

Makale türü: Araştırma makalesi**Article type:** Research article

Geliş tarihi 21.12.2025

Submitted date

Kabul tarihi 20.04.2026

Accepted date

Elektronik yayın tarihi 22.10.2026

Online publishing date

Atıf Bilgisi / Reference Information

Bozkoyun, M. & Değerli, A. (2026). El Aksa Tufanı Operasyonu Sonrasında Gazze Şeridi'nde Meydana Gelen Kentsel ve Vejetasyon Tahribatının NDBI ve NDVI Temelli Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Analizi. *Journal of History School*, 84, 4546-4562.

EL AKSA TUFANI OPERASYONU SONRASINDA GAZZE ŞERİDİ'NDE MEYDANA GELEN KENTSEL VE VEJETASYON TAHRİBATININ NDBI VE NDVI TEMELLİ UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMLERİYLE ANALİZİ¹

Mehmet BOZKOYUN² & Ahmet DEĞERLİ³

Öz

7 Ekim 2023 tarihinde başlayan El Aksa Tufanı Operasyonu ve sonrasındaki çatışmaların Gazze Şeridi'ndeki kentsel ve vejetasyon tahribatını uzaktan algılama teknikleriyle incelemeyi amaçlayan bu çalışmada, 03.10.2023 ve 06.10.2024 tarihlerini kapsayan çok zamanlı Landsat uydu verileri kullanılarak kentsel ve vejetasyon alanlarındaki değişimler analiz edilmiştir. Kentsel alanlardaki yapısal değişimin/yıkımın tespiti için NDBI analizi, bitki örtüsündeki değişimin/tahribatın belirlenmesi için ise NDVI analizi temel araçlar olarak uygulanmıştır. Bu iki temel verinin mekânsal entegrasyonu için uygulanan overlay analizi, yıkımın eş zamanlı boyutlarını ortaya koymak amacıyla 373,42 km²'lik çalışma sahası üzerinde yürütülmüştür. Elde edilen veriler, Gazze Şeridi genelinde kentsel alanların 258,80 km²'lik (%69,3) kısmının tahrip edildiğini ve bitki örtüsünün %12,9'unun yok olduğunu göstermektedir. Özellikle Gazze kenti, Deyr el-Belah ile Han Yunus ve nispeten Refah hattında hem yapı hem de yeşil alan kaybının birlikte görüldüğü ağır bir yıkım tablosu göze çarpmaktadır. Analiz sonuçları, bölgedeki kentsel dokunun

¹Makale yazımı yazar etki oranı: 1.yazar: %60, 2. yazar: %40.

²Doç. Dr., Harran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Anabilim Dalı, mbozkoyun@harran.edu.tr, Orcid: 0000-0003-2491-2875

³Yüksek Lisans Öğrencisi, Harran Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Bölümü, Beşeri ve İktisadi Coğrafya Anabilim Dalı, degerliahmet594@gmail.com, Orcid: 0009-0002-4353-868X

yalnızca bir yıllık süre içinde yaklaşık üçte ikisinin işlevselliğini yitirdiğini ortaya koymaktadır. Mevcut durum, literatürde kentlerde yürütülen savaşların kentsel mekân üzerindeki sistematik ve yıkıcı etkilerini tanımlamak için kullanılan kentkırım kavramı ile örtüşmektedir.

Anahtar Kelimeler: Gazze Şeridi, NDBI Analizi, NDVI Analizi, Overlay Analizi, Kentkırım.

Analysis of Urban and Vegetation Damage in the Gaza Strip Following the Al-Aqsa Flood Operation Using NDBI- and NDVI-Based Remote Sensing Methods

Abstract

Aiming to investigate the urban and vegetation degradation in the Gaza Strip resulting from the Al-Aqsa Flood Operation launched on 7 October 2023, and the subsequent conflicts using remote sensing techniques, this study analyzes changes in urban and vegetated areas using multi-temporal Landsat satellite data spanning from 3 October 2023 to 6 October 2024. NDBI analysis was employed as the primary tool to identify structural change and destruction in urban areas, while NDVI analysis was used to determine changes and degradation in vegetation cover. Overlay analysis, applied to integrate these two datasets spatially, was conducted over a study area of 373.42 km² in order to reveal the simultaneous dimensions of destruction. The results indicate that 258.80 km², representing to 69.3 percent of urban areas across the Gaza Strip, have been damaged, and that 12.9 percent of the vegetation cover has been lost. A particularly severe pattern of destruction, characterized by the concurrent loss of built-up areas and green spaces, is observed in Gaza City, Deir al-Balah, Khan Yunis, and, to a relatively lesser extent, along the Rafah corridor. The analysis further reveals that approximately two-thirds of the urban fabric in the region lost its functionality within a single year. The current situation aligns with the concept of urbicide, which is used in the literature to define the systematic and destructive effects of warfare conducted in cities on urban space.

Keywords: Gaza Strip, NDBI Analysis, NDVI Analysis, Overlay Analysis, Urbicide.

GİRİŞ

Tarihsel süreçte Arap-İsrail çatışmasının temelini, İsrail-Filistin anlaşmazlığı oluşturmaktadır. Her iki toplum da ulusal varlık hakları olarak algıladıkları unsurlar için sürekli bir mücadele halinde olmuştur. Bu mücadele, sürekli bir şiddet döngüsü halinde devam edegelmiştir (Alghafli, 2025, s. 1). İsrail-Filistin çatışmanın tarihsel temelleri, Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra Filistin üzerinde kurulan Britanya Mandası'na ve Yahudi yurdu kurulmasını destekleyen 1917 Balfour Deklarasyonu'na kadar uzanmaktadır. İsrail devletinin kurulmasıyla başlayan 1948 Arap-İsrail Savaşı ile çatışmaların dozu artmıştır. Bölgedeki güncel jeopolitik çerçeve ise 1967 Altı Gün Savaşı sonrasında Gazze Şeridi, Batı Şeria ve Doğu Kudüs'ün İsrail tarafından işgaliyle şekillenmiştir (Ali vd., 2025, s. 1; Bozkoyun, 2025, s. 155). 1967 savaşı sonrasında çatışmalar ile birlikte süren aralıklı diplomasiye rağmen, ana anlaşmazlık konuları çözülememiş ve Filistin-İsrail çatışması varlığını sürdürmüştür. Özellikle 2006'da Hamas'ın Gazze'de iktidara gelmesinin ardından, bölge 2008, 2012, 2014, 2018 ve 2021 yıllarında yaşanan çatışmalar ve İsrail tarafından uygulanan bir abluka ile karşı karşıya kalmıştır (Harghandiwal, 2025, s. 3; Missoni & Sen, 2025, s. 1; Mousavi, 2019, s. 101).

Bölgedeki bu yapısal gerilimin en son ve en şiddetli yansıması, 7 Ekim 2023 tarihinde Hamas'a bağlı Filistinli militanların Gazze'den İsrail hedeflerine karşı başlattığı saldırı (El Aksa Tufanı Operasyonu) ile ortaya çıkmıştır (McDoom, 2026, s. 94-96). Bu saldırı sonrasında İsrail'in Gazze'ye yönelik başlattığı hareket tarihin en yıkıcı olaylarından biri olarak değerlendirilmektedir (Sultany, 2024, s. 1). Nitekim, Ekim 2023 ile Haziran 2024 arasındaki dönemde, çatışma kaynaklı travmatik yaralanmaya bağlı ölümlerin tahmini 64.260 olduğu hesaplanmıştır. Bunların arasında hayatını kaybedenlerin %59,1'ini kadınlar, çocuklar ve yaşlılar oluşturmuştur (Jamaluddine vd., 2025, s. 469). Ayrıca, bu çatışmalar sonucunda, Gazze Şeridi'nde meydana gelen yıkımın boyutu önemli ölçüde artmıştır. Nitekim Ağustos 2024 itibarıyla Birleşmiş Milletler (BM), Gazze'deki binaların %80'inden fazlasının savaş nedeniyle yıkıldığını tahmin etmektedir (Alghafli, 2025, s. 13). Bu büyük ölçekli tahribat, kentsel alanlarda ve bitki örtüsünde çevresel ve yapısal yıkıma yol açmıştır (Harghandiwal, 2025, s. 5-7). Bu bağlamda mevcut çalışma, çatışmanın neden olduğu kentsel ve vejetasyon tahribatının boyutunu ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Savaşlar (çatışma bölgeleri) başta olmak üzere insan kaynaklı büyük ölçekli tahribatlar sonucunda ortaya çıkan kentsel altyapı ve peyzajdaki yıkımın boyutlarının ortaya konulmasında, uydu tabanlı uzaktan algılama yöntemleri önemli bir rol oynamaktadır (Aimaiti vd., 2022, s. 1; Shelestov vd., 2023, s. 97).

Uzaktan algılamada kullanılan uydu verileri ile tahribatın boyutu (kentsel peyzajda) tespit edilebilmektedir (Holail vd., 2024, s. 1-2). Tahribatı (kentsel arazi örtüsü değişimleri / gelişimi / planlaması / çevresel sorunlar / sürdürülebilirlik / çevre yönetimi vb.) izlemede Normalleştirilmiş Fark Yapılaşma İndeksi (NDBI) ve Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) gibi spektral indeksler, yaygın ve etkili araçlardır (Arif & Toersilowati, 2024, s. 2; Ünver & Başkaya, 2024, s. 65; Zheng vd., 2021, s. 1). NDBI yerleşim alanlarını tespit etmek için kullanılan bir uzaktan algılama indeksi iken NDVI ise bitki örtüsünün durumunu ortaya koymak için kullanılmaktadır (Altınar & Bingöl, 2025; Cetin vd., 2024, s. 5517; Davis vd., 2023, s. 1; Kikon vd., 2023, s. 107246; Xu vd., 2025).

Geleneksel hasar tespiti yöntemlerinde karşılaşılan bazı sınırlılıklar, Landsat gibi çok zamanlı uydu verilerinden elde edilen spektral değerler veya vejetasyon indekslerine dayalı zaman serisi yörünge analizleriyle kısmen aşılabilmekte ve bu sayede kentsel alanlardaki değişimlerin daha tutarlı bir biçimde haritalanması mümkün hâle gelmektedir (Reynolds vd., 2017, s. 2).

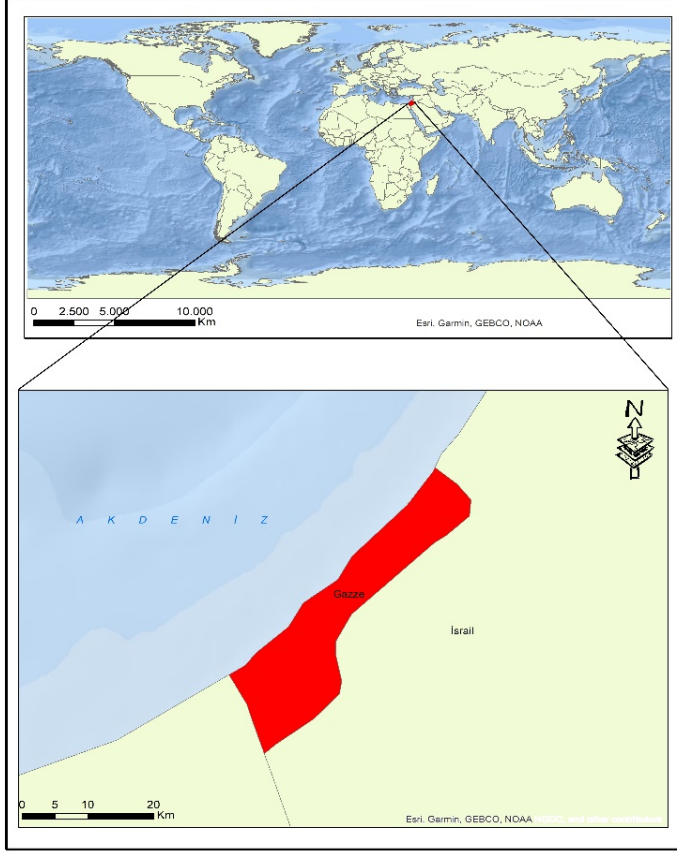
Araştırma Sahasının Yeri ve Sınırları

Gazze Şeridi “Filistin kıyı ovalarının güney kesiminde yer alan dar bir bölgedir ve güneyden Sina Yarımadası, doğudan Necef Çölü, kuzeyden İsrail ve batıdan Akdeniz ile çevrilidir. Gazze Şeridi, doğu boylamı $34^{\circ} 20'$ ile $34^{\circ} 25'^4$ ve kuzey enlemi $31^{\circ} 16'$ ile $31^{\circ} 45'$ arasında yer almaktadır. Gazze'nin toplam yüzölçümü 360 km^2 olup, bunun 72 km^2 'si sınır bölgesidir. Bu sınır bölgesinin 59 km^2 'si İsrail, 13 km^2 'si ise Mısır tarafından oluşturulmuştur. Gazze Şeridi, kıyı şeridi boyunca 41 km uzunluğunda, kuzeyden 7 km ve güneyden 12 km genişliğindedir”⁵ (Aldabash & Balık Şanlı, 2016, s. 2-3).

Gazze Şeridi'nde Gazze, Deyr el-Belah, Han Yunus ve Refah ketleri bulunmaktadır. Doğu Kudüs, Batı Şeria ile birlikte Gazze Şeridi Filistin toprakları olmasına rağmen, İsrail işgali (Şekil 1) dolayısıyla coğrafi olarak bir bağlantıları bulunmamaktadır (Asi vd., 2024).

⁴ İlgili kaynakta dakika birimi saniye sembolü (") ile gösterilmiştir. Bu çalışmada ilgili birim dakika işareti (') kullanılarak gösterilmiştir.

⁵ Bu rakamlar farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, El-Hallaq & Odwan (2018, s. 15) bu rakamları “Gazze Şeridi, Doğu Akdeniz kıyısında yer alan, 42 km uzunluğunda ve $6-12 \text{ km}$ genişliğinde, toplam alanı yaklaşık 365 km^2 olan bir kıyı bölgesidir. $31^{\circ} 25' \text{ K}$, $34^{\circ} 20' \text{ D}$ koordinatlarında yer almaktadır.” şeklinde ifade etmektedir. Öte yandan, bu çalışmanın yazarları tarafından Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucunda Gazze Şeridi'nin yüzölçümü $373,42 \text{ km}^2$ olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışma sahasının lokasyon haritası

YÖNTEM

Çalışmada, 7 Ekim 2023 tarihinde başlayan El Aksa Tufanı Operasyonu ve sonrasındaki çatışmaların Gazze Şeridi üzerindeki kentsel ve vejetasyon etkilerini belirlemek amacıyla uzaktan algılama teknikleri kullanılmıştır. Geleneksel hasar tespit yöntemlerinin sınırlılıklarını aşmak için Landsat çok zamanlı uydu verilerinden (03.10.2023 ile 06.10.2024 tarihli veriler) elde edilen spektral değerler ve zaman serisi analizleri tercih edilmiştir. Çalışmada, kentsel altyapı ve peyzajdaki yıkımın boyutlarını ortaya koymak amacıyla iki temel spektral indeks olan NDBI ve NDVI kullanılmıştır. Uydu görüntülerinden yapılaşma alanlarını ortaya çıkarmak için NDBI tekniği kullanılmaktadır (Eyoh & Ekpa, 2019, s. 85). Buna karşılık, NDVI ise vejetasyon analizlerinde yaygın olarak kullanılan çok

bantlı uydu verilerinin yorumlanmasını kolaylaştırmak amacıyla geliştirilen ilk uzaktan algılama indeksleri arasında yer almaktadır. NDVI günümüzde bitki örtüsünün değerlendirilmesinde en sık başvuru alan indekslerden biri olarak kabul edilmektedir (Huang vd., 2021, s. 1).

Çalışmada, 2023 ve 2024 yıllarına ait uydu verileri üzerinden yapılan NDBI ve NDVI analizleri üç aşamada gerçekleştirilmiştir. NDBI değişimi (yapılaşma analizi), yapı yoğunluğundaki değişimler yıkım, yeni yapı ve değişim olmayan alanlar şeklinde kategorize edilmiştir. NDVI değişimi (vejetasyon analizi) ise bitki örtüsündeki azalmalar (yıkım), artışlar, değişim yok şeklinde analiz edilmiştir. Overlay (çakıştırılmalı) analizinde ise aynı mekânda hem yapılaşma hem de bitki örtüsü değişimlerinin nasıl geliştiği ortaya konulmuştur. Analiz sonuçları, toplam 373,42 km²'lik bir alan üzerinden km² ve yüzde (%) cinsinden hesaplanarak tabloleştirilmiş ve haritalarla gösterilmiştir.

BULGULAR

Savaşlar ve buna bağlı olarak ortaya çıkan çatışmalar, beşerî ve doğal unsurlar üzerinde büyük tahribatlara yol açmaktadır. Çatışmalarda kentsel alanlar ile bitki örtüsü, tahribata uğrayan unsurlardan bazılarıdır (Kotsis, 2024). 7 Ekim 2023 tarihinde Hamas'ın başlattığı El Aksa Tufanı Operasyonu ve sonrasında İsrail'in başlattığı operasyonlar Gazze Şeridi'nde büyük tahribata yol açmıştır. 03.10.2023 ile 06.10.2024 tarihli arasında meydana gelen çatışmalar sonucunda Gazze'de kentsel yıkımın boyutları son derece yüksek olmuştur. Bu yıkımı, kentkırım olarak ifade etmek mümkündür.

Kentkırım kavramı (Urbicide) ilk ortaya atıldığında, bir kentin tarihsel dokusunun köklü yapısal dönüşümler aracılığıyla yok edilmesini açıklamayı amaçlamaktaydı. Ancak 1990'lı yıllardan sonra kavramın kullanım alanı değişmiş ve ağırlıklı olarak kentlerde yürütülen savaşlar ile bu savaşların kentsel mekân üzerindeki yıkıcı etkilerini tanımlamak için kullanılmaya başlanmıştır (Shafiyev vd., 2023; Yılmaz & Şahin, 2018, s. 93). Bu kavramsal dönüşüm bağlamında değerlendirildiğinde, El Aksa Tufanı Operasyonu ve sonrasında yaşanan çatışmalar, Gazze Şeridi'nin geçmişten günümüze maruz kaldığı en kapsamlı ve en yıkıcı kentsel tahribat örneklerinden biri olarak göze çarpmaktadır. Nitekim, NDBI analizi sonuçları bu durumu net bir şekilde ortaya koymaktadır.

NDBI analiz sonuçlarına göre, 7 Ekim 2023 sonrasındaki ortalama bir yıllık (03.10.2023-06.10.2024) süreçte Gazze Şeridi'nde kentsel alanların 258,80 km²'sinin (%69,3) yıkıma uğradığı tespit edilmiştir. Buna karşılık 107,40 km²'lik

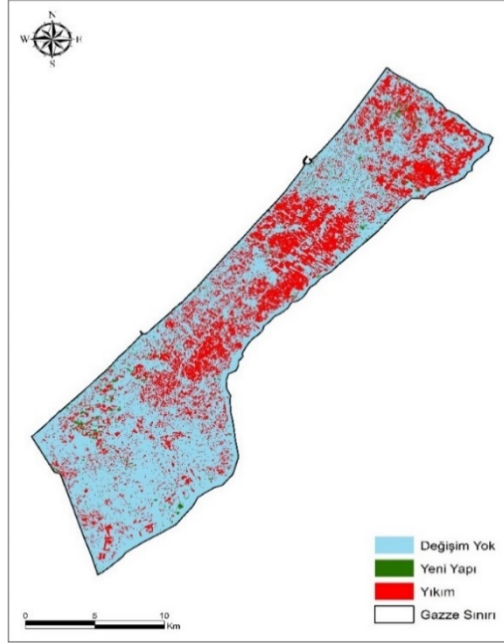
alanın (%28,8) yapılaşma açısından herhangi bir değişim göstermediği, yalnızca 7,22 km²'nin (%1,9) ise yeni yapılaşma alanı olarak ortaya çıktığı belirlenmiştir. Toplam 373,42 km² üzerinden yapılan bu analiz, çatışmaların Gazze Şeridi'nde kentsel alanların yaklaşık üçte ikisini doğrudan tahrip ettiğini ve mevcut kentsel dokunun büyük ölçüde işlevsiz hâle geldiği ortaya koymaktadır. Yeni yapılaşma oranının son derece düşük olması, savaş sürecinde kentsel gelişimin ve yeniden inşa faaliyetlerinin neredeyse tamamen durduğunu göstermektedir (Tablo 1).

Tablo 1

Gazze Şeridi'nde NDBI indeksine göre yapı değişimi (03.10.2023-06.10.2024)

Kategori	Alan (km ²)	Oran (%)
Yıkım	258,80	69,3
Değişim yok	107,40	28,8
Yeni yapılaşma	7,22	1,9
Toplam	373,42	100

Gazze Şeridi genelinde 03.10.2023–06.10.2024 döneminde yıkımın mekânsal olarak yaygın ve yoğun bir dağılım gösterdiği görülmektedir. Yoğun yıkım bölgeleri özellikle Gazze kenti, onun güneyinde yer alan Deyr el-Belah ve Han Yunus kentlerinde belirgin bir şekilde yoğunlaşmaktadır. Bu kentlerde yıkımın süreklilik arz eden, geniş alanlara yayılan ve kentsel dokunun büyük bölümünü kapsayan bir nitelik kazandığı dikkat çekmektedir. Buna karşılık Refah kenti, mevcut dönemde önemli ölçüde yıkıma maruz kalmış olmakla birlikte, yıkımın mekânsal yoğunluğu ve sürekliliği bakımından Gazze, Deyr el-Belah ve Han Yunus'a kıyasla nispeten daha sınırlı bir görünüm sergilemektedir. Refah'taki yıkım alanları daha parçalı ve düzensiz bir dağılım gösterirken, kuzey ve orta kesimlerde yıkımın daha bütüncül ve yoğun olduğu göze çarpmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. Gazze Şeridi'nde 03.10.2023–06.10.2024 döneminde NDBI tabanlı kentsel değişim haritası

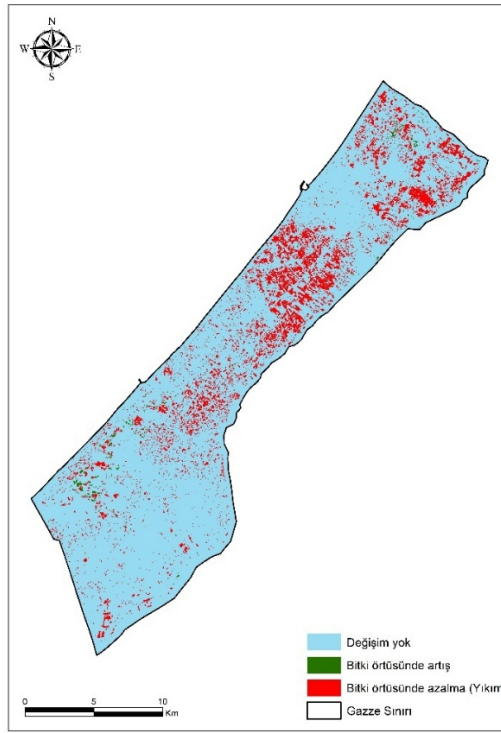
Gazze Şeridi'ndeki vejetasyon alanlarında da tahribat meydana gelmiştir. Nitekim, yapılan NDVI analizine göre, 03.10.2023–06.10.2024 döneminde Gazze Şeridi'nde bitki örtüsünün önemli ölçüde tahrip edildiği görülmektedir. Buna göre toplam 373,42 km²'lik çalışma alanının 48,27 km²'sinde (%12,9) bitki örtüsünde belirgin bir azalma tespit edilmiştir. Buna karşılık, 323,41 km²'lik alanın (%86,6) bitki örtüsü açısından değişim göstermemesi, bitki örtüsünün geniş bir bölümünün mevcut dönemde görece durağan kaldığını göstermektedir. Bitki örtüsünde artış görülen alanlar ise yalnızca 1,79 km² (%0,5) ile oldukça sınırlı kalmıştır (Tablo 2).

Tablo 2

Gazze Şeridi'nde NDVI indeksine göre bitki örtüsünde değişim (03.10.2023-06.10.2024)

Kategori	Alan (km ²)	Oran (%)
Bitki örtüsünde azalma (yıkım)	48,27	12,9
Değişim yok	323,41	86,6
Bitki örtüsünde artış	1,79	0,5
Toplam	373,42	100

NDVI analizi verileri bağlamında, çatışmalar Gazze Şeridi'nde bitki örtüsü üzerinde homojen olmayan bir tahribata sebep olmuştur. Bu bağlamda özellikle çatışmaların daha fazla olduğu kentlerde nispeten belirginleşen bir vejetasyon tahribatı olduğu görülmektedir. 03.10.2023–06.10.2024 dönemine ait NDVI analizine göre, Gazze Şeridi'nde bitki örtüsü tahribatının mekânsal olarak kentler arasında belirgin farklılıklar göstermektedir. Bitki örtüsünde azalmayı/tahribatı temsil eden alanlar özellikle Gazze kenti, Deyr el-Belah ve Han Yunus çevresinde yoğunlaşmaktadır. Buna karşılık Refah kenti ve çevresinde bitki örtüsünde azalma alanları daha parçalı bir görünüm sergilemektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Gazze Şeridi'nde 03.10.2023–06.10.2024 döneminde NDVI tabanlı vejetasyon değişim haritası

Farklı mekansal veri katmanlarının entegrasyonuna dayanan (Tiede, 2014) çakıştırmalı (overlay) analiz sonuçlarına göre, 03.10.2023–06.10.2024 döneminde Gazze Şeridi'nde kentsel yıkım ile bitki örtüsü değişimlerinin büyük ölçüde birlikte ve aynı mekânlarda gerçekleştiği göze çarpmaktadır. Toplam 373,42 km²'lik alanın 256,06 km²'sinde (%68,55) yapı yıkımı gerçekleşirken

bitki örtüsünde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Buna ek olarak 45,91 km²'lik alanın (%12,29) hem yapı hem de bitki örtüsü kaybı, çatışmaların kentsel ve çevresel unsurları eş zamanlı biçimde tahrip ettiğini göstermektedir. Çalışma sahasında, bitki örtüsünde azalma yaşanmasına rağmen yapıların sabit kaldığı alanlar 2,31 km² (%0,62) ile sınırlı kalmıştır. Öte yandan yeşil kaybı ile yeni yapılaşmanın birlikte görüldüğü alanlar ise ihmal edilebilir düzeydedir (0,05 km²; %0,01). Bununla birlikte yapı yıkımına rağmen bitki örtüsünde artış gözlenen alanların oldukça düşük oranlarda (0,07 km²; %0,02) kaldığı görülmektedir. Yine yapı ve bitki örtüsünün birlikte artış gösterdiği alanlar (1,39 km²; %0,37) ile yalnızca yeni yapılaşmanın gerçekleştiği alanlar (5,73 km²; %1,53) oldukça düşük oranlarda kalmıştır. Bununla birlikte değişim göstermeyen alanlar 61,40 km² (%16,44) ile sınırlı kalmıştır (Tablo 3). Dolayısıyla, çatışmalar Gazze Şeridi genelinde yaygın bir mekânsal etki meydana getirmiştir.

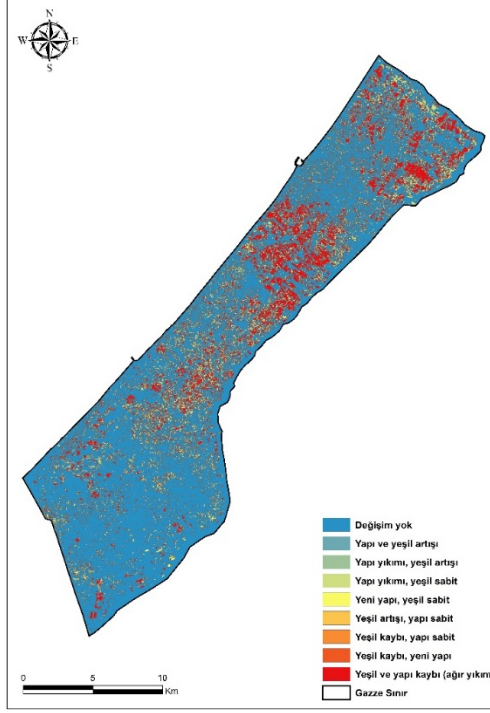
Tablo 3

Gazze Şeridi'nde yapılaşma ve bitki örtüsünde (NDBI+NDVI) değişim (03.10.2023–06.10.2024)

Kategori	Alan (km ²)	Oran (%)
Yeşil ve yapı kaybı (ağır yıkım)	45,91	12,29
Yeşil kaybı, yapı sabit	2,31	0,62
Yeşil kaybı, yeni yapı	0,05	0,01
Yapı yıkımı, yeşil artışı	0,07	0,02
Yeşil artışı, yapı sabit	0,33	0,09
Yapı ve yeşil artışı	1,39	0,37
Yapı yıkımı, yeşil sabit	256,06	68,55
Değişim yok	61,40	16,44
Yeni yapı, yeşil sabit	5,73	1,53
Toplam	373,42	100

Çakıştırmalı (overlay) analiz sonuçlarına göre, 03.10.2023–06.10.2024 döneminde Gazze Şeridi'nde kentsel yıkım ile bitki örtüsü değişimlerinin büyük ölçüde aynı mekânsal alanlarda gerçekleştiği görülmektedir. Gazze kenti, Deyr el-Belah ve Han Yunus çevresinde hem yapılaşma kaybının hem de bitki örtüsü tahribatının birlikte yoğunlaştığı ve bu alanlarda ağır yıkımın belirginleştiği tespit edilmiştir. Çatışmaların öncelikle kentsel dokuyu hedef alması nedeniyle, Gazze Şeridi genelinde yapı yıkımının gerçekleştiği ancak bitki örtüsünde belirgin bir değişimin gözlenmediği alanların yaygın olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık bitki örtüsünde artış ve yeni yapılaşma gibi iyileşme göstergelerinin oldukça sınırlı ve parçalı alanlarda ortaya çıktığı saptanmıştır. Genel olarak Gazze Şeridi genelinde değişim göstermeyen alanların görece sınırlı kaldığı ve çatışmaların

kentsel alanlar ile bitki örtüsü üzerinde geniş ölçekli bir tahribat meydana getirdiği göze çarpmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Gazze Şeridi'nde 03.10.2023–06.10.2024 döneminde NDBI+NDVI overlay analizi haritası

SONUÇ

7 Ekim 2023 tarihinde başlayan El Aksa Tufanı Operasyonu ve sonrasındaki çatışmaların Gazze Şeridi üzerindeki kentsel ve vejetasyon tahribatını, 03.10.2023 ile 06.10.2024 tarihlerini kapsayan bir yıllık süreçte çok zamanlı uydu görüntülerinden elde edilen NDBI ve NDVI indeksleri üzerinden yapılan analizler, bölgedeki yıkımın boyutlarının kentkırım (urbicide) kavramıyla açıklanabilecek düzeyde ağır ve kapsamlı olduğunu ortaya koymaktadır.

NDBI analiz sonuçlarına göre, Gazze Şeridi'ndeki kentsel alanların 258,80 km²'si (%69,3) yıkıma uğrayarak işlevsiz hale gelmiştir. Yeni yapılaşma oranının yalnızca %1,9 (7,22 km²) seviyesinde kalması, savaş sürecinde kentsel gelişim ve imar faaliyetlerinin neredeyse tamamen durduğunu göstermektedir. NDVI

tabanlı vejetasyon analizinde ise toplam alanın 48,27 km²'sinde (%12,9) bitki örtüsünün tahrip edildiği belirlenmiştir. Bu yıkımın özellikle çatışmaların yoğunlaştığı kent merkezleri çevresinde kümелendiği gözlenmiştir. Farklı veri katmanlarının entegre edildiği çakıştırma (overlay) analizi ise çatışmaların kentsel ve vejetasyon alanlarını eş zamanlı olarak hedef aldığını göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, 45,91 km²'lik (%12,29) bir alanda hem yapısal yıkım hem de bitki örtüsü kaybı (ağır yıkım) birlikte gerçekleşmiştir. Çalışma alanının en büyük kısmını teşkil eden 256,06 km²'lik (%68,55) sahada ise bitki örtüsü sabit kalırken doğrudan yapı yıkımının gerçekleştiği saptanmıştır. Mekânsal olarak bu ağır tahribat Gazze kenti, Deyr el-Belah ve Han Yunus hatlarında süreklilik arz eden yoğun bir dağılım sergilerken, Refah kentinde yıkımın daha parçalı bir yapıda olduğu görülmüştür.

Uzaktan algılama teknikleri ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) analizleri kullanılarak uydu görüntülerine dayalı olarak ortaya konulan bu bulgular, Gazze Şeridi genelinde kentsel dokunun yaklaşık üçte ikisinin yok edildiğini ve mevcut yaşam alanlarının hem yapısal hem de bitki örtüsü açısından geniş ölçekli bir tahribata maruz kaldığını ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA / REFERENCES

- Aimaiti, Y., Sanon, C., Koch, M., Baise, L. G., & Moaveni, B. (2022). War related building damage assessment in Kyiv, Ukraine, using sentinel-1 radar and sentinel-2 optical images. *Remote Sensing*, 14(24), 6239. <https://doi.org/10.3390/rs14246239>
- Aldabash, M. D. I., & Balık Şanlı, F. (2016). Analysis of multi temporal satellite imagery for total suspended sediments in a wave-active coastal area-Gaza Strip coastal water, Palestine. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.30897/ijgeo.304414>
- Alghafli, A. (2025). The intractability of the Palestinian-Israeli conflict: Structural imperatives and implications for peace. *Cogent Social Sciences*, 11(1), 2586212. <https://doi.org/10.1080/23311886.2025.2586212>
- Ali, M., Rehman, I. U., Lee, K. S., & Ming, L. C. (2025). Gaza's health emergency: Impact of armed conflict and its global health repercussions. *Globalization and Health*, 21, 65. <https://doi.org/10.1186/s12992-025-01161-0>
- Altınar, F., & Bingöl, F. (2025). Spatio-temporal assessment of land surface temperature, vegetation cover, and built-up areas using LST, NDVI, and

- NDBI in Balıkesir, Türkiye (1985–2025). *Sustainability*, 17(20), 9245. <https://doi.org/10.3390/su17209245>
- Arif, N., & Toersilowati, L. (2024). Monitoring and predicting development of built-up area in sub-urban areas: A case study of Sleman, Yogyakarta, Indonesia. *Heliyon*, 10(14), e34466. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34466>
- Asi, Y., Mills, D., Greenough, P. G., Kunichoff, D., Khan, S., Hoek, J. V. D., Scher, C., Halabi, S., Abdulrahim, S., Bahour, N., Ahmed, A. K., Wispelwey, B., & Hammoudeh, W. (2024). ‘Nowhere and no one is safe’: Spatial analysis of damage to critical civilian infrastructure in the Gaza Strip during the first phase of the Israeli military campaign, 7 October to 22 November 2023. *Conflict and Health*, 18, 24. <https://doi.org/10.1186/s13031-024-00580-x>
- Bozkoyun, M. (2025). *Bir kaos coğrafyası Ortadoğu*. Kriter Yayınevi.
- Cetin, M., Ozenen Kavlak, M., Senyel Kurkuoglu, M. A., Bilge Ozturk, G., Cabuk, S. N., & Cabuk, A. (2024). Determination of land surface temperature and urban heat island effects with remote sensing capabilities: The case of Kayseri, Türkiye. *Natural Hazards*, 120, 5509-5536. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06431-5>
- Davis, Z., Nesbitt, L., Guhn, M., & Van Den Bosch, M. (2023). Assessing changes in urban vegetation using Normalised Difference Vegetation Index (NDVI) for epidemiological studies. *Urban Forestry & Urban Greening*, 88, 128080. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128080>
- El-Hallaq, M. A., & Odwan, M. S. (2018). Spatio-temporal analysis of Gaza Strip shoreline using GIS and remote sensing. *The Egyptian International Journal of Engineering Sciences and Technology*, 26, 14-21. <https://doi.org/10.21608/eijest.2018.97253>
- Eyoh, A. E., & Ekpa, A. (2019). Assessment of change in the built-up index of uyo metropolis and its environs using remote sensing. *EJERS, European Journal of Engineering Research and Science*, 4(6), 84-89. [10.24018/ejeng.2019.4.6.1349](https://doi.org/10.24018/ejeng.2019.4.6.1349)
- Harghandiwal, B. (2025). Impact of the humanitarian crisis in Gaza on children’s health: Evidence and recommendations for mitigation. *Global Public Health*, 20(1), 2495326. <https://doi.org/10.1080/17441692.2025.2495326>
- Holail, S., Saleh, T., Xiao, X., Xiao, J., Xia, G.-S., Shao, Z., Wang, M., Gong, J., & Li, D. (2024). Time-series satellite remote sensing reveals gradually

- increasing war damage in the Gaza Strip. *National Science Review*, 11(9), nwae304. <https://doi.org/10.1093/nsr/nwae304>
- Huang, S., Tang, L., Hupy, J. P., Wang, Y., & Shao, G. (2021). A commentary review on the use of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in the era of popular remote sensing. *Journal of Forestry Research*, 32(1), 1-6. <https://doi.org/10.1007/s11676-020-01155-1>
- Jamaluddine, Z., Abukmail, H., Aly, S., Campbell, O. M. R., & Checchi, F. (2025). Traumatic injury mortality in the Gaza Strip from Oct 7, 2023, to June 30, 2024: A capture–recapture analysis. *The Lancet*, 405(10477), 469-477. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)02678-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)02678-3)
- Kikon, N., Kumar, D., & Ahmed, S. A. (2023). Quantitative assessment of land surface temperature and vegetation indices on a kilometer grid scale. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 107236-107258. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27418-y>
- Kotsis, K. T. (2024). The impact of war on the environment. *European Journal of Ecology, Biology and Agriculture*, 1(5), 89-100. [https://doi.org/10.59324/ejeba.2024.1\(5\).07](https://doi.org/10.59324/ejeba.2024.1(5).07)
- McDoom, O. S. (2026). Expert commentary, the Israeli-Palestinian conflict, and the question of genocide: Prosemitic bias within a scholarly community? *Journal of Genocide Research*, 28(1), 94-102. <https://doi.org/10.1080/14623528.2024.2346403>
- Missoni, E., & Sen, K. (2025). The challenge of rebuilding Gaza's health system: A narrative review towards sustainability. *Healthcare*, 13(15), 1860. <https://doi.org/10.3390/healthcare13151860>
- Mousavi, H. (2019). The rise and fall of the Israeli-Palestinian peace process. *Journal of World Sociopolitical Studies*, 3(1), 75-107. <https://doi.org/10.22059/wsps.2019.272092.1077>
- Reynolds, R., Liang, L., Li, X., & Dennis, J. (2017). Monitoring annual urban changes in a rapidly growing portion of Northwest Arkansas with a 20-year Landsat record. *Remote Sensing*, 9(1), 71. <https://doi.org/10.3390/rs9010071>
- Shafiyev, F., Aliyeva, A., Rahmanov, A., Salmanov, B., Naghili, E., Rustamova, I., & Sultanzada, Z. (2023). Urbicide and destruction in Eastern Europe: Warsaw, Mariupol, and Aghdam in comparative analysis. *Wiedza Obronna*, 285(4). <https://doi.org/10.34752/2023-e285>

- Shelestov, A., Drozd, S., Mikava, P., Barabash, I., & Yailymova, H. (2023, March). War damage detection based on satellite data. *Proceedings of the 11th International Conference on Applied Innovations in IT, (ICAIIT)*. 97-103.
- Sultany, N. (2024). A Threshold crossed: On genocidal intent and the duty to prevent genocide in Palestine. *Journal of Genocide Research*, 1-26. <https://doi.org/10.1080/14623528.2024.2351261>
- Tiede, D. (2014). A new geospatial overlay method for the analysis and visualization of spatial change patterns using object-oriented data modeling concepts. *Cartography and Geographic Information Science*, 41(3), 227-234. <https://doi.org/10.1080/15230406.2014.901900>
- Ünver, A., & Başkaya, Z. (2024). NDVI, NDBI ve UI analizleriyle yapılaşma yoğunluğu değişimi analizi (1999-2022): Yıldırım ilçesi (Bursa) örneği. *Coğrafya Dergisi*, 49, 65-81. <https://doi.org/10.26650/JGEOG2024-1441862>
- Xu, N., Zhuang, H., Chen, Y., Wu, S., & Liu, R. (2025). Mapping multi-crop cropland abandonment in conflict-affected Ukraine based on MODIS time series analysis. *Land*, 14(8), 1548. <https://doi.org/10.3390/land14081548>
- Yılmaz, F. H., & Şahin, A. (2018). Kentsel yıkımın Bosna ve Filistin örnekleri üzerinden kentkırım kapsamında değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 21(1), 92-106. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.401085>
- Zheng, Y., Tang, L., & Wang, H. (2021). An improved approach for monitoring urban built-up areas by combining NPP-VIIRS nighttime light, NDVI, NDWI, and NDBI. *Journal of Cleaner Production*, 328, 129488. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129488>

EXTENDED ABSTRACT

Purpose: Throughout the historical process, the Israeli–Palestinian conflict, which constitutes the core of the Arab–Israeli conflict, has persisted within a continuous cycle of violence shaped by struggles over national existence and sovereignty. While the origins of the conflict extend back to the 1917 Balfour Declaration and the 1948 Arab–Israeli War, the contemporary geopolitical framework was defined following the 1967 Six-Day War with the occupation of the Gaza Strip, the West Bank, and East Jerusalem. The blockade that deepened after Hamas came to power in 2006, together with the conflicts of 2008, 2012,

2014, and 2021, further intensified the structural tensions in the region. The most severe and destructive phase of this process emerged with the Al-Aqsa Flood Operation that began on 7 October 2023 and the subsequent military campaign. According to United Nations estimates, more than 80 percent of buildings in Gaza were destroyed during this period, which has been recorded as one of the most extensive episodes of urban devastation in modern history. In this context, the primary objective of the present study is to quantitatively and spatially analyze the urban and vegetation damage in the Gaza Strip resulting from this conflict process by employing spectral indices and remote sensing methods.

Method: To determine the impacts of the conflicts on urban infrastructure and landscape, analyses were conducted using multi-temporal data obtained from the Landsat satellite system. The study period includes imagery dated 03 October 2023, representing the pre conflict conditions, and 06 October 2024, covering one year after the conflict. The Normalized Difference Built-up Index (NDBI) was employed to identify structural changes and destruction in urban areas, while the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was used to monitor degradation in vegetation cover. The analysis process consisted of three main stages. In the first stage, urban destruction, new built up areas, and unchanged areas were classified based on NDBI data. In the second stage, decreases and increases in vegetation cover were identified using NDVI data. In the third and most comprehensive stage, an overlay analysis method was applied by spatially integrating both datasets within the ArcGIS 10.8 environment. The analyses, covering a total study area of 373.4 km², were calculated both in square kilometers and as percentages, and the results were presented in tables and thematic maps.

Findings: The NDBI analysis results demonstrate that the urban fabric across the Gaza Strip has been subjected to extensive destruction. During the period from 03 October 2023 to 06 October 2024, 258.80 km² of urban areas, corresponding to 69.3 percent, were destroyed and rendered nonfunctional. Areas showing no change remained limited to 28.8 percent (107.40 km²), while the proportion of new built-up areas was identified as extremely low at 1.9 percent (7.22 km²). An examination of the spatial distribution indicates that destruction in Gaza City, Deir al-Balah, and Khan Yunis exhibits a continuous pattern covering large areas, whereas in Rafah the destroyed areas display a more fragmented and irregular distribution. According to the NDVI analysis results, a pronounced decrease and degradation in vegetation cover was detected over 48.27 km² (12.9 percent) of the total study area. Vegetation loss is primarily clustered around urban centers where hostilities were most intense, while 323.41 km² (86.6 percent) of the area remained relatively stable in terms of vegetation cover. The findings of the

overlay analysis simultaneously reveal both the structural and environmental dimensions of destruction. In 45.91 km² (12.29 percent) of the analyzed area, both built-up areas and green spaces experienced concurrent loss, representing zones of severe destruction. The largest share of the study area consists of locations where direct building destruction occurred while vegetation cover remained unchanged, accounting for 68.55 percent (256.06 km²). Areas characterized by vegetation regrowth despite building destruction, or by new construction activity, remained at negligible levels.

Conclusion: The numerical data and spatial maps obtained from the research indicate that approximately two-thirds of the urban areas in the Gaza Strip, corresponding to 69.3 percent, have been destroyed, resulting in the elimination of the physical foundation of urban life. This situation is fully consistent with the concept of urbicide, which is used in the academic literature to describe the deliberate destruction of urban space and urban life support systems. The integration of NDBI and NDVI data through overlay analysis confirms that the conflicts have targeted urban and environmental components simultaneously and in a systematic manner. The fact that the rate of new construction remained at a symbolic level of 1.9 percent demonstrates that the potential for urban development and recovery was entirely paralyzed during the conflict period. In conclusion, this pattern, documented through remote sensing techniques, reveals that the physical, ecological, and social life support systems of the Gaza Strip have been subjected to an unprecedented level of destruction. While elucidating the magnitude of urban devastation, the study also provides a fundamental baseline for future reconstruction processes.

Çıkar Çatışması Bildirimi

Bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Destek/Finansman Bilgileri

Bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanması için herhangi bir finansal destek alınmamıştır.

Yapay Zekâ Kullanımı Bildirimi

Bu çalışmada yalnızca dil bilgisi ve yazım denetimi amacıyla OpenAI ChatGPT (GPT-5.6 Luna) kullanılmıştır. Araştırmanın özgün metni, analizler ve sonuçlar yazarlara aittir.