ARAŞTIRMA MAKALESİ

PİKTORAL OLMAYAN VERİLERİN KÜLTÜREL ANALİTİĞİ: KATMANLI BİR TEMSİL MODELİ

Burak YEDEKÇİ*

Gönderim Tarihi: 09.06.2026 - Kabul Tarihi: 12.10.2026

Yedekçi, B. (2026). Piktoral olmayan verilerin kültürel analitiği: Katmanlı bir temsil modeli. *Etkileşim*, 18, 216-239.
https://doi.org/ 10.32739/etkilesim.2026.9.18.369

Bu çalışma araştırma ve yayın etiğine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Öz

Kültürel analitik görselleştirmeleri, analiz biriminin görsel bir medya nesnesi olması üzerine kuruludur. Piktoral karşılıktan yoksun verilerde istatistiksel örüntü ile algılanabilir temsil arasındaki yapısal geçiş, görselleştirme yazınında yeterince ele alınmamıştır. Drucker'ın 'capta' kavramından hareket eden çalışma, soyut sayısal değerden somut mekânsal bağlama uzanan kademeli bir temsil modeli önermektedir. Pratiğe dayalı araştırma tasarımıyla geliştirilen model, Dokuz Eylül Üniversitesi Merkez Kampüsü'ndeki sekiz fakülte alanında Sentinel-2 türevli NDVI, NDBI ve GLCM metrikleriyle sınanmıştır. Parametrik olmayan analizler fakülteler arasında belirgin dağılımsal ayrışma göstermiştir. Mekânsal bağımlılık Moran's I ile değerlendirilmiş, mekânsal kısıtlı permütasyon testinde fakülteler arası ayrışma korunmuştur. Ampirik zeminin fotografik karşılığı, *HTML5 Canvas* ve *D3.js* tabanlı açık erişimli arayüzde üç temsil katmanı ve dört görüntüleme modu olarak kurulmuştur. Önerilen model, araştırmacının tasarım kararlarını temsilin kurucu bileşenleri olarak konumlandırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: kültürel analitik, veri görselleştirme, yeni medya, capta, bilgi tasarımı.

* Doktor/Bağımsız Araştırmacı, İzmir, Türkiye.
burakyedekci@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2009-8100.

RESEARCH ARTICLE

CULTURAL ANALYTICS OF NON-PICTORIAL DATA: A LAYERED REPRESENTATION MODEL

Burak YEDEKÇİ*

Received: 09.06.2026 - Accepted: 12.10.2026

Yedekçi, B. (2026). Piktoral olmayan verilerin kültürel analitiği: Katmanlı bir temsil modeli. *Etkileşim*, 18, 216-239.
https://doi.org/ 10.32739/etkilesim.2026.9.18.369

This study complies with research and publication ethics.

Abstract

Cultural analytics visualizes units that are already visual media objects. For data lacking pictorial correspondence, the transition from statistical pattern to perceptible representation remains underexplored. Drawing on Drucker's concept of 'capta', the study proposes a gradual model from abstract numerical value to concrete spatial context. Using a practice-based research design, the model was tested on Sentinel-2-derived NDVI, NDBI, and GLCM metrics across eight faculty areas at Dokuz Eylül University Main Campus. Non-parametric analyses revealed clear distributional divergence. Spatial dependence was assessed with Moran's I, and the divergence across faculty areas persisted under a spatially constrained permutation test. Its visual counterpart is an open-access *HTML5 Canvas* and *D3.js* interface, structured around three representation layers and four viewing modes. The model positions the researcher's design decisions as constitutive components of representation.

Keywords: cultural analytics, data visualization, new media, capta, information design.

* PhD/Independent Researcher, İzmir, Türkiye.
burakyedekci@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2009-8100

Giriş

Kültürel analitik, kültürel verileri hesaplamalı yöntemler ve görselleştirme araçlarıyla büyük ölçekte (*large-scale*) inceleyen disiplinlerarası bir araştırma alanıdır (Manovich, 2020, s. 21). Alandaki baskın görselleştirme stratejisi, analiz biriminin hâlihazırda görsel bir medya nesnesi olmasına dayanmaktadır. Örneğin saçılım grafiğinde, parlaklık ya da doygunluk değerine göre konumlanan bir veri noktası, doğrudan temsil ettiği fotoğrafla yer değiştirdiğinde, elde edilen istatistiksel örüntü görsel olarak da okunabilir hale gelmektedir.

Kültürel analitik görselleştirmelerinde piktoral karşılıktan yoksun veriler için ayrı bir temsil stratejisi henüz yeterince geliştirilmemiştir. Alandaki çalışmalar doğrudan görsel ya da mekânsal referans barındıran verilere yönelmiştir. *Time Magazine* arşivinden seçilen insan yüzleri (Jofre ve diğerleri, 2020), tarihsel haritalar (Vitale, 2023), çizgi roman panelleri (Wigard ve diğerleri, 2023), *Instagram* fotoğrafları (Loke ve diğerleri, 2022) ve köy konum verileri (Ravina, 2023) bu yönelimin belirgin örnekleridir. Tüm örneklerde analiz birimi, görsel ya da mekânsal karşılığı kendiliğinden taşıyan veri türleridir.

Lev Manovich (2011, s. 41), veri noktasının temsil ettiği nesnenin görsel/medyatik biçimini doğrudan taşıdığı temsil biçimini 'doğrudan görselleştirme' (direct visualisation) olarak adlandırmaktadır. Doğrudan görselleştirmede veri noktası, temsil ettiği görsel medya nesnesinin biçimsel izini taşıyabilmektedir. Bu çalışmada söz konusu ilişki 'piktoral karşılık' olarak kavramsallaştırılmaktadır. Buna karşın NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) değeri ya da GLCM (Gri Seviye Eş-Oluşum Matrisi) kontrast skoru gibi uydu türevli ölçümler, fiziksel yüzeye ilişkin bilgi üretmekle birlikte bu yüzeyin algılanabilir görsel biçimini doğrudan temsil edememektedir. Nicel değerlerin görsel olarak okunabilir hâle gelmesi, renk ataması, konumlandırma, ölçeklendirme ve bağlamsal referans seçimi gibi temsil kararlarına bağlıdır.

İstatistiksel örüntü ile algılanabilir temsil arasındaki geçişin hangi tasarım kararlarıyla kurgulanabileceği, araştırmanın temel sorusunu oluşturmaktadır. Johanna Drucker'ın (2014) 'capta' kavramı temsil problemine kuramsal bir dayanak sağlamaktadır. Drucker'a göre görselleştirmeye konu edilen bilgi ölçme, seçme, yakalama ve sınırlandırma kararlarıyla kurulan bir üretimdir. Nötr biçimde verilmiş bir ham madde olarak ele alınamaz. Piktoral karşılığın bulunmadığı verilerde temsil düzeni doğrudan araştırmacının analitik ve tasarımsal tercihlerine dayanmaktadır.

Çalışmanın amacı, piktoral karşılıktan yoksun veriler için soyut sayısal değerden somut mekânsal bağlama uzanan katmanlı bir temsil modeli geliştirmektir. Geliştirilen model, renk kodlarından sahadan elde edilen fotografik kayıtlara doğru kademeli bir temsil geçişi sunmaktadır. Manovich'in (2011) medya görselleştirme yaklaşımında görsel medya nesnesi sürecin başlangıç noktasını oluştururken katmanlı temsil modelinde fotografik referans, sayısal ölçüm analizlerinden sonra ulaşılan nihaî temsil katmanı olarak yer almaktadır. Böylece model, doğrudan görselleştirmenin mevcut görsel nesneleri yeniden

düzenleyen mantığından ayrılarak piktoral olmayan ölçümleri algılanabilir bir çerçeveye kademeli biçimde yerleştirmektedir.

Çalışma kapsamında katmanlı temsil modeli, Dokuz Eylül Üniversitesi (DEÜ) Merkez Kampüsü'ndeki sekiz fakülte alanı üzerinden sınanmıştır. Sentinel-2 uydu görüntülerinden türetilen NDVI ve NDBI indeksleri fakülte alanlarının bitkisel yoğunluk ve yapılaşma düzeyi bakımından karşılaştırılmasını sağlamıştır. GLCM tabanlı kontrast ve homojenlik metrikleri ise aynı alanların dokusal karakterini temsil eden ikinci bir analiz düzeyi oluşturmuştur. Parametrik olmayan istatistiksel analizler, fakülteler arasında spektral ve dokusal düzeylerde anlamlı dağılımsal ayrışmalar bulunduğunu göstermiştir.

Temsil modelinin deneyimlenebilir biçimi, *HTML5 Canvas* ve *D3.js* tabanlı etkileşimli bir web arayüzüyle kurulmuştur. Arayüz, kampüs ölçeğindeki genel dağılımı, fakülte renk kodlarını, fotoğraf temsillerini ve yakınlaştırmaya bağlı kademeli geçişleri aynı görselleştirme yapısı içinde sunmaktadır. Shneiderman (1996, ss. 336-337) genel bakış, yakınlaştırma/filtreleme ve talep üzerine ayrıntı ilkeleri ile Perlin ve Fox'un (1993, s. 58) anlamsal yakınlaştırma kavramı, arayüzün etkileşim mantığını açıklamak için kullanılmaktadır. Tasarımın ampirik zeminini fakülteler arası dağılımsal ayrışma, temsil düzeyindeki karşılığını ise açık erişimli etkileşimli web arayüzü oluşturmaktadır.

Kuramsal Çerçeve

Verinin kurulumu

Drucker'ın (2014, ss. 128-131) *Graphesis* çalışması, görselleştirme sürecinde bilginin nasıl kurulduğu sorusunu merkeze almaktadır. Drucker'a göre görselleştirmeye konu edilen bilgi, araştırmacının ölçme, seçme ve sınırlandırma kararlarıyla etkin biçimde yakalanan (capture) bir üretimdir. Bu yaklaşımı terminolojik düzeyde temellendirmek için Drucker, veri (data) kavramı yerine Latince 'capere' (yakalamak) kökünden türeyen 'capta' terimini önermiştir. 'Capta' perspektifinde her ölçüm birimi belirli bir bakış açısının, varsayımın ya da uzlaşımın ürünüdür. Ölçek bölümleri, koordinat çizgileri ve renk atamaları gibi grafik parametreleri de araştırmacının yorumlama edimini taşıyan tasarım kararları olarak işlev görmektedir.

Bu çerçeve, piktoral karşılık problemi açısından belirleyici bir konum taşımaktadır. Analiz birimi piktoral bir medya nesnesi olduğunda temsil düzeni, nesnenin kendi görsel biçimi üzerinden kurulabilmektedir. Piktoral karşılığın bulunmadığı veride ise temsil düzeni araştırmacının analitik ve tasarımsal kararlarına daha doğrudan bağımlı hâle gelmektedir. Sentinel-2 bant kombinasyonu, NDVI gri düzey sayısı, GLCM pencere boyutu ve fakülte poligon sınırları bu çalışmada araştırma nesnesini biçimlendiren sistematik seçimlerdir. Standart görselleştirme yaklaşımları, arka planda işleyen analitik kararları grafiğin biçimsel yalınlığı ardında örtük bırakmaktadır (Drucker, 2014, s. 128). Katmanlı

temsil modeli ise kararları gizlemek yerine temsilin görünür bir bileşeni hâline getirmektedir.

Etkileşimli görselleştirme ve ölçek geçişi

'Capta' perspektifinin gerektirdiği görünürlük, katmanlı temsil modelinde ölçekler arası geçişle sağlanmaktadır. Kullanıcı yakınlaştırma düzeyini değiştirdikçe aynı çevresel yüzey farklı soyutlama düzeylerinde temsil edilmektedir. Kademeli geçiş, etkileşimli görselleştirme literatüründe kullanıcının veri kümesiyle kurduğu ilişkiyi belirleyen temel arayüz mekanizmalarıyla bağlantılıdır. Shneiderman (1996, ss. 336-337), etkileşimli bilgi görselleştirme arayüzleri için genel bakış (*overview*), yakınlaştırma ve filtreleme (*zoom and filter*) ile talep üzerine ayrıntı (*details-on-demand*) adımlarından oluşan ardışık bir bilgi arama akışı önermektedir. Yapılandırılan bilgi arama akışında kullanıcı, veri kümesini bütünsel biçimde kavradıktan sonra ilgi duyduğu bölgeye yönelerek seçilen öğeye ilişkin öznitelik değerlerine ulaşmaktadır.

Shneiderman (1996, s. 340) bu akışı bir film veritabanı arayüzü olan 'FilmFinder' ile somutlaştırmıştır. Uygulamada ayrıntı penceresi seçilen filme ait özniteliklerin görülmesini ve yönetmen gibi bir öznitelik üzerinden ilişkili filmlerin yeniden filtrelenmesini sağlamıştır. Analiz birimi film karesi ya da *Instagram* fotoğrafı gibi piktoral bir nesne olduğunda talep üzerine ayrıntı yaklaşımı görüntünün bağlamsal okumasını desteklemektedir. Uydu pikseli ya da GLCM ölçümü gibi piktoral karşılığı bulunmayan birimlerde ise sayısal özniteliklerin listelenmesi çevresel yüzeyin algılanması için yeterli bir temsil ilişkisi kurmamaktadır.

Önerilen katmanlı temsil modelinde yakınlaştırma düzeyine bağlı olarak temsil türü kademeli biçimde değişmektedir. Perlin ve Fox (1993) büyütme düzeyi değiştikçe sunulan bilgi türünün de dönüştüğü yapıları anlamsal yakınlaştırma (*semantic zooming*) kavramıyla tanımlamaktadır. 'Pad' arayüzünde bir metin belgesi küçük ölçekte yalnızca başlığını gösterirken, büyütüldükçe özet ve tam içerik katmanlarına açılmaktadır. Çok ölçekli görselleştirme yazınında anlamsal yakınlaştırma, görsel soyutlamanın veri noktalarının temsil biçimini farklı ölçeklerde değiştirdiği yöntemlerden biri olarak ele alınmaktadır (Çakmak ve diğerleri, 2022, s. 4919). Aynı incelemede taranan 122 çalışmanın %89'u mikro, %75'i mezo ölçeği sunarken makro ölçeği sunanların oranı %12'de kalmıştır. Makro ölçek temsilinin sınırlı kalması, soyutlanmış yapıların veri kümesinin genel özellikleriyle ilişkilendirilmesini güçleştiren bir durum olarak değerlendirilmektedir (Çakmak ve diğerleri, 2022, s. 4922).

Çalışmada kurgulanan temsil dizisi anlamsal yakınlaştırma ilkesini çevresel ölçüm verileriyle yapısal olarak genişletmektedir. Soyut noktadan renk koduna, renk kodundan fotografik referansa ilerleyen katmanlar, piktoral karşılıktan yoksun veriyi yakınlaştırma işlevi aracılığıyla somut bir görsel belgeye bağlamaktadır.

Pratiğe dayalı araştırma ve yaratıcı çıktı

Etkileşimli arayüz, piktoral karşılıktan yoksun çevresel ölçüm verileri için okunabilir bir temsil stratejisinin nasıl kurulabileceğini araştırmak üzere tasarlanmıştır. 'Zoom' eşiklerinin belirlenmesi, fakültelere renk atanması ve fotoğrafların hangi ölçekte devreye gireceği bu sınamanın koşullarını oluşturan tasarım kararlarıdır. Araştırmanın kuramsal katkısı doğrudan tasarım kararlarının şekillendiği süreçte üretilmektedir. Bilgi katkısının yaratıcı süreç içinde olduğu metodolojik yaklaşımlar literatürde 'pratiğe dayalı araştırma' (*practice-based research*) olarak tanımlanmaktadır (Candy & Edmonds, 2018, s. 64). Geliştirilen arayüz tasarımı, 'capta' ve anlamsal yakınlaştırma kavramlarını kuramsal zemin olarak alan ve piktoral karşılık yokluğunda verinin okunabilirliğini sınayan sistemli bir deneme niteliği taşımaktadır (Skains, 2018, s. 86).

Arayüz inşası aşamasındaki her bir analitik karar, piktoral karşılık yokluğunda okunabilirliğe ilişkin yapısal bir sınama işlevi görmektedir. Hangi zoom eşiğinde katman geçişinin anlam ürettiği, fotografik referansın hangi noktada devreye girmesi gerektiği, GLCM pencere boyutunun doku ayrımını hangi düzeyde yansıttığı ve NDVI gri düzey sayısının bitki örtüsü farklılıklarını görünür kılma kapasitesi uygulama sürecinde değerlendirilmiştir. Araştırmacı her aşamada alternatifler arasında seçim yaparak yöntemsel kararlarını gözlemlerine dayandırmıştır. Tamamlanmış arayüz, tasarım döngüsünün nihai sonucunu yansıtmaktadır. Süreçte hangi alternatiflerin denendiği, hangilerinin neden elendiği ve seçimlerin ardındaki gerekçeler ancak yazılı çözümlemede açıklanabilmektedir (Skains, 2018, s. 86; Candy & Edmonds, 2018, ss. 64-65).

Araştırma kurgusunda geliştirilen arayüz, katmanlı temsil geçişini çevrimiçi ortamda etkileşimli bir deneyim olarak kullanıcıya sunmaktadır. Tasarım kararlarının bilimsel gerekçesi, çalışma metninde 'capta', etkileşimli görselleştirme ve pratiğe dayalı araştırma kavramları aracılığıyla temellendirilmektedir. Bu nedenle arayüz ve yazılı çözümleme, araştırmanın bütünlüğünü kuran tamamlayıcı iki bileşen olarak konumlanmaktadır.

Yöntem

Araştırma tasarımı ve çalışma alanı

Çalışma pratiğe dayalı araştırma tasarımı üzerine kurulmuştur (Candy & Edmonds, 2018, s. 64). Geliştirilen model kurgusunda etkileşimli arayüz yaratıcı çıktı işlevini, makale metni ise yazılı çözümleme işlevini üstlenmektedir (Skains, 2018, s. 86). Poligon çizim kriterleri, renk atamaları, zoom eşikleri ve fotoğraf seçimi gibi tasarım kararları yöntem ve tartışma bölümlerinde raporlanmıştır. Araştırma alanı İzmir ilinin Buca ilçesinde yer alan Dokuz Eylül Üniversitesi Merkez Kampüsü'dür.

Kampüs sınırları tanımlanabilir bir mekânsal bütünlük sunarken, fakülte alanları bitkisel yoğunluk, yapılı yüzey oranı ve çevresel doku bakımından kar-

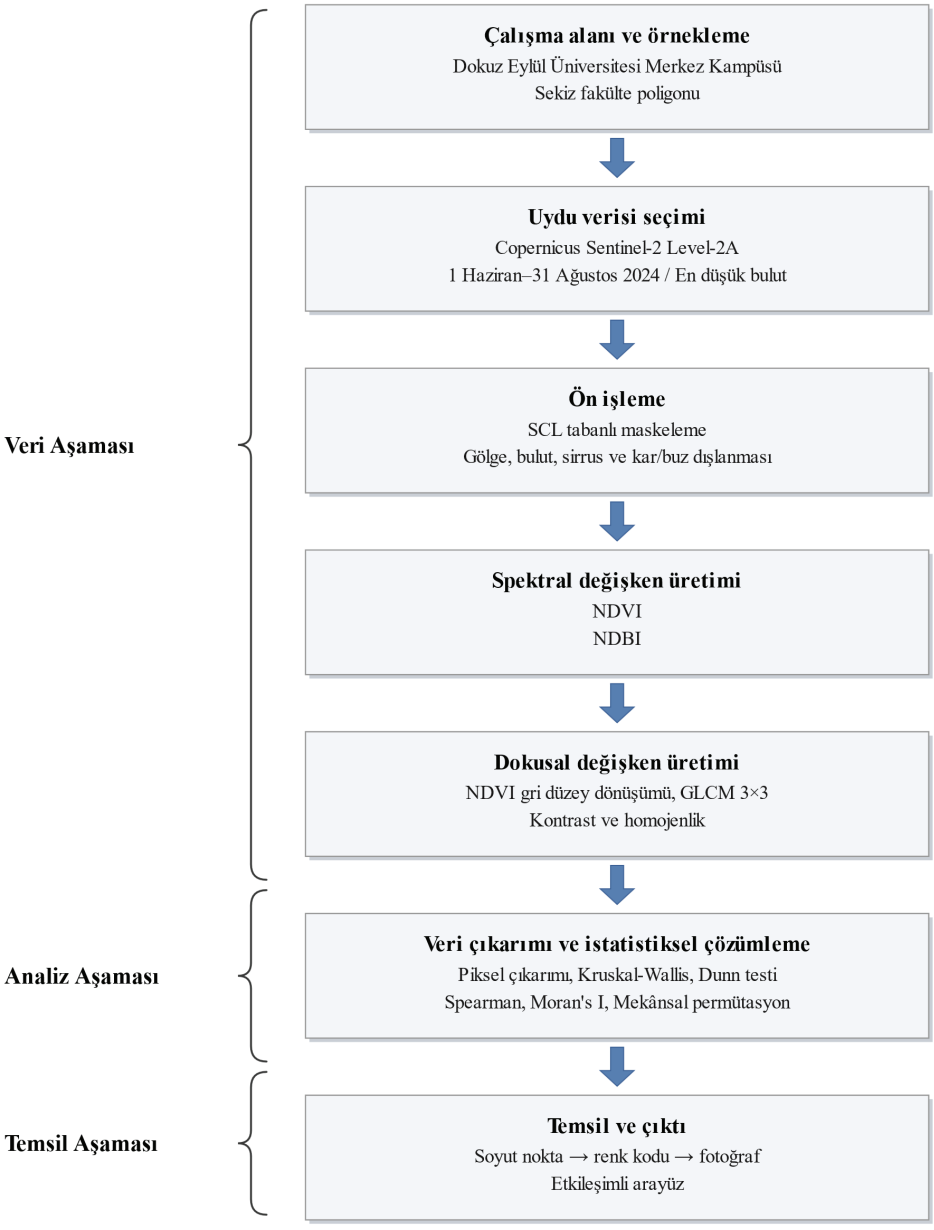
şılaştırmaya elverişli çeşitlilik barındırmaktadır. Bu özellikler yerleşkeyi hem uydu piksellerinden türetilen çevresel ölçümlerin karşılaştırılması hem de yerinde fotografik referanslarla temsil katmanının kurulması açısından uygun bir deneme alanına dönüştürmektedir. Aynı yerleşke bağlamında daha önce yürütülen toprak kromatografisi araştırması, fakültelerden alınan toprak örneklerini kromatografi baskıları ve GLCM tabanlı dokusal analiz aracılığıyla incelemiştir (Yedekçi & Boztepe Mutlu, 2026). Önceki araştırma sürecinde edinilen bağlamsal bilgi, yerinde erişim olanağı ve fotografik referans üretilebilirliği çalışma alanı seçimini desteklemiştir. Mevcut çalışma aynı yerleşke üzerinde uydu piksellerinden türetilen çevresel ölçümlere odaklanmış, kuramsal çerçeveyi kültürel analitikte temsil problemine yöneltmiştir.

Resmî kadastro verilerinin açık erişim statüsünde bulunmaması nedeniyle kampüs sınırları, araştırmacı tarafından *Google Earth Engine* platformu kullanılarak uydu görüntüsündeki fiziksel sınırlar doğrultusunda çizilmiştir. Vektörel işleme sonucunda poligonun alanı yaklaşık 4,48 km²'dir. Elde edilen değer, Dokuz Eylül Üniversitesi 2025-2026 Sürdürülebilirlik Raporu'nda Merkez Kampüs için bildirilen 4,5 km² resmî alanla uyumludur (Dokuz Eylül Üniversitesi, 2026, s. 11). Kampüs piksellerinin %64,8'i, yeşil yüzeyleri yapılı ve çıplak alanlardan ayırmak amacıyla benimsenen 0,5 NDVI eşiğinin üzerinde değer taşımaktadır. Ilıman alanlarda bitki örtüsünün belirlenmesinde yaygın kabul gören eşik (Giuliani ve diğerleri, 2021, s. 7), Sentinel-2 tabanlı kampüs ölçekli çalışmalarda da yeşil alan ayrımı için kullanılmıştır (İncekara ve diğerleri, 2022, s. 143).

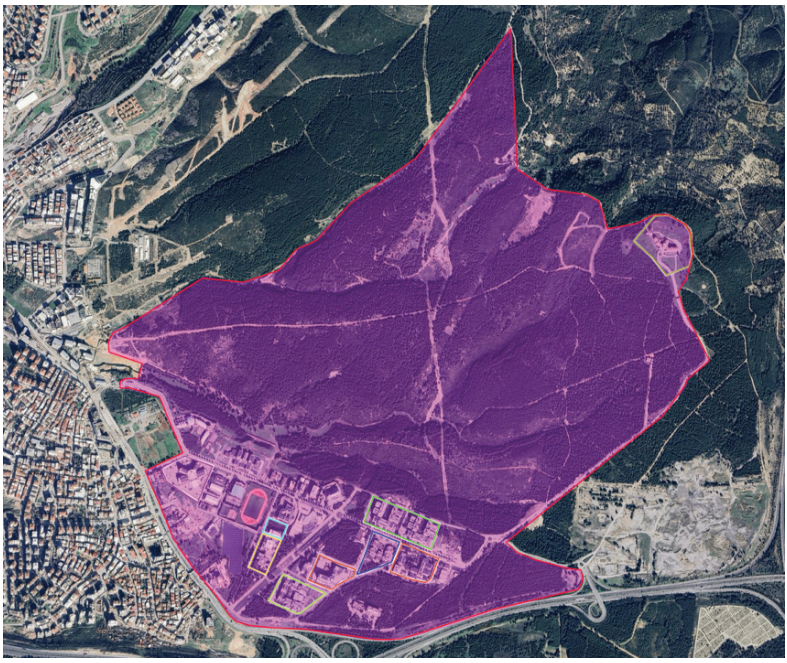
Analiz iki mekânsal düzeyde yürütülmüştür. İlk düzeyde kampüs bütünü tek bir analiz alanı olarak ele alınmıştır. İkinci düzeyde kampüs içindeki sekiz fakülte alanı ayrı örnekleme birimleri biçiminde tanımlanmıştır.

Her fakülte poligonu araştırmacı tarafından uydu görüntüsü üzerinde görülebilen fiziksel sınırlar (kampüs yolları, bina duvarları, bahçe sınırları) doğrultusunda çizilmiştir. Sabit bir tampon mesafesi uygulanmamış, her poligon ilgili fakültenin fiziksel çevre düzenine özgü biçimde belirlenmiştir. İki poligonla haritalanan Mühendislik Fakültesi analiz aşamasında tek birim olarak ele alınmıştır. Ana kampüs yolları, birden fazla fakültenin ortak kullandığı meydan ve geçiş alanları, toplu taşıma durakları çevresi ve ormanlık alanlar poligon dışında bırakılmıştır. Yöntemsel sürecin aşamaları *Şekil 1*'de, kampüs sınırı ve fakülte poligonlarının konumları *Şekil 2*'de sunulmuştur.

Şekil 1. Çalışmanın yöntemsel akışı ve süreç aşamaları



Şekil 2. DEÜ Merkez Kampüsü sınırı ve sekiz fakülte poligonunun Sentinel-2 görüntüsü üzerindeki konumları (Copernicus Sentinel-2, 2021). Görüntü tarihi: 24/08/2024.



Uydu verisi ve değişkenler

Katmanlı temsil modelinin dayandığı ampirik zemin, uydu piksellerinden türetilen çevresel ölçümler üzerinden kurulmuştur. Veri kaynağı olarak Avrupa Uzay Ajansının Copernicus programı kapsamındaki Sentinel-2 Level-2A yüzey yansıtıcılığı görüntüleri seçilmiştir. *Google Earth Engine* platformunda (Gorelick ve diğerleri, 2017) 1 Haziran ile 31 Ağustos 2024 tarihleri arasında bulut oranı %20'nin altında kalan sahneler filtrelenmiş, periyot içindeki en düşük bulut oranına sahip görüntü (24/08/2024, bulut oranı %0,04) analiz için belirlenmiştir.

Tek tarihli görüntü kullanımı, doku analizinin gerektirdiği piksel düzeyindeki tonal ilişkileri korumaya yönelik analitik bir tercihtir. Zamansal kompozitlerin piksel düzeyinde ürettiği ortalama değerler, GLCM analizinin dayandığı tonal etkileşimleri yumuşatma ve dokusal çözünürlüğü zayıflatma riski taşımaktadır. Farklı bir çekim tarihinde fakülte profillerinin kısmen farklılaşma olasılığı, tercih edilen anlık kesitin yapısal sınırlılığını oluşturmaktadır. Ön işleme aşamasında gölge, bulut ve kar/buz sınıfları SCL bandı aracılığıyla analiz dışı bırakılmıştır.

Fakülte yüzeylerinin bitkisel yoğunluk ve yapılaşma baskısı bakımından karşılaştırılabilmesi amacıyla iki tamamlayıcı spektral indeks türetilmiştir. Bitkisel yoğunluğu ölçen NDVI (Rouse ve diğerleri, 1974) kırmızı ve yakın kızılötesi

bantlardan, yapılaşma düzeyini yansıtan NDBI (Zha ve diğerleri, 2003) yakın kızılötesi ve kısa dalga kızılötesi bantlardan hesaplanmıştır.

NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)

NDBI = (B11 - B8) / (B11 + B8)

NDBI hesaplamasında farklı mekânsal çözünürlükteki bantların birlikte kullanılması yeniden örnekleme gerektirmiştir (Google Earth Engine, 2024). Farklı yeniden örnekleme yaklaşımlarının NDBI sonuçları üzerindeki olası etkisi duyarlılık kontrolüyle sınanmış, fakülte medyan sıralaması ve istatistiksel ayrışma düzeyi ana analiz bulgularıyla tutarlı kalmıştır.

Fakülte yüzeylerinin dokusal karakterini bir temsil değişkenine dönüştürmek amacıyla GLCM tabanlı doku analizi (Haralick ve diğerleri, 1973) uygulanmıştır. Analizlerde ham spektral bant yerine NDVI yüzeyi temel alınmıştır. NDVI, kampüs alanında bitkisel ve yapılı yüzeyler arasındaki geçişleri tek bantlı ve yorumlanabilir bir süreklilik üzerinde temsil ettiğinden fakülteler arası dokusal karşılaştırma için anlamlı bir zemin sağlamıştır.

NDVI değerleri 0-200 aralığında 201 ayrık gri düzeye dönüştürülmüştür. NDVI'nin teorik (-1, +1) aralığının 0,01 çözünürlükle tamsayı değerlerine haritalanmasından kaynaklanan gri düzey sayısı, eş-oluşum matrisinin duyarlılığını ve temsil modelinin dokusal ayrım kapasitesini biçimlendiren bir 'capta' kararıdır. Gri düzey dönüşümünün ardından eş-oluşum matrisi 3×3 piksel komşuluk penceresi ve dört yönün ortalamasıyla hesaplanmıştır. 10 m Sentinel-2 çözünürlüğünde 3×3 pencere, fakülte poligonları içindeki yerel komşuluk ilişkilerini korumayı amaçlamıştır. Daha geniş pencereler küçük fakülte alanlarında farklı yüzey türlerini aynı hesaplama komşuluğunda birleştirme riski taşımaktadır. Pencere boyutunun bulgular üzerindeki etkisini denetlemek amacıyla aynı hesaplama 5×5 komşuluk penceresiyle de tekrarlanmış, elde edilen sonuçlar ana 3×3 analizini destekleyen ek kontrol olarak raporlanmıştır. Matris üzerinden iki tamamlayıcı doku metriği türetilmiştir. Kontrast metriği komşu pikseller arasındaki tonal farklılaşma şiddetini, homojenlik metriği ise komşu gri düzeyler arasındaki benzerlik derecesini ölçmektedir.

Kampüs sınırı içinde maskeleme sonrası toplam 44.770 piksel elde edilmiştir. Sekiz fakülte poligonu kampüs bütününün yaklaşık %5,5'ine karşılık gelen 2.465 piksel kapsamaktadır. Geriye kalan pikseller ormanlık araziler, ana arterler ve merkezi ortak alanlar gibi fakülte poligonlarının dışındaki yüzeyleri yansıtmaktadır.

İstatistiksel analiz

Katmanlı temsil modelinin kademeli geçiş yapısını ampirik olarak temellendirmek amacıyla fakülteler arası çevresel profil ayrışması parametrik olmayan istatistiksel çerçeveyle sınanmıştır. NDVI dağılımı birçok fakültede çift modlu yapı sergilemiş, GLCM kontrast değerleri belirgin pozitif çarpıklık göstermiştir. Dağılımsal kısıtlar doğrultusunda çevresel profil farklılaşmasını temsil mode-

line bağlayan analitik çerçeve, bütünüyle parametrik olmayan yöntemlerle yapılandırılmıştır.

Çıkarımsal yapı iki aşamalı olarak kurulmuştur. Kruskal-Wallis ve Dunn testleri fakülteler arası farklılaşmanın ilk aşamadaki karşılaştırmaları için kullanılmış, bağımsız gözlem varsayımının piksel verisinde karşılanmaması nedeniyle temel çıkarımsal değerlendirme mekânsal kısıtlı permütasyon testi üzerinden yürütülmüştür.

Fakülteler arası genel farklılaşma düzeyleri dört temel değişken üzerinden Kruskal-Wallis testi ile sınanmıştır. Dağılımsal ayrışmanın hangi fakülte çiftlerinden kaynaklandığını tespit etmek amacıyla Dunn çoklu karşılaştırma testi uygulanmış, elde edilen *p* değerleri Benjamini-Hochberg yöntemiyle düzeltilmiştir. Etki büyüklükleri Kruskal-Wallis testi için H istatistiğine dayalı eta-kare (η^2) ile hesaplanmıştır (Tomczak & Tomczak, 2014, s. 24). Elde edilen değerler, rstatix paketinde kullanılan sınıflandırmaya göre $0{,}01 \leq \eta^2 < 0{,}06$ küçük, $0{,}06 \leq \eta^2 < 0{,}14$ orta ve $\eta^2 \geq 0{,}14$ büyük etki olarak yorumlanmıştır (Kassambara, 2023). Spektral ve dokusal değişkenler arasındaki çift yönlü ilişkilerin analitik betimlemesi amacıyla Spearman sıra korelasyonları hesaplanmıştır.

Piksel tabanlı veriler yapısı gereği mekânsal bağımlılık barındırmaktadır. Komşu piksellerin benzer değerler üretmesi fakülte aidiyetinden mi yoksa salt mekânsal yakınlıktan mı kaynaklandığı sorusunu gündeme getirmektedir. Katmanlı temsil modelinin ampirik zemini tespit edilen ayrışmaya dayandığı için mekânsal bağımlılığın kontrol edilmesi modelin geçerliliği açısından zorunluluk oluşturmuştur. Kampüs havuzundan rastgele örneklenen 10.000 piksel üzerinde Moran's I analizi en yakın sekiz komşu algoritmasıyla yürütülmüştür. Sonuçların örneklem seçimine duyarlılığı beş farklı rastgele çekimle sınanmıştır.

Mekânsal otokorelasyonun fakülte düzeyindeki ayrışma bulgusunu tek başına açıklayıp açıklayamayacağını değerlendirmek amacıyla mekânsal kısıtlı permütasyon testi uygulanmıştır. Test Kruskal-Wallis *H* istatistiği temelinde 999 permütasyonla yürütülmüştür. Çalışma alanı Sentinel-2 piksel çözünürlüğünün üç katına karşılık gelen 30 m mekânsal bloklara ayrılmıştır. Belirlenen blok boyutu, yerel piksel bağımlılığını korurken fakülte düzeyindeki ayrışmanın denetlenmesine olanak tanıyan bir mekânsal kısıt olarak işlev görmüştür.

İstatistiksel analizler R programlama dili (R Core Team, 2024) aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Kruskal-Wallis testi ve Dunn çoklu karşılaştırması FSA paketi (Ogle ve diğerleri, 2023), etki büyüklüğü hesaplamaları rstatix paketi (Kassambara, 2023), mekânsal bağımlılık analizi spdep paketi (Bivand ve diğerleri, 2013), koordinat dönüşümü ve mekânsal veri işleme sf paketi (Pebesma, 2018), görselleştirmeler ggplot2 paketi (Wickham, 2016) aracılığıyla üretilmiştir.

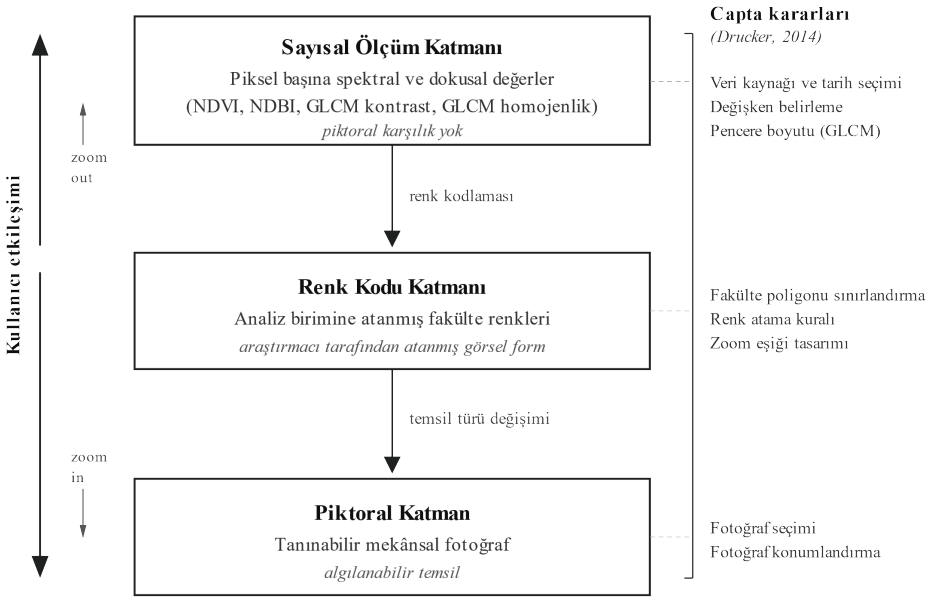
Etkileşimli görselleştirme

Katmanlı temsil modelinin deneyimlenebilir biçimini oluşturan etkileşimli

arayüz *HTML5 Canvas* API mimarisi üzerine inşa edilmiştir. 44.770 pikselin SVG formatında ayrı DOM düğümleri olarak işlenmesi yakınlaştırma etkileşiminde performans düşüşüne yol açtığından tek bir bitmap yüzeyine çizim yapan Canvas API tercih edilmiş, eksen ölçeklendirme ve zoom etkileşimleri *D3.js* kütüphanesinin 7. sürümüyle yönetilmiştir (Bostock ve diğerleri, 2011).

Arayüz dört görüntüleme modu üzerine kurulmuştur. Kampüs modu tüm pikselleri saçılım grafiğinde tek renkte, Fakülte modu ise sekiz fakülteye özgü renk kodlarıyla sunmaktadır. Thumbnail modu fakülte fotoğraflarını başlangıçtan itibaren piksel konumlarında küçük kareler biçiminde yerleştirmektedir. Kademeli geçiş modunda kullanıcı yakınlaştırdıkça pikseller önce fakülte renklerine, ardından araştırmacı tarafından yerinde çekilen fakülte fotoğraflarına dönüşmektedir (*Şekil 3*).

Şekil 3. Katmanlı temsil modelinin kavramsal yapısı



Kademeli geçiş modunda temsil geçişleri 1-25 aralığında tanımlanan *D3.js* zoom ölçek parametresine (k) bağlanmıştır. Geçiş yapısını kuran dört eşik değerinden (k = 2,2, k = 3,4, k = 4,6, k = 5,8) ilk ikisi pikselleri fakülte renk kodlarına, son ikisi renk kodlarını fakülte fotoğraflarına dönüştürmektedir. İlk denemelerde sınanan iki eşikli doğrudan geçiş (piksel-fotoğraf), sayısal katman ile piktoral katman arasındaki kademeli deneyimi ortadan kaldırmıştır. Renk kodu aşamasının eklenmesiyle dört eşikli yapıya geçilmiş, eşik konumları piksellerin ekranda örtüşme ve ayrışma davranışına göre kalibre edilmiştir. Thumbnail modunda fotoğraf kareleri masaüstü ekranlarda 12,5-58 piksel, mobil cihazlar-

da 10,5-46 piksel aralığında dinamik biçimde ölçeklenmektedir.

Her fakülte için araştırmacı tarafından yerinde çekilen tek bir temsili fotoğraf kullanılmıştır. Fotoğraf seçiminde fakülte binasının cephe görünümü ile yakın çevresinin aynı kadrajda yer alması esas alınmış, çekimler 18/07/2024 tarihinde gündüz doğal ışık koşullarında iPhone 13 ile gerçekleştirilmiştir.

Mevcut kurguda fotoğraf katmanı veri katmanının istatistiksel yapısından bağımsız bir temsil işlevi üstlenmektedir. Sayısal profili tanınabilir bir mekânsal bağlama yerleştiren ve soyut ölçüm parametrelerini fiziksel yüzeyle ilişkilendiren bu işlev, kültürel analitik okuma pratiğinin temelini oluşturmaktadır.

Geliştirilen arayüz kapsamında kullanıcılar NDVI-NDBI ve GLCM kontrast-homojenlik eksen çiftleri arasında dinamik biçimde geçiş yapabilmektedir. Etkileşimli görselleştirme modülü https://campus-env-analytics-review.github.io/campus-env-review/ adresinde, araştırmaya ait analiz kodları ve veri setleri https://doi.org/10.5281/zenodo.20548068 üzerinden açık erişimde sunulmuştur (Yedekçi, 2026).

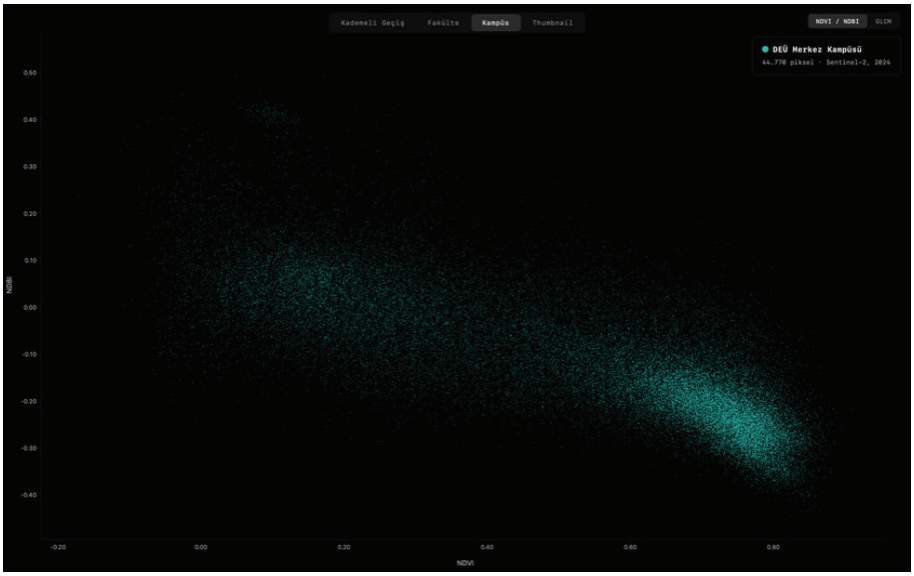
Çalışmadaki istatistiksel çözümleme ile etkileşimli arayüz, piktoral karşılıktan yoksun verinin temsil edilebilirliği problemi etrafında birleşmektedir. İstatistiksel çözümleme, katmanlı temsil modelinin dayanacağı ampirik zemini, yani fakülteler arası çevresel ayrışmayı ortaya koymaktadır. Arayüz ise bu zemini kademeli bir görsel geçişe dönüştürerek modeli işler hale getirmektedir. Uydu türevli ölçümler ve istatistiksel testler, kademeli temsil geçişinin ampirik zeminini kuran araçlar olarak işlev görmektedir.

Bulgular

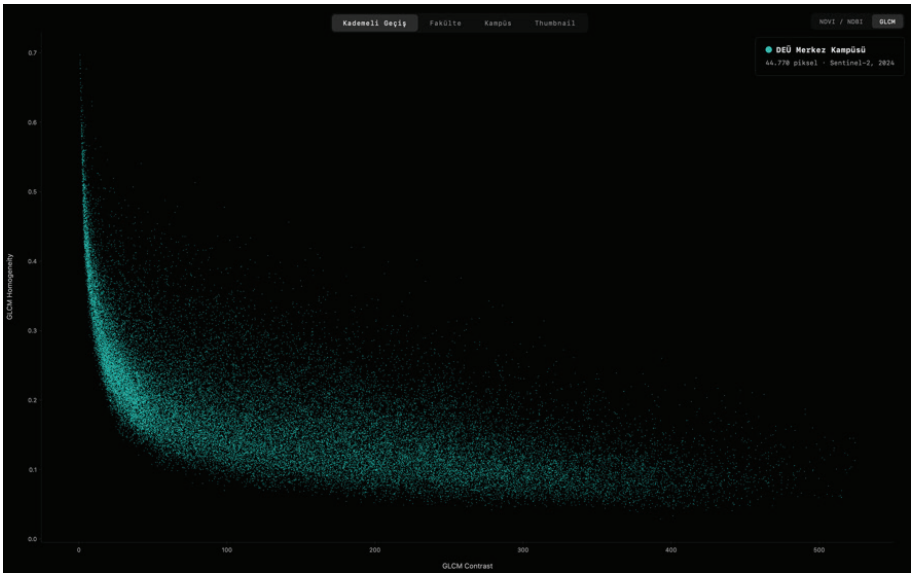
Kampüs düzeyi

Kampüs bütünü özelinde toplam 44.770 piksel analiz edilmiştir. Medyan NDVI değeri 0,65, medyan NDBI değeri ise -0,16 olarak hesaplanmıştır. NDVI dağılımı -0,17 ile 0,91 arasında geniş bir aralığa yayılmıştır. GLCM kontrast değerleri 0,76 ile 524,25 arasında, homojenlik değerleri ise 0,03 ile 0,70 aralığında dağılım sergilemiştir. Kampüs bütününe ait NDVI-NDBI saçılım grafiği (Şekil 4) iki indeks arasındaki ters ilişkiyi genel düzeyde görünür kılarken, kontrast-homojenlik saçılım grafiği (*Şekil 5*) aynı yüzeylerin dokusal dağılımını sunmuştur. Ortaya çıkan makro dağılım, fakülte düzeyindeki mikro analizlerin yorumlanacağı temel referans çerçevesini oluşturmuştur.

Şekil 4. Etkileşimli arayüz Kampüs modunda 44.770 pikselin NDVI-NDBI uzayındaki dağılımı (Copernicus Sentinel-2, 2021). Görüntü tarihi: 24/08/2024.



Şekil 5. Etkileşimli arayüz Kampüs modu: 44.770 pikselin GLCM kontrast-homojenlik uzayındaki dağılımı (Copernicus Sentinel-2, 2021). Görüntü tarihi: 24/08/2024.

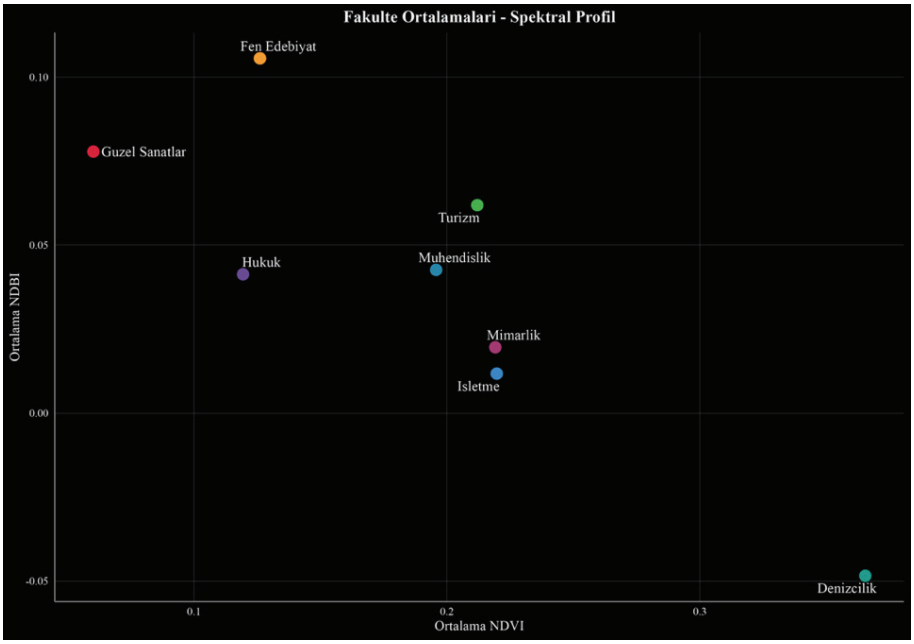


Mekânsal alt birimlerde veri zemini

Sekiz fakülteye ait toplam 2.465 piksel üzerinden yürütülen hesaplamalar fakülteler arasında belirgin çevresel profil farklılıklarını ortaya koymuştur.

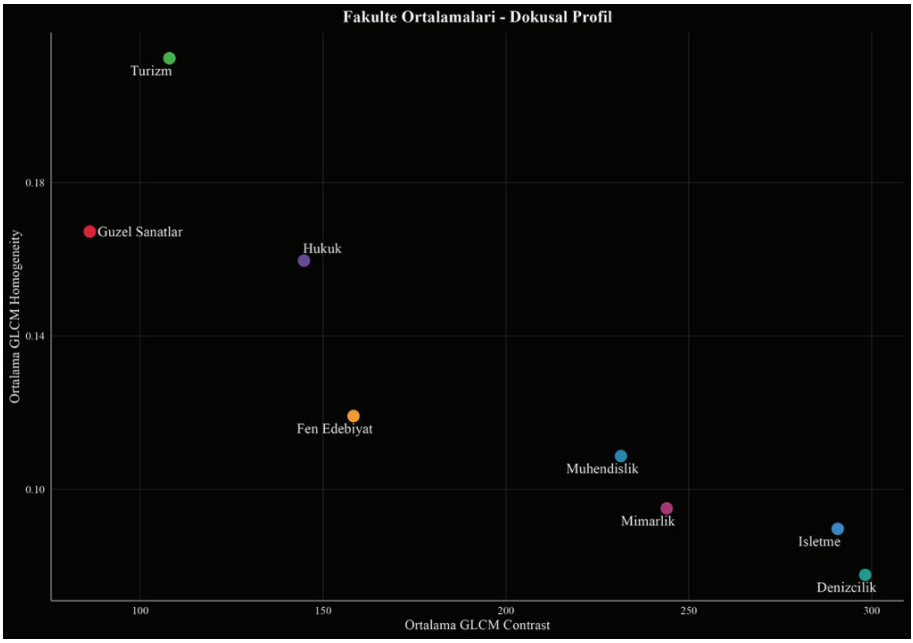
Spektral göstergeler, fakülteler arasında karşıt çevresel profillerin oluştuğuna işaret etmiştir. Denizcilik Fakültesi yüksek NDVI ve düşük NDBI bileşimiyle yoğun bitkisel bir çevre örüntüsü sergilerken, Güzel Sanatlar ile Fen-Edebiyat fakülteleri düşük NDVI ve görece yüksek NDBI düzeyleriyle yapılı yüzey baskısına yaklaşmıştır (*Şekil 6*). *Şekil 6* ve *Şekil 7,* fakülte profillerini aritmetik ortalama değerleri üzerinden konumlandırmaktadır.

Şekil 6. Fakülte düzeyinde spektral ortalamalar (yatay eksen ortalama NDVI, dikey eksen ortalama NDBI)



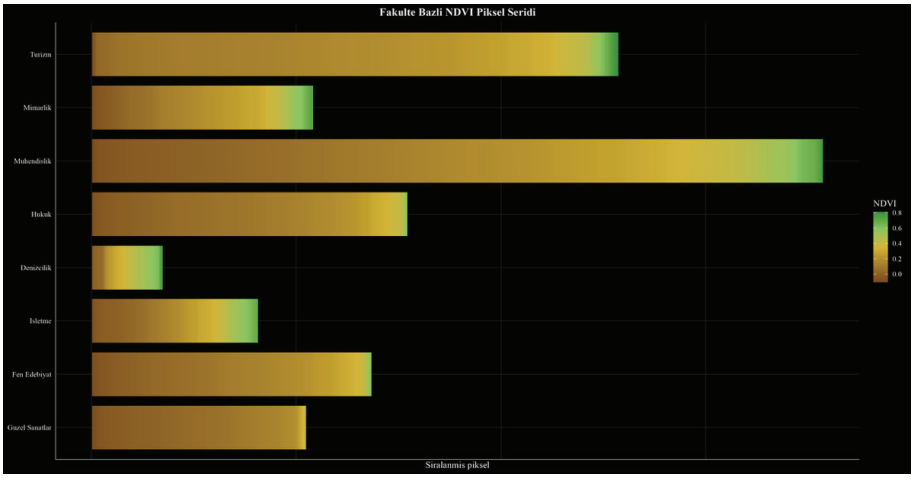
Dokusal göstergeler spektral örüntülerden ayrışan ikinci bir farklılaşma ekseni ortaya çıkarmıştır. Denizcilik ve Turizm fakülteleri bu eksende karşıt konumlarda yer almıştır. Denizcilik Fakültesi, yüksek kontrast ve düşük homojenlikle parçalı bir doku profili sergilerken, Turizm Fakültesi düşük kontrast ve yüksek homojenlikle sürekli bir yüzey düzeni göstermiştir (Şekil 7). Dunn testi uygulanan bu fakülte çifti GLCM kontrast ($z = 13{,}92$) ve homojenlik ($z = -17{,}72$) düzeyinde belirgin ayrışma sergilemiştir (her iki karşılaştırmada düzeltilmiş $p < 0{,}001$).

Şekil 7. Fakülte düzeyinde dokusal ortalamalar (yatay eksen ortalama GLCM kontrast, dikey eksen ortalama GLCM homojenlik)



Piksel şeridi görselleştirmesi (*Şekil 8*) her fakültenin NDVI dağılımını sıralı renk bantları biçiminde sunmuş, fakülte içi değişkenliği ve fakülteler arası farkları görünür kılmıştır.

Şekil 8. Fakülte düzeyinde NDVI piksel şeridi



Fakülte düzeyindeki çevresel profil özeti, ortalama değerler ve standart sapmalarıyla *Tablo 1*'de, değişkenler arası Spearman sıra korelasyonları *Tablo 2*'de raporlanmıştır. Tüm korelasyonlar $p < 0{,}001$ düzeyinde anlamlıdır. NDVI ile NDBI arasında orta düzeyli bir ters ilişki ($\rho = -0{,}42$), spektral ve dokusal değişkenler arasında mutlak değeri 0,34-0,37 aralığında kalan korelasyonlar hesaplanmıştır. Kontrast ve homojenlik arasındaki güçlü ters korelasyon ($\rho = -0{,}83$) aynı eş-oluşum matrisinden türeyen tamamlayıcı metriklerin beklenen yapısal bağımlılığını yansıtmaktadır.

Tablo 1. Fakülte düzeyindeki çevresel profil özeti

Fakülte	n	NDVI	NDBI	GLCM kontrast	GLCM homojenlik
Güzel Sanatlar	209	0,060 (0,086)	0,078 (0,107)	86,23 (60,50)	0,167 (0,034)
Fen-Edebiyat	273	0,126 (0,127)	0,106 (0,125)	158,33 (82,53)	0,119 (0,039)
İşletme	162	0,220 (0,211)	0,012 (0,109)	290,70 (81,06)	0,090 (0,019)
Denizcilik	69	0,365 (0,208)	-0,048 (0,068)	298,21 (66,19)	0,078 (0,013)
Hukuk	308	0,119 (0,122)	0,041 (0,105)	144,79 (77,68)	0,160 (0,052)
Mühendislik	714	0,196 (0,181)	0,043 (0,124)	231,44 (101,54)	0,109 (0,030)
Mimarlık	216	0,219 (0,193)	0,020 (0,090)	243,96 (67,61)	0,095 (0,020)
Turizm	514	0,212 (0,140)	0,062 (0,075)	108,00 (95,95)	0,212 (0,074)

Tablo 2. Değişkenler arası Spearman sıra korelasyonları

	NDVI	NDBI	GLCM kontrast	GLCM homojenlik
NDVI	-			
NDBI	-0,42	-		
GLCM kontrast	0,35	-0,37	-	
GLCM homojenlik	-0,34	0,35	-0,83	-

Temsil modelini destekleyen dağılımsal yapı

Dört değişken için yürütülen Kruskal-Wallis testleri, başlangıç düzeyinde fakülteler arasında belirgin dağılımsal ayrışmaya işaret etmiştir (tüm değişkenlerde $p < 0{,}001$). İstatistiksel etki büyüklükleri spektral değişkenlerde orta, dokusal değişkenlerde büyük düzeydedir (NDVI $\eta^2 = 0{,}13$, NDBI $\eta^2 = 0{,}08$, GLCM kontrast $\eta^2 = 0{,}38$, GLCM homojenlik $\eta^2 = 0{,}50$). NDBI değişkenindeki görece düşük etki büyüklüğü, en yakın komşuluk (nearest neighbor) yeniden örnekleme yönteminin ürettiği özdeş piksel gruplarından kaynaklanabilir. Bulgu bu kısıtlılık göz önünde tutularak değerlendirilmelidir. Alternatif yeniden

örnekleme yaklaşımıyla yapılan duyarlılık kontrolü mevcut fakülte medyan sıralamasını korumuştur.

GLCM pencere boyutu duyarlılık analizinde 5×5 komşuluk penceresi her iki doku metriğinde de istatistiksel anlamlılığını korumuş ve büyük etki büyüklüğü düzeyinde kalmıştır. 5×5 pencere yapısı GLCM kontrast için $\eta^2 = 0{,}47$, GLCM homojenlik için $\eta^2 = 0{,}67$ değerlerini üretmiş, ana 3×3 sonuçlarının yönsel eğilimini değiştirmeden fakülteler arası dokusal ayrışmayı güçlendirmiştir.

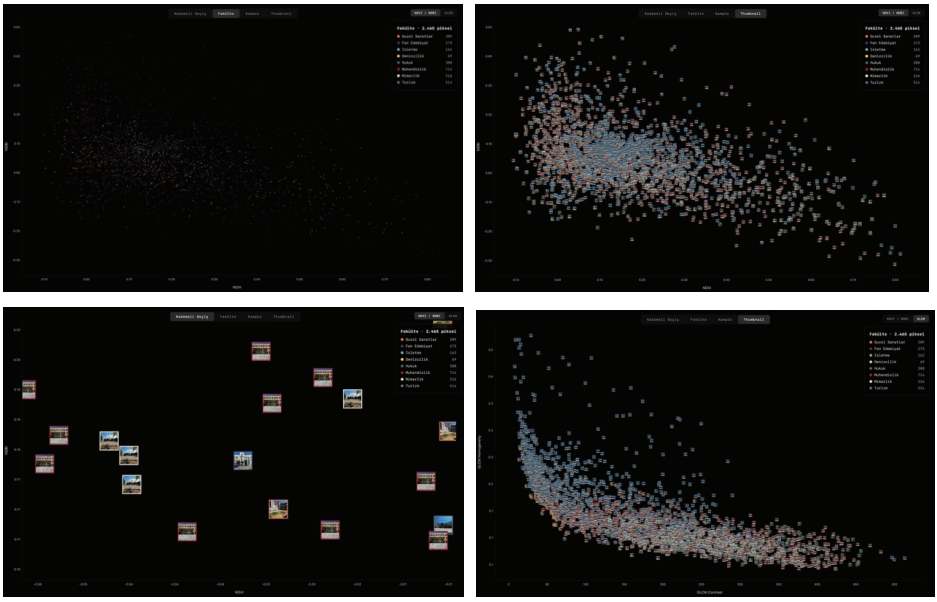
Moran's I analizi dört değişkende de güçlü pozitif mekânsal otokorelasyon ortaya koymuştur (I = 0,76-0,84). Beş farklı rastgele örneklem çekiminde hesaplanan değerler dar bir aralıkta kalmış ve istikrarlı bir görünüm sergilemiştir. Mekânsal kısıtlı permütasyon testinde dört değişkenin tamamında gözlenen H istatistikleri (316,9-1237,2) permütasyon dağılımının üzerinde kalmış, tüm değişkenlerde $p_{perm} = 0{,}001$ düzeyinde anlamlılık saptanmıştır. Permütasyon testi sonuçları ayrışmanın mekânsal yakınlıktan bağımsız bir bileşen taşıdığını ortaya koymuştur.

Tartışma

Katmanlı temsil modelinin kademeli yapısı bulguların ortaya koyduğu çok eksenli ayrışma üzerine kurulmuştur. Değişkenlerin taşıdığı çok eksenli yapı, temsilin birden çok görsel düzeyde örgütlenmesini gerektirmiştir. Kampüs ve Fakülte modları Shneiderman'ın (1996, ss. 336-337) genel bakış ve filtreleme mantığını izleyerek dağılımsal örüntüyü sayısal düzeyde açığa çıkarmıştır. Ancak pikselle fiziksel yüzey arasında piktoral bir bağ bu modlarda kurulamamıştır. Thumbnail modu fotoğrafı doğrudan piksel konumuna yerleştirerek bu kopukluğu tek adımda gidermiştir. Kademeli geçiş modu ise yakınlaştırma etkileşimine bağlı kademeli bir dönüşüm kurmaktadır (*Şekil 9*). Kurgulanan dönüşüm, Perlin ve Fox'un (1993) anlamsal yakınlaştırma ilkesini çevresel ölçüm verilerine uyarlamıştır. *Pad* arayüzünde yakınlaştırma aynı ortam içinde bilgi yoğunluğunu artırmaktadır. Katmanlı modelde ise yakınlaştırma bilgi yoğunluğunu değil temsil ortamının kendisini dönüştürmektedir. Soyut nokta renk koduna, renk kodu fotografik belgeye geçiş yapmaktadır. Piktoral karşılıktan yoksun veri kendi görsel biçimini taşımadığı için yakınlaştırma etkileşimi mevcut bir ayrıntıyı açığa çıkarmak yerine görsel referansı inşa etmektedir.

Modelin katmanlı yapısı ve her aşamadaki 'capta' kararları Şekil 3'te özetlenmiştir. Fiziksel yüzeyin fotoğraflanabilir niteliği, modelin soyut sayısal yapıyı son katmanda somut bir piktoral belgeye bağlamasını olanaklı kılmıştır.

Şekil 9. Etkileşimli arayüzün görüntüleme modları. Üst sol: NDVI-NDBI ekseninde Fakülte modu. Üst sağ: NDVI-NDBI ekseninde Thumbnail modu. Alt sol: Yüksek zoom düzeyinde kademeli geçiş modu. Alt sağ: GLCM ekseninde Thumbnail modu.



Ayrışmanın spektral ve dokusal boyutlarda farklı şiddetlerde gerçekleşmesi, tek bir değişken çiftinin fakülte profillerini yeterince ayırt edemeyeceğine işaret etmektedir. Turizm ve Denizcilik fakültelerinin dokusal eksende karşıt uçlarda konumlanması, spektral göstergelerin tek başına yansıtamadığı bir ayrışma boyutunu görünür kılmıştır. Spearman korelasyonlarının desteklediği çok eksenli yapı, katmanlı temsil modelinde birden fazla eksen çiftinin ve farklı temsil düzeylerinin gerekliliğini ampirik olarak temellendirmektedir.

Piktoral veri üzerine kurulu çalışmalarda veri noktası ile görsel öğe arasındaki özdeşlik doğal olarak kurulabilmektedir. DEÜ Merkez Kampüsü veri setinin eşdeğer bir özdeşlik barındırmaması ve uydu pikselinden türetilen çevresel ölçümlerin doğrudan algılanabilir bir medya nesnesi niteliği taşımaması, istatistiksel ayrışmayı görünür kılacak algısal yapının arayüz düzeyinde ayrıca tasarlanmasını yapısal bir gereklilik hâline getirmiştir.

Tek fotoğraf kullanımı modelin temsil mantığına uygun yapısal bir karardır. Standart veri görselleştirme pratiklerinde renk atamaları araştırmacının analitik kararlarıyla belirlenirken katmanlı temsil modelinde fotoğraf katmanı sayısal profilleri tanınabilir mekânsal bağlama yerleştirmektedir. Arayüzde birden fazla fotoğrafın kullanımı, kurgulanan temsil katmanını belgeleme aracına dönüştürme riski barındırması sebebiyle metodolojik olarak tercih edilmemiştir. Modelin kurmayı amaçladığı yapı, sayısal örüntüden algılanabilir bağlama uzanan kademeli bir geçiştir. Tekil piktoral referans, bu çalışmanın amaçladığı

temsil geçişi içinde sınırlı fakat işlevsel bir katman olarak kullanılmıştır.

Fotoğraf katmanı, çevresel profilin belirli boyutlarını görünür kılarken bazı yapısal bilgileri veri katmanına bırakmaktadır. Her fotoğraf, temsil ettiği çevresel profilin ancak belirli boyutlarını görsel kapsamı ölçüsünde aktarabilmiştir. Örneklem havuzundaki Turizm Fakültesi fotoğrafı, cephe dokusunun sürekliliğini göstermiş ancak bitkisel yoğunluğu yansıtmada yetersiz kalmıştır. Yüzlerce pikselin taşıdığı çok eksenli istatistiksel yapı, etkileşim anında tekil bir fotoğrafa dönüştüğünde, fotoğraf bu yapının ancak görsel olarak erişilebilir boyutlarını aktarabilmektedir. Katmanlı model farklı katmanların bütünleşik sunumu aracılığıyla bu sınırlılığı telafi etmektedir.

Katmanlı temsil modelinde araştırmacının her aşamada aldığı metodolojik kararlar, Drucker'ın (2014) 'capta' kavramının somut karşılığını oluşturmaktadır. Bennett ve diğerleri (2022, s. 733), uydu tasarımından görüntü analizine ve ticarileştirmeye uzanan teknik süreç boyunca alınan kararların sonuçları biçimlendirdiğini vurgulamaktadır. Standart veri görselleştirmelerinde grafiğin arkasında kalan tasarım kararları, ortaya çıkan temsilde nesnel bir ölçüm izlenimi üretmektedir. Katmanlı temsil modeli ise renk atamalarını, zoom eşiklerini ve fotoğraf seçimlerini temsilin görünür bileşenleri olarak korumaktadır.

Etkileşimli arayüz ardışık iterasyonlarla biçimlenmiştir. Her iterasyonda bir önceki versiyonun temsil kısıtlılıkları bir sonraki tasarım kararını yönlendirmiştir. Kampüs modu dağılımın fakülte aidiyetinden bağımsız bir yapısal bütün olarak okunabilmesi, GLCM eksen çifti ise spektral eksende yakın konumlanan fakültelerin dokusal eksende ayrışmasının görünür kılınması amacıyla tasarıma eklenmiştir. Skains'in (2018, s. 86) pratiğe dayalı araştırma çerçevesiyle uyumlu biçimde, geliştirilen her versiyon temel araştırma sorusuna yanıt arayan bağımsız bir deneysel adım olarak işlev görmüştür.

Kültürel analitik literatüründeki görselleştirme pratikleriyle karşılaştırıldığında katmanlı temsil modeli, analiz biriminin doğasından kaynaklanan yapısal bir farkla ayrışmaktadır. Manovich'in (2011) medya görselleştirme yaklaşımında ve Hochman ve Manovich'in (2013) *Instagram* temelli kentsel analizinde her veri noktası hâlihazırda bir medya nesnesi olduğundan görselleştirme, mevcut görsellerin yeniden düzenlenmesi işlevi görmüştür. Jofre ve diğerlerinin (2020) *Time Magazine* arşivinden çıkarılan yüzler üzerinden yürüttüğü analizde de aynı özdeşlik geçerlidir. Piktoral veri üzerine kurulu çalışmalarda araştırmacı görselleri seçer, sıralar ve yeniden konumlandırır. Katmanlı modelde ise araştırmacı görsel referansın kendisini inşa etmek durumundadır. Renk kodlarından fotoğrafa uzanan temsil yörüngesi, veri noktası ile görsel öğe arasındaki ilişkiyi tasarım kararlarıyla üretmektedir.

Sınırlılıklar

Modelin çalışabilirliği sınırlılıkların çerçevesini de belirlemektedir. Tek tarihli Sentinel-2 görüntüsünün referans alınması ve vejetasyonun mevsimsel dina-

miklere bağlı olması, fakülte profillerinde kısmi değişim potansiyeli barındırmaktadır. NDBI değişkeninde gözlemlenen görece düşük etki büyüklüğü ($\eta^2 = 0,08$), Sentinel-2 uydusuna ait SWIR bandı çözünürlüğünün, kampüs ölçeğindeki mikro yapılaşma farklarını okuma noktasında yetersiz kaldığına işaret etmektedir. Denizcilik Fakültesi poligonunun dar alanı (69 piksel), GLCM hesaplamalarındaki kenar etkisi riski nedeniyle doku metriklerinin güvenilirliğini yerel olarak sınırlayabilmektedir. Araştırmanın temel kuramsal argümanı tespit edilen tüm yöntemsel kısıtlılıklara rağmen okunabilir bir temsil stratejisinin inşa edilebilirliğine dayanmaktadır.

Her fakülte için tek bir temsili fotoğraf kullanılması bir tasarım tercihidir. Panoramik çekim, insansız hava aracı perspektifi veya sokak görünümü (Google Street View) kareleri gibi alternatif piktoral referansların çevresel profilin farklı bilgi boyutlarını yansıtma potansiyeli taşıdığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Geliştirilen katmanlı modelin temsil mantığı, fotoğraflanabilir bir fiziksel yüzeye dayanan farklı hesaplamalı veri türlerine de aktarılma esnekliği taşımaktadır. Kentsel ısı adası şiddeti veya mahalle ölçeğindeki arazi örtüsü değişimi gibi çevresel değişkenler, son katmanın bağlanacağı somut mekânsal karşılık sunması sebebiyle hedeflenen analitik aktarıma elverişlidir.

Sonuç

Çalışma, kültürel analitik ve yeni medya araştırmalarında piktoral karşılıktan yoksun sayısal verilerin etkileşimli arayüzler aracılığıyla nasıl somut ve algılanabilir referanslara bağlanabileceğini ele almıştır. Geleneksel kültürel analitik pratikleri görsel medya nesnesi niteliği taşıyan veri kümeleri üzerinde doğrudan görselleştirme yöntemlerini kullanmaktadır. Önerilen katmanlı temsil modeli, kültürel analitik görselleştirme dağarcığını genişleten aktarılabilir bir arayüz stratejisi sunmaktadır. Modelin kuramsal katkısı, anlamsal yakınlaştırma ilkesini temsil ortamının dönüşümü düzeyine taşımasında ve 'capta' kavramını arayüzde görünür tasarım kararlarına bağlamasında somutlaşmaktadır.

Pratiğe dayalı araştırma tasarımı çerçevesinde Dokuz Eylül Üniversitesi Merkez Kampüsü'ndeki sekiz fakülte alanı üzerinde sınanan model, iki temel düzeyde bilgi üretimine katkı sağlamıştır. Yürütülen istatistiksel analizler fakülteler arasında spektral ve dokusal boyutlarda belirgin ve anlamlı bir dağılımsal ayrışma ortaya koymuştur. Turizm ve Denizcilik fakültelerinin dokusal eksende karşıt uçlarda konumlanması, spektral göstergelerin tek başına yansıtamadığı bir farklılaşma boyutunun varlığını göstermiştir. Tespit edilen çok eksenli ayrışma, modelin çok düzeyli yapısını gerekli kılan veri koşulunu oluşturmaktadır. Ampirik zemin üzerine inşa edilen etkileşimli web arayüzü, sayısal veriler ile fiziksel mekân arasında kademeli bir görsel geçiş kurmaktadır.

Çalışmanın tek tarihli uydu görüntüsü kullanımı, tekil fotoğrafın optik sınırları ve belirli bir çalışma alanı ile sınırlı olması yöntemsel kısıtlılıkları oluştur-

maktadır. Pratiğe dayalı araştırma tasarımı mevcut aşamada yaratıcı çıktının tasarım döngüsüne odaklanmıştır. Kullanıcıların katmanlar arası geçişte temsil dönüşümünü nasıl yorumladığını değerlendirecek bir alımlama çalışması, öncelikli araştırma yönelimini oluşturmaktadır.

Kaynakça

Bennett, M. M., Chen, J. K., Alvarez León, L. F., & Gleason, C. J. (2022). The politics of pixels: A review and agenda for critical remote sensing. *Progress in Human Geography, 46*(3), 729-752. https://doi.org/10.1177/03091325221074691

Bivand, R. S., Pebesma, E., & Gómez-Rubio, V. (2013). *Applied spatial data analysis with R* (2. baskı). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-7618-4

Bostock, M., Ogievetsky, V., & Heer, J. (2011). D3: Data-driven documents. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 17*(12), 2301-2309. https://doi.org/10.1109/TVCG.2011.185

Candy, L., & Edmonds, E. (2018). Practice-based research in the creative arts: Foundations and futures from the front line. *Leonardo, 51*(1), 63-69. https://doi.org/10.1162/LEON_a_01471

Copernicus Sentinel-2. (2021). *MSI Level-2A BOA Reflectance Product: Collection 1* [Veri seti; ESA tarafından işlenmiştir]. European Space Agency. https://doi.org/10.5270/S2_-znk9xsj

Çakmak, E., Jäckle, D., Schreck, T., Keim, D. A., & Fuchs, J. (2022). Multiscale visualization: A structured literature analysis. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 28*(12), 4918-4929. https://doi.org/10.1109/TVCG.2021.3109387

Dokuz Eylül Üniversitesi. (2026). *Dokuz Eylül University sustainability report 2025-2026*. https://greencampus.deu.edu.tr/tr/surdurulebilirlik-hakkinda/deu-surdurulebilirlik-raporu/ adresinden erişilmiştir.

Drucker, J. (2014). *Graphesis: Visual forms of knowledge production*. Harvard University Press.

Giuliani, G., Petri, E., Interwies, E., Vysna, V., Guigoz, Y., Ray, N., & Dickie, I. (2021). Modelling accessibility to urban green areas using open Earth observations data: A novel approach to support the urban SDG in four European cities. *Remote Sensing, 13*(3), 422. https://doi.org/10.3390/rs13030422

Google Earth Engine. (2024, 30 Mayıs). *Resampling and reducing resolution*. Google for Developers. 6 Haziran 2026 tarihinde https://developers.google.com/earth-engine/guides/resample adresinden erişilmiştir.

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment, 202*, 18-27. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

Haralick, R. M., Shanmugam, K., & Dinstein, I. (1973). Textural features for image classification. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, SMC-3*(6), 610-

621. https://doi.org/10.1109/TSMC.1973.4309314

Hochman, N., & Manovich, L. (2013). Zooming into an Instagram city: Reading the local through social media. *First Monday, 18*(7). https://doi.org/10.5210/fm.v18i7.4711

İncekara, A. H., Başaran, E. Y., & Şeker, D. Z. (2022). The potential contribution of remotely sensed images for GreenMetric ranking. *International Journal of Environment and Geoinformatics, 9*(4), 138-150. https://doi.org/10.30897/ijegeo.1141366

Jofre, A., Berardi, V., Bennett, C., Reale, M., & Cole, J. (2020). *Faces extracted from Time Magazine 1923-2014* [Veri seti]. *Journal of Cultural Analytics, 5*(1). https://doi.org/10.22148/001c.12265

Kassambara, A. (2023). *rstatix: Pipe-friendly framework for basic statistical tests* (Sürüm 0.7.2) [R paketi]. CRAN. https://CRAN.R-project.org/package=rstatix

Loke, T., Teramoto, Y., Camargo, C. Q., & Eccles, K. (2022). Heritage site-seeing through the visitor's lens on Instagram. *Journal of Cultural Analytics, 7*(3). https://doi.org/10.22148/001c.38966

Manovich, L. (2011). What is visualisation? *Visual Studies, 26*(1), 36-49. https://doi.org/10.1080/1472586X.2011.548488

————————. (2020). *Cultural analytics*. MIT Press.

Ogle, D. H., Doll, J. C., Wheeler, A. P., & Dinno, A. (2023). *FSA: Simple fisheries stock assessment methods* (Sürüm 0.9.5) [R paketi]. CRAN. https://CRAN.R-project.org/package=FSA

Pebesma, E. (2018). Simple features for R: Standardized support for spatial vector data. *The R Journal, 10*(1), 439-446. https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009

Perlin, K., & Fox, D. (1993). Pad: An alternative approach to the computer interface. *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* içinde (ss. 57-64). Association for Computing Machinery. https://doi.org/10.1145/166117.166125

R Core Team. (2024). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. https://www.R-project.org/

Ravina, M. (2023). Algorithmic maps and the political geography of early-modern Japan. *Journal of Cultural Analytics, 8*(3). https://doi.org/10.22148/001c.84860

Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., & Deering, D. W. (1974). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. S. C. Freden, E. P. Mercanti, & M. A. Becker (Ed.), *Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium: Technical presentations, Volume I, Section A içinde (ss. 309-317). National Aeronautics and Space Administration.*

Shneiderman, B. (1996). The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. *Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages* içinde (ss. 336-343). IEEE. https://doi.org/10.1109/VL.1996.545307

Skains, R. L. (2018). Creative practice as research: Discourse on methodology. *Media Practice and Education, 19*(1), 82-97. https://doi.org/10.1080/14682753.2017.1362175

Tomczak, M., & Tomczak, E. (2014). The need to report effect size estimates revisited: An overview of some recommended measures of effect size. *Trends in Sport Sciences, 21*(1), 19-25.

Vitale, V. (2023). Searching maps by words: How machine learning changes the way we explore map collections. *Journal of Cultural Analytics, 8*(1). https://doi.org/10.22148/001c.74293

Wickham, H. (2016). *ggplot2: Elegant graphics for data analysis* (2. baskı). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-24277-4

Wigard, J., Arnold, T., & Tilton, L. (2023). Understanding Peanuts and Schulzian symmetry: Panel detection, caption detection, and gag panels in 17,897 comic strips through distant viewing. *Journal of Cultural Analytics, 8*(3). https://doi.org/10.22148/001c.87560

Yedekçi, B. (2026). *DEU Main Campus Environmental Analytics Reproducibility Package* (Sürüm v1) [Veri seti]. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.20548068

Yedekçi, B., & Boztepe Mutlu, P. (2026). Toprak kromatografisi baskı yöntemi ve fotoğraf sanatı etkileşimi. *Art-e Sanat Dergisi*, (37), 1-14. https://doi.org/10.21602/sduarte.1663075

Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing, 24*(3), 583-594. https://doi.org/10.1080/01431160304987

Etik kurul onayı: Etik kurul onayına ihtiyaç bulunmamaktadır.
Çıkar çatışması: Çıkar çatışması bulunmamaktadır.
Finansal destek: Finansal destek bulunmamaktadır.

Ethics committee approval: There is no need for ethics committee approval.
Conflict of interest: There are no conflicts of interest to declare.
Financial support: No funding was received for this study.