



## Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi

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



Araştırma Makalesi

### Antropojenik Etkiler ve İklim Değişikliği Baskısı Altında Sulak Alanlar: Van Kalesi ve Çevresi Doğal Sit Alanı Örneği

Emel AYDIN<sup>1</sup>, Serkan KEMEÇ\*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 65080, Van, Türkiye

<sup>2</sup> Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, 65080, Van, Türkiye

Emel AYDIN, ORCID No: [0000-0002-5262-6975](https://orcid.org/0000-0002-5262-6975), Serkan KEMEÇ, ORCID No: [0000-0001-5604-1088](https://orcid.org/0000-0001-5604-1088)

\*Sorumlu yazar e-posta: [serkankemec@yyu.edu.tr](mailto:serkankemec@yyu.edu.tr)

#### Makale Bilgileri

Geliş: 31.10.2022  
Kabul: 13.08.2023  
Online Aralık 2023

DOI:[10.53433/yyufbed.1196351](https://doi.org/10.53433/yyufbed.1196351)

#### Anahtar Kelimeler

İnsan etkisi,  
Koruma alanı,  
Küresel iklim değişikliği,  
Sulak ekosistemler,  
Van Kalesi

**Özet:** İklim değişikliği ve diğer antropojenik etkilere karşı kırılgan olan sulak alanlar, ekosistemdeki en verimli ve karbon açısından zengin bölgeler arasındadır. Özellikle kıyı sulak alanları, dolgu, yapılaşma ve yol gibi insan kaynaklı müdahalelerle tehdit altındadır. Çalışma, bir kıyı sulak alanı olan Van Kalesi ve Çevresi Doğal Sit Alanı ele almaktadır. Uygun mekânsal korelasyon ve regresyon yöntemleri kullanılarak yapılan analiz ve değerlendirmeler sonucunda, iklim değişikliği değişkenlerinde artma ve azalma eğilimleri olduğu tespit edilmiştir. Uydu görüntüleriyle yapılan ölçümler sulak alanda dolgu ve yol yapımı sebebiyle önemli oranda tahribat ve arazi kullanımı değişimi olduğunu göstermektedir. CORINE arazi örtüsü haritalarının analiz sonuçları arazi örtüsü değişimini desteklemekte ve sulak alanlarda azalma olduğunu göstermektedir. Çalışma sonucunda, alana yaklaşık 353.000 m<sup>2</sup> dolgu ve 8.5 km yol yapıldığı ve dolayısıyla şehirde müdahale edilen alan kadar ekosistem hizmetinin devre dışı kaldığı tespit edilmiştir. Daha büyük tahribatları önlemek amacıyla, alanın kesin korunacak alan ya da nitelikli koruma alanı olarak tescillenmesi gerekmektedir.

### Wetlands Under the Pressure of Anthropogenic Impacts and Climate Change: Van Castle and Its Surroundings Natural Protected Area Example

#### Article Info

Received: 31.10.2022  
Accepted: 13.08.2023  
Online December 2023

DOI:[10.53433/yyufbed.1196351](https://doi.org/10.53433/yyufbed.1196351)

#### Keywords

Conservation area,  
Global climate change,  
Human impact,  
Van Fortress,  
Wetland ecosystems

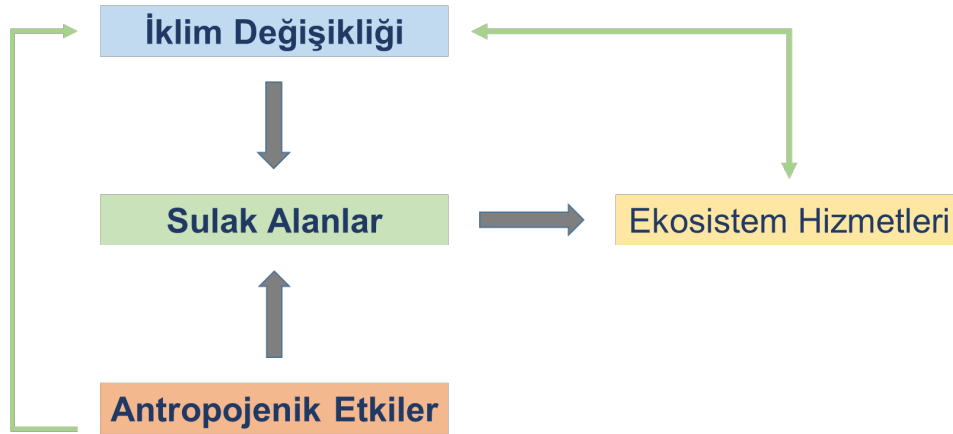
**Abstract:** Wetlands, which are vulnerable to climate change and other anthropogenic impacts, are among the most productive and carbon-rich areas in the ecosystem. Coastal wetlands, in particular, are threatened by anthropogenic interventions such as land reclamation, urbanization, and road construction. This study focuses on Van Castle and its Surrounding Natural Protected Area, which represents a coastal wetland. Through appropriate spatial correlation and regression methods, the analysis and evaluations reveal trends of both increasing and decreasing variables related to climate change. Measurements based on satellite imagery indicate significant damage and land use changes in the wetland area due to land reclamation and road construction. The analysis of CORINE land cover maps also supports the decrease in wetland areas. The study concludes that approximately 353,000 m<sup>2</sup> of land has been reclaimed and 8.5 km of roads have been built, resulting in the exclusion of ecosystem services equivalent to the intervened area within the city. To prevent further degradation, it is crucial to designate this area as a strictly protected or qualified conservation zone.

## 1. Giriş

Küresel bir sorun olan ve antropojenik etkiler sebebiyle de günden güne daha yakıcı bir şekilde hissedilen iklim değişikliği canlı toplulukları, ekosistemler ve arazi örtüsü gibi birçok konuda olumsuz bir itici güç olarak karşımıza çıkmakta ve bu tehdit devam etmektedir (Morelli ve ark., 2020). İklim değişikliği canlı topluluklarını etkileyerek biyoçeşitliliğin azalmasına, ekosistemleri etkileyerek birçok ekosistem döngüsünün bozulmasına ve ekosistem hizmetlerinin devre dışı kalmasına, arazi örtüsünü etkileyerek de arazi kaybına, peyzajların ve arazi kullanımının değişmesine sebebiyet vermektedir. IPCC (2013) raporuna göre; iklim değişikliği etkisi ile gelecek 50-100 yıl boyunca biyoçeşitlilik kaybında en tehlikeli seviyelerin görülmesi beklenmektedir (Sintayehu, 2018). Canlı ve cansız öğelere sahip olan ekosistemin, cansız öğelerinden olan sıcaklık, yağış ve yağışı etkileyen nispi nem ve bulutluluk birer iklim değişkenidir ve bu değişkenlerde meydana gelen ve gelecek olan olağandışı tüm değişimler iklim değişikliği etkisini arttırmaktadır. Dolayısıyla iklimsel aşırılıklar yaşanmakta ve bu durum ekosistemi ve sunduğu hizmetleri etkilemektedir. Hidrolojik döngü ve enerji döngüsüyle yakından ilgili olan iklim değişikliği bu yönüyle arazi kullanımı ve arazi örtüsü türlerinin değişimi üzerinde orantısız bir etkiye sahiptir (Majeed ve ark., 2021; Mumtaz ve ark., 2021). Tropik ormanlarla birlikte dünyanın en güçlü ekosistemleri olan (Kusler, 2003), çoklu ekosistem hizmeti sağlayan ve biyolojik çeşitliliğin korunmasında hayati bir role sahip olan sulak alanlar (RCS, 2006), iklim değişikliğinin ve antropojenik etkilerin olumsuzluklarından etkilenen arazi örtüsü sınıflarının başında gelmektedir. Birçok farklı tanıma sahip sulak alanlar, Ramsar Sözleşmesinde (Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Önem Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme); doğal veya yapay, devamlı veya geçici, sürekli veya mevsimsel, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketlerinin çekilme devresinde 6 metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, başta su kuşları olmak üzere canlıların yaşama ortamı olarak önem taşıyan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbiyerler ile bu alanların kıyı kenar çizgisinden itibaren kara tarafına doğru ekolojik açıdan su altında kalan yerler şeklinde tanımlanmaktadır (RC, 2014). Yine Ramsar Sözleşmesinde (RC, 2014) sulak alanlar; deniz ve kıyı sulak alanları, kara sulak alanları, suni sulak alanlar şeklinde sınıflandırılmıştır. Hidrolojik döngülere önemli katkılar sağlayan, kentsel alanlar için hem görsel hem ekolojik anlamda mükemmel doğal kaynaklardan biri olan, sunduğu geniş ekosistem hizmeti yelpazesıyla en önemli yeşil-mavi bileşenlerin başında gelen sulak alanlar sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda hayati bir role sahiptir (Alikhani ve ark., 2021). Kıyı alanlarının ve deltaların korunması, su ve tuz temini, doğal afet etkilerini azaltma, biyolojik çeşitliliğe katkı sunma, turizm ve rekreasyon için fırsat sağlama, güçlü bir görsel peyzaj değeri sağlama, toprak ve besin döngüsünde yer alma gibi en temel ekosistem hizmetlerini sağlayan sulak alanların doğrudan, dolaylı ve sosyo-kültürel olmak üzere birçok kullanım alanı bulunmaktadır (Osman, 2013). Hidrolojik peyzaj içindeki konumuna bağlı olarak iklim değişikliğine karşı kırılgan olan sulak alan ekosistemleri (Winter, 2000), en verimli, doğal, uzun vadeli karbon yutakları arasında yer alır ve bu yönüyle iklim değişikliğine uyum konusunda önemli bir negatif emisyon rolüne sahiptir (Taillardat ve ark., 2020). Sulak alan metan (CH<sub>4</sub>) emisyonları, küresel CH<sub>4</sub> stokundaki en büyük doğal kaynaktır. Toplam doğal ve antropojenik emisyonların yaklaşık üçte birine katkıda bulunan bir role sahiptir. Karbondioksitten (CO<sub>2</sub>) sonra atmosferdeki en önemli ikinci antropojenik sera gazı olan CH<sub>4</sub>, iklim geri bildirimleriyle güçlü bir şekilde ilişkilidir (Zhang ve ark., 2017). Aynı zamanda sulak alanlar yerel ve bölgesel sıcaklıkları, yağışları ve diğer iklimsel süreçleri olumlu yönde kontrol edebilen alanlardır. Ancak iklimde yaşanan değişiklikler önemli bir arazi örtüsü sınıfı olan sulak alan sınırlarını, bileşimi ve işlevini giderek daha fazla etkilemekte ve negatif emisyon alanlarından olan sulak alanların ekosistem hizmetlerinin devre dışı kalmasına sebep olmaktadır (Saintilan ve ark., 2019). Küresel iklim değişikliği sıcaklık ve yağış düzenlerini, deniz seviyelerini, sel ve fırtına gibi doğal afetlerin sıklık ve yoğunluğunu etkileyecek ve tüm bu durumlar özellikle kıyı sulak alanları üzerinde önemli bir etki bırakacaktır (Michener ve ark., 1997).

İklim değişikliği baskısı altında sınırları ve işlevi günden güne azalan ve bozulan sulak alanlar bununla birlikte antropojenik baskılar sebebiyle daha da büyük tahribata uğramaktadır. Başta kıyı sulak alanları olmak üzere, sulak alanlar çoğunlukla sanayi, yerleşim ve tarım gelişme baskılarının yoğun olduğu vadi tabanlarında ve düşük kotlu bölgelerde yer alırlar. Bu durum sulak alanları tehdit eden, antropojenik baskıya zemin hazırlayan ve tahribine yol açan en önemli unsurdur (Anonim, 2019). Bu durum hızlı kentleşme ile gelen, sulak alanların kurutulması ve doldurulması yoluyla arazinin tarım ya

da yerleşim için dönüştürülmesini, alandan aşırı su çekilmesini, sulak alanların çöplük olarak kullanılmasını ve kirliliği beraberinde getirmektedir (Anonim, 2022a). Sulak alanlar iklim değişikliğinin yanı sıra antropojenik etkilerin de içinde olduğu birçok temel sorunla karşı karşıyadır. Bu sorunlar; kentsel nüfus artışı ve düzensiz kentleşme, doğal yaşam alanlarının tahribi, iklim değişikliği, su rejimine yapılan müdahaleler, su kalitesinde bozulmalar yaşanması, sulak alanlara yabancı türlerin atılması ve yönetimsel sorunlar şeklinde özetlenebilir (Uğurlu & Somuncu, 2019). Sulak alanlar üzerindeki tüm bu baskı ve tehditler sulak alanların hızla yok olmasına, biyolojik çeşitliliğin azalmasına, su ve toprak döngülerinin bozulmasına neden olmaktadır. Global Wetland Outlook (2018) verilerinde; yerleşim, çevre kirliliği, kurutma, kontrolsüz kullanım gibi antropojenik sorunların geçtiğimiz 300 yılda, tüm dünya sulak alanlarının %87'sinin, 1970 yılından 2018 yılına kadar ise %35'inin yok olmasına sebep olduğuna yer verilmiştir. Geçen birkaç yüzyıldaki sulak alan kayıp ve kazanımlarının büyük çoğunluğu antropojenik faaliyetlerle olmuştur. İnsanlar uzun yıllardır tarım, yerleşim alanı yaratmak gibi sebeplerle sulak alanlara müdahalede bulunmakta ve sürekli olarak sulak alanları boşaltmakta veya doldurmaktadır. Bu durum habitat kaybı ve diğer birçok önemli sulak alan hizmetinin kaybolması veya azalmasıyla sonuçlanmaktadır (Anonim, 2022b). İklim değişikliği ve antropojenik baskılar altında sürekli bozulmaya maruz kalan, yok oluş seyrinde olan sulak alanların sürdürülebilirliği, iklim ve antropojenik etkilerin etkileşimleri, insanların kıyı sulak alanlarına müdahalesi, kaynak sömürüsü, sulak alanların kirlenmesi ve bu alanlardan yapılacak su kullanım durumlarında yaşanacak değişikliklere bağlı durumdadır (Michener ve ark., 1997).



Şekil 1. İklim değişikliği ve antropojenik etkilerin sulak alanlar üzerindeki etkisi.

Yukarıda verilen bilgiler ışığında oluşturulan, iklim değişikliği ve antropojenik etkilerin sulak alanlar üzerindeki etkisini anlatan literatür şemasından da (Şekil 1) anlaşılacağı üzere antropojenik etkiler, iklim değişikliğini tetikleyen ve sulak alanlar üzerinde önemli olumsuz bir etkiye sahiptir. Yine yaşanan iklim değişikliği de sulak alanlar üzerinde etkili bir role sahiptir ve tüm bu baskılardan etkilenen sulak alanların sağladıkları ekosistem hizmetleri zamanla azalmaktadır. Azalan veya devre dışı kalan ekosistem hizmetleri de döngüsel bir bozulma yaratarak iklim değişikliği etkilerini şiddetlendirmektedir, iklim değişikliği ise ekosistem hizmetlerini etkilemektedir. Bu durumda sulak alanların hem iklim değişikliğinden etkilenen hem de iklim değişikliğini etkileyen bir role sahip olduğu söylenebilir. Çalışma konusunun tüm unsurları arasında tam bir döngünün mevcut olduğu görülmektedir.

## 2. Materyal ve Yöntem

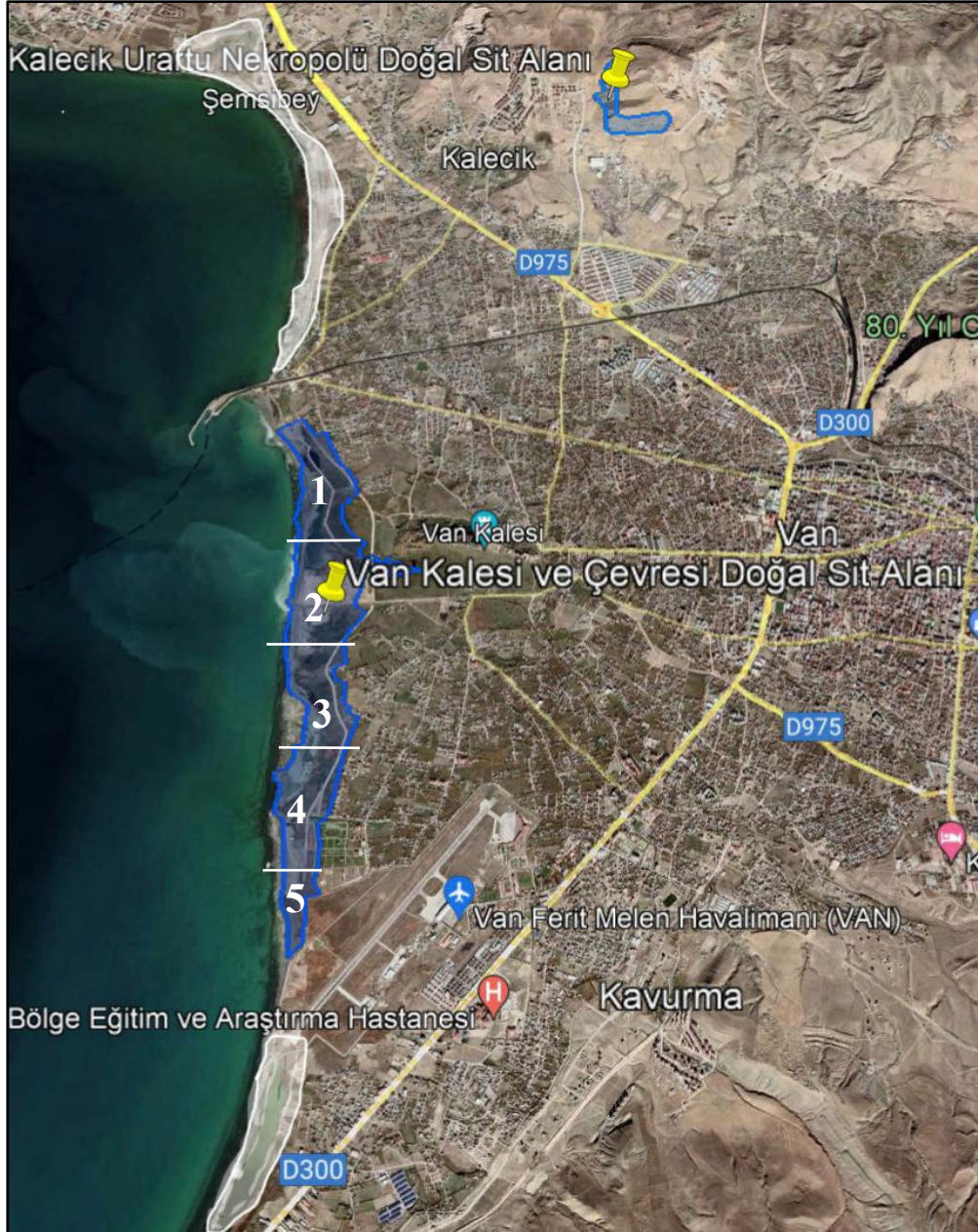
### 2.1. Çalışma alanı

Çalışma alanı (Şekil 2) olarak bir kıyı sulak alanı niteliğinde olan, Van ili, İpekyolu ve Edremit ilçeleri sınırları içerisindeki Van Kalesi ve Çevresi Doğal Sit Alanı ele alınmıştır. Alan 07/12/2020 tarihinde "Doğal Sit – Nitelikli Doğal Koruma Alanı" olarak tescillenmiştir. Bu sulak alan yıllar içinde maruz kaldığı iklim değişikliği baskısı ve hala etkili bir şekilde devam eden antropojenik baskılar sonucunda yaşadığı değişim ve tahrip ile dikkat çekici olması sebebiyle çalışma alanı olarak seçilmiştir.

Yapılan çalışmanın amacı, ilgili alan üzerindeki yıkıcı iklim değişikliği ve antropojenik etkileri, iklim değişkenleri, CORINE arazi örtüsü ve uydu görüntülerinden yola çıkarak değerlendirmek, sulak alanların önemini ve üzerindeki baskıyı örnek çalışma alanı üzerinden vurgulamaktır.



Şekil 2. Çalışma alanı konumu.



Şekil 3. Çalışma alanı, Van Kalesi ve çevresi doğal sit alanı ve bölgeler.

## 2.2. Veri seti

Çalışma kapsamında 3 farklı veri seti kullanılmıştır. Bunlar aşağıda belirtildiği gibidir.

1- Meteoroloji 14. Genel Müdürlüğü'ne bağlı, 38°28'09.5"N 43°20'45.6"E koordinatlarında yer alan, Van Bölge Meteoroloji İstasyonu'ndan Van iline ait;

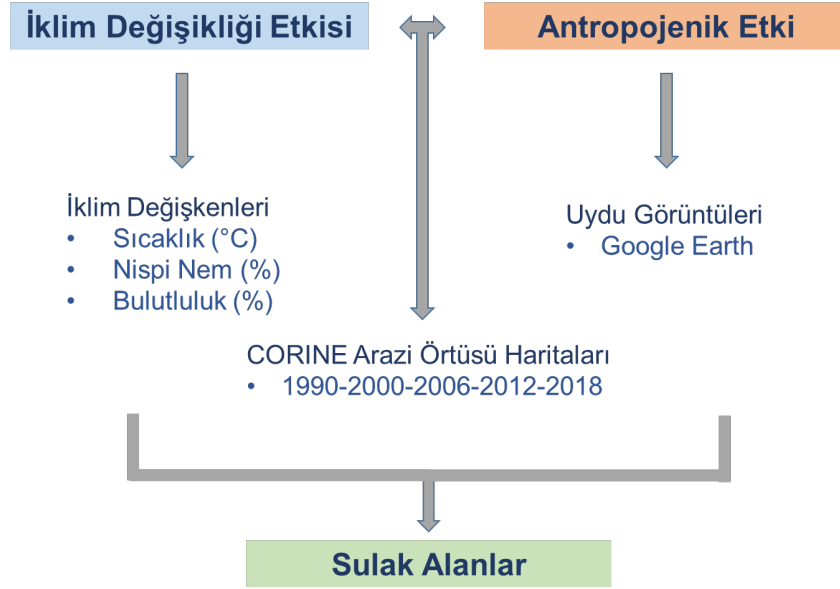
- Günlük Ortalama Sıcaklık (°C) (1988 – 2018)
- Günlük Ortalama Nispi/Bağıl Nem (%) (1970 – 2018)
- Aylık Ortalama Bulutluluk (%) (1960- 2010) verileri temin edilmiştir. Temin edilen verilerin istasyondaki en eski ve kesintisiz kayıt tarihinden alınmasına özen gösterilmiştir. Nispi nem ve bulutluluk verileri sağlıklı bir yağış verisine erişilememesi sebebiyle, yağış hakkında bilgi vermesi amacıyla kullanılmıştır.

2- CORINE Arazi Örtüsü Verisi (1990, 2000, 2006, 2012, 2018)

3- Uydu Görüntüleri (Google Earth) (2005, 2021) verilerinde en net geçmiş ve gelecek görüntüsüne sahip olması sebebiyle 2005 ve 2021 yılları kullanılmıştır.

## 2.3. Yöntem

Yöntem şemasında (Şekil 4) gösterildiği üzere, yapılan çalışmada elde edilen veriler antropojenik etki ve iklim değişikliği baskısını tespit etmek amacıyla kullanılmıştır. İklim değişkeni verileri iklim değişikliği etkisini, uydu görüntüleri (Google Earth) verileri antropojenik etkiyi ve CORINE arazi örtüsü haritaları iklim değişikliği etkisini ve antropojenik etkiyi belirlemek amacıyla kullanılmıştır.



Şekil 4. Yöntem şeması.

Sıcaklık, nispi nem, bulutluluk değişkenleri incelenerek iklim değişikliği etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda R ortamında Kendall paketi (library(Kendall)) kullanılarak, en az 30 yıllık geçmişe sahip ilgili verilere parametrik olmayan Mann Kendall (MK) trend/eğilim test uygulanarak analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır (McLeod, 2011; R Core Team, 2020). Verilere uygulanan trend testte %90 güven aralığı ve bu güven aralığına ait -1.645/+1.645 değer aralığı baz alınmıştır (Bulut ve ark., 2006; Kurak, 2013). Trend test sonucunda ilgili verilerde artma ya da azalma eğilimini belirleyen bir 'z' değeri elde edilmiştir ve bu değere göre +/- (azalma/artma) yönündeki ilerleme ortaya konmuştur. z değerinin -1.645'in altında olması durumu azalma, +1.645'in üstünde olması durumu ise artma trendini göstermektedir.

Çalışma kapsamında CORINE verileri kullanılmıştır. Bu verilerle üretilen CORINE haritaları temin edilmiş ve CBS ortamında ArcMap 10.7 aracılığıyla işlenmiştir. 1. düzeye göre sınıflandırılarak CORINE haritaları analiz edilerek çalışmaya dâhil edilmiştir. Sulak alanlar başta olmak üzere her bir sınıf için alansal büyüklük değişimi değerlendirilmiştir.

2005 ve 2021 yıllarına ait Google Earth uydu görüntüleri kullanılarak çalışma alanındaki arazi kullanım değişimi görsel değerlendirme ve ölçümlere tabi tutulmuştur. Sulak alan üzerindeki değişimlerin daha iyi ortaya konulabilmesi amacıyla çalışma alanı 5 alt bölüme ayrılmış ve her bölümün 2005 ve 2021 yılına ait uydu görüntüleri kıyaslanmıştır. Alan üzerindeki yol, dolgu gibi fiziksel antropojenik müdahaleler uydu görüntüleri üzerinden ölçülmüştür.

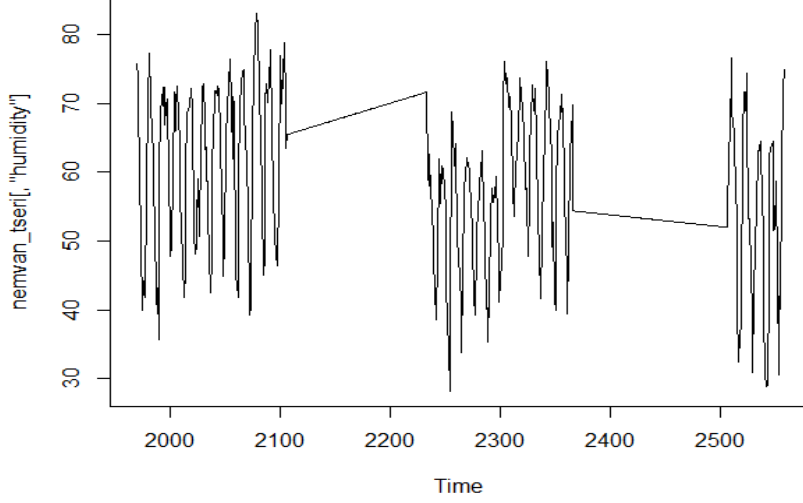
## 3. Bulgular

### 3.1. İklim değişkenleri trend analizi değerlendirmesi (Mann Kendall)

#### Günlük ortalama nispi nem (%) sonuç

1970 ve 2018 yılları arasını kapsayan, 49 yıllık veriler günlük ortalama şeklinde temin edilmiş ve aylık ortalamaya dönüştürülmüştür. Verilere uygulanan Mann Kendall trend test sonucunda; artma

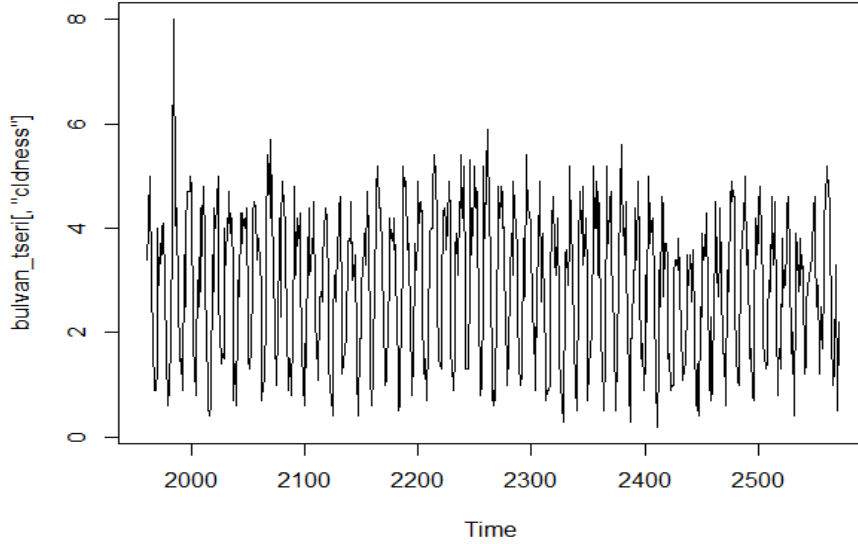
ya da azalma eğilimini ortaya koyan z değerinin-10.607 olduğu ve azalma yönünde anlamlı bir eğilim olduğu ortaya konmuştur.



Şekil 5. Günlük ortalama nispi nem grafiği.

#### Aylık ortalama bulutluluk sonuç

1960 ve 2010 yılları arasını kapsayan, 51 yıllık verilere uygulanan Mann Kendall trend test sonucunda; z değerinin-1.0912 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir azalma eğilimi olduğu ortaya konmuştur.

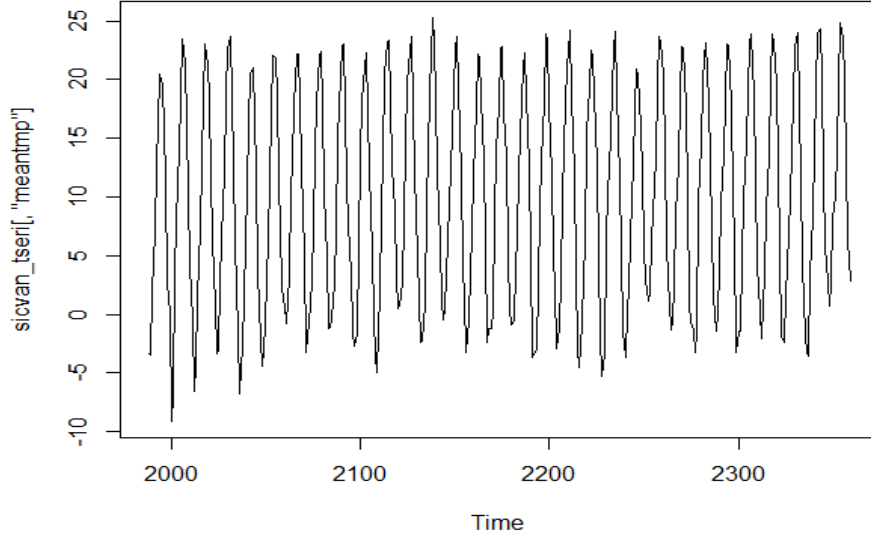


Şekil 6. Aylık ortalama bulutluluk grafiği.

#### Günlük ortalama sıcaklık (°C) sonuç

1988 ve 2018 yılları arasını kapsayan, 31 yıllık veriler günlük ortalama şeklinde temin edilmiş ve aylık ortalamaya dönüştürülmüştür. Veriye uygulanan Mann Kendall trend test sonucunda;

z değerinin 1.5444 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir artış eğilimi olduğu ortaya konmuştur.

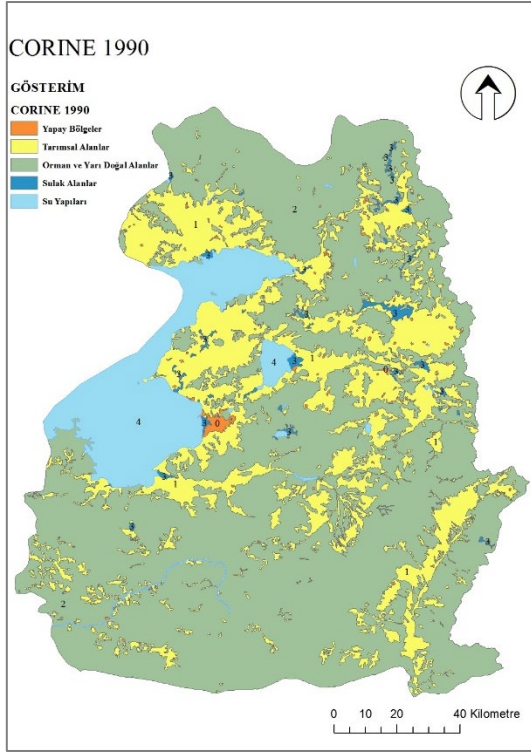


Şekil 7. Günlük ortalama sıcaklık grafiği.

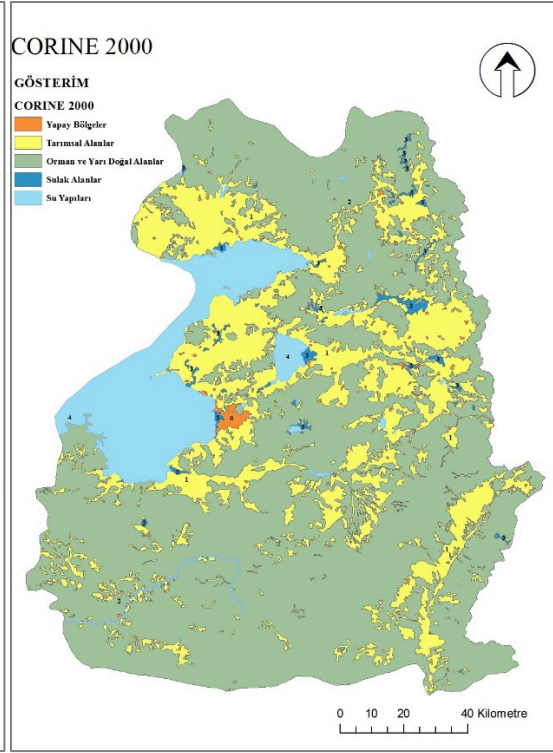
### 3.2. CORINE arazi örtüsü analizi ve değerlendirilmesi

Elde edilen CORINE verisi 1. Derece arazi örtüsü sınıflarına göre yeniden sınıflandırılmıştır. Bu sınıflamaya göre; yapay bölgeler (1), tarımsal alanlar (2), orman ve yarı doğal alanlar (3), sulak alanlar (4) ve su yapıları (5) şeklinde 5 temel başlık altında ele alınmış, haritalandırılmış ve analiz edilmiştir. Yapılan analizlerle 1990 yılından 2018 yılına kadar meydana gelen arazi örtüsü değişimlerine ulaşılmıştır. CORINE haritalarında 1990 (Şekil 8), 2000 (Şekil 9), 2006 (Şekil 10), 2012 (Şekil 11) ve 2018 (Şekil 12) yıllarına ait 5 farklı arazi örtüsü sınıfında ve özellikle sulak alanlarda yaşanan değişimler incelenmiştir. Bu değişimler haritalarda ve çizelgede (Çizelge 1) gösterilmiştir. Sulak alan (4) alansal büyüklüklerinde meydana gelen değişimler ayrıca grafik şeklinde derlenmiştir.

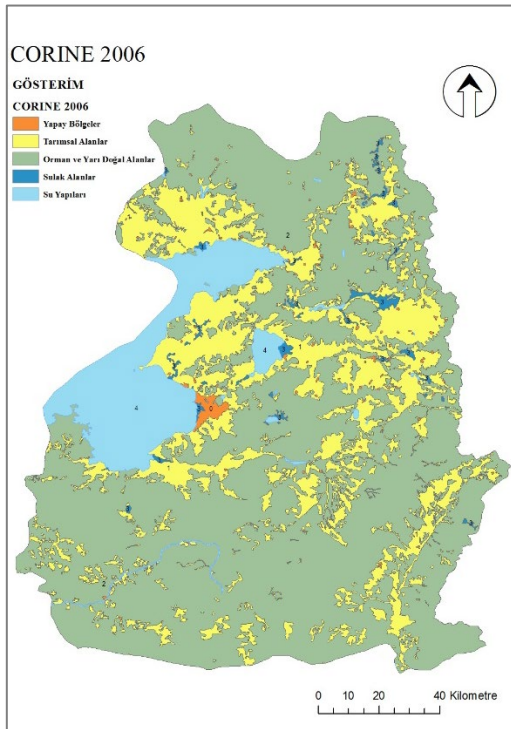




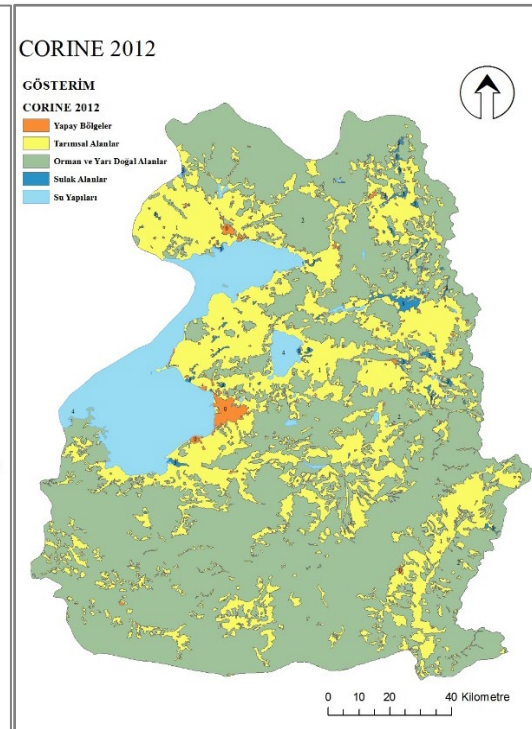
Şekil 8. CORINE 1990 arazi örtüsü haritası.



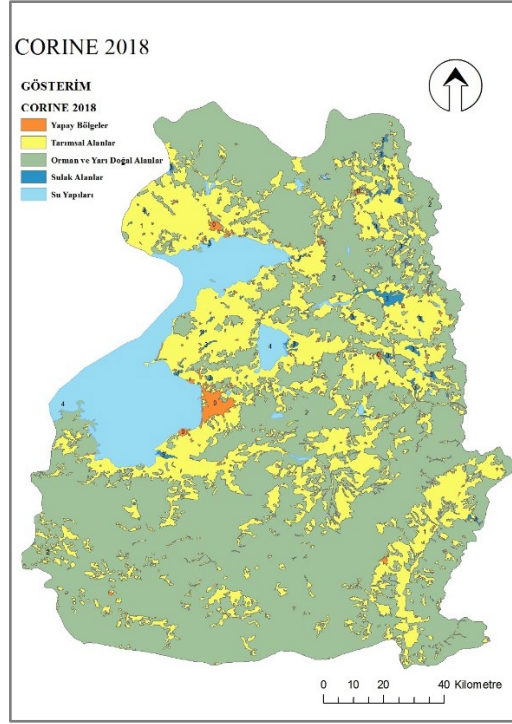
Şekil 9. CORINE 2000 arazi örtüsü haritası.



Şekil 10. CORINE 2006 arazi örtüsü haritası.



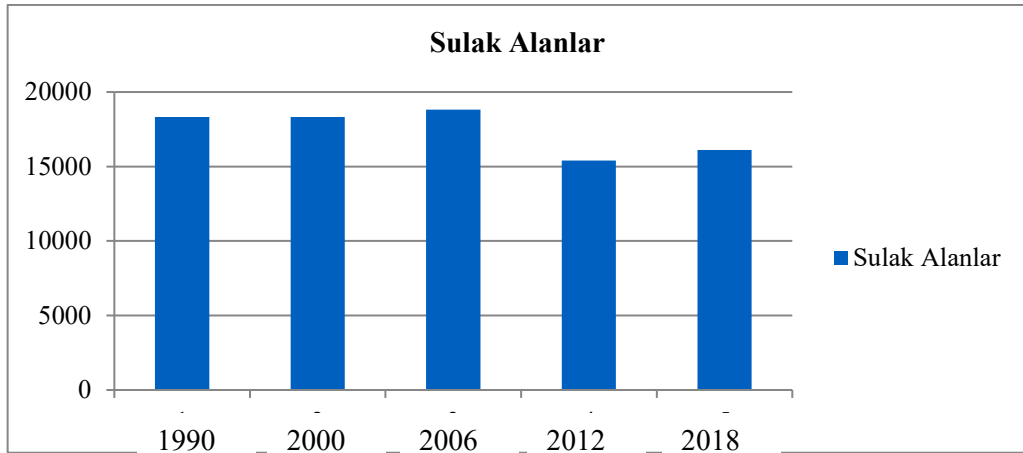
Şekil 11. CORINE 2012 arazi örtüsü haritası.



Şekil 12. CORINE 2018 arazi örtüsü haritası.

Çizelge 1. CORINE arazi örtüsü sınıfları ve alansal değişimleri

Yıl	Arazi Örtüsü Sınıfları ve Alanları (hektar)				
	1 (yapay bölgeler)	2 (tarımsal alanlar)	3 (orman ve yarı doğal alanlar)	4 (sulak alanlar)	5 (su yapıları)
1990	11529,4	491746	1360980	18319,6	199617
2000	12955,9	489736	1360410	18319,6	200774
2006	14215,4	487171	1360950	18826,9	201165
2012	20250,4	605373	1242050	15400,3	199246
2018	22742,9	587510	1256730	16120,3	199644



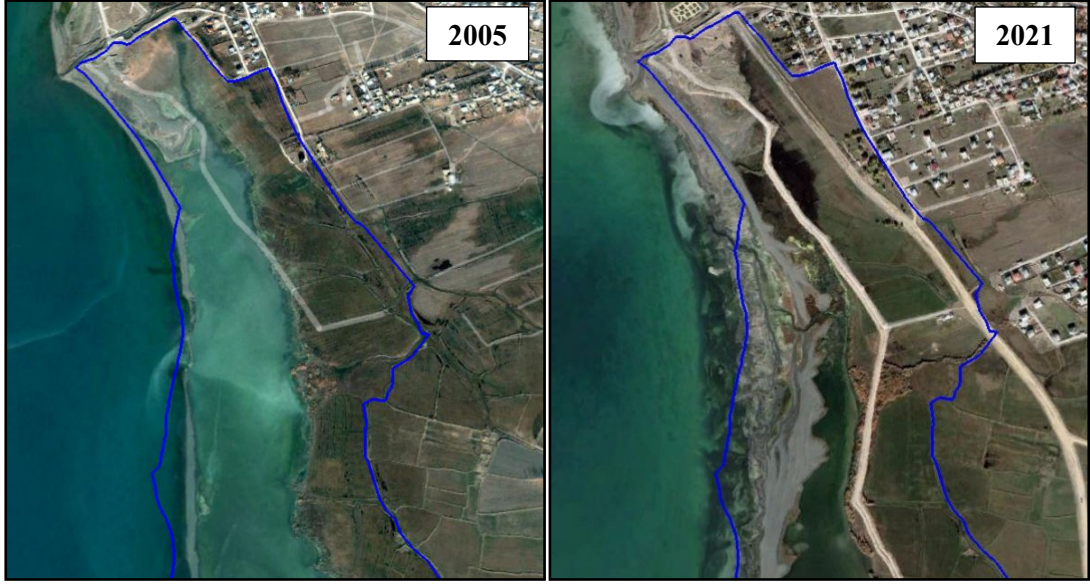
Şekil 13. CORINE arazi örtüsü haritalarının sulak alan değişimi.

Haritaların incelenmesi ve çizelgedeki alansal değişimlerin hesaplanması sonucunda 1990 - 2018 yılları arasındaki değişim oransal olarak ortaya konmuştur. Buna göre; yapay bölgelerin % 97.2

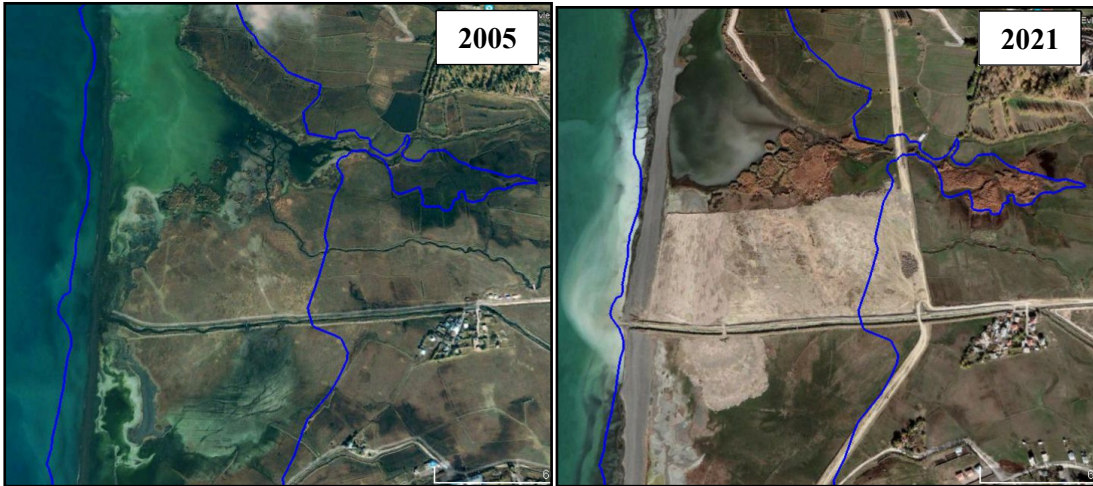
oranında arttığı, tarımsal alanların % 19.4 oranında arttığı, orman ve yarı doğal alanların % 8.2 oranında azaldığı, sulak alanların % 12.1 oranında azaldığı ve su yapılarının % 0.01 oranında arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Sulak alanlarda meydana gelen değişim grafikte (Şekil 13) de net bir şekilde görülmektedir.

### 3.3. Uydu görüntüleri (Google Earth) görsel değerlendirmesi

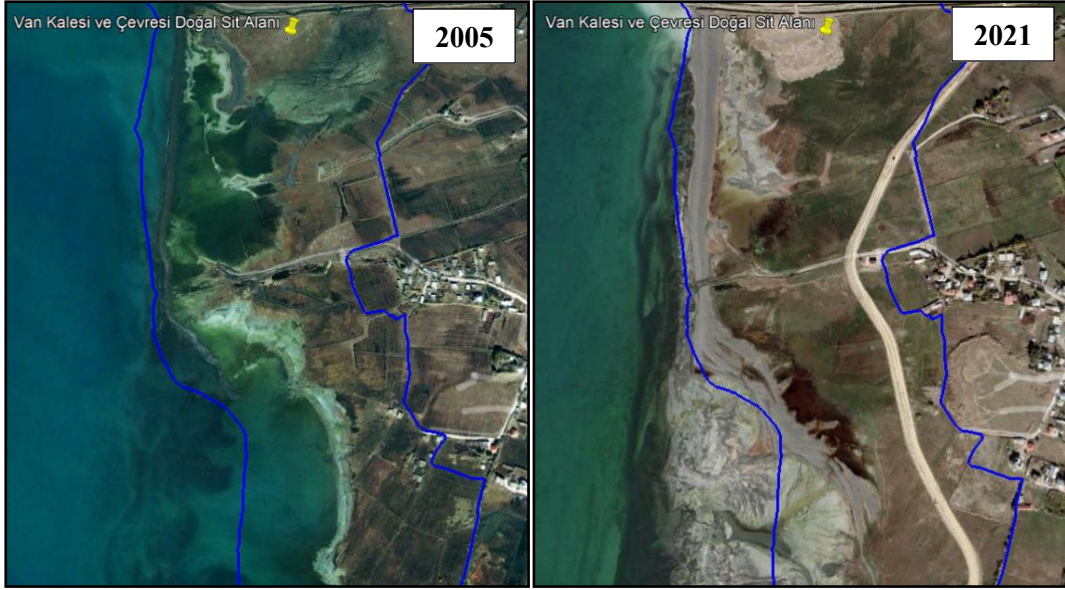
Çalışma alanı sınırları Google Earth uydu görüntüleri üzerinde belirtilmiştir. Sulak alanda meydana gelen arazi kullanım değişiminin sağlıklı ve ayrıntılı bir görsel değerlendirmesinin yapılabilmesi amacıyla alan 5 alt bölgeye ayrılmıştır (Şekil 3). Her bölge için 2005 ve 2021 yıllarına ait görüntüler karşılaştırılmıştır.



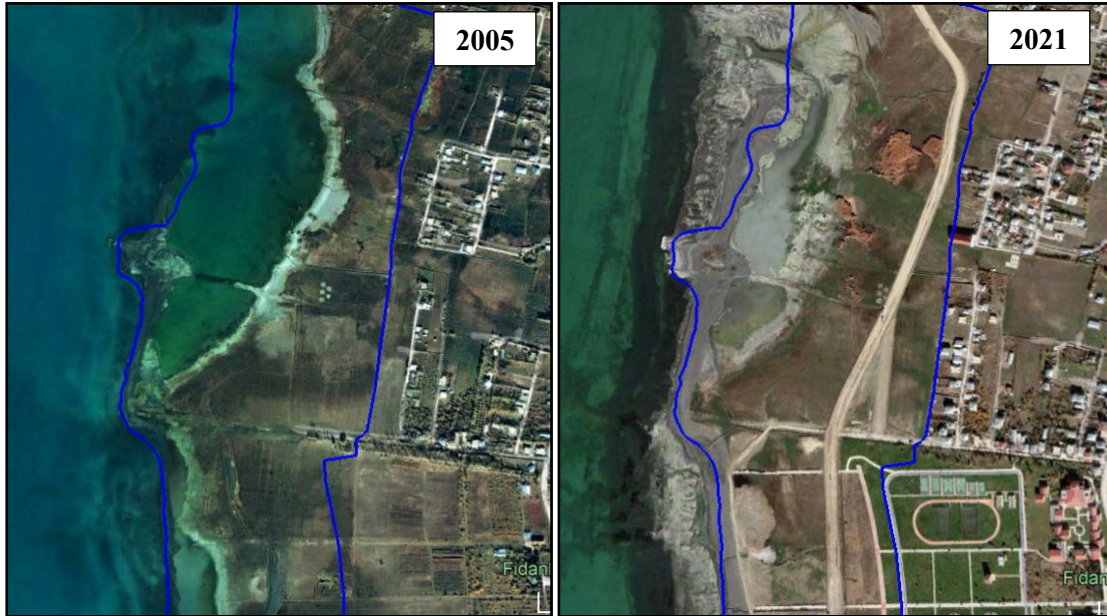
Şekil 14. 1. bölge 2005-2021 uydu görüntüleri.



Şekil 15. 2. bölge 2005-2021 uydu görüntüleri.

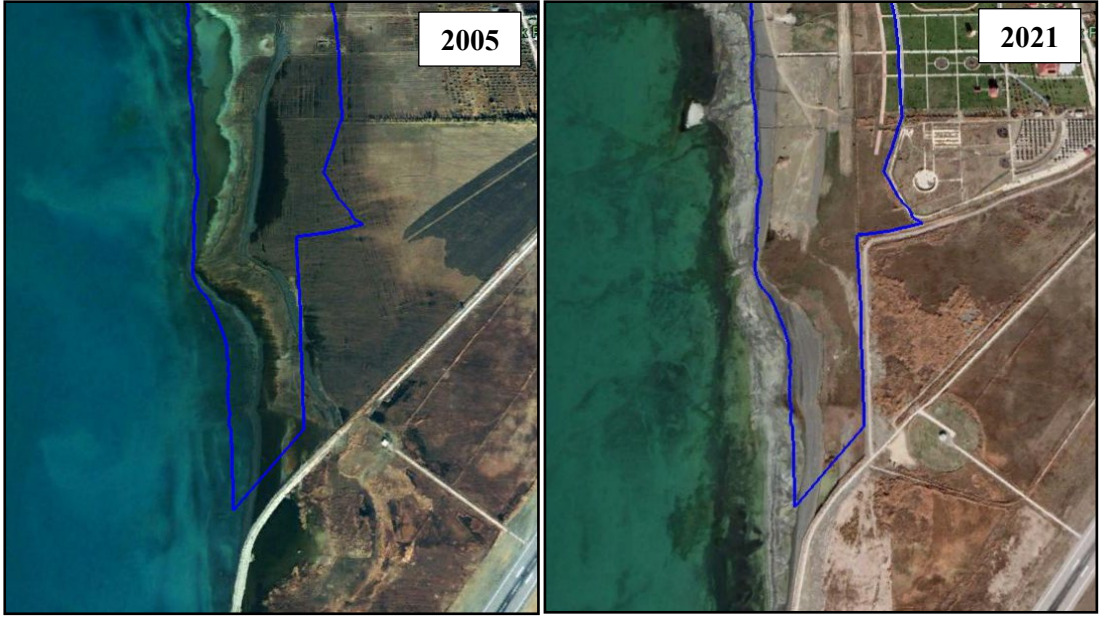


Şekil 16. 3. bölge 2005-2021 uydu görüntüleri.



Şekil 17. 4. bölge 2005-2021 uydu görüntüleri.

Google Earth uydu görüntüleri üzerinden yapılan görsel değerlendirme ve ölçümler sonucunda; alanda tarım ve yerleşim baskısı izlerinin olduğu, arazi kullanımının bu yönde değiştiği görülmüştür. 1. bölgede (Şekil 14) sulak alanda önemli miktarda kuruma ve yol yapımından kaynaklanan değişim ve yok olmaların yaşandığı görülmektedir. 2. bölgede (Şekil 15) aynı şekilde kurumaların olduğu, yol yapımına ek olarak, arazinin neredeyse kale alanı kadar bir doldurmaya maruz kaldığı ve görüntülerdeki iş makineleri ve izlerinden de anlaşılacağı üzere bu müdahalenin devam ettiği görülmektedir. 3. bölgede (Şekil 16) kuruma, yol yapımı ve yer yer dolgu alanların olduğu görülmektedir. 4. bölgede (Şekil 17) alanda kurumalar olduğu, yol yapımı, dolgu ve park alanı şeklinde müdahaleler yapıldığı görülmektedir. 5. bölgede (Şekil 18) kurumalar olduğu ve havaalanı sebebiyle yapılan dolgu ve müdahaleler sonucu sulak alanın bozulduğu, belirtilen alan sınırları dışında da devam eden, daha geniş bir alana sahip olan sulak alanın daraldığı ve tahrip edildiği görülmektedir. Sulak alanda 2005 yılından 2021 yılına kadar geçen zamanda yol alanı hariç, yaklaşık 353.000 m<sup>2</sup> alanın doldurulduğu, ana ve tali yollar dâhil olmak üzere yaklaşık 8.5 km uzunluğunda yol yapıldığı belirlenmiştir.



Şekil 18. 5. bölge 2005-2021 uydu görüntüleri.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

İklim değişikliği baskısı altında sınırları ve işlevi günden güne azalan ve bozulan sulak alanlar bununla birlikte antropojenik baskılar sebebiyle daha da büyük bir tahribata uğramakta ve bu durum yapılan çalışmada da ortaya konmaktadır (Chen ve ark., 2018). İnsanlar uzun yıllardır tarım, yerleşim alanı yaratmak gibi sebeplerle sulak alanlara müdahalede bulunmakta ve sürekli olarak sulak alanları boşaltmakta veya doldurmaktadır. Sulak alanlar, iklim değişikliği sebebiyle sıcaklık, nem, bulutluluk ve yağış değişkenlerinde yaşanan değişimlere karşı oldukça kırılgandır (Dangles ve ark., 2017; Osland ve ark., 2018; Winter, 2000). İklim değişikliğinin sulak alan üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan trend analiz sonuçları, sulak alanlar üzerinde önemli bir role sahip olan sıcaklık, nem, bulutluluk ve dolayısıyla yağış değişkenlerinde değişimler olduğunu ve bu durumun sulak alanları daha kırılgan hale getirdiğini desteklemektedir (Tong ve ark., 2014). Artan sıcaklıkların ve azalan nem, bulutluluk ve yağışların hidrolojik döngü merkezleri olan sulak alanlardaki su seviyesini değiştirdiği, sulak alanın gölle birleşim noktasında ve iç alanlarında ciddi boyutta kurumların olduğu, sulak alanın iklim değişikliğinden olumsuz etkilendiği belirlenmiştir. Etkili uyum ve önlem politikaları geliştirilmediği takdirde iklim değişikliği kaynaklı, değişen sıcaklık ve yağış düzenlerinin kıyı sulak alanları üzerindeki olumsuz etkisi artarak devam edecektir (Michener ve ark., 1997; Junk ve ark., 2013; Lee ve ark., 2015). Bir kıyı sulak alanı olan Van Kalesi ve Çevresi Doğal Sit Alanında suyun çekildiği, kurumaların meydana geldiği ve floranın değiştiği görülmüştür. Bu durum sulak alan ekosistem hizmetlerinin azalmasına sebep olacak ve habitat kaybını tetikleyecektir. Özellikle su kuşları için büyük önem arz eden bu alanlarda biyoçeşitlilik kaybı olduğu ve olacağı söylenebilir. Antropojenik baskıların sulak alan üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışma ve analizler sonucunda, CORINE arazi örtüsü değişimlerinden görüldüğü üzere kritik miktarda sulak alan kaybı yaşandığı tespit edilmiştir. İncelenen uydu görüntülerinden de görüldüğü üzere alana yoğun bir antropojenik baskı olduğu, önce tarım daha sonra yerleşim sebebiyle alanda büyük oranda doldurma, yol ve park yapımı çalışmaları olduğu ve bu çalışmaların sürdüğü tespit edilmiştir. Kıyı şeridi boyunca birbiriyle ilişkili hatta tek bir alan halindeki sulak alanlar, yapılan müdahalelerle zamanla birbirinden koparılmakta, lekeler haline gelmekte ve yok olmaktadır. Bütün bunların sonucunda, doğanın insanlara sunduğu ekosistem hizmetlerini sağlayan en önemli alanlar olan sulak alanlar, toprak oluşumu, besin döngüsü, yakıt, tatlı su ve gıda temini, iklim düzenlemesi, afet kontrolü, tozlaşma, biyoçeşitlilik, görsel kalite, rekreasyon gibi hizmetleri yerine getiremeyecektir (Salimi ve ark., 2021). Ekosistem hizmetlerini yerine getiremeyen sulak alanların yok oluşu, iklim değişikliğini hızlandıracak ve bunun telafisi mümkün olmayacaktır. İklim değişikliği ve antropojenik baskılar altında sürekli bozulmaya maruz kalan, yok oluş seyrinde olan sulak alanların sürdürülebilirliği, iklim değişikliği ve antropojenik etkilerin

etkileşimleri, insanların kıyı sulak alanlarına müdahalesi, kaynak sömürüsü, sulak alanların kirletilmesi, doldurulması ve bu alanlardan yapılacak su kullanım durumlarında yaşanacak değişikliklere bağlıdır.

Konu ile ilgili yapılan çalışmalar, mevcut politikaların kıyıdaki sulak alanları etkilediğini, bu noktada etkili kamu politikaları ve rehabilitasyon çalışmaları geliştirilerek kıyı sulak alanlarının korunması gerektiğini ortaya koymaktadır (Erwin, 2009; Gopal, 2013; Vélez ve ark., 2018). Van'da sulak alan dostu bir havza yönetimi ve su kullanım politikası için çok uluslu anlaşmalar gerektirecektir. Sulak alanlar ormansız bir kıyı kenti olan Van için hayati önem taşımaktadır. Öncelikli olarak bu alanlardaki insan faaliyetlerinin durdurulması ve ardından kesin korunacak hassas alan ya da nitelikli doğal koruma alanı statüsüne alınarak korunması, sulak alan dostu bir havza yönetimi ve su kullanım politikası geliştirilmesi gerekmektedir. Bu durum sağladığı ekosistem hizmetleriyle özel bir ilgiyi hak eden sulak alanlar üzerindeki insan baskısı ve faaliyetleri konusunda önleyici olacaktır. Çalışma alanı olan Van Kalesi ve Çevresi Doğal Sit Alanında benzer nitelikte herhangi bir akademik çalışmaya rastlanmamıştır. Bu durum çalışmanın özgün niteliğini ortaya koymakla beraber gelecekte yapılması olası çalışmalara da ön açıcı bir niteliği de oluşturmaktadır. Bu sayede Van ilinde sahip olunan ve ekolojik değeri yukarıda vurgulanan sulak alanların korunmasına yönelik etkin stratejilerin geliştirilmesi için bilimsel bir tartışma zemininin oluşacağı değerlendirilmektedir.

## Kaynakça

- Alikhani, S., Nummi, P., & Ojala, A. (2021). Urban wetlands: A review on ecological and cultural values. *Water*, 13(22), 3301. [doi.org/10.3390/w13223301](https://doi.org/10.3390/w13223301)
- Anonim, (2019). Su Kalitesi Yönetimi Hizmet İçi Eğitimi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Anonim, (2022a). Wetlands: Key Enablers for a Resilient and Sustainable Recovery. <https://ramsar.org/resources/wetlands-key-enablers-for-a-resilient-and-sustainable-recovery>  
Erişim tarihi: 02.06.2022
- Anonim, (2022b). Wetlands, United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/report-environment/wetlands> Erişim tarihi: 25.08.2022.
- Bulut, H., Yeşilata, B., & Yeşilnacar, M. İ. (2006, Nisan). Atatürk baraj gölünün bölge iklimi üzerine etkisinin trend analizi ile tespiti. *GAP V. Mühendislik Kongresi*, 79, 86.
- Chen, H., Zhang, W., Gao, H., & Nie, N. (2018). Climate change and anthropogenic impacts on wetland and agriculture in the Songnen and Sanjiang Plain, Northeast China. *Remote Sensing*, 10(3), 356. [doi.org/10.3390/rs10030356](https://doi.org/10.3390/rs10030356)
- Dangles, O., Rabatel, A., Kraemer, M., Zeballos, G., Soruco, A., Jacobsen, D., & Anthelme, F. (2017). Ecosystem sentinels for climate change? Evidence of wetland cover changes over the last 30 years in the tropical Andes. *PLoS One*, 12(5), e0175814. [doi.org/10.1371/journal.pone.0175814](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175814)
- Erwin, K. L. (2009). Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management*, 17(1), 71-84. [doi.org/10.1007/s11273-008-9119-1](https://doi.org/10.1007/s11273-008-9119-1)
- Global Wetland Outlook. (2018). Wetlands are being lost at alarming rates. Ramsar Convention on Wetlands. <https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/> Erişim tarihi: 24.04.2022.
- Gopal, B. (2013). Future of wetlands in tropical and subtropical Asia, especially in the face of climate change. *Aquatic Sciences*, 75, 39-61. [doi.org/10.1007/s00027-011-0247-y](https://doi.org/10.1007/s00027-011-0247-y)
- IPCC. (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Junk, W. J., An, S., Finlayson, C. M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S. A., ... & Robarts, R. D. (2013). Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic Sciences*, 75, 151-167. [doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z](https://doi.org/10.1007/s00027-012-0278-z)
- Kurak, M. (2013). İzmir'e su sağlayan kuyularda yer altı suyu seviye salınımlarının stokastik analizi. (PhD), Dokuz Eylül Üniversitesi, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Kusler, J. (2003). *Wetlands and Watershed Management*, Institute for Wetland Science and Public Policy of the Association of State Wetland Managers, Publication Number: 28.

- Lee, S. Y., Ryan, M. E., Hamlet, A. F., Palen, W. J., Lawler, J. J., & Halabisky, M. (2015). Projecting the hydrologic impacts of climate change on montane wetlands. *Plos One*, 10(11), e0142960. [doi.org/10.1371/journal.pone.0136385](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0136385)
- Majeed, M., Tariq, A., Anwar, M. M., Khan, A. M., Arshad, F., Mumtaz, F., ... & Shaukat, S. (2021). Monitoring of land use-land cover change and potential causal factors of climate change in jhelum district, punjab, pakistan, through gis and multi-temporal satellite data. *Land*, 10, 1026. [doi.org/10.3390/land10101026](https://doi.org/10.3390/land10101026)
- McLeod, A. I. (2011). Kendall: Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test. R package version 2.2. <https://cran.r-project.org/web/packages/Kendall/Kendall.pdf>
- Michener, W. K., Blood, E. R., Bildstein, K. L., Brinson, M. M., & Gardner, L. R. (1997). Climate change, hurricanes and tropical storms, and rising sea level in coastal wetlands. *Ecological Applications*, 7(3), 770-801. [doi.org/10.2307/2269434](https://doi.org/10.2307/2269434)
- Morelli, T. L., Barrows, C. W., Ramirez, A. R., Cartwright, J. M., Ackerly, D. D., ... & Thorne, J. H. (2020). Climate-change refugia: biodiversity in the slow lane. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 18(5), 225-308. [doi.org/10.1002/fee.2189](https://doi.org/10.1002/fee.2189)
- Mumtaz, F., Arshad, A., Mirchi, A., Tariq, A., Dilawar, A., Hussain, S., Shi, S., Noor, R., Noor, R., Daccache, A., Siddique, M. A., Bashir, B., Li, L., Wang, D., & Tao, Y. (2021). Impacts of reduced deposition of atmospheric nitrogen on coastal marine eco-system during substantial shift in human activities in the twenty-first century. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 12, 2023-2047. [doi.org/10.1080/19475705.2021.1949396](https://doi.org/10.1080/19475705.2021.1949396)
- Osland, M. J., Gabler, C. A., Grace, J. B., Day, R. H., McCoy, M. L., McLeod, J. L., From, A. S., Enwright, N. M., Feher, L. C., Stagg, C. L., & Hartley, S. B. (2018). Climate and plant controls on soil organic matter in coastal wetlands. *Global Change Biology*, 24(11), 5361-5379. [doi.org/10.1111/gcb.14376](https://doi.org/10.1111/gcb.14376)
- Osman, E. (2013). Sulak Alanların Önemi, İşlev ve Değerleri. Sulak Alanlar, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.
- RC. (2014). The convention on wetlands and its mission. The Ramsar convention. <https://www.ramsar.org/about/the-convention-on-wetlands-and-its-mission> Erişim tarihi: 02.04.2022.
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- RCS. (2006). *The Ramsar Convention Manual: a guide to the convention on wetlands (Ramsar, Iran, 1971)*, 4th ed. Gland: Ramsar Convention Secretariat.
- Saintilan, N., Rogers, K., Kelleway, J. J., Ens, E., & Sloane, D. R. (2019). Climate change impacts on the coastal wetlands of Australia. *Wetlands*, 39(6), 1145-1154. [doi.org/10.1007/s13157-018-1016-7](https://doi.org/10.1007/s13157-018-1016-7)
- Salimi, S., Almuktar, S. A., & Scholz, M. (2021). Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. *Journal of Environmental Management*, 286, 112160. [doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112160](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112160)
- Sintayehu, D. W. (2018). Impact of climate change on biodiversity and associated key ecosystem services in Africa: a systematic review. *Ecosystem Health and Sustainability*, 4:9, 225-239, [doi.org/10.1080/20964129.2018.1530054](https://doi.org/10.1080/20964129.2018.1530054)
- Taillardat, P., Thompson, B. S., Garneau, M., Trottier, K., & Friess, D. A. (2020). Climate change mitigation potential of wetlands and the cost-effectiveness of their restoration. *Interface Focus*, 10(5), 20190129. [doi.org/10.1098/rsfs.2019.0129](https://doi.org/10.1098/rsfs.2019.0129)
- Tong, L., Xu, X., Fu, Y., & Li, S. (2014). Wetland changes and their responses to climate change in the “three-river headwaters” region of China since the 1990s. *Energies*, 7(4), 2515-2534. [doi.org/10.3390/en7042515](https://doi.org/10.3390/en7042515)
- Uğurlu, Ö., & Somuncu, M. (2019, Haziran). *Mogan ve Eymir Gölleri ekosistem hizmetlerinin Ankara kenti için öneminin değerlendirilmesi*. 1. İstanbul Uluslararası Coğrafya Kongresi. İstanbul, Türkiye.
- Vélez, J. M. M., García, S. B., & Tenorio, A. E. (2018). Policies in coastal wetlands: Key challenges. *Environmental Science & Policy*, 88, 72-82. [doi.org/10.1016/j.envsci.2018.06.016](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.06.016)

- Winter, T. C. (2000). The vulnerability of wetlands to climate change: a hydrologic landscape perspective. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 36(2), 305-311. [doi.org/10.1111/j.1752-1688.2000.tb04269.x](https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2000.tb04269.x)
- Zhang, Z., Zimmermann, N. E., Stenke, A., Li, X., Hodson, E. L., Zhu, G., ... & Poulter, B. (2017). Emerging role of wetland methane emissions in driving 21st century climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(36), 9647-9652. [doi.org/10.1073/pnas.1618765114](https://doi.org/10.1073/pnas.1618765114)