kullanım/örtü türlerinin 1985, 2003 ve 2019 yıllarındaki dağılımı

Sınıf	Tarih	1985		2003		2019	
		Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)	Alan (ha)	Alan (%)
Su yüzeyleri		7,46	0,1	76,22	0,6	2,9	0,0 (0,02)
Çıplak kaya, yerleşim, erozyon yüzeyleri *		1019,61	7,8	1134,72	8,7	1730,77	13,3
Çıplak toprak yüzeyleri		1719,09	13,2	1656,54	12,7	1024,11	7,9
Çayır **		2435,22	18,7	2253,69	17,3	2163,6	16,6
Çalılık ve fundalık ***		2174,58	16,7	2145,96	16,5	2343,5	18,0
Orman		5668,11	43,5	5756,94	44,2	5759,19	44,2
Toplam		13024,07	100,0	13024,07	100,0	13024,07	100,0

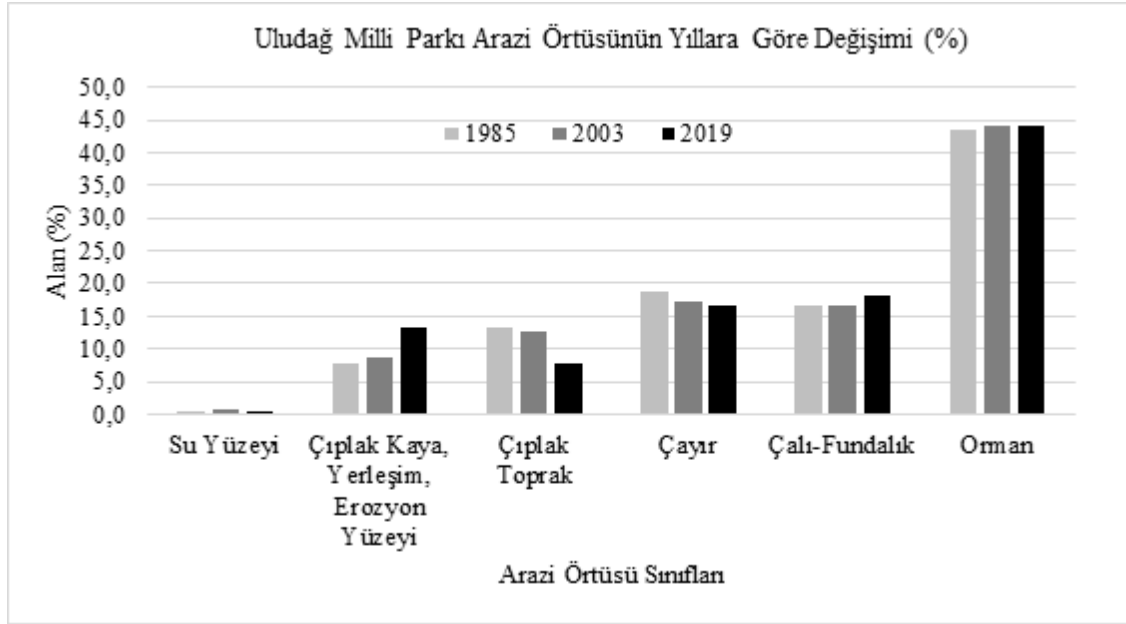
\* şiddetli su erozyonu sebebiyle aşınmış yüzeyler.

\*\* toprak yüzeyini kaplamış kısa otlar

\*\*\* yüksek ve yoğun çalılar, bazı kısa boylu ağaçlar

Çalışma alanında çıplak kaya, yerleşim ve şiddetli erozyon yüzeyleri aynı arazi kullanım/örtü tipi içinde sınıflandırılmıştır. Bunun en büyük sebebi yansıma değerlerinin birbirine çok fazla yakın olmasıdır. Milli parkta çıplak kaya, yerleşim ve şiddetli erozyon yüzeyleri 1985, 2003 ve 2019 yıllarında sırasıyla tüm alanın % 7,8 (1019,6 ha), % 8,7 (1134,7 ha) ve % 13,3'ünü (1730,7 ha) kaplamaktadır. Bu verilerden çalışma alanında çıplak kaya, yerleşim ve şiddetli erozyon yüzeylerinde kayda değer bir artış olduğu görülmektedir. 1985-2019 yılı verileri kıyaslandığında bu artış % 5,5 oranında gerçekleşmiştir (Çizelge 7).

Milli parkta, bitkiden yoksun çıplak toprak yüzeylerinde yıllara bağlı olarak azalma gerçekleştiği saptanmıştır. 1985 yılı için hesaplanan verilere göre milli park arazilerinde çıplak toprak yüzeyleri çalışma alanının yaklaşık 1719,1 ha alan ile % 13,2'sini kaplarken, bu oran 2003 yılı verilerine göre alanın % 12,7'sini (1656,5 ha) ve 2019 yılı için % 7,9'unu (1024,1 ha) oluşturmaktadır. Elde edilen verilere göre 1985 yılında alanın % 13,2'sini oluşturan çıplak toprak yüzeyleri geçen süre zarfında çıplak kaya, yerleşim ve az bir kısmının da çayır örtüsü arazi kullanım/örtü tipine dönüşmüş olduğu söylenebilir (Çizelge 7). Bu durum, çalışma alanındaki erozyon süreçleri de dikkate alındığında milli park arazileri için önlem alınması gereken bir husustur. Eğimli bölgelerdeki çıplak toprak yüzeyleri toprak erozyonuna hassas alanlardan birini oluşturur ve erozyon sebebiyle oluşabilecek toprak kayıplarını artırıcı etkisi bulunmaktadır (Ozsoy ve ark., 2012).



Şekil 6. Uludağ Milli Parkı 1985, 2003 ve 2019 yılları arazi kullanım/örtüsü alansal değişimi

Alpin çayırları, 1985, 2003 ve 2019 yılı için elde edilen sonuçlara göre milli park arazilerinin sırasıyla % 18,7 (2435,2 ha), % 17,3 (2253,6 ha) ve 2163,6 ha ile % 16,6'sını kapladığı tespit edilmiştir (Çizelge 7). Zaman içinde gerçekleşmiş olan çayır alanlarındaki yaklaşık % 2'lik gerilemedeki en önemli sebepler arasında bazı çayır alanlarında susuzluğa bağlı kurumalar, insan aktivitesi sonucu açılmalar ile yerleşim-yol sınıfına dönüşüm ve bazı çayır alanlarının çalılışması ve yansımaya değerlerinin değişerek çalı-fundalık sınıfına dahil olması gösterilebilir.

Alpin çalılık ve fundalık araziler 1985 yılı için elde edilen verilere göre milli park arazilerinin % 16,7'sini oluşturmaktadır. Bu oran 2003 yılı için % 16,5 ve 2019 yılı için % 18 olarak hesaplanmıştır. Milli parkta çalılık ve fundalık araziler 1985, 2003 ve 2019 yılları için üretilen verilere göre sırasıyla 2174,5 ha, 2145,9 ha ve 2343,5 ha alan kapladığı tespit edilmiştir (Çizelge 7). Sonuçlara göre alpin çalı ve fundalık arazilerin zaman içinde alansal dağılımlarını % 1,3 gibi ufak bir oranla arttırdığı söylenebilir. Elde edilen veriler incelendiğinde bu artışın büyük oranda 2003 yılından sonra gerçekleştiği anlaşılmaktadır. Bu durumun en önemli gözlemlenen nedenleri olarak ormanlara komşu bölgelerde bulunan bazı çayır örtüsünün zaman içinde çalılışması, 1985 yılında orman olarak sınıflandırılmış olan bazı kısımlarda ağaçların zaman içinde bodurlaşması, ağaç kaybı ve hastalık gibi bazı önemli etkiler sonucu ormanların zayıflaması gösterilebilir. Sık orman alanında oluşabilecek ve ağaçların fizyolojilerini olumsuz etkileyen hastalık ve haşere faaliyetleri sonucu yaprak dökülmesi, kloroz ve dal kuruması gibi olgular sebebiyle orman alanlarının yansımaya değerleri zayıflayabilmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen verilere göre Uludağ Milli Parkı'nda en fazla alan kaplayan arazi kullanım/örtü tipi doğal ormanlardır. Bu çalışmanın sonuçları günümüzde (2019 yılı) milli park arazilerinin % 44,2'sinin doğal ormanlar ile kaplı olduğunu göstermektedir. Bu oran 1985 yılında % 43,5 olarak hesaplanmıştır. Doğal ormanlık alanlar 1985 yılında 5668,1 ha alana sahip iken, 2003 ve 2019 yıllarında ormanlık alanlar sırasıyla 5756,9 ha ve

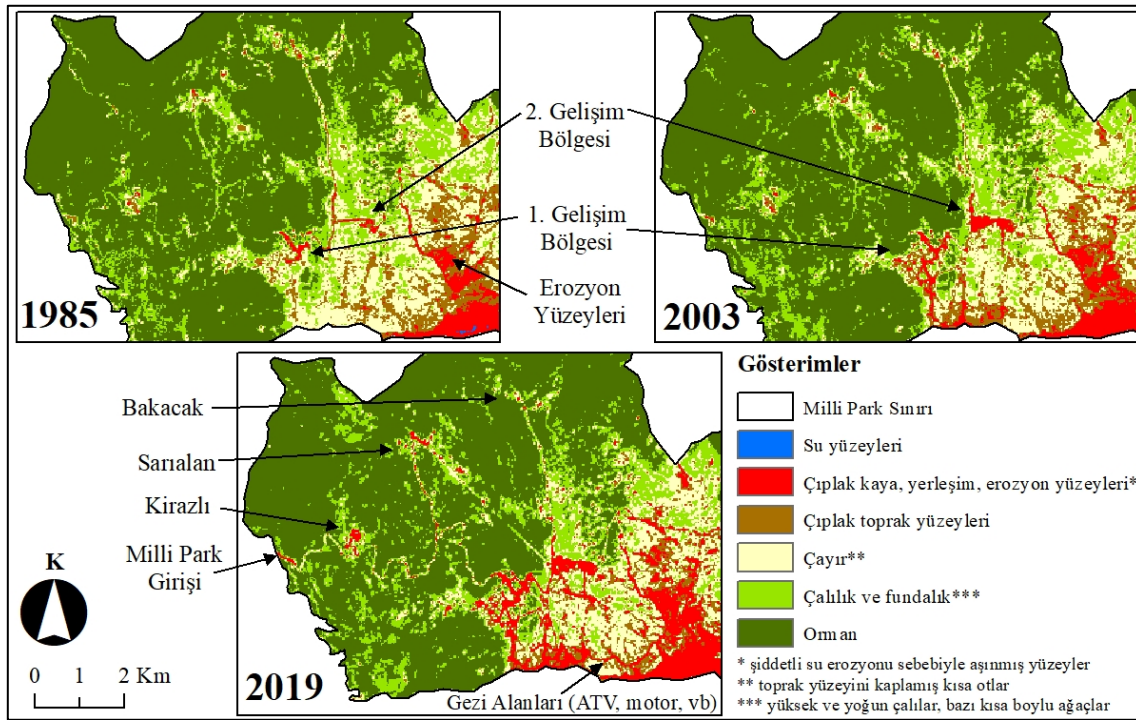
5759,1 ha olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7). 1985-2019 yılları için elde edilen veriler kıyaslandığında, milli parkta doğal ormanlık alanların az da olsa alansal miktarının veya yoğunluklarının arttığı anlaşılmaktadır. Uludağ Milli Parkı'nda, son 34 yıllık sürede, ormanlık alanlardaki artışın yaklaşık 91 ha ve % 0,7 oranla gerçekleştiği söylenebilir. Ormanlık alanlardaki bu artışın iki önemli sebebi bulunmaktadır. Bunlardan ilki, milli parkta yürütülen uygun ormancılık faaliyetleri ve bazı bölgelerde korumanın sağlanabilmiş olmasıdır. Bu alanlarda kaçak ağaç kesiminin de önüne geçilmiş olduğu söylenebilir. Bir diğer sebep, aslında seyrek, yüksek çalı veya bozuk orman niteliğinde olan bazı bölgelerin 1985 yılı görüntülerinde çalı-fundalık olarak sınıflandığı görülebilmektedir. Zaman içinde orman sıklaşması, ağaçların gelişmesi gibi sebepler ile söz konusu bu bölgelerin yansına değerleri artmış ve 2019 yılı görüntülerinde orman olarak sınıflandığı söylenebilir.

Dirim ve ark. (2009), 1984-1998 yıllarını kapsayan Uludağ ve yakın çevresindeki bitki örtüsündeki değişimleri inceledikleri çalışmalarında bitki örtüsündeki yoğun bozulmaların yayla yerleşim alanlarının yakınındaki arazilerde meydana geldiğini tespit etmişlerdir. Söz konusu çalışma milli park sınırını da içine alan ve yaklaşık 97100 ha alanda yürütülmüş ve Uludağ Mili Parkı çevresinde yer alan köy yerleşimleri de bu çalışma kapsamına alınmıştır. Söz konusu çalışmada, yıllar içinde köy yerleşimlerinin alansal olarak genişlediği ve bu bölgelerde ormanlık alanların kaçak kesim, tarıma açma gibi nedenlerle azaldığı belirtilmiştir. Söz konusu çalışma ile bu çalışma karşılaştırıldığında, özellikle çıplak kaya-toprak ve az yoğun bitkili-çayır gibi sınıflar için tespit edilen veriler birbirini desteklemekte, insan etkisi-orman-erozyon ilişkisi benzer sonuçlar içermektedir. Milli park içinde kalan yayla yerleşimleri civarı gözlenen arazi bozulmaları ile park sınırı dışında kalan Uludağ köy yerleşim alanlarındaki bozulmalar birbirine benzemektedir. İnsanların yoğun olduğu köy yerleşimleri civarında arazi tahribatı ve orman bozulumu daha yoğundur. Özellikle milli park sınırları içinde kalan insanların ulaşamayacağı yükseklikler veya eğimli arazilerdeki orman vejetasyonu ise korunabilmekte ve hatta az da olsa zaman içinde yoğunlaşarak alanını arttırabilmektedir.

İncelenen yıllara göre, Uludağ Milli Parkı arazi kullanım/örtüsü dağılımında tespit edilen önemli farklılıkların incelenebileceği yakınlaştırılmış arazi kullanım/örtü haritaları Şekil 7'de verilmiştir. Söz konusu haritalar yakından gözlemlendiğinde milli parktaki yoğun insan etkisinin izleri görülebilmektedir. Şekil 7'de sunulan 1985-2003-2019 yılı haritaları karşılaştırıldığında, özellikle milli park girişinden kayak merkezine ulaşımı gerçekleştiren karayolu zaman içinde büyük ihtimalle yol genişletme ve yoğun kullanım ile daha belirgin hale geldiği görülmektedir. Yolun her iki yanında 1985 yılında orman olarak sınıflandırılmış olan yola komşu arazilerin büyük çoğunluğu 2019 yılı sonuçlarına göre çalı-fundalık sınıfına dönüşmüş olduğu kolaylıkla izlenebilmektedir. Yıllar içinde söz konusu yol boyunca NDVI yansına değerlerinin düştüğü dolayısıyla bitki yoğunluğunun azaldığı tespit edilmiştir. Bu yol ile beraber özellikle piknik ve kamp aktiviteleri için insanların yoğun olarak ziyaret ettiği Kirazlıyayla, Sarıalan ve Bakacak mevkiinde çıplak kaya-yerleşim sınıfının zaman içinde arttığı açıkça görülebilmektedir.

Şekil 7'de verilen yakınlaştırılmış haritalardan da görüleceği üzere çıplak kaya-yerleşim-erozyon yüzeyleri arazi kullanım/örtü sınıfı arazilerin yıllar içinde 1. ve 2. gelişim bölgesini kapsayan kayak merkezinde fazlaca arttığı belirlenmiştir. Bunun yanında, özellikle son yıllarda yoğun insan aktivitelerinin görüldüğü kayak merkezi doğusu ve güney yamaçları ile göller bölgesi-zirveye giden yollar daha da belirgin hale gelmiştir. Bu bölgelerde

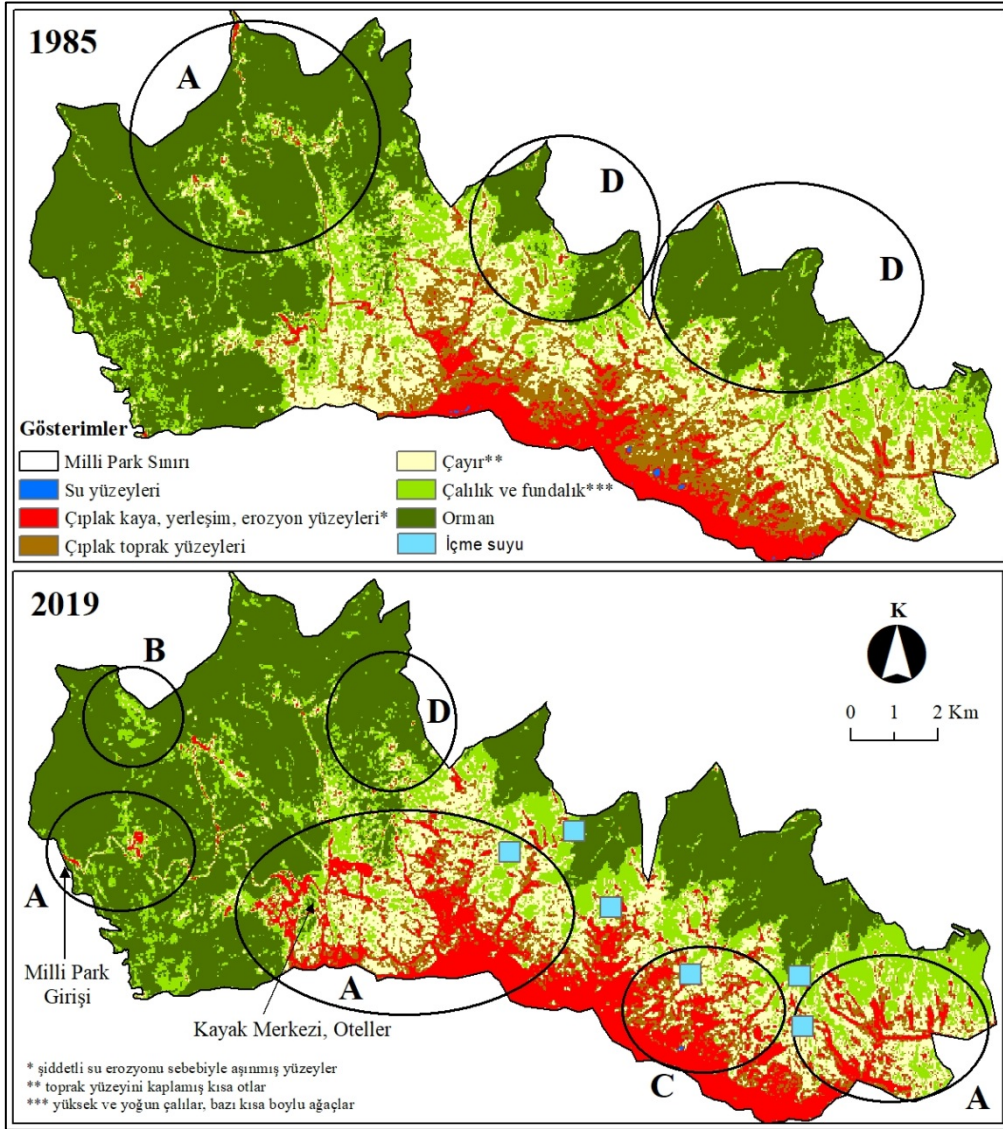
çıplak kaya-yerleşim-erozyon yüzeyleri arazi kullanım/örtü sınıfı çok belirgin biçimde artış göstermiştir. 2019 yılı haritasında, 2. gelişim bölgesi yeni kayak pistleri, atv ve motor sürüşü, offroad, vb. aktivitelere çıkılan gezi alanları açık şekilde görülebilmektedir. Bu bölgelerde ve özellikle gezi alanlarında insan aktivitesinin serbestliğinin kontrolü sağlanmalıdır. Kayak merkezi dışında kalan bölgelerde turistlerin serbestçe dolaşmasına, izinsiz ve bireysel doğa yürüyüşlerine çıkmalarına, kamp tescili olmayan yerlerde kaçak kamp kurmalarına izin verilmemelidir. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Uludağ'da gerçekleştirilecek yaz ve kış doğa yürüyüşü için gezi rotaları oluşturmuştur (Anonim, 2020b). Ziyaretçilerin bu gezi rotalarından başka gelişigüzel yeni rotalar belirlemesinin önüne geçilmesi gerekir. Gezi rotalarının maksimum insan taşıma yoğunluğu araştırılmalı ve buna göre gezi başına düşecek turist sayısından fazla insan kabul edilmemelidir. Ayrıca, insanların gezi sırasında ormanlık veya fundalık alandan yemiş yeme, kamp gibi olgulardan faydalanmak için rotaları terk etmeleri önlenmeli ve rota boyunca vejetasyona zarar vermemeleri sağlanmalıdır. Zira bu bölgelerde geçmişte alpin çayırların ve ormanların daha yoğun olduğu açıkça haritalardan gözlemlenebilmektedir.



Şekil 7. Uludağ Milli Parkı arazi kullanım/örtüsü dağılımında incelenen yıllara göre tespit edilen önemli farklılıklar ve insan etkilerinin incelenebileceği yakınlaştırılmış arazi kullanım/örtü haritaları

Ek olarak, özellikle Sarıalan'ın kuzey batı kesiminde yer alan orman alanının yıllar içinde zayıflayarak çalılık sınıfına düştüğü görülmektedir (Şekil 7). Buna karşılık insanların kolaylıkla ulaşamayacağı yüksek eğime sahip yamaçlarda bulunan doğal ormanların zaman içinde sıklığı da söylenebilir. Bu durumun getirdiği en önemli sonuç; Ulaşımın güç olduğu insan aktivitesi yaşanmayan bölgelerde zamanla ormanlık alanların yansımaya değerleri yükselmiş, ormanlar sıklaşmış ve alanlarını az da olsa artırmış gözükmektedir.

Uludağ Milli Parkı'nda belirlenen arazi kullanım/örtü tiplerindeki son 34 yıllık (1985-2019) değişimleri gösteren haritalar Şekil 8'de sunulmuştur. Söz konusu haritalarda, arazi kullanım/örtü türlerinde önemli değişimlerin tespit edildiği bölgeler işaretlenmiştir. Şekil 8'den gözlemleneceği üzere, "D" ile belirtilen özellikle çalışma alanının kuzey yamaçlarında zaman içinde doğal ormanlık alanda yoğunlaşma ve 1985 yılı verilerine kıyasla 2019 yılı için üretilen verilerde daha yüksek yansımaya değerleri tespit edilmiştir. "A" ile işaretlenmiş olan bölgeler 2019 yılı verilerine göre birbirine çok yakın yansımaya değerine sahip yerleşim alanı, çıplak kaya ve şiddetli erozyon yüzeyi arazi kullanım/örtü sınıfının fazlaca artış gösterdiği bölgelerdir. "B" sembolü ile gösterilen bölge ise doğal ormanlık alanda zaman içinde gerçekleşmiş olan yansımaya düşüklüğünün iyi bir örneğini oluşturmaktadır. Bu bölgenin arazi kullanım/örtü sınıfı 1985 yılı yansımaya değerine göre doğal orman, 2019 yılı verilerine göre ise çalı-fundalık olarak belirlenmiştir.



Şekil 8. Uludağ Milli Parkı son 34 yıllık (1985-2019) arazi kullanım/örtü dağılımı haritaları ve önemli değişimlerin tespit edildiği bölgeler

Çalışma alanında çıplak toprak yüzeyi sınıfından şiddetli erozyon yüzeyi sınıfına olan geçişlere en çarpıcı örnek alan “C” sembolü ile belirtilen kısımda tespit edilmiştir. Çalışma alanı güneyi ve doğusunda “A” ile belirtilen kısımlarda da kayda değer erozyon izlerinde artış saptanmıştır. Bu bölgelerin korunması özellikle tatlı su kaynaklarına yakınlığı dikkate alındığında önemlidir. Bursa şehri için vazgeçilmez su kaynaklarına sahip olan Kırkpınarlar bölgesinin zaman içinde gerek şehirleşme gerekse de bitkilerdeki zayıflama ile beraber şiddetli erozyon yüzeylerindeki artış sonucu tehdit altında olduğu söylenebilir. Dorak ve ark. (2019), Nilüfer Çayı’nın kentsel ve endüstri atıklarının deşarjı ile kirlendiğini ve su kalitesinin kötüleştiğini bildirmektedir. Yürütülen bir çalışmada, Nilüfer Çayı’nın içerdiği elementlere göre II. ve IV. sınıf su kalitesinde olduğunu bildirilmiştir. Ayrıca aynı araştırma sonuçlarına göre Nilüfer Çayı dip çamurunda ağır metal birikimi olduğu ve dip çamurunun orta-aşırı derecede kirlenmiş sınıfında yer aldığı belirtilmiştir. Aynı araştırmaya göre Nilüfer Çayı kaynağına yakın bölgede kirlilik tespit edilmemiş ancak çayın kaynaktan uzaklaştığı ve Bursa şehri ile bütünleştiği bölgelerde kirlilik başlamış ve artarak devam etmiştir (Aşık ve Özsoy, 2016). Söz konusu araştırmalara göre, zaten Bursa şehrine girişinden itibaren kirli su sınıfına dönüşen Nilüfer Çayı’nın temiz su sınıfında bulunan Uludağ’daki kaynağının ve onun yakın çevresinin temiz tutulması Nilüfer Çayı’nın geleceği için önemlidir. Bursa Büyükşehir Belediyesi Nilüfer Çayı yatağının temizlenmesi ve sel-taşkın zararı kontrolü için çeşitli projeler üretmektedir. Eğer çayın kaynağı kirlenirse bu projeler önemini yitirebilir. Bu çalışma ile tespit edilen Uludağ’daki kaynak sularına olan erozyon ve insan baskısı Nilüfer Çayı ve onu besleyen kolların daha kaynağından itibaren kirlenmesine veya askıda katı maddelerce (siltasyon) yüklenmesine yol açabilir. Nilüfer Çayı’nın korunması, temizlenmesi ve gelecek nesillere sürdürülebilirliğinin aktarımı için çay kaynağından başlanılarak korunmalı, kirlenmeye karşı önlemler alınmalı ve yönetim planı geliştirilmelidir.

## Sonuç

İncelenen 34 yıllık verilere göre, Uludağ Milli Parkı sınırları içinde bulunan 1. ve 2. gelişme bölgelerini kapsayan kayak merkezi ve yakın çevresinde kentleşme ve erozyon izlerinde artış ile beraber vejetasyonda azalma belirlenmiştir. İncelenen yıllar içinde su yüzeylerindeki azalma, zirveye yakın kısımlarda daha önce yüzeyi ince toprak tabakası ile örtülü olan bazı çıplak kaya yüzeylerinin toprak örtüsünü kaybettiği ve çıplak kaya görünümünün arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışma alanında şiddetli erozyona maruz kalan yüzeylerde artış gözlemlenmiştir. Bu artıştaki ana sebepte doğal süreçler yanında insan etkisinin payı oldukça yüksektir. Kış ve yaz turistik faaliyetleri için insanların yoğun olarak ziyaret ettiği çoğu bölgede bitki örtüsünde zayıflama veya bitki yoğunluğunda azalma tespit edilmiştir. Bölgede muhtemelen tertiplenen düzensiz ve izinsiz doğa yürüyüşü, off-road, atv, vb. gezi rotaları, yetkili ve yetkisiz rotalardaki insan ve araç yoğunluğu, bu etkinliklerde insanların çevreye zarar vermeleri ve izinsiz kampçılık gibi turistik faaliyetler bitki yoğunluğuna zarar verici eylemleri de beraberinde getirebilmektedir. Yaz ve kış Uludağ turizmi için, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü’nün belirlediği gezi rotaları dışında etkinlik düzenlenmemelidir. Söz konusu rotalarda çevre ve bitki örtüsünün korunması için gerekli önlemler alınmalı, bu rotalar dışında gelişigüzel ve

yetkisiz rota oluşturulmasına izin verilmemelidir. Yeni gezi rotası oluşturulmak isteniyorsa, mutlaka ilgili kurumdan izin alınmalıdır. Kayak merkezi dışında Uludağ'da turistlerin serbestçe dolaşmasına izin verilmemelidir. Bu durum hem turistlerin kendi güvenliği hem de çevre sağlığı için büyük önem arz etmektedir. Bitki yoğunluğundaki azalma bitki/ağaç hastalıkları ile de ilgili olabilir ve ayrıca araştırılmalıdır.

Çalışma alanındaki zarar görmüş veya zayıflamış alpin çayırlar ve fundalıklar iyi yönetilmeli, korunmalı ve verimliliklerini yükseltici projeler geliştirilmelidir. Çalışma alanında incelenen 34 yıllık süreçte çayır örtüsünün yoğunluğunun azaldığı tespit edilmiştir. Çalı ve fundalık arazilerde ise hafif bir artış tespit edilmiştir. Yüksek dağ çayır alanlarında şiddetli erozyon yüzeylerinin azaltılması adına alpin çayırlarının sağlığı ve yoğunluğu önemlidir.

Diğer yandan, bu çalışmada insanların ulaşamadığı bazı yüksek ve eğimli bölgelerde veya kontrolün sağlanabildiği ormanlık kısımlarda, incelenen yıllar içinde bitki örtüsünde yoğunlaşma gerçekleştiği tespit edilmiştir. Az da olsa doğal ormanlık arazilerindeki bu yoğunluk artışı daha çok insanların ulaşamadığı eğimli bölgelerdeki ve bazı sıkı kontrol ile korunan ormanlık alanlarda gerçekleşmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre, insan etkisi kontrol altına alındığında ve gerekli erozyon önleme faaliyetleri ile Uludağ'da zamanla doğal bitki örtüsünün daha da yoğunlaşacağı ve yeşereceği söylenebilir.

Ek olarak, bu çalışma sonuçları arasında yer alan su yüzeylerindeki azalmanın küresel ısınma ile ilgili olup olmadığını ayrıca araştırılması gerekir. Uludağ ve yakın çevresi ile ilgili küresel ısınma etkilerinin ne düzeyde olduğunu saptanması alpin çayırların sağlığı için de önemlidir. Yıl boyunca alpin çayırları üzerinde kar örtüsünün kalma süresi, karın erime hızı ve dolayısıyla bu sulardan bitkilerin faydalanma süresi, ortam ısı ve mevsimsel sıcaklık dalgalanması gibi faktörlerin alpin çayır alanların verimliliği üzerine büyük etkileri bulunmaktadır.

Coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama teknikleri ile desteklenen bu çalışma, bitki deseni yoğunluğu ve arazi kullanım durumu türlerinin belirlenmesi adına çok yıllık (34 yıl) veri sağlaması, veri değişiminin yıllar içindeki farklılığının incelenmesi, çalışmanın hızlı yürütülmesi, zaman ve maliyette tasarruf edilmesi açısından büyük faydalar yaratmıştır. Çalışma alanı için oluşturulan veri tabanı Uludağ ve çevresinde yürütülecek gelecek çalışmalar için ve ayrıca karar vericilere de iyi bir kaynak oluşturmaktadır.

## **Teşekkür Bilgi Notu**

Yapılan bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir. Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır.



## Kaynakça

- Aksoy, E. and Özsoy, G. 2002. Investigation of multi-temporal land use/cover and shoreline changes of the Uluabat lake Ramsar site using RS and GIS. International Conference on Sustainable Land Use and Management, 10-13 June 2002, Çanakkale-Turkey. p.318-325.
- Aksoy, E. ve Özsoy, G. 2004. Uzaktan algılama ve CBS teknikleri kullanılarak Uludağ Üniversitesi Yerleşkesi arazilerinde arazi kullanım haritalaması. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 57-68.
- Aksoy, E. ve Özsoy, G. 2007. Kentleşme ve arazi etkileşimleri: Bursa İli örneği. TMMOB Bursa Kentine Çözümler Sempozyumu, 05-07 Nisan 2007, Bursa. p.23-32.
- Anonim 1995. Bursa İli Arazi Varlığı. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, İl Rapor No: 16, Ankara, 130s + 1:100.000 ölçek Bursa İli Arazi Varlığı ve Arazilerin Tarımsal Kullanıma Uygunluğu Haritası.
- Anonim 2020a. Bursa ekonomik ve sosyal göstergeler. T.C. Bursa Valiliği. 34s. <http://www.bursa.gov.tr/kurumlar/bursa.gov.tr/Bursa.gov/dosyalar/2020yiliEkonomikve-SosyalGostergesi.pdf> (Erişim tarihi: 05.06.2020)
- Anonim 2020b. Ülkemizin Milli Parkları (44 Adet) Listesi. T.C. Tarım ve Orman Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Korunan%20Alanlar%20Listesi/1-M%C4%B0LL%C4%B0%20PARKLAR.pdf> (Erişim tarihi: 20.04.2020)
- Anonim 2020c. Uludağ Milli Parkı. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. <http://uludag.tabiat.gov.tr/> (Erişim tarihi: 18.06.2020)
- Anonim 2020d. Landsat Missions. Using the USGS Landsat Level-1 Data Product. <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/using-usgs-landsat-level-1-data-product> (Erişim tarihi: 30.06.2020)
- Aşık, B.B. ve Özsoy, G. 2016. Nilüfer Çayı ile sulanan topraklarda ağır metal içeriklerinin belirlenmesi ve ağır metallerin bitkiye taşınım durumunun araştırılması. TUBİTAK TOVAG 114O713 no'lu proje, Ankara, 75s.
- Dirim, M.S., Aksoy, E. and Özsoy, G. 2009. Remote Sensing and GIS Applications For Monitoring Multi-Temporal Changes of Natural Resources in Bursa-Turkey. *Journal of Biological and Environmental Sciences*, 3(8): 53-59.
- DMİ, 2006. Uludağ Meteoroloji İstasyonu çok yıllık ve aylık yağış ve sıcaklık verileri. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, İstasyon no:17676.
- Dorak, S., Aşık, B.B. ve Özsoy, G. 2019. Tarımda Su Kalitesi ve Su Kirliliğinin Önemi: Bursa Nilüfer Çayı Örneği. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 33(1): 155-166.
- Honnay, O., Piessens, K., Van Landuyt, W., Hermy, M. and Gulinck, H. 2003. Satellite based land use and landscape complexity indices as predictors for regional plant species diversity. *Landscape and Urban Planning*, 63(4): 241-250.
- Ihlen, V. and Zanter, K. 2019. Landsat 8 (L8) Data Users Handbook, version 5. Department of the Interior U.S. Geological Survey. Earth Resources Observation and Science (EROS) Center, Sioux Falls, South Dakota. 106p.

- Ketin, İ. 1983. Türkiye jeolojisine genel bir bakış. İTÜ Kütüp. No: 1259(20-22): 337-341.
- Lillesand, T.M. and Kiefer, R.W. 2000. Remote Sensing and Image Interpretation. Wiley & Sons, Incorporated, Chigago, USA. 457p.
- MGM, 2020. İklim sınıflandırması: Bursa, Uludağ. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü. <https://mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx?m=ULUDAG> (Erişim tarihi: 01.06.2020)
- Ozsoy, G., Aksoy, E., Dirim, M.S. and Tumsavas, Z. 2012. Determination of Soil Erosion Risk in the Mustafakemalpaşa River Basin, Turkey, Using the Revised Universal Soil Loss Equation, Geographic Information System, and Remote Sensing. *Environmental Management*, 50(4): 679-694.
- Ozsoy, G. and Aksoy, E. 2015a. Prediction of soil loss differences and sediment accumulation at the Nilufer creek watershed, Turkey, using multiyear satellite data in a GIS. *Geocarto International*, 30(8): 843-857.
- Ozsoy, G. and Aksoy, E. 2015b. Estimation of soil erosion risk within an important agricultural sub-watershed in Bursa, Turkey, in relation to rapid urbanization. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187:419.
- Podmanicky, L., Balázs, K., Belényesi, M., Centeri, Cs., Kristóf, D. and Kohlheb, N. 2011. Modelling soil quality changes in Europe. An impact assessment of land use change on soil quality in Europe. *Ecological Indicators*, 11(1): 4-15.
- Tian, H., Banger, K., Bo, T. and Dadhwal, V.K. 2014. History of land use in India during 1880–2010: Large-scale land transformations reconstructed from satellite data and historical archives. *Global and Planetary Change*, 121: 78-88.