

Alanya’da Çevresel Baskılar: Turizm, Tarım, Göç ve İklim Değişikliğinin Kesişiminde Büyüyen Sorunlar

Murat Aksel^{1,2*} , Mehmet Yusuf Erbişim² 

¹İnşaat Mühendisliği Bölümü, Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Antalya, Türkiye.

²HEC Mühendislik A.Ş., Niğde Teknokent, Niğde, Türkiye.

*murat.aksel@alanya.edu.tr

Özet

Alanya, turizm, tarım ve hızlı nüfus artışı gibi dinamiklerin kesiştiği bir kıyı kenti olarak son yıllarda artan çevresel ve iklimsel baskılarla karşı karşıyadır. Bu çalışmada Alanya’nın kıyı erozyonu, arazi kullanımı değişimi, su kaynakları üzerindeki baskılar, taşkın riski, deniz suyu kalitesi ve ekosistem tahribatı gibi temel çevresel sorunları incelenmiş; bu bileşenler, uluslararası kırılganlık değerlendirme yaklaşımlarında yer alan maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi çerçevesinde nitel olarak değerlendirilmiştir. Bulgular, turizm ve kentleşme baskısı ile iklim değişikliği etkilerinin su kaynakları, kıyı ekosistemleri ve arazi kullanımı üzerinde yüksek–çok yüksek düzeyde risk oluşturduğunu göstermektedir. 1979–2024 döneminde yıllık ortalama sıcaklığın yaklaşık +2 °C artması ve yıllık ortalama yağışın %25 azalması, su stresi ve taşkın riskinin gelecekte daha kritik hâle geleceğine işaret etmektedir. Göç kaynaklı nüfus artışı ve tarımsal yoğunlaşma da kentsel altyapı, su temini ve doğal habitatlar üzerinde ek baskı yaratmaktadır. Çalışma, mevcut veri sınırlılıkları nedeniyle sayısal bir kırılganlık indeksi üretmemekle birlikte, Alanya’nın çevresel kırılganlığının yüksek olduğunu ortaya koymakta ve ekosistem temelli, bilimsel izleme altyapısına dayalı yönetim stratejilerinin aciliyetini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alanya, Çevresel baskılar, İklim değişikliği, Kırılganlık analizi, Kıyı ekosistemleri, Su kaynakları

Environmental Pressures in Alanya: Emerging Challenges at the Intersection of Tourism, Agriculture, Migration and Climate Change

Abstract

Alanya is a coastal city where tourism, agriculture and rapid demographic change converge, creating increasing environmental and climate-related pressures in recent decades. This study examines key environmental issues in Alanya-coastal erosion, land-use change, pressure on water resources, flood risk, seawater quality degradation and ecosystem disturbance-and evaluates them qualitatively within the internationally recognized vulnerability framework of exposure, sensitivity and adaptive capacity. The findings indicate that tourism- and urban-driven pressures, combined with the impacts of climate change, create high to very high levels of risk particularly for water resources, coastal ecosystems and land-use patterns. Long-term climate records show an increase of approximately +2 °C in annual temperature and a 25% decrease in precipitation between 1979 and 2024, suggesting rising water stress and heightened flood risk for the coming decades. Population growth driven by migration and expanding agricultural production further intensify pressures on natural habitats, urban infrastructure and water demand. Although the study does not present a quantitative vulnerability index due to data limitations, it demonstrates that Alanya exhibits high environmental vulnerability and underscores the urgency of ecosystem-based management strategies supported by robust and continuous environmental monitoring.

Keywords: Alanya, Environmental pressures, Climate change, Vulnerability assessment, Coastal ecosystems

1. GİRİŞ

Akdeniz havzasındaki kıyı kentleri, tarım ve turizm sektörlerinin merkezleri olarak ekonomik bakımdan büyük önem taşımaktadır. Örneğin Antalya (Türkiye), Barselona (İspanya), Nice (Fransa) ve Napoli (İtalya) gibi şehirler, bir yandan yoğun turizm faaliyetleri ve verimli tarım hinterlandı ile öne çıkarken, diğer yandan hızlı kentleşme ve nüfus artışıyla birleşen bu faaliyetlerin getirdiği çevresel sorunlarla mücadele etmektedir. Nitekim Akdeniz bölgesi, çok sayıda şiddetli iklimsel tehdidin ve yüksek sosyoekonomik kırılganlığın bir arada bulunması nedeniyle, Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) tarafından iklim krizine karşı bir “sıcak nokta” (hotspot) olarak tanımlanmaktadır[1].

Bölgenin başlıca ekonomik gelir kaynakları olan tarım ve turizm, iklim kaynaklı tehlikelere karşı son derece hassas olup, özellikle düşük rakımlı kıyı kesimleri deniz seviyesinin yükselmesi, taşkın ve erozyon gibi risklere karşı kırılgan durumdadır[1], [2], [3]. Bu tablo, incelenen konunun neden kritik olduğunu göstermekte ve kıyı kentlerinin sürdürülebilirliği açısından aciliyetine işaret etmektedir.

Kıyı kentlerinde günümüzde kıyı erozyonu, biyolojik çeşitlilik kaybı, su kaynaklarının azalması ve tarım alanlarının daralması gibi pek çok çevresel sorun gözlemlenmektedir[4], [5], [6]. Yoğun kentsel gelişme ve turizm baskısı, doğal habitatların tahrip olmasına ve arazi kullanımının değişmesine yol açmıştır. Nitekim 1990'lardan 2010'lara kadar, Akdeniz etrafındaki kentlerin çevresinde kentsel alanlar genişlerken tarımsal araziler belirgin ölçüde azalmıştır [7]. Antalya gibi turizm yoğun kentlerde ise artan turistik faaliyetler nedeniyle tarım ve orman alanlarının yapılaşmaya açıldığı, özellikle yaz aylarında artan turistik talebin doğal toprak ve su kalitesini olumsuz etkilediği bildirilmektedir[8]. Bu tür plansız gelişmeler, bölgedeki ekolojik dengeyi bozmakta ve biyolojik çeşitlilik üzerinde baskı yaratmaktadır. Örneğin Akdeniz'e kıyı sulak alanlar, 20. yüzyıl boyunca insan faaliyetlerinin de etkisiyle alanlarının yaklaşık %50'sini kaybetmiştir [2]. Bu durum, habitat kaybının boyutunu ve ekosistem hizmetlerindeki azalmayı çarpıcı bir biçimde ortaya koymaktadır. Su kıtlığı da Akdeniz kıyı kentleri için giderek büyüyen bir sorun olup, turizm ve tarım sektörlerinin su talebi ile iklim değişikliği etkileri nedeniyle daha da şiddetlenmektedir. Projeksiyonlar 2050 yılı için mevcuttaki su ihtiyacının en az 2 kat artacağını öngörmektedir. Özellikle yaz aylarında, yoğun sulama gereksinimi ve turizmle birlikte nüfusun katlanması su kullanımında belirgin artışlara yol açmaktadır [2]. IPCC ve diğer uluslararası değerlendirmeler, bölgedeki su kaynaklarının azalmakta olduğuna ve kuraklık eğiliminin güçlendiğine dikkat çekerken, nüfus artışı, sulama ve turistik tüketim kaynaklı su talebinin de hızla yükseldiğini vurgulamaktadır[1], [2]. Bu koşullar altında, 2030'lara gelindiğinde birçok Akdeniz ülkesinde su açığının %30–40'lara varan boyutlara ulaşabileceği belirtilmekte ve kıyı bölgelerinde su stresi yaşayan nüfus oranının küresel ortalamanın çok üzerinde seyredeceği öngörülmektedir [1]. Dolayısıyla su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi, bölgedeki tarım ve turizm faaliyetlerinin devamlılığı için kritik önemdedir.

İklim krizinin etkileri, kıyı kentlerinin mevcut çevresel sorunlarını daha da ağırlaştırmaktadır. Uluslararası raporlar, Akdeniz bölgesinin küresel ortalamadan yaklaşık %20 daha hızlı ısındığını ve iklim değişikliğinin zaten zorlanan ekosistemler ile hassas ekonomiler üzerinde ilave baskı oluşturduğunu göstermektedir[2], [5], [6]. Deniz seviyesindeki yükselme, kıyı bölgelerinde taşkın ve erozyon riskini artırarak sahil altyapılarına zarar verme potansiyelini yükseltirken; tuzlu su girişi nehir deltaları ve yeraltı su rezervuarlarını kirleterek tarımsal üretimi tehdit etmektedir [2], [5]. Ayrıca iklim değişikliği, aşırı hava olaylarının (ör. sağanak yağışlar, fırtınalar) sıklık ve şiddetinin artması ve uzun süreli kuraklık dönemlerinin yaygınlaşması şeklinde tezahür etmektedir [2], [5], [9], [10]. Bu durum, özellikle kalabalık nüfus barındıran kıyı şehirlerinde doğal afet risklerini ve altyapı üzerindeki baskıları artırmaktadır. Sonuç olarak, tarım ve turizm odaklı Akdeniz kıyı kentlerinde gözlenen çevresel sorunların ve iklim krizi kaynaklı risklerin incelenmesi, bölgenin sürdürülebilir kalkınması ve iklim dirençliliğinin sağlanması açısından hayati önem taşımaktadır.

Akdeniz havzasındaki kıyı kentleri, turizm, tarım, hızlı kentleşme ve iklim değişikliğinin eş zamanlı etkileri altında artan çevresel baskılarla karşı karşıyadır. Alanya özelinde bu baskıların güncel verilerle ve bütünsel bir kırılganlık çerçevesi içinde ele alındığı çalışmaların sınırlı olması, bu araştırmanın temel

motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu çalışmanın ile amaçlanan, Alanya ilçesinde öne çıkan çevresel ve iklimsel baskıları bütüncül bir yaklaşımla incelemek ve ilçenin çevresel-iklimsel kırılganlık düzeyini nitel olarak değerlendirmektir. Çalışma kapsamında hedeflenenler şunlardır;

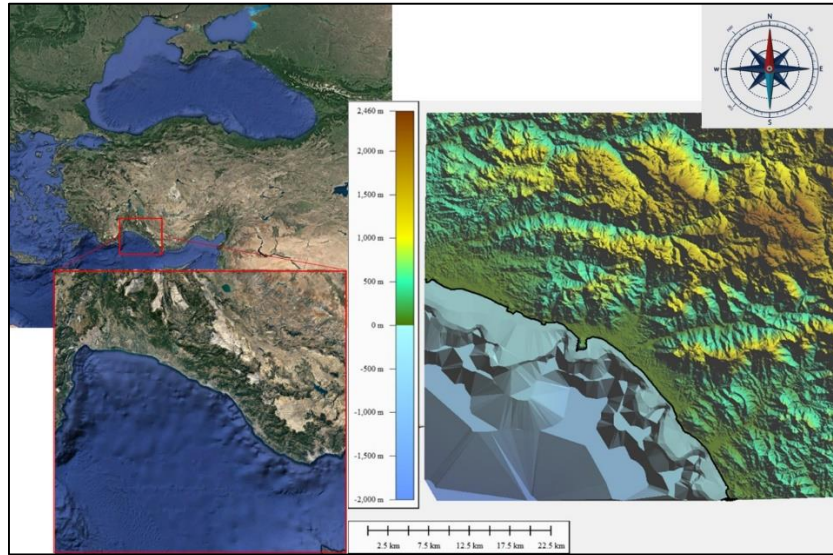
- Alanya'da kıyı erozyonu, arazi kullanım değişimi, su kaynakları baskısı, taşkın riski ve deniz suyu kalitesi gibi başlıca çevresel sorunları ortaya koymak,
- Uzun dönemli sıcaklık ve yağış verileri üzerinden iklim eğilimlerini değerlendirmek,
- Maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesi bileşenleri çerçevesinde çevresel kırılganlığı analiz etmek,
- Bulgular doğrultusunda yerel ölçekte ekosistem temelli yönetim ve uyum stratejilerine yönelik çıkarımlar sunmak ve farkındalık oluşturmaktır.

2. ÇALIŞMA ALANI VE DURUM TESPİTİ

2.1 Coğrafi Konum, Sınırlar ve Jeomorfolojik Özellikler

Alanya ilçesi, Antalya ilinin doğusunda Akdeniz kıyısında yer alan ve coğrafi konumu, topoğrafyası ve iklim özellikleriyle belirgin çevresel ve ekolojik karaktere sahip bir kıyı kentidir. Kent, $36^{\circ}30'$ – $36^{\circ}36'$ kuzey enlemleri ile $31^{\circ}38'$ – $32^{\circ}32'$ doğu boylamları arasında yaklaşık 175.700 hektarlık bir alana yayılır. Kuzeyde Toros Dağları'nın 1000 metreleri aşan yükseltileri, güneyde ise Permo-Kristalin kalkerlerden oluşan ve 212 metre yüksekliğe ulaşan Alanya yarımadası ile çevrilidir. Şehrin yerleşim alanı, Toroslardan taşınan alüvyonlarla oluşmuş kıyı ovası üzerinde gelişmiştir [11].

Oba ve Dim Çayları başta olmak üzere rejimleri düzensiz birçok akarsu, topografyanın dikliği nedeniyle hızlı akış göstererek erozyon süreçlerini hızlandırmaktadır. Bölge, su kaynakları, dağlık yaylalar, doğal liman niteliğindeki kıyı yapısı ve zengin mineral potansiyeliyle hem tarihsel hem de güncel yerleşim dinamiklerini şekillendiren karmaşık bir fiziki coğrafya sunmaktadır[11]. Şekil 1'de Alanya'nın konumu ve yakın bölgesinin jeomorfolojisinin daha iyi anlaşılması adına Türkiye ölçeğinde Alanya'nın konumu kırmızı çerçeve ile belirtilmiştir. Ortadaki panelde kıyıda Toros Dağları'nın yüksek kesimlerine kadar uzanan topografik yükselti durumu sunulmuştur. Sağdaki üç boyutlu topografya ve batimetri görünümünün birleştirildiği kabuk geometrisinde, kıyı morfolojisi ile dağlık alanın eğim ve yükselti farklarını ayrıntılı olarak göstermektedir.



Şekil 1. Alanya ve yakın çevresinin bölgesel ve yerel ölçekte konumunu gösteren konum haritaları ile yakın alan sayısal yükseklik modeline (DEM) dayalı topografik görünüm

Kıyı alanları son yıllarda ciddi erozyon tehdidi altındadır; özellikle Dim Çayı deltasında 18 hektarlık plaj alanı yok olmuştur[12]. Sediment taşınımının azalması ve yapılaşmanın etkisiyle kıyı çizgisi hızla gerilerken, iklim değişikliği sebebiyle deniz suyu sıcaklıklarının artmasına bağlı olarak meteo-tsunami gibi ekstrem olayların sıklığı da artmaktadır [13]. Bu durum erozyonun hızlanmasına ve kıyı çizgisinin gerilemesine neden olmaktadır [12]. Kıyı çizgisinin gerilemesini etkileyen bölgesel faktörler özetlenecek olursa, kaynak girişinin azalması, deniz seviyesi yükselmesi, fırtına sebepli taşınımın artması, insan kaynaklı plaj kullanım ile taşınım, kontrolsüz/plansız plaj bakımı ve kıyıya yapılan yapısal müdahalelerdir. Şekil 2’de 1958 ve 2015 yılları için Harita Genel Komutanlığı tarafından sağlanan ortofoto verileri kullanılarak kıyı çizgisi sayısallaştırılmış ve güncel uydu görüntüsü ile gösterilmiştir. Harita, yaklaşık 7 km uzunluğundaki sahil kesiminde zaman içerisindeki kıyı çizgisi değişimlerini ortaya koymaktadır. Doğu tarafında (Dim Çayı ağzı) 80 m oyulma, batıda ise (eski belediye hizmet binası arkası) 70 m birikme hesaplanmıştır.



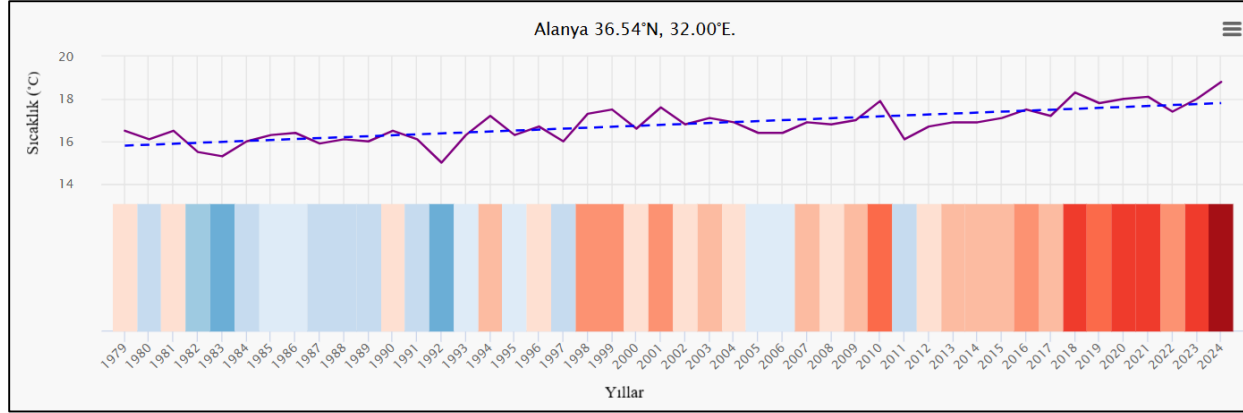
Şekil 2. Alanya yarımadasının doğu kıyısında, Alanya kent merkezi ile Dim Çayı ağzı arasında yer alan kıyı şeridine ait 1958 ve 2015 yıllarındaki kıyı çizgilerinin karşılaştırılması

2.2 İklim Özellikleri

Alanya, Akdeniz havzasının karakteristik ekolojik ve iklimsel özelliklerini yansıtan bir kıyı kenti olup, coğrafi ve iklimsel yapısı subtropikal tarıma elverişli koşullar sunmaktadır[14]. Kıyı kesimlerinde maki ve kızılçam toplulukları, yüksek kesimlerde ise sedir ve karaçam ormanlarıyla temsil edilen bitki örtüsü çeşitliliği, bölgenin ekolojik zenginliğini ortaya koymaktadır. Toros Dağları'ndan taşınan alüvyonlarla oluşan verimli kıyı ovası, özellikle avokado ve muz gibi yüksek ekonomik değere sahip subtropikal ürünlerin yetiştiriciliği için uygun toprak ve mikroklima koşulları sağlamaktadır [15]. Ilıman kışlar, uzun güneşlenme süresi ve su kaynaklarına görece yakınlık hem tarımsal üretimi hem de turizm faaliyetlerini destekleyen başlıca çevresel faktörlerdir. Buna karşın hızlı kentleşme, tarım alanları üzerindeki baskılar, su yönetimi sorunları ve iklim değişikliği etkileri, Alanya'nın ekolojik ve tarımsal sürdürülebilirliği açısından önemli riskler oluşturmaktadır.

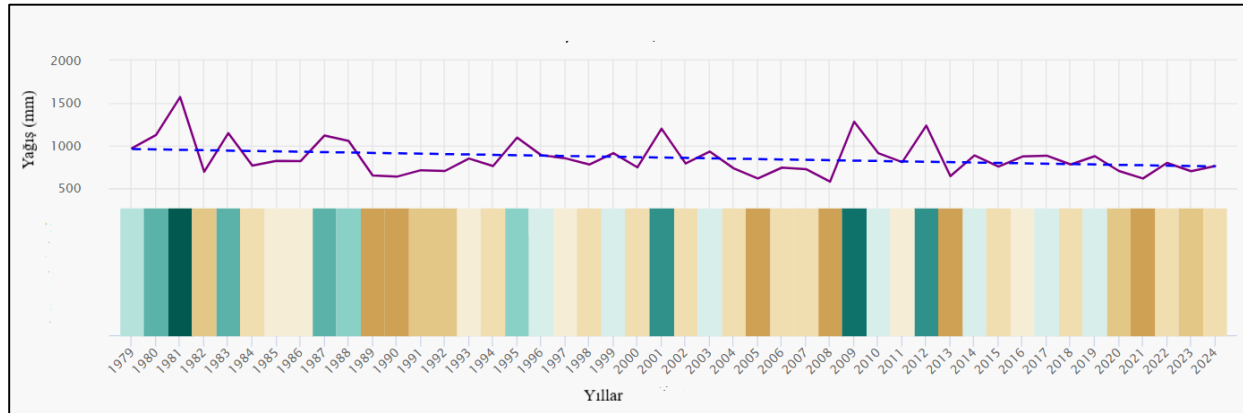
Açık erişimli Open-Meteo iklim verileri incelendiğinde, Alanya’da 1979–2024 döneminde yıllık ortalama hava sıcaklığının düzenli bir artış eğilimi gösterdiği görülmektedir (Şekil 3). Lineer trend analizine göre, 2024 yılı yıllık ortalama hava sıcaklığı değeri 1979 yılına kıyasla yaklaşık +2 °C daha yüksektir ve 2024 yılında yıllık ortalama sıcaklık 18,8 °C olarak kaydedilmiştir [16]. Şekil 3’te ayrıca uzun dönem ortalaması referans alınarak yıllara göre sıcaklık anomalileri artış (kırmızı) ve azalış (mavi) şeklinde görselleştirilmiştir. Yıllık ortalama hava sıcaklığı verilerindeki uzun dönemli eğilimin istatistiksel

anlamlılığı, parametrik olmayan Mann–Kendall trend testi ile değerlendirilmiş; test sonuçları, 1979–2024 döneminde Alanya'da gözlenen sıcaklık artışının istatistiksel olarak son derece anlamlı olduğunu ortaya koymuştur ($Z = 6.02$, $p < 0.001$). Bu bulgu, Şekil 3'te sunulan görsel eğilimle uyumlu olup, bölgedeki ısınma eğiliminin rastlantısal dalgalanmalardan ziyade güçlü ve süreklilik gösteren uzun dönemli bir iklim değişimine işaret ettiğini göstermektedir.



Şekil 3. Alanya'nın 1979–2024 yılları için yıllık ortalama hava sıcaklığı (mor çizgi), lineer trend (kesikli mavi çizgi) ve uzun dönem ortalamasına göre hesaplanan sıcaklık anomalileri. Alt panelde kırmızı tonlar ortalamanın üzerindeki (pozitif) sıcaklık anomalilerini, mavi tonlar ise ortalamanın altındaki (negatif) anomalileri göstermektedir [16]

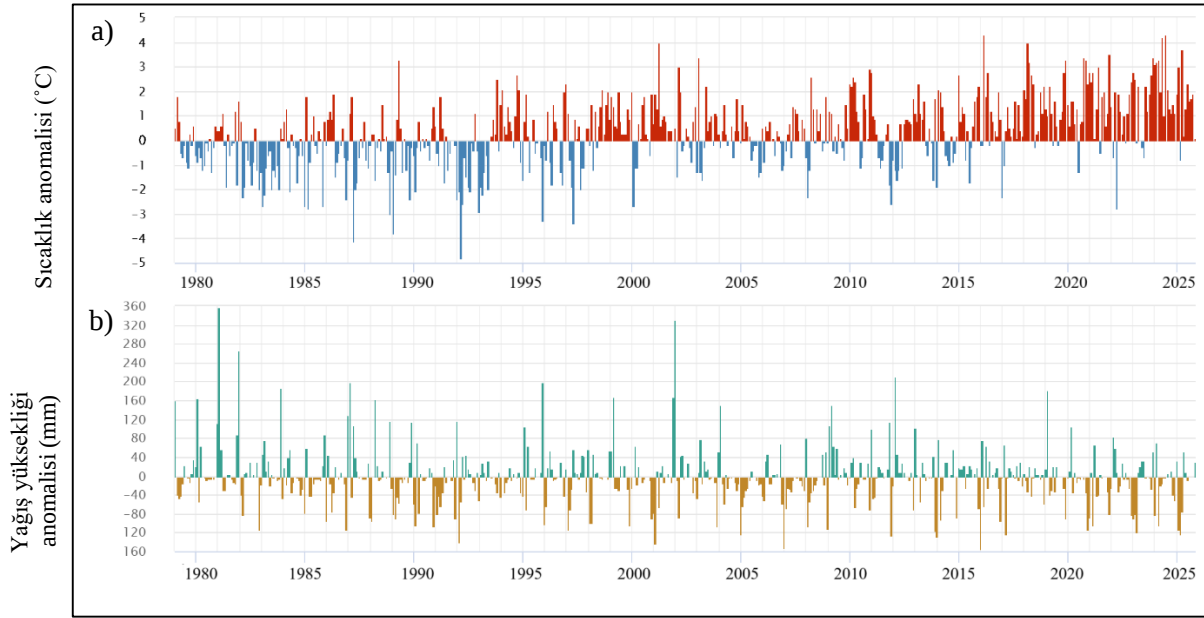
Alanya'da hava sıcaklığındaki artışla eş zamanlı olarak, 1979–2024 dönemine ait yıllık kümülatif yağış yüksekliklerinde belirgin bir azalma eğilimi gözlenmektedir (Şekil 4). Uzun dönem ortalamaları dikkate alındığında, yıllık toplam yağış miktarının yaklaşık %25 oranında azaldığı ve yağış rejiminin zamansal açıdan daha düzensiz bir yapı kazandığı görülmektedir. Şekil 4'te sunulan yağış anomalileri, özellikle 2000'li yıllardan itibaren normalin altındaki yağışlı yılların sıklık kazandığını ve kurak dönemlerin daha baskın hâle geldiğini ortaya koymaktadır. Yıllık toplam yağış verileri üzerinde uygulanan parametrik olmayan Mann–Kendall trend testi, yağışlardaki azalma eğiliminin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, Alanya'da iklim değişikliğinin yalnızca sıcaklık artışıyla sınırlı kalmadığını; aynı zamanda hidrolojik döngüyü etkileyerek su kaynakları, tarımsal üretim ve taşkın–kuraklık dengesini daha kırılgan bir yapıya sürüklediğini göstermektedir.



Şekil 4. Alanya'nın 1979–2024 yılları için yıllık kümülatif yağış yükseklikleri (mor çizgi), lineer trend (kesikli mavi çizgi) ve uzun dönem ortalamasına göre hesaplanan yağış anomalileri. Alt panelde yeşil tonlar ortalamanın üzerindeki (pozitif) yağış anomalilerini, kahverengi tonlar ise ortalamanın altındaki (negatif) anomalileri temsil etmektedir [16].

Şekil 5, Alanya'da 1979-2025 dönemine ait aylık sıcaklık (üst grafik) ve yağış (alt grafik) anomalilerini göstermektedir. Sıcaklık grafiğinde 1980–2010 dönemi ortalamasına göre daha sıcak geçen aylar kırmızı, daha soğuk aylar mavi ile gösterilmiştir. Yağış grafiğinde ise normallerin üzerindeki aylar yeşil, altındaki aylar kahverengi ile temsil edilmektedir.

Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5 birlikte değerlendirildiğinde Alanya'nın iklimsel yapısında son 40 yılda önemli değişiklikler yaşandığını göstermektedir. Yıllık ortalama hava sıcaklıklarında istikrarlı bir artış eğilimi gözlenirken, yağış rejiminde ise genel bir azalma ve mevsimsel düzensizlik öne çıkmaktadır. Özellikle 2000'li yıllardan sonra sıcaklık anomalilerinin sıklığının ve şiddetinin arttığı, buna karşın yağış anomalilerinin çoğunlukla negatif yönde seyrettiği dikkat çekmektedir. Bu eğilimler, bölgedeki su kaynakları, tarımsal üretim ve ekosistemler üzerinde artan bir iklim baskısına işaret etmektedir.



Şekil 5. Alanya için aylık bazda hesaplanmış a) sıcaklık ve b) yağış yüksekliği anomalileri (1979-2025) [17]

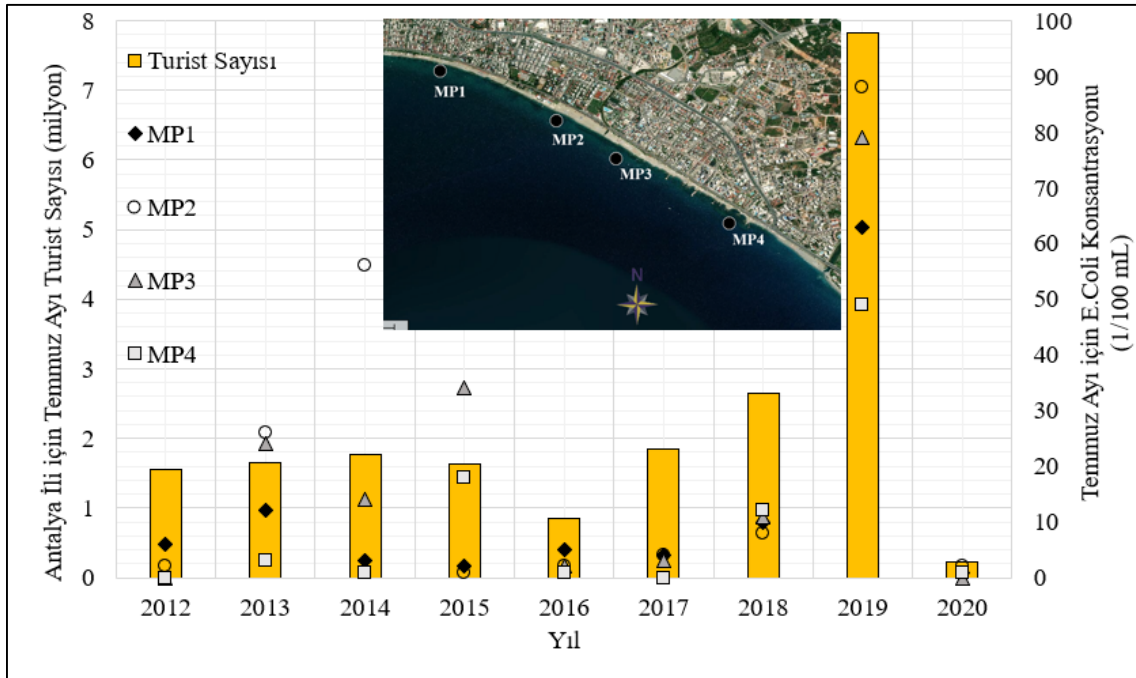
2.3 Hidrografya

Alanya, Akdeniz kıyısında yer alması ve orografik yapısı nedeniyle zengin yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarına sahiptir. Akdeniz ikliminin etkisi bölgedeki akarsuların akım rejimlerini doğrudan etkiler. Alanya'nın belli başlı akarsuları Oba Çayı, Dim Çayı ve Alara Çayı olup batı kesimde Kargı ve Serapsu dereleri de bulunmaktadır. Akarsuların taşıdığı alüvyonlar Alanya kıyı ovasının oluşumunda önemli rol oynamış; özellikle Oba ve Dim çayları tarihsel süreçte getirdikleri malzemelerle bu kıyı düzlüğünü şekillendirmiştir. Bu akarsular, içme suyu ve rekreasyonel faaliyetlerde kullanılır. Dim Çayı üzerinde bulunan Dim Barajı, yılda 127 GWh enerji üretmekte ve 6.600 hektarlık alanın sulanmasını sağlamaktadır [18]. Alara Çayı ise yüksek debisi ve 1. sınıf su kalitesiyle dikkat çekerken, rafting ve içme suyu kaynağı olarak da değerlendirilmektedir [15]. Alanya kıyı ovasındaki alüvyon akiferler tatlı su potansiyeli sunmakla birlikte, artan kullanım ve yetersiz kontrol sonucu kıyı akiferlerinde deniz suyu girişi kaynaklı tuzlanma sorunu büyümektedir [19].

Alanya'da taşkın riski, ani meydana gelebilecek yağışlar göz önüne alındığında önemli bir çevresel tehdittir. Taşkın kapasitesinin net olarak tespit edilmemiş olması ve dere yataklarının bakımsızlığı bu tehdidi artırmaktadır. Oba Çayı üzerine yapılan kapsamlı bir hidrolojik modelleme çalışmasında, 50 ila 500 yıllık tekerrür aralıklarına göre hesaplanan taşkın senaryoları oluşturulmuş ve MIKE programı kullanılarak taşkın

yayılım alanları haritalandırılmıştır [20]. Analizlere göre, 50 yıllık taşkında su 5,87 km²'lik alana yayılırken, bu alan 500 yıllık taşkında 6,8 km²'ye ulaşabileceği hesaplanmıştır [20]. Oba Mahallesi çevresi, plansız yapılaşma ve dere yatağına yakın konutlar nedeniyle yüksek taşkın riski taşımakta; kritik altyapı tesisleri, özellikle Alanya Eğitim ve Araştırma Hastanesi bu riskten doğrudan etkilenebilecek konumda yer almaktadır [20]. Doğudaki Demirtaş (Sedre) Çayı için yapılan çalışmada ise Demirtaş Çayı'nın Oba Çayı'na göre daha geniş havzaya sahip olmasına rağmen benzer şekilde kıyıya yakın düz alanda yerleşim baskısına maruz kalmıştır. Yapılan çalışmalarda, Sedre Çayı yatağının zamanla yapılaşma ve tarım faaliyetleri nedeniyle daraldığı, yatağın doğal akış rejiminin bozulduğu tespit edilmiştir. Özellikle 2020 sonrası ekstrem yağışlarda dere taşkını nedeniyle ova tabanında geniş alanlar sular altında kalmış, tarım arazileri ve bazı köy yolları zarar görmüştür [21]. Akarsu kesitlerinde mühendislik esaslarına dayanmayan düzenlemeler, düzenli bakım ve temizlik eksikliği ile iklim değişikliğine bağlı olarak şiddeti ve frekansı artan ekstrem yağışlara karşı yeterli hidrolik kapasite kontrolünün yapılmaması, Alanya'daki taşkın riskini belirgin biçimde artırmaktadır. Bu durum, özellikle dere yataklarının daraltıldığı veya beton kanallarla doğal akış rejiminin bozulduğu alanlarda suyun yataktan taşmasına ve çevredeki yerleşim alanlarının zarar görmesine neden olmaktadır. Bu nedenle, taşkın yönetimi kapsamında dere yatağı düzenlemeleri, yapılaşmadan kaçınılması ve erken uyarı sistemlerinin kurulması gibi bütüncül önlemlerin alınması gerekliliği vurgulanmaktadır [20], [21].

Akarsulardan deniz tarafına doğru inildiğinde farklı sorunlar baş göstermektedir. Deniz suyu kalitesi yaz sezonlarında atıksu kaynaklı olarak bozulmakta; fekal kirlilik nedeniyle pek çok hastalık vakası bildirilmekte, ayrıca deniz suyunun görsel kalitesine ilişkin çok sayıda şikâyet iletilmektedir [22]. Bölgedeki turizme bağlı artan nüfusun deniz suyu kalitesi üzerindeki etkisini ortaya koymak amacıyla, geçmiş yıllara ait kurumlar tarafından paylaşılan veriler değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, 2012–2020 yılları arasında turizm sayısına bağlı olarak Alanya sahilinde ölçülen E. coli konsantrasyonlarının karşılaştırma grafiği Şekil 6'da sunulmuştur.



Şekil 6. Antalya ili için temmuz ayı turist sayıları ile Alanya kıyısındaki dört izleme noktasında (MP1-MP4) ölçülen E. coli konsantrasyonlarının 2012-2020 yılları içindeki değişimi. Bakanlık veri paylaşım metodunu değiştirdiği için sonraki yıllar karşılaştırmalı eklenememiştir.

Şekil 6’daki grafik, turistik yoğunluğun arttığı yıllarda mikrobiyolojik yükün de belirgin şekilde yükseldiğini göstermektedir. Özellikle 2019 yılında bölgeye gelen yaklaşık 7,5 milyon turist ile aynı dönemde E. coli değerlerinin MP2 ve MP3 noktalarında 70–90 kob/100 mL aralığına çıktığı görülmektedir. Buna karşın pandemi koşullarında turizmin durma noktasına geldiği 2020 yılında E. coli konsantrasyonları tüm noktalarda neredeyse sıfıra yaklaşmıştır. Bu durum, insan faaliyetlerinin özellikle de yoğun kıyı kullanımının, rekreasyon baskısının ve sahil yakınındaki işletme faaliyetlerinin mikrobiyolojik su kalitesini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, Akdeniz kıyılarında gerçekleştirilen çalışmalarda da yüksek sezon turistik baskının fekal indikatör bakterilerin artışıyla güçlü biçimde ilişkili olduğu gösterilmiştir [23], [24].

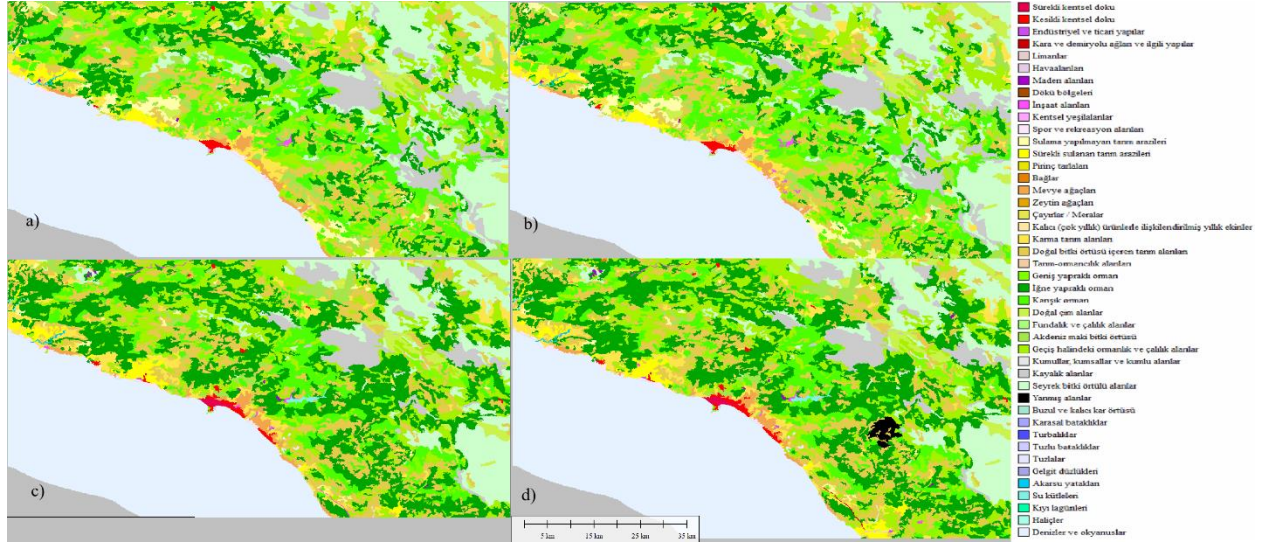
Pandemi dönemine ilişkin uluslararası gözlemler de bu sonucu desteklemektedir. Örneğin, COVID-19 nedeniyle turizmin azaldığı birçok kıyı kentinde kıyı suyunun mikrobiyolojik kalitesinin hızla iyileştiği, E. coli ve enterokok seviyelerinin normal sezon ortalamasının çok altına düştüğü rapor edilmiştir [25]. Bu iyileşme hem banyo yoğunluğunun ortadan kalkması hem de sahil yakınındaki ticari faaliyetlerin (duş alanları, yüzme ekipmanı kiralama, yeme-içme tesisleri vb.) atık yükünü azaltmasıyla ilişkilendirilmiştir. Alanya özelinde 2020 verilerinin ani düşüş göstermesi, kıyı su kalitesinin turistik kullanım yoğunluğuna ne kadar duyarlı olduğunu ve insan kaynaklı baskıların kaldırılması halinde ekosistemin hızlı biçimde toparlanabildiğini göstermektedir. Bu bulgu, kıyı yönetiminde taşıma kapasitesi, atık yönetimi ve izleme sıklığının artırılması gibi sürdürülebilir turizm ilkelerinin önemini bir kez daha vurgulamaktadır. Sürekli izleme noktaları kurularak hem akarsu çıkışlarının hem de deniz içindeki kullanım alanlarının daha sık ve periyodik izlenmesi çevre sağlığı ve turizm kalitesi açısından önemlidir.

2.4 Bitki Örtüsü, Tarım Dokusu ve Arazi Kullanımı

Alanya yüzölçümünün yaklaşık %60-65’i orman ve makilik alanlarla kaplı olup Türkiye orman varlığının %0,5’ini barındırmaktadır [26]. İlçede doğal bitki örtüsü Akdeniz ikliminin tipik unsurlarından oluşur: düşük rakımlı kıyı ve yamaçlarda maki formasyonu (defne, zeytin, keçiboynuzu, kermes meşesi, mersin gibi sürekli yeşil çalılar) yaygındır; ormanlar ise daha çok yüksek kesimlerde yoğunlaşır [26]. Alanya’nın dağlık arka planında kızılçam ormanları alt kotlarda kıyıya yakın alanlarda dahi görülürken, yükseldikçe karaçam, sedir ve ardıc gibi iğne yapraklı ağaç toplulukları belirir. Kıyıya yakın bazı bölgelerde uzun yıllar yakacak elde etmek, tarla açmak veya inşaat yapmak amacıyla tahrip edilen ormanların yerini çalı formasyonları (fundalık) almıştır [26]. Bunun yanında ilçenin yaklaşık %6’sını çayır-mera niteliğindeki otsu formasyonlar oluşturur [27]. Dolayısıyla, Alanya’nın bitki örtüsü sahilden yüksek yaylalara doğru makiden kızılçam ormanlarına, ardından yüksek rakımlı karışık iğne yapraklı ormanlara ve yer yer dağ bozkırlarına geçiş sunan zengin bir çeşitlilik gösterir.

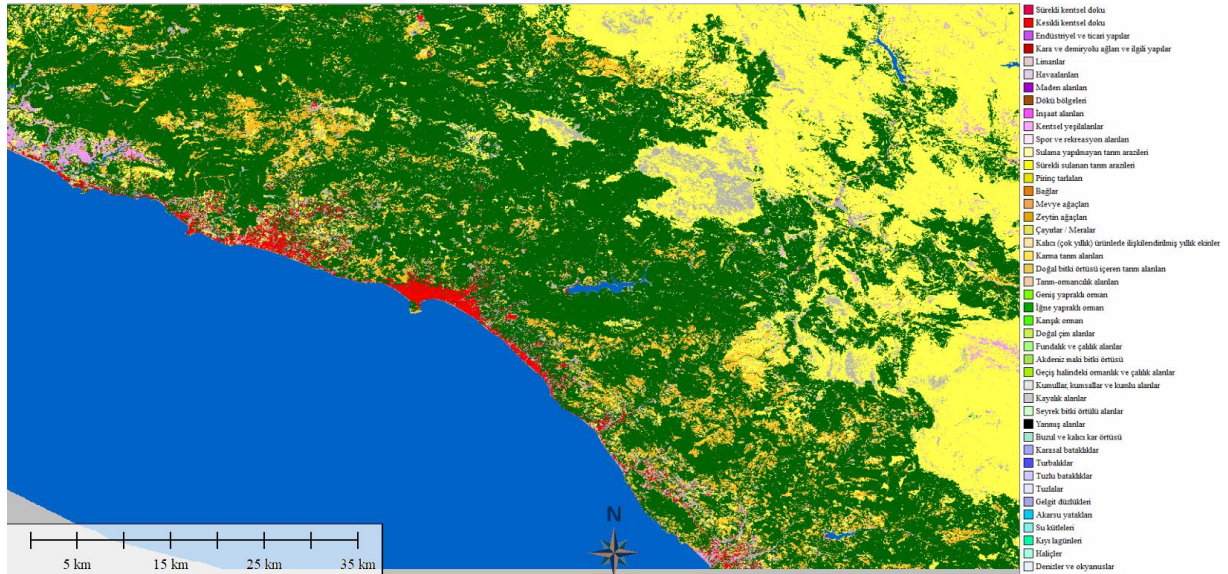
Alanya, iklim avantajıyla Türkiye’nin subtropikal tarım merkezlerindendir; başlıca tarımsal ürünler muz, avokado, turuncgiller ve örtü altı sebzelerdir. Alanya’da 2023 yılı itibarıyla toplam 273.936 ton sebze ve 191.148 ton meyve üretimi gerçekleştirilmiştir; sebze üretiminin %76’sı örtü altı tarımdan sağlanmış olup domates, biber, patlıcan gibi ürünler başı çekmektedir. Meyve grubunda ise 162.957 ton muz ve 18.510 ton avokado üretimiyle Türkiye üretiminin büyük kısmı karşılanmakta; narenciye grubunda ise 9.000 ton portakal, 8.000 ton mandalina ve 5.200 ton limon üretimi ile bölgenin geleneksel bahçecilik kültürü sürdürülmektedir [28]. Ancak, hızlı kentleşme ve turizm yatırımları bu dengede büyük değişimlere yol açmıştır. Resmî çevre durum raporlarına göre 2007-2015 yılları arasında Alanya’da tarım arazileri %32, orman alanları %19 azalmıştır [29]. Özellikle kıyı şeridinde ve ovada tarım alanları ile makilik/orman örtüsü yerini otellere, ikinci konutlara ve kentsel altyapıya bırakmıştır [26], [29]. Nitekim 1/100.000 ölçekli plana göre kıyı boyunca kentsel gelişme alanları neredeyse mevcut yerleşimin %76’sı kadar geniş bir alanı kaplayacak şekilde öngörülmüş; bu durum tarım ve orman arazileri üzerindeki baskıyı daha da artırmıştır [29]. Sonuç olarak Alanya’da turizm kaynaklı kentleşme baskısı, son 10-20 yılda arazi kullanım yapısını önemli ölçüde dönüştürmüştür; tarım ve doğal alanların payı azalırken, yerleşim ve turizm alanları hızla genişlemiştir [29]. Şekil 7’te 2000 yılı başlangıcı itibarıyla 6 yıllık aralıklarla hazırlanmış CORINE arazi kullanım verisi kullanılarak Alanya ilçesine ait yüzey sınıflandırması dağılımı haritalandırılmıştır [30].

Haritanın sağ tarafında renklerin temsil ettiği arazi kullanım türlerine ait gösterim sunulmaktadır. Kırmızı tonlarındaki alanlar yerleşim yerlerini göstermektedir. CORINE arazi kullanım verisine göre Alanya'da yerleşim alanı 18 yıllık bir süre içinde yaklaşık olarak 4 kat artmıştır.



Şekil 7. Alanya ilçesindeki arazi kullanım sınıflarının gösterim haritası a) 2000, b) 2006, c) 2012 ve d) 2018 yılına ait arazi kullanım türleri CORINE uydu veri tabanı verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Daha yüksek çözünürlüklü ve daha güncel bir yüzey kullanım sınıflandırması için Esa Worldcover veri tabanı kullanılarak Şekil 8 elde edilmiştir [31]. Bu görselde CORINE verisine göre daha geniş bir alanın yerleşim yeri sınıfı olarak tespit edildiği görülmektedir. Bu durum ESA verisinin CORINE verisine göre daha yüksek konumsal çözünürlüğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır. CORINE verisi 100x100 m konumsal çözünürlüğe sahip iken ESA çözünürlüğü ise 10x10 m'dir. Bu durum CORINE verisinde çözünürlük sınırlamaları nedeniyle pek çok yapısal alanın kapsam dışı kalması ve dolayısıyla tespit edilememesinden kaynaklanmaktadır. Ancak yine de esas yerleşim alanındaki değişim 2020 yılı COVID-19 pandemisi ve Rusya-Ukrayna savaşı sonrasında meydana gelen yabancı göçü ile yaşanmıştır.

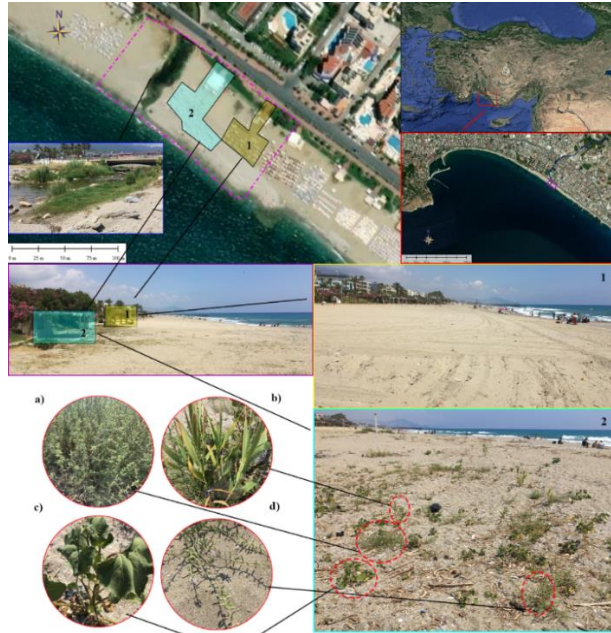


Şekil 8. Alanya için 2020 yılına ait arazi kullanım haritası. Esa Worldcover veri tabanı kullanılarak hazırlanmıştır.

Şekil 7 ve Şekil 8’de sunulan arazi kullanım haritaları, metinde tartışılan kentsel yayılma ve tarım alanı kaybı eğilimlerini mekânsal olarak desteklemektedir. Özellikle kırmızı tonlarla gösterilen yerleşim alanlarının zaman içinde kıyı ovası boyunca genişlediği ve tarım alanlarıyla örtüştüğü açıkça görülmektedir.

2019-2020 yıllarında yaşanan COVID-19 pandemisi Alanya’nın sahil bölgesinde önemli bir ayrıntıyı ortaya çıkartmıştır. Turizm sezonu öncesinde (genellikle Mart-Nisan ayları) kıyıdaaki kullanılan alanlar taranarak temizlenir. Bu durum kumun havalandırılması ve çeşitli iri kirleticilerin (ambalajlar, izmaritler vb.) uzaklaştırılması için yapılsa da önemli bir faktör göz ardı edilir. Şekil 9’da pandemi döneminin hemen sonrasında Nisan 2021 tarihinde aynı bölgedeki kumul bitki sisteminin durumu sunulmaktadır. Görselde 1 numaralı alan, turizm sezonuna hazırlık yaparak kumsalı “temizlenen” ve bitki gelişiminin engellendiği sahil kesimini; 2 numaralı alan ise pandemi süresince ve sonrasında müdahale yapılmayan ve doğal bitki örtüsünün yeniden gelişme imkânı bulduğu sahil parçasını göstermektedir. Bu doğal toparlanma sürecinde, *Salsola soda* (a), *Arundo donax* (b), *Xanthium strumarium* (c) ve *Cakile maritima* (d) gibi kumul bitkileri, kıyı yüzeyinde yeniden yayılım göstermiştir. Bu türler, kıyı kumullarında kumun stabilizasyonunu sağlayan, organik madde birikimini artıran ve mikro habitat çeşitliliğini destekleyen doğal kumul bitkileridir [32], [33], [34]. Özellikle *C. maritima*, rüzgârla taşınan kumu yakalayarak embriyonik kumul oluşumunu başlatma kapasitesine sahiptir [35].

Pandemi süreci, tüm dünyada olduğu gibi Alanya sahilinde de insan etkisinin geçici olarak ortadan kalkmasının, kıyı ekosisteminin ne denli hızlı toparlanabileceğini göstermiştir. Doğal bitki örtüsünün yeniden yayılmasıyla birlikte, rüzgâr erozyonunun azaldığı, kumun sabitlendiği ve plaj yüzeyinde mikro-topografik yapıların oluştuğu söylenebilir. Buna karşın, turistik sezona hazırlanan 1 numaralı bölgede bitki gelişimi sürekli engellendiğinden, kum yüzeyinin çıplak kaldığı ve daha savunmasız hale geleceği tahmin edilebilir. Uluslararası literatürde de benzer sonuçlara ulaşılmış; örneğin Latin Amerika’daki plajlarda pandemi süresince temizlik yapılmayan bölgelerde hem bitki örtüsü hem de hayalet yengeç popülasyonları artarken, temizliğin sürdüğü alanlarda ekolojik iyileşmenin görülmediği rapor edilmiştir [36]. Bu durum, kıyı kumul bitki örtüsünün yalnızca biyolojik çeşitlilik açısından değil, aynı zamanda kıyı çizgisinin korunması ve erozyona karşı doğal bariyer işlevi açısından da vazgeçilmez olduğunu ortaya koymaktadır [37].



Şekil 9. Pandemi döneminde Alanya sahilinde gözlemlenen bitki örtüsündeki değişimi ve bu değişimin mekânsal dağılımını gösteren görsel kompozit

3. ÇEVRESEL VE İKLİMSEL KIRILGANLIĞIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışmada Alanya’nın mevcut çevre problemleri (kıyı erozyonu, arazi kullanım değişimi, su kaynakları baskısı, taşkın riski, kentsel yayılma, turizm baskısı, ekosistem tahribatı ve deniz suyu kalitesi) bütünleşik bir çerçevede ele alınarak, uluslararası literatürde yaygın olarak kullanılan çevre ve iklim kırılganlığı yaklaşımları ile değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan temel kavramların kavramsal ayrımının yapılması ve kavramların açıklaması önemlidir. “**Baskı**”, turizm, tarım, kentleşme ve iklim değişikliği gibi doğal ve insan kaynaklı süreçlerin çevresel sistemler üzerindeki itici kuvvetlerini ifade etmektedir. “**Etki**”, bu baskıların ekosistemler, su kaynakları, arazi kullanımı ve insan yerleşimleri üzerinde ortaya çıkardığı fiziksel, ekolojik veya sosyo-ekonomik sonuçları tanımlar. “**Risk**”, belirli bir tehlikenin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkabilecek olumsuz etkilerin olasılığı ve büyüklüğü ile ilişkilidir. “**Kırılganlık**” ise, maruziyet, duyarlılık ve uyum kapasitesinin bileşkesi olarak, bir sistemin söz konusu baskı ve risklere karşı zarar görme eğilimini ifade etmektedir. Bu kavramsal çerçeve, çalışmanın tüm değerlendirme ve yorumlarında tutarlı biçimde esas alınmıştır.

IPCC’nin “kırılganlık = maruziyet (exposure) + duyarlılık (sensitivity) – uyum kapasitesi (adaptive capacity)” çerçevesi ve Akdeniz odaklı son değerlendirme raporlarında kullanılan kırılganlık bileşenleri esas alınarak yorumlar üretilmiştir [38][39].

3.1 Yöntemsel Çerçeve ve Endeks Yaklaşımı

Bu çalışmada, çevresel ve iklimsel kırılganlık değerlendirmesi sayısal bir indeks üretmek yerine nitel bir çerçeve üzerinden ele alınmıştır. Bu tercih, metodolojik bir eksiklikten ziyade, çalışma alanına ilişkin verilerin zamansal süreklilik, mekânsal çözünürlük ve gösterge uyumluluğu açısından heterojen bir yapı sergilemesi nedeniyle bilinçli olarak yapılmıştır. Farklı kaynaklardan elde edilen verilerin tek bir sayısal indeks altında birleştirilmesinin, belirsizlikleri artırarak yanıltıcı sonuçlara yol açabileceği değerlendirilmiştir. Bu nedenle çalışma, karar vericiler için risk alanlarını ve öncelikleri daha şeffaf biçimde ortaya koyan nitel bir kırılganlık yaklaşımını benimsemiştir.

Kırılganlık değerlendirmesinde üç temel bileşen dikkate alınmıştır:

Maruziyet (Exposure): Alanya’nın iklim ve çevre kaynaklı tehlikelere coğrafi ve fiziksel olarak ne ölçüde maruz kaldığını ifade eder. Bu bileşeni temsil eden göstergeler:

- E1-Düşük kotlu kıyı alanlarının oranı (%): Deniz seviyesinin yükselmesi, kıyı erozyonu ve meteotsunami tehdidine maruz kalan sahil şeridi.
- E2-Taşkın tehlike alanı içinde kalan yerleşim ve altyapı yüzdesi (%): Oba ve Demirtaş (Sedre) çaylarının taşkın yayılım haritaları dikkate alınarak belirlenmiştir.
- E3-Kuraklık ve su kıtlığı eğilimi: 1979–2024 döneminde sıcaklık artışı ve yağış azalması ile temsil edilen iklim trendleri.
- E4-Turistik sezonlardaki nüfus artışı (turist/sabit nüfus oranı): Yaz aylarındaki geçici nüfus yükü ve buna bağlı su, atık ve kıyı kullanım baskısı.

Duyarlılık (Sensitivity): Doğal ve sosyo-ekonomik sistemlerin bu tehlikelere ne kadar hassas olduğunu tanımlar. Alanya için seçilen göstergeler:

- S1-Kıyı kumul ve plaj ekosistemlerinin durumu: Bitki örtüsünün tahribi, kumul bitkilerinin (Cakile maritima, Salsola soda vb.) baskılanması ve kıyı temizliği uygulamalarının sıklığı.
- S2-Tarım alanlarının kentleşme ve turizm baskısı altındaki oranı: 2000–2018 CORINE arazi kullanımı ve 2020 ESA Worldcover verileri ile belirlenen tarım alanı kaybı.
- S3-Su kaynaklarının sektörel kullanım yoğunluğu: Tarımsal sulama, içme-kullanma, turizm ve enerji (Dim Barajı) amaçlı kullanımın toplam su bütçesine oranı.
- S4-Halk sağlığı açısından duyarlılık: Deniz suyu kalitesinde E. coli artışı, kıyı rekreasyon alanlarında fekal kirlilik ve turistik yoğunlukla ilişkili şikâyet/allık verileri.

Uyum Kapasitesi (Adaptation Capacity): Alanya’nın çevresel ve iklimsel baskılara karşı zorlanmış sistemlerini koruma, zararları azaltma ve uyum sağlama kapasitesini ifade eder:

- AC1-Planlama ve mevzuat altyapısı: İklim değişikliği, taşkın ve kıyı alanı yönetimi ile ilgili yerel ve bölgesel planların varlığı ve bağlayıcılığı.
- AC2-İzleme ve veri altyapısı: Kıyı erozyonu, deniz suyu kalitesi, taşkın, yeraltı suyu, arazi kullanımı ve iklim verileri için süreklilik arz eden izleme ağının düzeyi.
- AC3-Yeşil ve mavi altyapı uygulamaları: Doğaya yakın taşkın önlemleri, kıyı kumul ve bitki restorasyonu, yeşil koridorlar, sulak alanların korunması.
- AC4-Sosyo-ekonomik ve kurumsal kapasite: Yerel yönetimlerin teknik/kurumsal kapasitesi, halkın farkındalık düzeyi, turizm ve tarım sektörlerinin uyum odaklı uygulamaları.

3.2 Alanya’nın İklim ve Çevre Kırılganlığı

Mevcut çevre problemleri ve önceki bölümlerde sunulan bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Alanya için bileşen bazlı kırılganlık şöyle özetlenebilir:

Maruziyet (E)-Yüksek:

- Dim Çayı deltasında 18 hektarlık plaj alanının kaybı ve 80 m’ye varan kıyı gerilemesi,
- Oba ve Demirtaş (Sedre) çaylarında taşkın yayılım alanlarının genişliği ve kritik altyapıların bu alanların içinde yer alması,
- 1979–2024 döneminde ortalama hava sıcaklığında $\sim +2$ °C artış ve yıllık yağışta %25 azalma eğilimi,
- Yaz döneminde turist sayısının sabit nüfusu katlayan düzeylere çıkması,

Alanya’nın hem kıyı tehlikelerine hem de hidroklimatik şoklara yüksek düzeyde maruz olduğunu göstermektedir. Bu nedenle E niteliksel olarak **“yüksek”** sınıfında değerlendirilmiştir.

Duyarlılık (S) – Orta-yüksek:

- Kıyı kumul bitkilerinin rutin plaj temizliği ile baskılanması ve yalnızca pandemi döneminde kendini yenileyebilmiş olması,
- 2000–2018 arasında arazi kullanımında yerleşim alanının yaklaşık 4 kat artması; tarım ve orman alanlarında ise belirgin azalmalar,
- Su kaynaklarının aynı anda hidroelektrik, sulama, içme suyu ve turizm için kullanılması ve kıyı akiferlerinde tuzlanma eğilimi,
- Deniz suyu kalitesinde turistik yoğunlukla paralel E. coli artışlarının gözlenmesi ve sağlık risklerinin rapor edilmesi,

doğal sistemlerin ve insan yerleşimlerinin tehlikelere karşı hassas ve kırılgan olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre S **“orta-yüksek”** aralığında kabul edilmiştir.

Uyum Kapasitesi (AC) – Orta / yer yer düşük:

Taşkın modelleme çalışmaları (Oba ve Demirtaş havzaları için MIKE tabanlı senaryolar) önemli bir başlangıç olmakla birlikte,

- Kıyı yönetimi, kumul restorasyonu, taşkın koruma ve su kaynakları planlamasında ekosistem temelli ve iklim uyumlu uygulamaların sınırlı olması,
- Arazi kullanım kararlarının (özellikle kıyı boyunca) turizm baskısı altında ekolojik eşikleri zorlaması,
- Sürekli ve çok bileşenli bir izleme ağının (kıyı erozyonu, yeraltısuyu tuzluluğu, deniz suyu kalitesi, kumul bitki örtüsü vs.) henüz kurumsallaşmamış olması,

uyum kapasitesinin **orta** düzeyde, bazı alt bileşenlerde ise **düşük** kaldığını göstermektedir.

Bu niteliksel değerlendirmeye göre, Alanya için bütünleşik çevresel ve iklimsel kırılganlık (V) “**yüksek kırılganlık**” bandında yer almaktadır. Başka bir deyişle, maruziyet ve duyarlılığın yüksek olduğu; buna karşın uyum kapasitesinin sınırlı kaldığı bir sistem söz konusudur. Bu yapı, Akdeniz kıyı kentleri için yapılan bölgesel değerlendirmelerle uyumlu olup, Alanya’nın da IPCC ve bölgesel değerlendirme raporlarında tanımlanan “iklim sıcak noktası” (climate hotspot) içinde yer aldığını göstermektedir.

3.3 Öncelikli Kırılganlık Alanları

Değerlendirme çıktılarının niteliksel sentezi ile Alanya için üç ana kırılganlık kümesi öne çıkmaktadır. Bunlar;

Kıyı Sistemi Kırılganlığı

Kıyı erozyonu, sediment açığı, meteotsunami ve fırtına etkileri,
Kıyı kumul ekosistemlerinin tahribi ve bitki örtüsünün baskılanması,
Turizm sezonunda yoğun kıyı kullanımı ve deniz suyu kalitesi bozulması.

Su Kaynakları ve Taşkın Kırılganlığı

Azalan yağışlar ve artan sıcaklıklar altında su arz–talep dengesinin bozulması,
Kıyı akiferlerinde deniz suyu girişimi ve tuzlanma,
Oba ve Demirtaş (Sedre) çaylarında taşkın kapasitesinin yetersizliği, dere kesitlerinde mühendislik esaslarına uygun olmayan müdahaleler ve plansız yapılaşma.

Arazi Kullanımı ve Ekosistem Kırılganlığı

Tarım ve orman alanlarının turizm ve kentsel gelişme baskısı ile daralması,
Toprak geçirimsiz yüzeylerin artışı ve yüzey akışının şiddetlenmesi,
Biyolojik çeşitlilik kaybı ve ekosistem hizmetlerinde azalması şeklindedir.

4. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Önceki bölümlerde ortaya konan bulgular birlikte değerlendirildiğinde, Alanya’da çevresel baskıların hem tür hem etki alanı bakımından birbirini güçlendiren, çok katmanlı bir yapı sergilediği görülmektedir. Tablo 1’de sunulan baskı sınıflamaları, bu bölümlerde ayrıntılı olarak tartışılan nitel değerlendirmelerin karşılaştırmalı bir özetini yansıtmakta olup, turizm ve kentleşme baskısının kıyı ekosistemi, su kaynakları ve özellikle arazi kullanımı üzerinde yüksek–çok yüksek düzeyde bir baskı oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Kıyı şeridindeki yapılaşma, plaj temizliği uygulamalarıyla birleşerek kumul bitki örtüsünün büyük ölçüde baskılanmasına ve kıyı morfolojisinin doğal kendini yenileme kapasitesinin zayıflamasına yol açmaktadır. Aynı baskı, artan konut ve turistik tesis sayısı üzerinden hem su tüketimini artırmakta hem de atıksu yükü ve yüzeysel kirliliği büyütürken su kaynakları üzerinde “yüksek” düzeyde bir baskı yaratmaktadır. Arazi kullanımında tarım ve orman alanlarının yerini hızla yerleşim ve turizm alanlarının alması ise, önceki bölümlerde sunulan arazi kullanım verileri ve literatür bulgularıyla uyumlu biçimde, “çok yüksek” düzeyde bir baskı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. Alanya ilçesinde dört ana çevresel baskı kaynağına karşılık dört çevresel alan için tespiti

Baskı Kaynağı ↓ / Çevresel Alan →	Kıyı Ekosistemi (Erozyon/Tahribat)	Su Kaynakları (Kıtlık/Kirlilik)	Arazi Kullanımı (Tarım/Orman Kaybı)	Taşkın Riski (Altyapı Güvenliği)
Turizm ve Kentleşme Baskısı	Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek	Orta-Yüksek
İklim Değişikliği Etkileri	Yüksek	Çok Yüksek	Orta-Yüksek	Çok Yüksek
Göç ve Hızlı Nüfus Artışı	Orta-Yüksek	Yüksek	Yüksek	Orta
Tarımsal Yoğunlaşma	Düşük-Orta	Yüksek	Yüksek	Orta
Seviye	Renk Kodu	Anlamı ve Makale Dayanağı		
Çok Yüksek	Kırmızı	Kritik risk, acil eylem gerektirir (Örnek: Tarım arazisi kaybı ve %25 yağış düşüşü).		
Yüksek	Turuncu	Önemli risk altında ve dikkat gerektirir (Örnek: E. coli kirliliği ve kıyı erozyonu).		
Orta-Yüksek	Açık Turuncu	Artan baskı altında.		
Orta	Sarı	Yönetilebilir baskı.		
Düşük-Orta	Açık Yeşil	Görece daha az baskı altında.		

İklim verilerine dayalı bulgular, Alanya’nın çevresel kırılganlığını belirleyen temel itici güçlerden birinin hidroklimatik değişimler olduğunu göstermektedir. Yıllık ortalama sıcaklıkta yaklaşık 2°C’lik artış, özellikle yaz döneminde su talebini artırarak turizm ve tarım kaynaklı baskıları güçlendirmektedir. Buna karşılık, yıllık yağış toplamında gözlenen yaklaşık %25’lik azalma, yüzey ve yeraltı su kaynaklarının yenilenme kapasitesini sınırlamakta ve kuraklık-taşkın döngüsünü daha kırılgan hale getirmektedir. Literatürde Akdeniz havzası için rapor edilen benzer eğilimler, Alanya’nın bölgesel ölçekte tanımlanan bir iklim “sıcak noktası” içinde yer aldığını teyit etmektedir. Bu bağlamda iklim değişikliği, tek başına bir çevresel sorun olmanın ötesinde, mevcut kentsel, tarımsal ve turistik baskıların etkisini çarpan şeklinde artıran yapısal bir risk faktörü olarak değerlendirilmektedir.

İklim değişikliği etkileri, Tablo 1’de özellikle su kaynakları ve taşkın riski açısından “çok yüksek” sınıfında yer almaktadır. 1979–2024 döneminde yıllık ortalama sıcaklığın yaklaşık 2 °C artması ve yıllık yağış toplamının %25 civarında azalması hem mevcut su potansiyelini azaltmakta hem de kuraklık–ani taşkın döngüsünü kuvvetlendirmektedir. Dim ve Oba çayları üzerinde gerçekleştirilen taşkın modelleme çalışmaları, kısa süreli şiddetli yağışlarda taşkın yayılım alanlarının genişlediğini ve kritik altyapının risk

altında olduğunu göstermiştir; bu nedenle iklim kaynaklı yağış rejimi değişimleri, taşkın riski başlığında “çok yüksek” baskı kategorisine alınmıştır. Aynı zamanda deniz seviyesindeki yükselme ve meteotsunami sıklığındaki artış, kıyı erozyonu ve tuzlu su girişi risklerini artırarak kıyı ekosistemi için iklim kaynaklı baskıyı “yüksek” düzeye taşımaktadır.

Göç ve hızlı nüfus artışı, Alanya’da gözlenen çevresel baskıların mekânsal dağılımını ve şiddetini pekiştiren bir diğer önemli faktördür. Pandemi sonrasında ve bölgesel jeopolitik gelişmelerle birlikte artan dış göç, konut ve hizmet altyapısı talebini yükseltmiş; bu durum özellikle ova kesiminde yeni yerleşim alanlarının açılması, kıyı boyunca ikinci konut ve apart otel niteliğindeki yapıların çoğalması şeklinde kendini göstermiştir. Bu süreç, kıyı ekosistemi ve taşkın riski açısından orta–yüksek, su kaynakları ve arazi kullanımı açısından ise yüksek baskı düzeyi ile nitelendirilmiştir. Yani göç, doğrudan bir iklim tehlikesi olmaktan ziyade, mevcut kentleşme eğilimlerini hızlandırarak su talebini, atık üretimini ve geçirimsiz yüzey oranını artıran, dolaylı fakat güçlü bir baskı kaynağı olarak değerlendirilmiştir.

Tarımsal yoğunlaşma başlığı ise diğer baskı kaynaklarına göre daha heterojen bir tablo sunmaktadır. Özellikle muz ve avokado başta olmak üzere subtropikal meyve bahçelerinin genişlemesi ve örtü altı tarımın yaygınlaşması, su kaynakları ve arazi kullanımı üzerinde yüksek; taşkın riski ve kıyı ekosistemi üzerinde ise orta veya düşük–orta düzeyde baskı yaratmaktadır. Sulama suyu talebinin artması ve bazı alanlarda yeraltı suyu kullanımının yoğunlaşması, kıyı akiferlerinde tuzlanma riskini büyümekte; aynı zamanda sera ve bahçe alanlarının taşkın ovalarına doğru genişlemesi, ekstrem yağışlarda tarımsal zararları artırmaktadır. Buna karşın, iyi planlandığı takdirde tarım alanlarının betonlaşmaya alternatif oluşturma ve yeşil kuşak işlevi görme potansiyeli de vardır; bu nedenle tarımsal yoğunlaşma, diğer baskı kaynaklarına kıyasla hem risk hem de fırsat içeren daha “yönetilebilir” bir baskı kategorisi olarak değerlendirilmiştir.

Renk kodu ile tanımlanan nitel sınıflar (kırmızı: çok yüksek, turuncu: yüksek, açık turuncu: orta–yüksek, sarı: orta, açık yeşil: düşük–orta) makaledeki nicel ve nitel bulgulara dayandırılmış olup, yalnızca görece bir risk derecelendirmesi değil, aynı zamanda eylem önceliği önerisi sunmaktadır. Turizm ve kentleşme ile iklim değişikliği etkilerinin “yüksek” ve “çok yüksek” kategorilerde yoğunlaşması, Alanya’da öncelikli olarak ele alınması gereken iki baskı alanını işaret etmektedir. Göç–nüfus artışı ve tarımsal yoğunlaşma ise, doğru planlama ve uyum stratejileri geliştirildiği takdirde yönetilebilir düzeyde olmakla birlikte, su kaynakları ve arazi kullanımı üzerindeki baskıları nedeniyle göz ardı edilmemelidir. Sonuç olarak, Alanya için çizilen bu nitel kırılganlık matrisi, ilçenin çevresel ve iklimsel risklere karşı yüksek kırılganlık sergilediğini; özellikle kıyı ekosistemi, su kaynakları ve taşkın riski eksenlerinde bütüncül, ekosistem temelli ve iklim uyum odaklı politikaların gecikmeden hayata geçirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, Alanya özelinde çevresel ve iklimsel baskıları tekil başlıklar altında ele almak yerine, kıyı ekosistemleri, su kaynakları, arazi kullanımı ve taşkın riski gibi bileşenleri bütüncül bir kırılganlık çerçevesi içinde birlikte değerlendirmesidir. Çalışma, sayısal bir kırılganlık indeksi üretmek yerine, veri heterojenliği dikkate alınarak nitel bir yaklaşımı bilinçli biçimde benimsemiş; böylece yerel ölçekte karar vericiler için risk alanlarını, öncelikleri ve etkileşimleri daha şeffaf ve yorumlanabilir bir biçimde ortaya koymuştur. Ayrıca uzun dönemli iklim eğilimlerinin (sıcaklık artışı ve yağış azalması) kıyı erozyonu, su stresi ve arazi kullanım değişimleriyle birlikte ele alınması, Alanya’nın Akdeniz kıyı kentleri içinde bir “iklim ve çevresel kırılganlık sıcak noktası” olarak konumlandırılmasına yeni ve yerel ölçekli bir bakış sunmaktadır.

5. ÖNERİLER VE FIRSATLAR

Alanya’da çevresel ve iklimsel kırılganlıkların giderek belirginleştiği bu dönemde, yerel yönetimlerin riskleri azaltmaya yönelik bütüncül, bilim temelli ve ekosistem odaklı stratejiler geliştirmesi kritik önem taşımaktadır. Çalışmada ortaya konan bulgular, özellikle kıyı ekosistemi, su kaynakları, arazi kullanımı ve taşkın riski gibi alanlarda baskı düzeylerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu durum, yerel yönetimlere hem kısa vadede müdahale gerektiren riskler hem de uzun vadeli stratejik planlama gerektiren yapısal

dönüşüm alanları sunmaktadır. Kıyı şeridinin korunması, kumul bitki örtüsünün yeniden kazanılması ve kıyı bakım uygulamalarının ekosistem temelli bir yaklaşımla yeniden düzenlenmesi özellikle de ana gelir kaynağı turizm olan bir kentte en öncelikli eylemler arasına alınmalıdır. Su kaynaklarının giderek artan bir talep baskısı altında olması, özellikle yaz aylarında turizm ve tarımın yoğunlaştığı dönemlerde su arz-talep dengesinin dikkatle yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle yeraltı suyu seviyelerinin ve tuzluluk eğiliminin sürekli izlenmesi, su verimliliği uygulamalarının teşvik edilmesi ve atıksu geri kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir. Aynı şekilde, taşkın riskinin arttığı Dim ve Oba Çaylarında dere yataklarının sağlıklı bir şekilde işletilmesi, taşkın alanlarında yapılaşmanın kısıtlanması ve yeşil altyapı uygulamalarının kentsel drenaj sistemlerine entegre edilmesi önem taşımaktadır. Arazi kullanımında ekolojik eşiklerin gözetilmesi, kontrolsüz kentleşme baskısının azaltılması ve doğal-tarımsal peyzajın parçalanmasını önleyici planlama kararları da kırılabilirliği azaltacak temel uygulamalardır.

Bu çalışmada kullanılan nitel analiz tabanlı yaklaşım, Alanya'nın çevresel risk profiline ilişkin güçlü bir çerçeve sunsa da özellikle sayısal veri eksikliği bazı bileşenlerin karşılaştırmalı analizine imkân tanımamıştır. Yeraltı suyu çekim miktarları, kıyı çizgisi değişim hızları, deniz suyu kalite parametreleri, kentsel altyapı kapasite haritaları ve uzun dönemli arazi kullanım verilerindeki eksiklikler, çevresel baskıların nicel olarak ölçülmesini ve zaman içinde trend analizlerinin yapılmasını sınırlamaktadır. Bu nedenle belediye, üniversite ve ilgili kurumların iş birliğiyle açık veri temelli bir çevresel izleme sisteminin kurulması büyük önem taşımaktadır. Uydu görüntüleri, sensör tabanlı su ve hava izleme çözümleri, kentsel CBS altyapısı ve düzenli yıllık çevre durum raporları, gelecekte yapılacak kırılabilirlik değerlendirmelerinin doğruluğunu ve karşılaştırılabilirliğini önemli ölçüde artıracaktır.

Öte yandan bu çalışmada kapsam dışı bırakılan ancak bölgenin sürdürülebilirliği açısından büyük önem taşıyan bazı konuların ilerleyen araştırmalara dahil edilmesi gerekmektedir. Deniz ve kıyı kirliliği, çarpık kentleşme, altyapı yetersizlikleri, tarihi ve kültürel mirasın iklim kaynaklı tehditlere karşı korunması, ulaşım ve trafik baskısı gibi temalar Alanya'nın çevresel performansını doğrudan etkileyen unsurlardır. Özellikle arkeolojik ve kültürel varlıkların sıcaklık, nem değişimleri ve kıyı erozyonu gibi etkilerden zarar görme riski, iklim uyum planlamasında daha fazla dikkate alınmalıdır. Trafik yoğunluğu ve ulaşım kaynaklı emisyonların artışı ise hem hava kalitesini hem de kentsel ısı adası etkisini olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle gelecekte yapılacak çalışmaların çevresel kırılabilirliği yalnızca doğal sistemler üzerinden değil, kentsel sistemlerin işleyişi üzerinden de ele alması gerekmektedir.

Alanya'nın karşı karşıya olduğu bu çok boyutlu riskler, aynı zamanda önemli fırsat alanlarını da beraberinde getirmektedir. İlçede bulunan Alanya Alaaddin Keykubat ve Alanya Üniversiteleri hem bilimsel bilgi üretimi hem de yerel yönetimlere teknik rehberlik sağlama kapasitesiyle bölgenin dönüşümünde kritik aktörleridir. Üniversitelerin mühendislik, şehir planlama, mimarlık, turizm ve iklim çalışmaları alanındaki birikimi, veri eksikliklerinin giderilmesi, uzun dönemli izleme çalışmalarının yürütülmesi ve ekosistem temelli çözüm önerilerinin geliştirilmesi açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Benzer şekilde, Alanya'da giderek artan yabancı yerleşimci ve uzun dönemli ikamet eden uluslararası nüfus, kent kültürünü dönüştüren ve çevre kalitesine ilişkin güçlü beklentiler barındıran bir topluluk olarak görülmelidir. Bu grubun çevresel duyarlılığı, geri dönüşüm uygulamalarına katılımı, sürdürülebilir ulaşım ve yeşil alan kullanımı konusundaki talepleri, yerel yönetimler için önemli bir toplumsal destek ve davranış değişikliği fırsatı yaratmaktadır. Ayrıca kentin turizm ve tarıma alternatif olarak kendine aradığı yatırım fırsatlarında bu problemlerle mücadele araçları ve yatırımları değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, Alanya çevresel ve iklimsel kırılabilirlik açısından hassas bir kıyı kenti olmakla birlikte, doğru planlama, güçlü veri altyapısı ve paydaş iş birliği sayesinde bu kırılabilirlik yönetilebilir ve azaltılabilir niteliktedir. Yerel yönetimlerin, üniversitenin, sivil toplumun ve giderek çeşitlenen toplum yapısının ortak çabası ile Alanya'nın hem doğal ekosistemlerini hem kültürel mirasını hem de ekonomik canlılığını koruyacak sürdürülebilir bir gelecek oluşturması mümkündür. Bu çalışma, söz konusu dönüşümün ilk adımı niteliğinde olup, gelecekte yapılacak daha kapsamlı ve sayısal analizlere zemin hazırlamaktadır.

REFERANSLAR

- [1] E. Ali et al., "Mediterranean Region," Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2023, doi: 10.1017/9781009325844.021.
- [2] S. Djoundourian et al., "Climate and environmental coastal risks in the Mediterranean: Summary for policymakers," 2024, doi: 10.5281/zenodo.10722133.
- [3] D. Schröter et al., "Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe," *Science*, vol. 310, no. 5752, pp. 1333–1337, Nov. 2005, doi: 10.1126/science.1115233.
- [4] A. Y. Yigit, Y. Kaya, and H. I. Senol, "Monitoring the change of Turkey's tourism city Antalya's Konyaaltı shoreline with multi-source satellite and meteorological data," *Applied Geomatics*, vol. 14, no. 2, pp. 223–236, Jun. 2022, doi: 10.1007/s12518-022-00431-5.
- [5] W. Cramer, K. Marini, and J. Guiot, "Climate and environmental change in the Mediterranean basin: Current situation and risks for the future – First Mediterranean Assessment Report," 2020, doi: 10.5281/zenodo.7224821.
- [6] UNEP, "Mediterranean Quality Status Report: The state of the Mediterranean Sea and Coast from 2018–2023," 2023, doi: 10.59117/20.500.11822/46733.
- [7] A. P. García-Nieto et al., "Impacts of urbanization around Mediterranean cities: Changes in ecosystem service supply," *Ecological Indicators*, vol. 91, pp. 589–606, Aug. 2018, doi: 10.1016/j.ecolind.2018.03.082.
- [8] G. T. İçemer and A. Topaloğlu, "Assessment of bathing water and beach sand microbiological quality of Antalya urban beaches and public health risks," *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, vol. 77, no. 80, pp. 77–82, 2020, doi: 10.5505/TurkHijyen.2020.57338.
- [9] Y. Trambly et al., "Changes in Mediterranean flood processes and seasonality," *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 27, no. 15, pp. 2973–2987, Aug. 2023, doi: 10.5194/hess-27-2973-2023.
- [10] M. Wedler, J. G. Pinto, and A. Hochman, "More frequent, persistent, and deadly heat waves in the 21st century over the Eastern Mediterranean," *Science of the Total Environment*, vol. 870, Apr. 2023, doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.161883.
- [11] P. De Peyronnet, "Alanya bölgesinin (Güney Toroslar) jeolojisi, metamorfik boksitin kökeni," *Bulletin of the Mineral Research and Exploration*, vol. 76, no. 76, pp. 98–123, 1971.
- [12] Ş. Beşiktepe, "Alanya sahilleri için büyük tehlike: Kıyı erozyonunun ardından artan meteotsunamiler kapıda!," *Alanya Burada!*, [Online]. Available: <https://www.alanyaburada.com/alanya-sahilleri-icin-buyuk-tehlike-kiyi-erozyonunun-ardindan-artan-meteotsunamiler-kapida>. Accessed: Nov. 26, 2025.
- [13] I. Vilibić, C. Denamiel, P. Zemunik, and S. Monserrat, "The Mediterranean and Black Sea meteotsunamis: An overview," *Natural Hazards*, vol. 106, no. 2, pp. 1223–1267, Mar. 2021, doi: 10.1007/s11069-020-04306-z.
- [14] S. Sarı and N. İnan, "Climate differences in Antalya–Anamur coastal zone," *Marmara Geographical Review*, no. 22, pp. 325–362, Jul. 2010.
- [15] A. Evdilek and F. Arslan, "Problems in avocado farming and solutions: The case of Alanya, Türkiye," *Adnan Menderes University Journal of the Faculty of Agriculture*, vol. 22, no. 1, pp. 71–79, Jun. 2025, doi: 10.25308/aduziraat.1593625.
- [16] Open-Meteo, "Alanya climate data," [Online]. Available: <https://open-meteo.com/>. Accessed: Nov. 26, 2025.

- [17] meteoblue, “Alanya climate change,” [Online]. Available: https://www.meteoblue.com/tr/climate-change/alanya_t%C3%BCrkiye-cumhuriyeti_324190. Accessed: Nov. 29, 2025.
- [18] DSI, “Dim Dam and Hydroelectric Power Plant,” [Online]. Available: https://tr.wikipedia.org/wiki/Dim_Baraj%C4%B1_ve_Hidroelektrik_Santrali. Accessed: Nov. 26, 2025.
- [19] A. Muhammetoğlu, “Antalya’nın su kaynaklarında azalma ve baskı artıyor,” *Habertürk*, [Online]. Available: <https://www.haberturk.com/antalya-haberleri/115332958-antalyanin-su-kaynaklarinda-azalma-ve-baski-artiyor>. Accessed: Nov. 26, 2025.
- [20] Z. Demirel and M. Dikici, “Modeling of Oba Creek floodplain in Alanya district using MIKE hydrological model,” *Journal of Natural Hazards and Environment*, vol. 11, no. 2, pp. 590–598, Jul. 2025, doi: 10.21324/dacd.1487294.
- [21] M. Dikici and T. Gökce, “Modeling of Demirtaş–Sedre Creek floodplain in Alanya district using MIKE hydrological model,” *Journal of Natural Hazards and Environment*, vol. 11, no. 1, pp. 44–57, Jan. 2025, doi: 10.21324/dacd.1458177.
- [22] E. Gündoğdu, “Alanya’da denize giren hastanelik oluyor! Boru boru foseptik akıyor,” *Lider Antalya*, [Online]. Available: <https://www.lidergazete.com/antalya-gunlugu/alanyada-denize-giren-hastanelik-oluyor-boru-boru-foseptik-akiyor/247310>. Accessed: Nov. 26, 2025.
- [23] World Health Organization, *Guidelines on Recreational Water Quality, Volume 1: Coastal and Fresh Waters*, Geneva, Switzerland: WHO, 2021.
- [24] E. Frank, “Microbial source tracking for bathing water quality assessment: E. coli and bacterial communities in coastal environment,” Lund University, Lund, Sweden, 2025.
- [25] M. A. Zambrano-Monserrate, M. A. Ruano, and L. Sanchez-Alcalde, “Indirect effects of COVID-19 on the environment,” *Science of the Total Environment*, vol. 728, p. 138813, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138813.
- [26] A. Akiş, “Alanya’da turizm ve turizmin Alanya ekonomisine etkisi,” *Selçuk University Journal of Social Sciences Institute*, no. 17, pp. 15–30, Feb. 2007.
- [27] Alanya Kent Konseyi, “Geographical location of Alanya,” [Online]. Available: <https://alanyakentkonseyi.org.tr/S/56/Cografi-Konum>. Accessed: Nov. 28, 2025.
- [28] A. Bayır, M. Metin, İ. Karalay, and E. Durusoy, “Economic report and annual analysis,” 2024. [Online]. Available: www.altso.org.tr. Accessed: Nov. 28, 2025.
- [29] D. Gökce, Z. B. Pancar, and A. Türk, “Determination of spatial vulnerability and adaptation capacity against climate change: The case of Alanya,” *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Graduate School of Natural and Applied Sciences*, vol. 9, no. 2, pp. 119–128, Apr. 2018, doi: 10.29048/makufebd.403337.
- [30] Copernicus, “CORINE Land Cover,” 2025. [Online]. Available: <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>. Accessed: Nov. 28, 2025.
- [31] ESA, “Worldwide land cover,” [Online]. Available: <https://esa-worldcover.org/en>. Accessed: Nov. 28, 2025.
- [32] A. Curreli et al., “Eco-hydrological requirements of dune slack vegetation and the implications of climate change,” *Science of the Total Environment*, vol. 443, pp. 910–919, Jan. 2013, doi: 10.1016/j.scitotenv.2012.11.035.

- [33] M. L. M. Jones, A. Sowerby, D. L. Williams, and R. E. Jones, "Factors controlling soil development in sand dunes: Evidence from a coastal dune soil chronosequence," *Plant and Soil*, vol. 307, no. 1–2, pp. 219–234, Jun. 2008, doi: 10.1007/s11104-008-9601-9.
- [34] UK Centre for Ecology and Hydrology, "Understanding sand dunes," [Online]. Available: <https://www.ceh.ac.uk/our-science/projects/sand-dunes>. Accessed: Dec. 7, 2025.
- [35] J. Knapp and J. DiTomaso, "Cakile maritima," Plant Assessment Form, [Online]. Available: <https://www.cal-ipc.org/plants/paf/cakile-maritima-plant-assessment-form/>. Accessed: Dec. 7, 2025.
- [36] E. H. Soto et al., "How does the beach ecosystem change without tourists during COVID-19 lockdown?," *Biological Conservation*, vol. 255, p. 108972, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.biocon.2021.108972.
- [37] G. Mendoza-González et al., "Perceptions and social values regarding the ecosystem services of beaches and coastal dunes in Yucatán, Mexico," *Sustainability*, vol. 13, no. 7, p. 3592, Mar. 2021, doi: 10.3390/su13073592.
- [38] C. B. Field et al., *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects*, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the IPCC, Cambridge, U.K.: Cambridge University Press, 2014.
- [39] German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, *The Vulnerability Sourcebook: Concept and Guidelines for Standardised Vulnerability Assessments*, 2014.