



# Doğal Ortam Üzerinde Beşerî Etkinin Mekânsal Analizi: Denizli Örneği

## *Spatial Analysis of Human Influence on the Natural Environment: The Case of Denizli*

Rauf Belge<sup>\*a</sup>, Cansu Duman<sup>b</sup>

### Makale Bilgisi

Araştırma Makalesi

DOI:

10.33688/aucbd.1245140

Makale Geçmişi:

Geliş: 31.01.2023

Kabul: 14.03.2023

Anahtar Kelimeler:

Denizli

Coğrafya

AHP

Beşerî Etki İndeksi

İnsan ayak izi

### Öz

*Doğal ortam üzerinde insan etkisinin artması sonucunda doğal bozunumlar (bitki örtüsünün tahrip edilmesi, yanlış arazi kullanımı, erozyon) ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmıştır. Bu sorunların giderek artışı göstermesi, insanın çevre üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve ölçülmesi problemini gündeme getirmiştir. Bu maksatla geliştirilmiş Beşerî Etki İndeksi, sınırları belirlenmiş bir alanda birden fazla parametreyi kullanarak mekân üzerinde antropojenik etkiyi ölçmeyi amaçlar. Bu çalışmada Beşerî Etki İndeksi kullanılarak Denizli ilinde antropojenik etkinin yoğunluğu ve mekânsal dağılışı analiz edilmiştir. Beşerî etki belirlenirken Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Denizli ilinin %0,3'ü çok yüksek, %2'si yüksek, %4'ü orta dereceli insan etkisi altındadır. Buna karşın il yüzölçümünün %35'inde düşük ve %59'unda çok düşük insan etkisi altında olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla Denizli'de beşerî etki yoğun olmakla birlikte belirli ve dar bir alanda faaliyet göstermiştir.*

### Article Info

Research Article

DOI:

10.33688/aucbd.1245140

Article History:

Received: 31.01.2023

Accepted: 14.03.2023

Keywords:

Denizli

Geography

AHP

Human Influence Index

Human footprints

### Abstract

*As a result of increasing human impact on the natural environment, environmental problems such as natural degradation, climate change, destruction of vegetation, land misuse, and erosion have emerged. The gradual increase in these problems has brought the problem of determining and measuring the human impact on the environment. The Human Influence Index, developed for this purpose, aims to measure the anthropogenic impact on space by using multiple parameters in a defined area. In this study, the intensity and spatial distribution of anthropogenic impact in Denizli province were analyzed by using the Human Influence Index. Analytic Hierarchy Process (AHP), one of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods, was used to determine the human impact. As a result of the analysis, 0.3% of Denizli province is under very high, 2% is under high and 4% is under moderate human impact. On the other hand, it was determined that 35% of the province's surface area is under low and 59% is under very low human influence. Consequently, although human influence in Denizli is intense, it has operated in a defined and restricted area.*

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: rbelge@pau.edu.tr

<sup>a</sup> Pamukkale Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Denizli/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-9885-5485>

<sup>b</sup> Pamukkale Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Denizli/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-2170-7350>

## 1. Giriş

Coğrafya, bir ilişkiler bilimidir (Barrows, 1985:170). Bu ilişki daha ziyade insan ve çevre arasındaki etkileşimi ifade eder. Coğrafyanın araştırma konularını dört ana başlık altında toplayan Pattison (1964), insan-çevre etkileşimi geleneğini disiplinin temel konularından biri olarak sayar. Bu bağlamda coğrafyanın yaygın tanımlarından biri de insan ve çevre arasındaki karşılıklı ilişkinin incelenmesidir. Ancak bu ilişki karşılıklı dengeli bir etkileşim değildir. İnsan ve çevre arasındaki ilişki giderek çevre aleyhine işlemektedir. Çünkü günümüzde hâkim unsur insandır (Bilgili, 2017:106). Sanayi Devrimi'ne kadar fiziki çevreden büyük ölçüde etkilenen insan, bu tarihten sonra çevreyi etkilemeye başlamış, ihtiyaçları doğrultusunda değiştirmiş ve dönüştürmüştür (Lewis ve Maslin, 2015:175). Doğal ortam üzerinde insan etkisinin artması sonucunda doğal bozunumlar (bitki örtüsünün tahrip edilmesi, yanlış arazi kullanımı, erozyon) ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlar ortaya çıkmıştır (Bayar ve Karabacak, 2020:3). Dünyada orman alanları giderek daralmaya, ekstrem iklim olaylarının sıklığı ve şiddeti artmaya, biyoçeşitlilik azalmaya başlamıştır (Steffen vd., 2007:614). Doğal ortam bozunumları sonucunda insan faaliyetlerinden ilk etkilenen doğal unsur biyoçeşitlilik, olmuştur (Weinzettel vd., 2018:447). Tarım alanlarının genişlemesi ve zirai ilaçların (herbisit ve pestisit) kullanımı diğer canlı türlerinin azalmasına, hatta türlerin geçmişe göre 100 ila 1000 kat daha fazla yok olmasına yol açmıştır (Lewis ve Maslin, 2015:172).

İnsanın mekân üzerindeki etkisi nüfusun artması, şehirleşmenin yaygınlaşması ve teknolojinin gelişmesi ile giderek artmış, yeryüzünde insan etkisi ve müdahalesinin olmadığı çok az yer kalmıştır. İnsanın gezegen üzerindeki dönüştürücü etkisi muazzam boyutlara ulaşmasından dolayı bazı araştırmacılar insan ağırlıklı yeni bir jeolojik çağ olan Antroposen Çağı'ndan bile söz etmeye başlamıştır (McGowan, 2016:172). Buna göre Kuvaterneri oluşturan Pleistosen ve Holosene ek olarak Sanayi Devrimi'nden sonra insan etkisiyle Antroposen Çağı ismiyle yeni bir evreye girilmiş oldu. Antroposen'de nüfus, şehirleşme ve enerji ihtiyacının artmasıyla birlikte insanın yeryüzünde yapmış olduğu şekillendirmenin boyutları yoğunlaşmış ve yayılmıştır (Ertek, 2017:71). Öyle ki insanoğlunun gezegenimiz üzerindeki etkisi uzaydan gözlenebilir seviyelere ulaşmıştır. İnsanın yeryüzünde doğrudan veya dolaylı yönden yapmış olduğu etkiler, “insan ayak izi” (human footprint) olarak tanımlanmıştır (Leu vd., 2008:119). Ormanların tarım alanlarına, tarım alanlarının ise giderek şehirsal alanlara dönüşmesi, arazi örtüsü (land cover) üzerinde insan ayak izine tipik bir örnektir (Sanderson vd., 2002:891-897). Ayrıca beşerî etkinin en fazla hissedildiği şehirsal alanlarda mikro iklimin değişmesinden dolayı “şehirsal ısı adası” kavramı literatüre yerleşmiştir (Çiçek ve Doğan, 2005:58).

Bu sorunların giderek artış göstermesi, insanın çevre üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve ölçülmesi meselesini gündeme getirmiştir. Bu maksatla bazı analiz ve indeksler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de Beşerî Etki İndeksidir (Human Influence Index). Beşerî Etki İndeksi, sınırları belirlenmiş bir alanda birden fazla parametreyi kullanarak mekân üzerinde antropojenik etkiyi ölçmeyi amaçlar. Söz konusu indeks, Sanderson vd. (2002) tarafından coğrafi ortam üzerinde insan etkisini ölçmek için geliştirilmiştir. Bu indekste nüfus yoğunluğu, yerleşmeler, yollar, erişim noktaları ile bunların büyüklüğü ve uzaklığı gibi coğrafi referanslar dikkate alınmaktadır. Aynı yöntemle beşerî

etkinin belirlendiği "insan ayak izi" haritalarında yerleşmeler, nüfus yoğunluğu, elektrik altyapısı, tarım arazileri, meralar, karayolları, demiryolları ve ulaşım elverişli nehirler gibi beşerî unsurlar kullanılmaktadır (Venter vd., 2016).

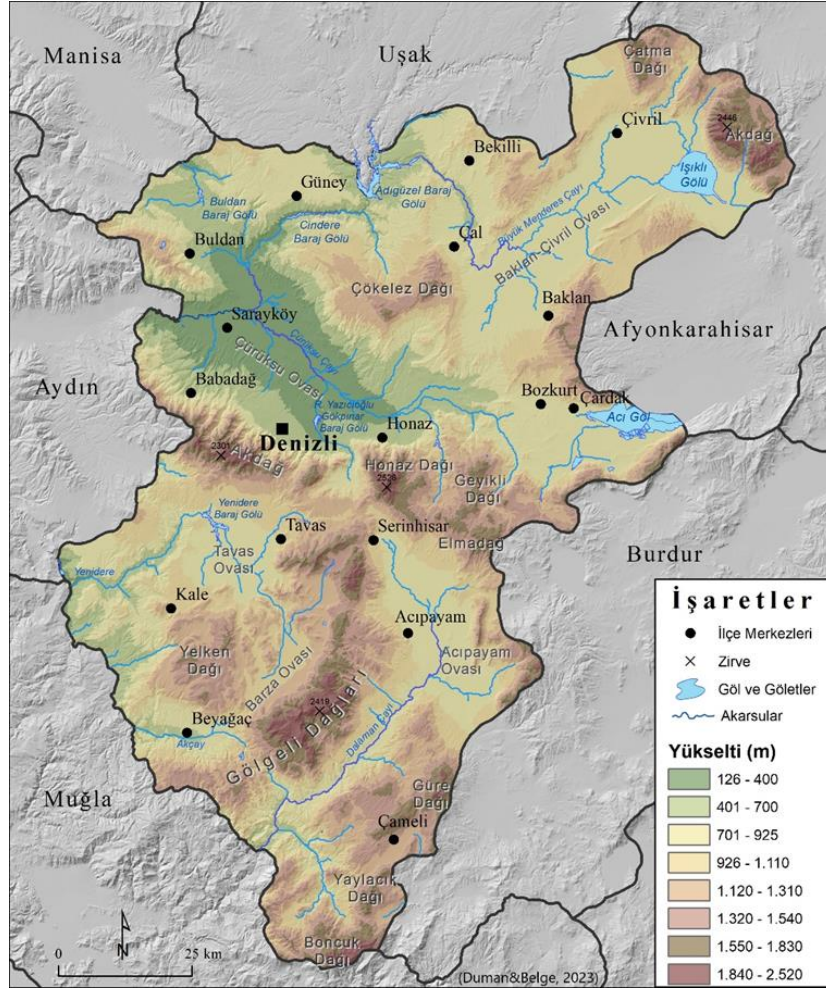
Beşerî Etki İndeksi, esas olarak dört ana başlık altında analiz edilmektedir. İlk olarak bir alandaki *nüfus yoğunluğu*; arazi örtüsü verisini içeren *arazi kullanımı*; karayolu, demiryolu, nehir ve kıyı çizgisine *erişebilirlik*; uydu görüntüleri üzerinde gece ışıkları verisini içeren *elektrik altyapısı* veri seti kullanılmaktadır (Sanderson vd., 2002:892). Bu analiz, doğal ortamı doğrudan etkileyen yerleşme, yol, arazi kullanımı ve nüfus gibi ölçülebilir unsurlara odaklanmaktadır. Analiz sonucunda beşerî etki, en düşük olduğu alanlardan en fazla olduğu alanlara doğru derecelenmektedir. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve coğrafi bilgi sistemleri sayesinde beşerî etki sahası, görsel olarak haritalanabilmekte ve modellenabilmektedir. İnsanın mekân üzerindeki baskısının dağılışı ve yoğunluğu ortaya konulmaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, bir milyondan fazla insana ev sahipliği yapan Denizli ilinde insan ve çevre ilişkisini mekânsal ölçekte ortaya koymaktır. Bu bağlamda insan etkisinin en fazla hissedildiği alanları Beşerî Etki İndeksi ile tespit etmeyi hedefleyen bu çalışma, coğrafyanın dört geleneğinden olan "insan ve çevre geleneğine" bağlı kalmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda Denizli ilinde insan etkisi ölçülmüş ve haritalandırılmıştır. İnsanın etkisinin fazla hissedildiği ve yoğun beşerî faaliyetlerin yürütüldüğü odak noktaları belirlenmiştir. Denizli ilinde doğal coğrafi görünümün (natural landscape) beşerî coğrafya görünümüne (human landscape) dönüşüm sürecine odaklanılmıştır.

## 2. Çalışma Alanı

Çalışma alanı, İzmir'den sonra Ege Bölgesi'nin en kalabalık ili olan Denizli'dir. 12.134 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip Denizli ili arazisinin %60'a yakını dağlık ve engebeli bir topografyadan oluşmaktadır (Uğur, 2020:911). Honaz Dağı (2.571 m), Akdağ (2.300 m) Çökelez Dağları (1.841) ilin en yüksek dağ kütleleridir (Şekil 1). Büyük Menderes Nehri'nin yukarı kesiminde yer alan Denizli yöresinde Akdeniz iklimi şartları hüküm sürmektedir. Ancak denizden uzak ve nispeten yüksek olması nedeniyle Akdeniz iklimi değişime uğramıştır. Kışlar, karakteristik Akdeniz ikliminin yaşandığı yerlere göre daha soğuk iken yaz mevsimi, kıyı bölgelere göre daha serindir. Yağışlar en fazla kış mevsiminde düşmekle birlikte ilkbahar mevsimine kaymıştır (Akşit ve Duman, 2020:10; Darkot ve Tuncel, 1995:57).

Ege Bölgesi'nin iç kesimlerinde yer alan Denizli, ikisi merkez ilçe (Pamukkale ve Merkezefendi) olmak üzere toplamda 19 ilçeden oluşur. 2021 yılında bir milyondan fazla insana (1.051.056 kişi) ev sahipliği yapan Denizli ekonomisinde dokumacılık, tekstil, hazır giyim ve havlu-bornoz sanayinin önemli bir yeri vardır. İlin ihracatında özellikle havlu ve bornoz üretimi en fazla paya sahiptir (Belge, 2018:178). Tekstil dışında başta mermer, sanayi makinası üretimi, bakır kablo, dericilik ve tarım sektörlerinde üretim ve ihracat yapılmaktadır (Keyman ve Koyuncu-Lorasdağı, 2020:160). İl ekonomisinde turizm sektörü önemli bir yer tutar. Yılda bir milyondan fazla ziyaretçi ile Pamukkale Travertenleri, Türkiye'de en çok ziyaret edilen ören yerlerinden biridir (Kara vd., 2021:4092). Başta Hierapolis, Laodikya ve Tripolis olmak üzere 20 civarındaki antik kent, turizme kaynaklık eden tarihi değerlerdir.



Şekil 1. Denizli İli Fiziki Haritası

### 3. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada yöntem olarak Sanderson vd. (2002) takip etmiş olduğu metodoloji esas alınmıştır. Mekânsal istatistik yöntemlerinden biri olan Beşerî Etki İndeksi (Human Influence (Footprint) Index-HII) parametreleri Denizli'ye uyarlanarak insanın çevre üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Beşerî etki belirlenirken Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process, AHP) kullanılmıştır. AHP nicel ve nitel parametreleri aynı anda değerlendirme imkânı sunan bir ölçüm yöntemidir (Saaty, 1987). Parametreler belirlenen amaç doğrultusunda basit ikili matris sisteminde kriter ve alt kriterlere dayalı hiyerarşik bir yapı oluşturur (Saaty ve Vargas, 2001). Ölçeklendirme yapılırken 1'den 9'a kadar derecelendirilir ve kriter ağırlığı belirlenir. İkili matris karşılaştırmalarında özvektör yöntemi kullanılarak kriterler arasındaki tutarlılık hesaplanır (Saaty, 1994). Hesaplama;

$$CR = CI \text{ (Tutarlılık Göstergesi)} / RI \text{ (Rastgele Göstergesi)}$$

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \text{ 'dir (Zhou ve Shi, 2009).}$$

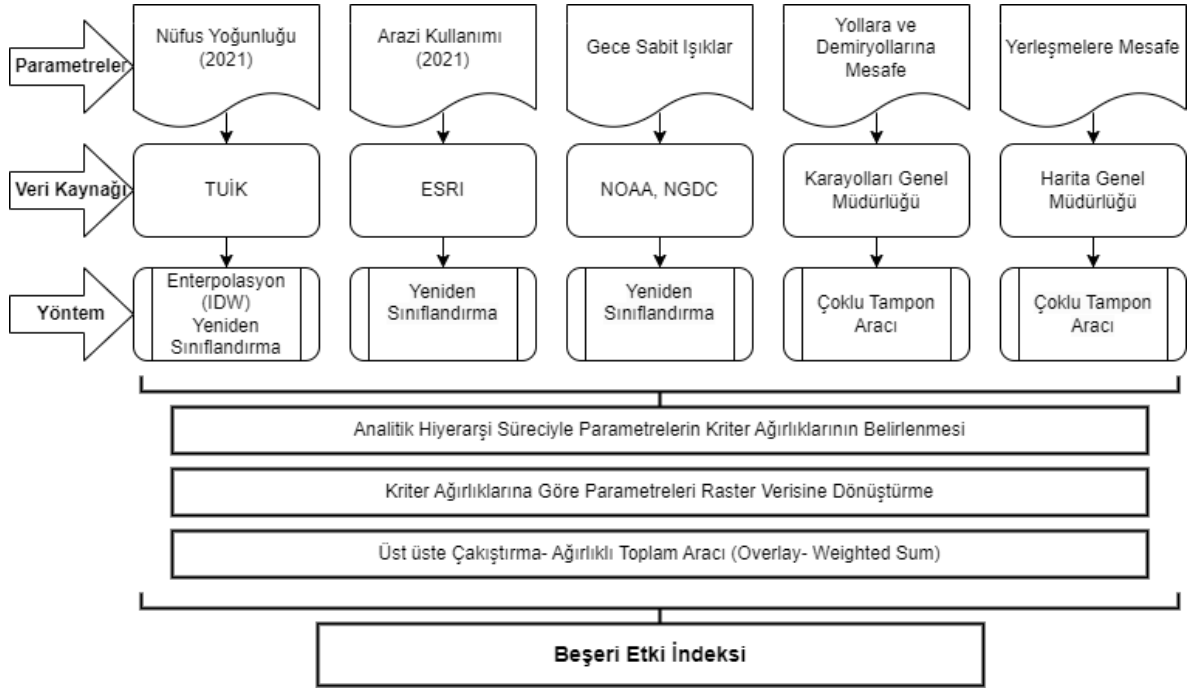
Eğer CR (Tutarlılık Oranı) = 0,10 veya < 0,10 ise matris tutarlıdır. Tutarlı olmaması halinde kriterler dereceleri yeniden belirlenmelidir (Saaty ve Özdemir, 2003). Çalışmada AHP yöntemi uygulanırken SCB Ass. “AHP Template” yazılımı kullanılmıştır. Sanderson vd., (2002) tarafından belirlenen Beşerî Etki İndeksi parametreleri Denizli’ye uyarlanarak kriter ve alt kriterleri belirlenmiştir. Belirlenen parametreler nüfus yoğunluğu, arazi kullanımı, yollara mesafe, yerleşmelere mesafe, demiryollarına mesafe ve sabit gece ışıklarıdır. Çizelge 1’de ana kriter ve alt kriter ağırlıkları verilen bu parametrelerin tutarlılık oranı 0,02 olduğundan analiz tutarlıdır.

**Çizelge 1.** AHP yöntemine göre Denizli beşerî etki indeksi parametreleri ve ağırlıkları

KRİTERLER		Alt kriterler	Kriter Ağırlığı
Nüfus Yoğunluğu (IDW)	0,343	30-600	0,017
		610-1300	0,022
		1400-2200	0,031
		2300-3400	0,046
		3500-5000	0,067
		5100-7000	0,092
		7100-9000	0,117
		9100-11000	0,155
		12000-13000	0,206
		14000-21000	0,247
		<b>Tutarlılık Oranı</b>	<b>0,047</b>
Sabit Işıklar (Stable Lights)	0,168	0-4	0,08
		4,01-13	0,113
		13,1-27	0,188
		27,1-47	0,267
		47,1-63	0,353
		<b>Tutarlılık Oranı</b>	<b>0,038</b>
Arazi Kullanımı	0,235	Tarım Alanları	0,252
		Yerleşme Alanları	0,318
		Çayır Mera Alanları	0,179
		Orman Alanları	0,109
		Su Kütleleri	0,083
		Diğer Alanlar	0,058
		<b>Tutarlılık Oranı</b>	<b>0,033</b>
Karayollarına Uzaklık (m)	0,082	100	0,37
		200	0,267
		400	0,171
		600	0,113
		1000+	0,079
		<b>Tutarlılık Oranı</b>	<b>0,026</b>
Yerleşmelere Uzaklık (m)	0,116	500	0,37
		1000	0,267
		1500	0,171
		2000	0,113
		5000+	0,079
		<b>Tutarlılık Oranı</b>	<b>0,026</b>
Demiryollarına Uzaklık (m)	0,056	100	0,337
		200	0,256
		400	0,181
		600	0,138
		1000+	0,087
		<b>Tutarlılık Oranı</b>	<b>0,032</b>
<b>CI</b>		<b>0,022</b>	
<b>RI</b>		<b>1,24</b>	
<b>Tutarlılık oranı</b>		<b>0,018</b>	

Her bir parametre analiz edilerek kullanılan veri setleri, temin edilen kurumlar ve analiz yöntemleri Şekil 2’de verilmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak analize hazırlanan parametreler daha sonra kriter ağırlıklarına göre raster veri setine dönüştürülmüştür. Mekânsal analiz yöntemlerinden biri olan üst üste çakıştırma “overlay” yöntemi kullanılarak Denizli ili Beşerî Etki İndeksi belirlenmiş, yapılan analizler arazi çalışmalarıyla teyit edilmiştir. Buna göre Denizli ili beşerî etkinin çok yüksek olduğu alanlardan çok düşük olduğu alanlara doğru 5 sınıfa ayrılmıştır.

Türkiye İstatistik Kurumu’ndan (TÜİK) Denizli ilinin 617 mahallesinin nüfus verileri, HGM’den alınan il ve ilçe sınırlarıyla birleştirilerek enterpolasyon yapılmıştır. Nüfusun mekânsal dağılımını görebilmek için ArcGIS’de IDW (Ters Mesafe Ağırlıklandırma) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem eldeki verilerden yola çıkarak çalışma alanının tamamı hakkında çıkarım yapabilmeyi sağlamaktadır. İlin nüfus yoğunluğu Denizli ili fiziki haritası için kullanılan sayısal yükselti modeli verisi SENTINEL uydusundan alınarak düzenlenmiştir. Sayısal yükselti modelinin hücre boyutu 38,2 metredir. Erişilebilirlik parametrelerinden olan yerleşmelere, karayolu ve demiryollarına mesafe verileri buffer (tampon) aracı kullanılarak oluşturulmuştur. Sabit gece ışıkları ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları (NOAA) Ulusal Jeofizik Veri Merkezi (NGDC) verisinden temin edilmiş olup görüntüler 2013 yılına aittir. Uydu görüntüsünde m<sup>2</sup> başına düşen watt 0 ila 63 piksel aralığında görüntülenmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Çalışmada kullanılan materyaller ve temin edilen kurumlar

Denizli ili, 2012 yılında 6360 sayılı kanun ile büyükşehir belediyesi kapsamına alınmıştır. Bu kanun ile Denizli ilinde bulunan köy ve belde yerleşmelerine şehirsal mahalle statüsü verilmiştir. Bu durum ilde bulunan şehir, kasaba ve kırsal yerleşmelerin tasnifini zorlaştırmıştır. Bu hususta Kara ve Belge'nin (2022) Denizli ili için yaptıkları yerleşme tasnifi esas alınmıştır. Adı geçen yazarlar, yerleşmelerin nüfus, idari ve fonksiyonel özelliklerini dikkate alarak, köy, kasaba ve şehir ayrımını

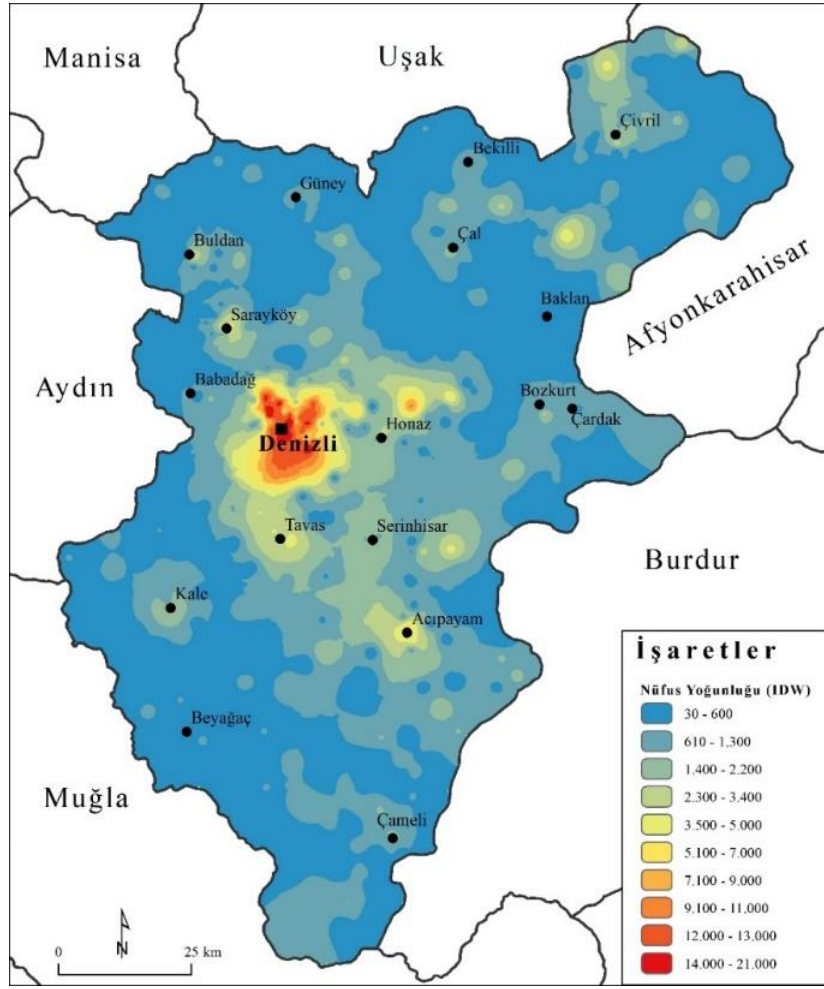
yapmışlardır. Buna göre nüfusu 10.000’i aşan yerleşmeler şehir, 5.000-10.000 arasında olanlar kasaba ve 5.000’in altında kalan yerler köy olarak kabul edilmiştir. Öte yandan nüfusu 5.000’i aşmayan idari merkez olmasından dolayı fonksiyonel çeşitlilik kazanan ilçe merkezleri kasaba olarak belirlenmiştir. İlçe merkezleri dışında kalan ve nüfusu 5.000’in altında kalan Karahayıt, Pamukkale, Yatağan, Kızılcabölük, Yeşilyuva, Kaklık ve Kırılan, fonksiyonel anlamda kasaba özelliği gösteren yerleşmeler olarak değerlendirilmiştir (Kara ve Belge, 2022:73).

#### 4. Bulgular

##### 4.1. Denizli İlinde Nüfus Yoğunluğu

Fiziki ortamı ve ekosistemi değiştirmeye ve ondan faydalanmaya çalışan insanın ortam üzerindeki etki derecesi her şeyden önce sayısına ve yoğunluğuna bağlıdır. İnsanın ortam üzerindeki etkisini anlamak için nüfusun miktarı, dağılışı, niteliği ile nüfusun kültürel, ekonomik ve teknik gelişme seviyesinin ortaya konulması gerekir (Tanoğlu, 1969:29). Bir alandaki nüfus yoğunluğu artıkça, doğal ortam üzerindeki beşerî etki artmaktadır. Çünkü insan sayısı artıkça topraktan faydalanma ve kaynakların tüketimi de artış göstermektedir (Sanderson vd., 2002:892). Nüfusun yeryüzünde dağılışı, nüfus miktarı kadar önemli mekânsal etkileri vardır. Nüfusun bir bölgedeki dağılışı peyzajı önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle antropojenik bir etki olarak Denizli ilinde nüfusun dağılışı ve yoğunluğunun bilinmesi önem arz eder.

Denizli ilinde nüfusun mekânsal dağılışına bakıldığında nüfusun oldukça düzensiz ve dengesiz bir dağılışı örneğine sahip olduğu görülmektedir. Nüfus daha ziyade ovalık alanlarda yoğunlaşmıştır. Çürüksu Ovası, Acıpayam Ovası, Çivril Ovası ve Tavas Ovası nüfusun toplandığı düzlük alanlardır. Denizli il nüfusunun büyük bir kısmı ilin idari merkezi olan Denizli şehrinde toplanmıştır. Denizli şehrinde 640.118 kişi ikamet etmekte ve bu miktar il nüfusunun %61’ine tekabül etmektedir.<sup>1</sup> İlçe merkezleri nüfusun toplandığı diğer alanlardır. Denizli ilinde ilçe merkezleri genellikle az nüfuslu olup, kasaba görünümündedirler. 2021 yılında Çivril (23.856), Sarayköy (20.158), Acıpayam (18.785), Buldan (16.570), Tavas (13.489), Honaz (10.697) ve Serinhisar (10.427) nüfusun 10 bini geçtiği ilçe merkezleridir (Kara ve Belge, 2022:76). Bunlar, Denizli şehri dışında nüfusun toplandığı başlıca şehrsel yerleşmelerdir. Öte yandan dağlık ve engebeli sahalar nüfusun seyrek olduğu yerlerdir. Akdağ, Honaz Dağı, Gölgele Dağı ve Çökelez Dağı çevresi, nüfusun seyrek olduğu engebeli sahalardır (Şekil 3).



Şekil 3. Denizli İlinde Nüfus Yoğunluğu, 2021.

#### 4.2. Denizli İlinde Şehirsel Yerleşmeler

Büyük nüfus kitlelerinin dar bir alanda toplandığı şehirler; binaları, cadde ve sokakları, parkları vs. ile insan topluluklarının coğrafi peyzaj üzerinde inşa ettikleri beşerî tesislerdir (Göney, 1984:1). Bu nedenle doğal ortamın beşerîleşmiş alanları olan şehirler, beşerî etkinin en fazla hissedildiği mekânlardır. Asfalt, bina çatısı ve beton gibi geçirimsiz arazilerin hâkim olduğu bu mekanlar, yeryüzünde %3 oranında yer kaplamakla beraber, ekolojik etkileri küresel ölçektir (Stathakis vd., 2015). Nitekim Wigginton vd.'nin (2016:905) iddiasına göre şehirlerin etkilediği alan, şehirsel alanların 200 katından bile fazladır. Dünyanın artık bir *şehir gezegeni* (urban planet) haline geldiği öne sürülmüştür.

Çalışma alanı olan Denizli ilinde şehirsel alanlar, %4,4 oranından yer kaplamaktadır. Şehirsel alanlar, arazi örtüsü üzerinde az yer kaplamakla birlikte çevresi ile sıkı bir ilişki halinde olması nedeniyle doğal ortam üzerindeki etkileri daha yoğun ve güçlüdür. Zira geniş tarım alanları, maden yatakları ve su kaynakları şehirsel alanları besleyen en önemli doğal kaynaklardır. Denizli ilinde şehirler, genellikle idari fonksiyona sahip il ve ilçe merkezlerinden oluşmaktadır.



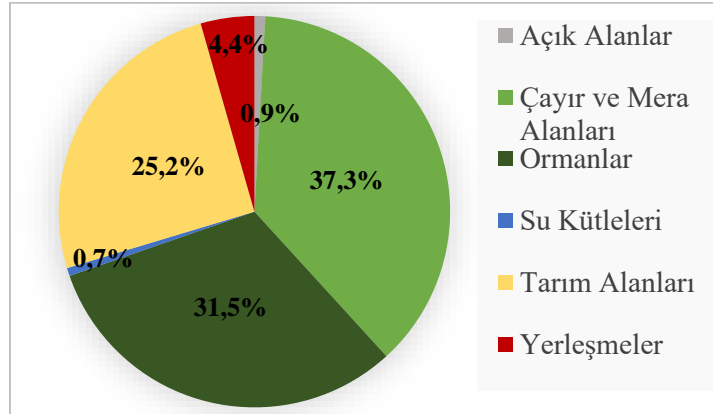


Yeşilyuva'da ayakkabı sanayisi (Erdoğan ve Uyanık, 2020), Kızılcabölük'te tekstil ve dokuma, Pınarkent ve Kocabaş'ta sanayi üretimi hâkim fonksiyonlardır. Bu fonksiyonlar, söz konusu yerleşmelerin şehrsel nitelik kazanmasını sağlamıştır.

#### 4.3. Denizli İlinde Arazi Kullanımı

Arazi kullanımı, doğal ortam ve insan arasındaki etkileşimin en somut sonucudur. İlk dönemlerde arazi kullanımı besin üretimi şeklinde olurken; günümüzde gelişen teknolojik koşullar ve artan nüfus, insan ihtiyaçlarının artmasına, çeşitlenmesine ve değişmesine yol açmıştır. Bu bağlamda araziden faydalanmanın yoğunluğu ve çeşitliliği artmıştır (Bayar, 2003:97-98). Arazi kullanımı (land use) insanlık tarihi kadar eski bir beşerî faaliyet olmasına karşın, araziden faydalanma 20. yy.'da coğrafyanın araştırma alanına girmiştir. Doğayı akıllıca kullanma, doğadan iyi yararlanma ve telafisi mümkün olmayan tahribattan kaçınma gibi hususlar, arazi kullanım çalışmalarının temel prensibidir (Tunçdilek, 1985:3-19). Arazi kullanımı, arazinin hali hazır kullanma durumu, arazi kullanma şeklinin tespiti, değer bakımından sınıflandırılması ve kullanım tarzının planlanmasıdır (Gözenç, 1978:9).

İnsanlar, yerleşme, tarım ve ekonomik faaliyetlerle fiziki mekânın dönüşümüne neden olur. Doğal ortamda insan kaynaklı arazi dönüşümü, ekosistemde biyoçeşitliliğin azalmasına ve habitat alanlarının bölünmesine yol açar. Arazi dönüşümünde en yüksek kriter ağırlığı yapılaşmış alanlar (yerleşmeler), en düşük derece ise ormanlar ve çayırlar gibi beşerî müdahalenin en az olduğu ekosistemlerdir (Sanderson vd., 2002:893). Bu çalışmada arazi kullanımı, nüfustan sonra yüksek kriter ağırlığına sahip olan parametre olup beşerî etkinin fazla olduğu alanlar yerleşme ve tarım alanları olarak belirlenmiştir (Tablo 1).



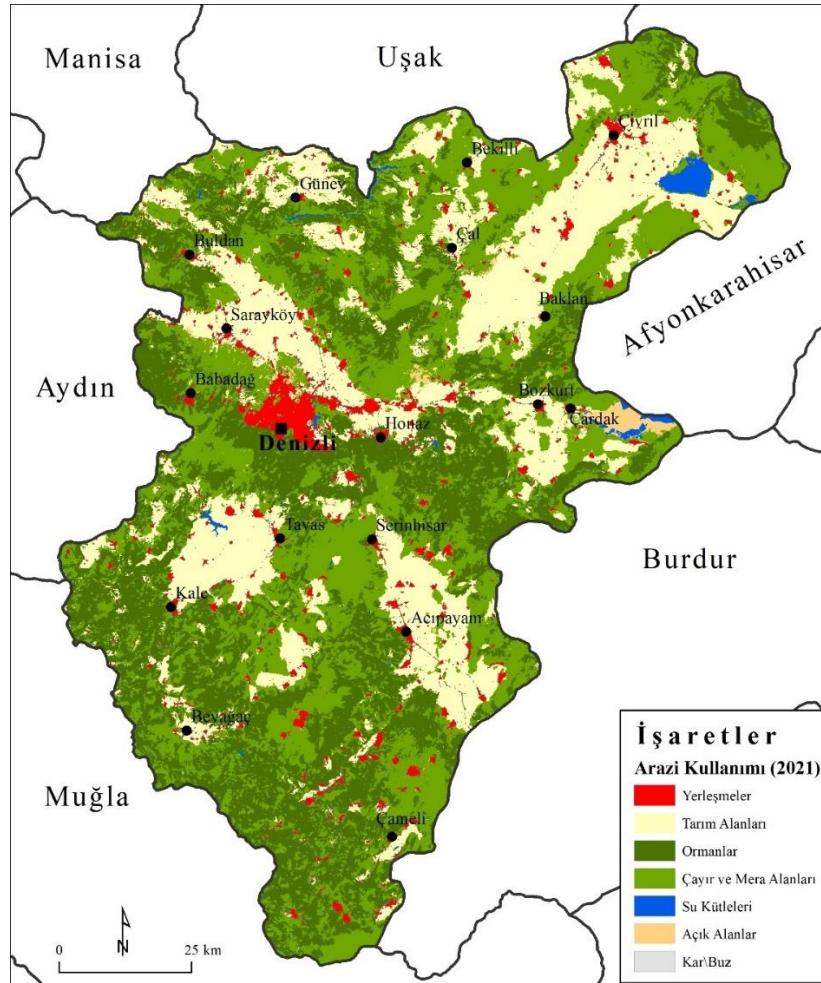
Şekil 5. Denizli İlinde Arazi Kullanım Oranları

Denizli ilinde arazi kullanımının belirlenmesi için ESRI'nin 2021 yılında üretmiş olduğu veriler kullanılmıştır. ESRI tarafından SENTINEL-2 uydusu ile 2 metre çözünürlüklüye sahip çevrim içi arazi kullanım haritaları üretilmiştir. Arazi kullanımında yerleşmeler, tarım alanları, ormanlar, çayır ve meralar, su yüzeyi, açık alanlar ve kar/buz yüzeyleri yer almaktadır.

2021 yılı arazi kullanım değerlerine göre Denizli ili arazi örtüsünün üçte ikisini çayır, mera ve ormanlar kaplamaktadır. %37'lik orana sahip çayır ve meralık alanlardan sonra ormanlar arazi örtüsünün %31'ini oluşturur. Çayır, mera ve ormanlar daha çok Akdağ, Honaz Dağı, Gölgele Dağları ve

Çökelez Dağı etrafında yayılış göstermiştir. İl yüzölçümünün %25'i ise tarım alanlarından meydana gelmektedir. Tarım alanları genellikle Acıpayam Ovası, Çürüksu Ovası, Tavas Ovası ve Çivril-Baklan Ovası'nda yoğunlaşmıştır. Bu ovalar, düz ve eğim değerlerinin düşük olduğu alanlardır. Yüzde 4,4'lük bir orana sahip olan yerleşmeler, arazi kullanımında az yer kaplamakla birlikte doğal ortamı ve ekosistemi etkileyen en önemli beşerî yapılardır (Şekil 5 ve 6).

Denizli'de nüfus ve yerleşme alanlarının artması, arazi kullanım değerlerinin değişimine yol açmıştır. Nitekim CORINE verilerine göre 1990 ile 2018 yılları arasında tarım alanları %2,83'lük (33.769 ha) artış oranıyla arazi örtüsü üzerindeki değişimin en fazla olduğu arazi kullanım türü olmuştur. Aynı dönemde çıplak-kayalık ve taşlık alanlarında %4,99 oranında düşüş yaşanmıştır. Bu düşüşün sebebi karayolları, maden ocakları, havaalanları, döküm ve inşaat sahaları vb. gibi alanlardaki çalışmaların artmasından kaynaklanmıştır (Üyük vd., 2020:106).



Şekil 6. Denizli İlinde Arazi Kullanım Durumu, 2021.

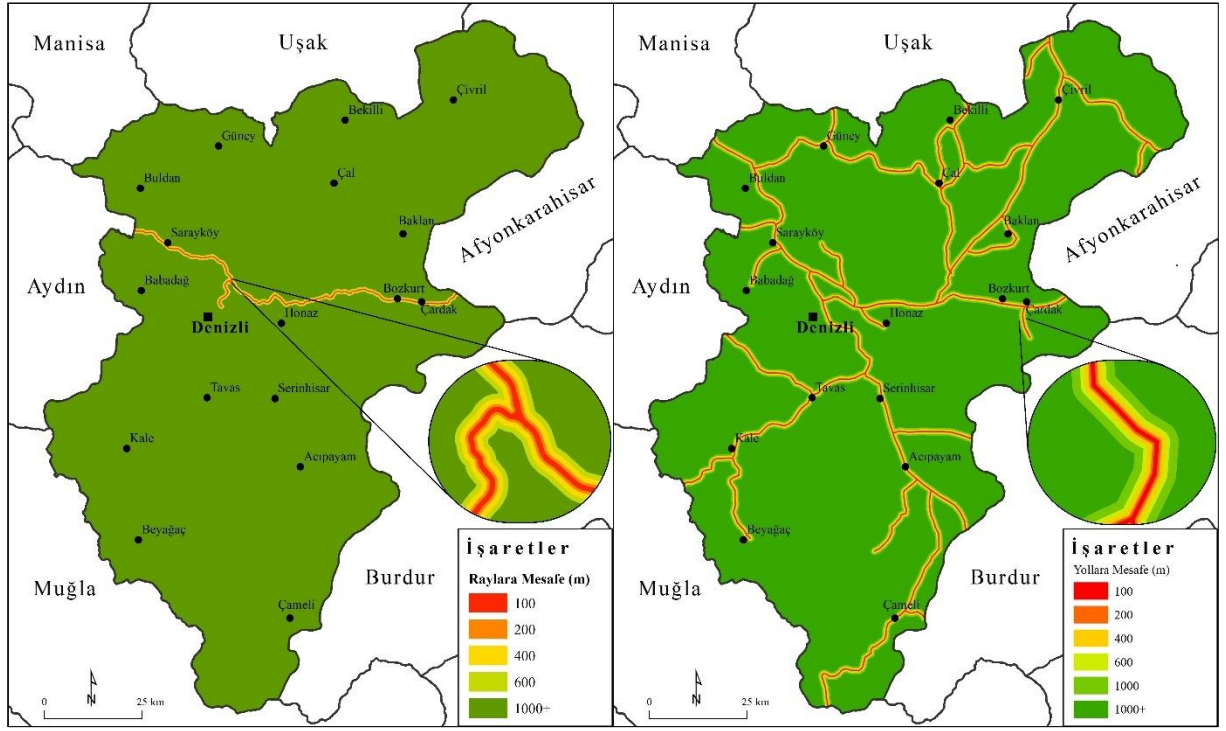
#### 4.4. Denizli İlinde Ulaşım

Bir bölgedeki sadece insan yoğunluğu değil, hareketliliği de doğal ortamı değiştirmektedir (Duman, 2022:357). Zira mekânı şekillendiren ve dönüştüren ulaşım faaliyetleri, coğrafi görünümde benzerlik ve farklılıkların oluşmasında etkin rol oynar (Belge, 2023:275). Mekânda gözle görülebilir iz

bıraktığı için coğrafi görünümün de önemli bir parçası olan ulaşım, her türlü mekânsal bağlantıyı ve karşılıklı ilişkiyi kapsar (Tümertekin, 1987:1-4). Ulaşım sistemleri, yerleşmeleri, fabrikaları ve yatırımları kendilerine doğru çekmekle coğrafi görünümü doğrudan etkilemektedir. Bu manada arazi örtüsü üzerinde bir arazi kullanım şekli olan ulaşım, doğal ortam üzerinde beşerî etkinin artmasına yol açmaktadır. Ulaşım sistemleri ekosisteminde meydana gelen habitat kayıplarının ve kırılğanlıkların nedenlerindedir. Yol yapım çalışmaları sırasında meydana gelen kazalar, yolların habitat alanlarını ayırması bu kayıplara örnek gösterilebilir (Trombulak ve Frissell, 2000:19). Beslenme ve barınma alanlarının ayrılması nedeniyle yoldan geçmek zorunda kalan türlerin yok olması, bölge ekosistemini zedelemektedir. Orman ekosistemi veya sulak alan ekosistemleri gibi doğal alanlardan geçen ana yollar bölgedeki biyoçeşitliliğe zarar verebilir. İleriye dönük yol yapım projelerinde koruma altına alınması gereken alanlar belirlenerek yol etkisi zonu oluşturmalıdır (Forman ve Deblinger, 2000:45).

Denizli yöresinde beşerî faaliyetlerin 5 binlik yıllık tarihi geçmişi olmasına karşın, ilin coğrafi görünümünde esas değişim demiryolları ile gerçekleşmiştir. İzmir-Aydın Demiryolu hattının 1882 yılında Sarayköy'e ulaşması, kültürel coğrafi görünümünde modern anlamda değişimin habercisi olmuştur. İç kesimlerde elde edilen yeraltı zenginliklerinin ve tarım ürünlerinin Ege kıyısına ulaştırılması amacıyla inşa edilen demiryolu ile Denizli'de beşerî faaliyetlerin yoğunluğu artmıştır. Çürüksu Ovası'nın Sarayköy civarında başlayan demiryolu hattı, Çardak'tan sonra Afyonkarahisar iline dahil olur. Büyük Menderes graben sahası boyunca uzanan demiryolu, güneye uzanan ek bir hat ile Denizli şehrine bağlanır. Hattın doğu-batı yönündeki uzunluğu 119 km'dir.

Denizli ilinde modern karayolu ulaşımı 1955 yılında İzmir-Denizli karayolunun tamamlanmasıyla başlamıştır (Mortan ve Atalay, 2019:431). Denizli ili, konumdan dolayı doğu-batı ve kuzey-güney istikametinde giden karayolların kesiştiği bir merkezde yer alır. Kıyı Ege'yi Anadolu'nun iç kesimlerine bağlayan Denizli, aynı zamanda Antalya ve Muğla illerinin kuzey kesimlerine bağlanmasını sağlar. Aydın-Denizli-Dinar Yolu (D320), Denizli-Salihli Yolu (D585), Antalya Yolu (D585), Denizli-Muğla Yolu (D330) ve Denizli-Uşak Yolu (D595) Denizli ilinde karayolu ulaşımının en yoğun olduğu başlıca güzergahlardır. Söz konusu karayolları boyunca yerleşme ve fabrikaların yoğunlaşması karayollarının etkisinin açık bir göstergesidir (Şekil 7).

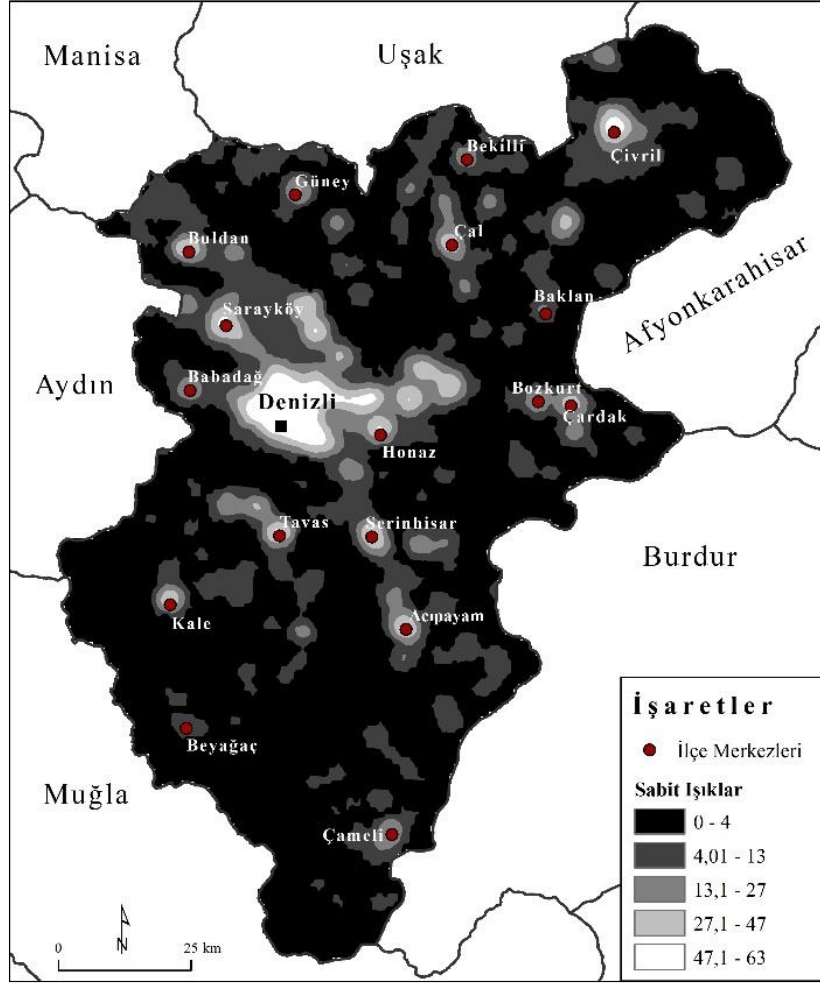


Şekil 7. Denizli İlinde Demiryolu ve Karayollarına Mesafe (m)

#### 4.5. Denizli İlinde Gece Işıkları

Gece ışıkları verisi, ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer Araştırmaları (NOAA) Ulusal Jeofizik Veri Merkezi (NGDC) tarafından yayınlanmaktadır. Veriler 1992-2013 yıllarını kapsamaktadır ve en son 2013 yılında veri güncellenmiştir. Bu veri, esasında birçok beşerî parametreyi göstermektedir. Öncelikle uzaydan gözlemlenen gece ışıkları, yeryüzünde insan varlığının göstergesidir. Bölgenin gelişmişlik seviyesi ile gece ışıkları arasında pozitif ilişki olduğu tespit edilmiştir. Gece ışıkları, bir bölgedeki nüfus yoğunluğunun yanı sıra ticaret, sanayi ve trafik yoğunluğu hakkında da bilgi vermektedir. Ayrıca beşerî etkinin en fazla hissedildiği şehrsel yerleşmelerin belirlenmesinde gece ışıkları kullanılmaktadır (Stathakis vd., 2015:26; Yıldırım ve Kalkan, 2021:44).

Denizli ilinde gece ışıklarının yansıma değerleri 0 ile 63 arasında gösterilmiş; mekânsal dağılışı beş ana sınıfa ayrılarak kademelendirilmiştir. Bu dağılışı Şekil 8’de gösterildiği üzere beşerî faaliyetlerin dağılışı ile paralellik göstermektedir. Denizli şehri ve çevresi ile ilçe merkezlerinde gece ışıklarının yoğunluk göstermesi, yerleşme ile gece ışıkları arasında yüksek bir korelasyon olduğunu ortaya koyar. Özellikle Çürüksu Ovası’nda yer alan Sarayköy, Denizli, Honaz ve Kaklık aksında gece ışıklarının yoğunluğu oldukça yüksektir. Bu alanlar, il nüfusunun büyük bir kısmını barındırdığı gibi Denizli’de sanayi, ulaşım ve ticaretin belkemiğini oluşturur. Bunun dışında Antalya yolu üzerinde yer alan Serinhisar ve Acıpayam ile Çivril, gece ışıklarının yoğun olduğu ilçe merkezleridir. Buna karşın, antropojenik müdahalenin az olduğu Baklan, Güney, Bekeilli, Çal, Kale, Beyağaç ve Çameli ilçelerinde gece ışıkları daha az yoğunluk göstermektedir.



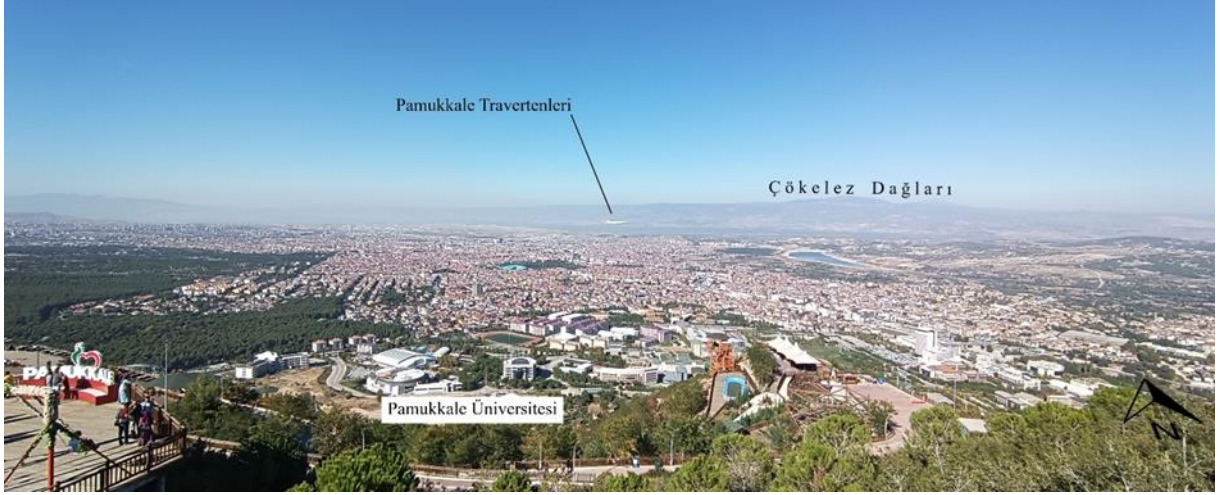
Şekil 8. Denizli İlinde Gece Işıkları, 2013.

Gece ışıkları aynı zamanda bölgede bulunan fauna türleri için ekolojik risk oluşturmaktadır. Geceyi avlanarak geçiren hayvanlar, gece ışıklarından rahatsız olarak bölgeyi terk etme durumunda kalmaktadır (Duman, 2022:354). Işık yoğunluğunun en fazla olduğu Denizli şehri ve çevresinde bulunan ormanlık alanlar, bu anlamda risk oluşturmaktadır. Mesela 2020 yılında açılışı yapılan Seyir Tepesi ormanlık alan içerisinde olup, ışık yoğunluğu ve gürültü kirliliği nedeniyle alandaki fauna türlerinin yaşamsal faaliyetlerini tehdit etmektedir. Aynı şekilde ormanlık saha içerisinde yer alan Teleferik ve Bağbaşı Yaylası, Çamlık Kent Ormanı ve Ornaz Vadisi bu anlamda ekolojik risk oluşturmaktadır.

#### 4.6. Denizli İlinde Beşerî Etkinin Değerlendirilmesi

Bu çalışmada AHP yöntemine göre 6 ana, 36 alt kriter ağırlıklandırılarak yapılan analizin sonucunda Denizli Beşerî Etki İndeksi belirlenmiştir. Bu bağlamda Denizli ilinin %0,3'ü çok yüksek oranda insan etkisi altındadır (Şekil 9). Bu alanlar, nüfus yoğunluğunun fazla ve yapılaşmanın sık olduğu, ana yolların birleştiği Denizli şehri ve çevresidir (Foto 1). Sabit gece ışıklarının da bu alanlarda yüksek olması insan aktivitesinin gece de devam ettiğini göstermektedir. İl nüfusunun %61'ini oluşturan Denizli şehrinin doğu-batı güzergahına doğru beşerî etki indeksi yüksek değerlerdedir. Özellikle bu

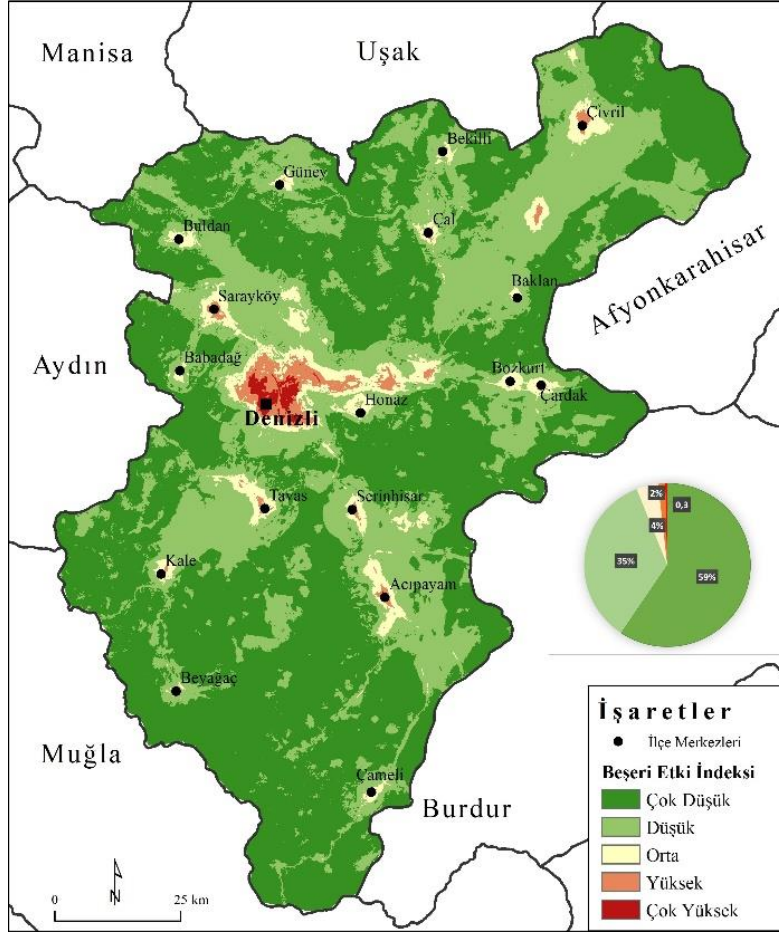
güzergahta ana yolların bulunması, demiryollarının doğu-batı istikametinde olması beşerî etki değerlerinin bu yönde artmasına sebep olmuştur.



**Foto 1.** Beşerî etki indeksinin en yüksek olduğu Denizli şehri ve çevresi

Denizli ili arazisinin %2'si beşerî etkinin yüksek olduğu alanlardan oluşmaktadır. Nüfus yoğunluğu ve yerleşmenin yanı sıra erişilebilirlik bu sınıfın konumunda etkili olmuştur. Antalya-Muğla güzergahında bulunan Serinhisar ve Acıpayam ilçe merkezleri beşerî etkinin yüksek olduğu yerlerdendir. Yol boyunca küçük yerleşmelerin olması insan aktivitesinin devamlılığını göstermektedir. Denizli'ye komşu ve yakın olan illerin turizm potansiyellerinin yüksek olması nedeniyle ana yol güzergahı insan etkisinin yoğun olarak devam ettiği alanlardandır. Manisa-İzmir ana yol güzergahında bulunmasının yanında Büyük Menderes nehrinin aktığı geniş alüvyal sahalarında tarımın yoğun bir biçimde yapılması Sarayköy ve Buldan ilçe merkezlerinde beşerî etki değerlerini arttırmıştır. Sarayköy civarında bulunan jeotermal sahalar bölge ekosistemi üzerinde insan etkisinin daha fazla olmasının nedenlerindedir. Denizli'nin önemli turizm alanlarından biri olan Pamukkale Travertenleri de indeksin orta düzeyde olduğu alanlardandır. Özellikle turizm sezonunda Pamukkale Travertenleri'nin ve Hierapolis Antik Kenti'nin çevresi ve yakınlarındaki Karahayit kasabası turist yoğunluğunun olduğu bölgelerdendir.

Ayrıca nüfus yoğunluğun diğer ilçelere oranla fazla olması, yerleşmelerin yoğun bulunması, tarım alanlarının geniş ovalarda yapılıyor olması gibi nedenlerden dolayı Çivril ve Tavas ilçe merkezlerinde beşerî etki indeksi yüksek değerlerdedir. Baklan-Çivril Ovası boyunca Denizli-Uşak ana yol güzergahında yerleşmelerin bulunduğu alanlarda beşerî etki yüksek ve orta düzeydedir. Arazi örtüsü ile beşerî etki indeksi karşılaştırıldığında ilde yerleşmelerin yoğun olarak bulunmadığı ve tarımın temel ekonomik faaliyet olarak yürütüldüğü ovalarda beşerî etkinin düşük olduğu görülmektedir. Acıpayam, Tavas, Baklan-Çivril ovaları bu alanlara örnek gösterilebilir.



Şekil 9. Denizli ilinde beşeri etkinin dağılışı

İlçeler arasında beşeri etkinin diğerlerine göre az olduğu ilçeler Çameli ve Beyağaç'tır. Merkez yerleşmelere uzak olmaları, nüfus yoğunluklarının az olması, ilçelere bağlı köylerin ilçe merkezine yakın olması gibi nedenlerle bu ilçelerde beşeri etki indeksi düşüktür. Bu ilçelerin turizm potansiyellerini artırarak bölgedeki ekonomik canlılığı sağlamak gibi hedefleri bulunmaktadır. Çameli taş konakları, Beyağaç Hanay Evleri ve güreş müsabakaları gibi turizm aktiviteleri bu bölgede de zaman zaman insan yoğunluğunu arttırmaktadır. Toplam alanın %59'unda özellikle ilin orman varlığının yüksek olduğu dağlık alanlarında beşeri etki indeksi çok düşük olduğu görülmektedir. Denizli şehrine yakın Akdağlar ve Honaz Dağı'nda merkezdeki nüfusun bu alanlarda faaliyet göstermesi nedeniyle beşeri etki indeksini artırmıştır. Honaz Dağı Milli Parkı, Bağbaşı Yaylası ve Teleferik Hattı, Nikfer Kayak Merkezi, Ornaz Vadisi ve Denizli Seyir Terası dağlık alanların rekreasyonel amaçlarla değerlendirilmesine birer örnektir.

## 5. Sonuç ve Tartışma

Denizli yöresi ılıman iklim şartları, arazinin uygunluğu, verimli topraklar ve bol su kaynakları sayesinde tarih öncesi devirlerinden beri yoğun iskâna sahne olmuştur. Geç Kalkolitik Çağ'da Beycesultan Höyüğü'nden başlayan beşeri faaliyetler kesintisiz bir şekilde günümüze kadar ulaşmıştır. Yörenin tarihi geçmişi her ne kadar eskilere gitse de doğal ortamın insan tarafından şekillendirilmesi



yakın bir tarihte mümkün olmuştur. 1882 yılında demiryolunun Denizli ili sınırlarına ulaşması, kültürel coğrafi görünümünde modern anlamda değişimin habercisi olmuştur. 1950'den sonra karayolu alt yapısının inşa edilmesi, 1980'lerden sonra tekstil ve dokuma sektörünün modernleşmesi ve ihracatın artması coğrafi görünümün değişmesine yol açmıştır. Türkiye'nin en fazla ziyaret edilen destinasyonlarından Pamukkale Travertenleri'nin kitle turizmin hedefi haline gelmesi, 2000'li yıllardan sonra ilin turizm coğrafyasını şekillendirmiştir. Günümüzde iktisadi anlamda büyük atılımlar gösteren Denizli, Anadolu Kaplanları arasında liderliğini sürdürmektedir. Bütün bu gelişmeler, il nüfusunun artmasına, yapılaşmanın geniş alanlara yayılmasına, doğal ortamın bozulmasına ve arazi örtüsü üzerinde insan ayak izinin belirginleşmesine neden olmuştur. Yerleşmenin sınırları giderek genişlemiş, ormanlık ve tarım alanları değişime uğramıştır. Bu değişim daha çok Denizli şehri ve çevresinde meydana gelmiştir. Bu bağlamda Beşerî Etki İndeksi bakımından Denizli merkezi ile diğer ilçeleri arasında eşitsiz coğrafi görünüm, sanayileşme ve kentleşme dikkat çekmektedir. Yapılan analizler, Denizli şehri ve yakın çevresinde Beşerî Etki İndisinin çok yüksek ve yüksek olduğunu göstermektedir. Öte yandan il yüzölçümünün %60'a yakının dağlık ve engebeli alanlardan oluşması, beşerî müdahalenin dar bir alanda yoğunlaşmasını sağlamıştır. Dağlık arazi üzerinde bulunan Çameli, Beyağaç, Kale, Bekilli, Baklan ve Çal gibi ilçeler, halen beşerî etkinin az olduğu bakir alanlardır.

Beşerî etkinin çok yüksek ve yüksek olduğu alanlarda doğal ortama yapılan baskının azaltılması gerekmektedir. Özellikle Denizli şehri ve yakın çevresinde bulunan rekreasyon alanlarında orman ekosistemini tehdit edecek sabit gece ışıklarının yoğunluğu azaltılmalıdır. Seyir Tepesi, Bağbaşı Yaylası, Çamlık Kent Ormanı, Honaz Milli Parkı ve Ornaz Vadisi gibi ormanlık alan içerisinde inşa edilen mesire yerlerinde gece ışık yoğunluğu azaltılmalıdır. İnsan etkisinin yoğun olduğu bir diğer alan olan ana yollar, özellikle sulak alan ve orman ekosisteminin hâkim olduğu alanlarda risk oluşturmaktadır. Bu bağlamda araç yoğunluğunun fazla olduğu doğal alanlara yakın bölgelerde yol etkisi zonu belirlenerek doğal geçiş alanları oluşturulmalıdır. Örneğin Denizli-Muğla-Antalya Karayolu üzerinde Akdağ ve Honaz Dağı'nı birleştiren Cankurtaran Boğazı'nda biyolojik çeşitliliğin devamlılığının sağlanması adına yol etkisi zonu belirlenerek doğal geçiş koridoru oluşturabilir. Aynı zamanda ulaşım açısından daha elverişli olduğundan endüstriyel faaliyetler de yol kenarlarında konumlanmaktadır. Özellikle Büyük Menderes Nehri ve kollarının geçtiği alanlarla çakışan yollarda suyun kullanımı ve sulak alan ekosisteminin hassasiyeti unutulmamalı, geleceğe yönelik projeler ve planlamalar yapılmalıdır. Rekreasyon faaliyetleri için kullanılan bölgelerde caydırıcı tedbirler alınarak orman yangını, yasadışı avcılık faaliyetleri gibi beşerî faaliyetler sonucu ortaya çıkabilecek durumların önüne geçilmelidir. Denizli şehrinin dışı doğru saçaklanması nedeniyle sadece orman ekosistemi değil tarım alanları ve çayır-mera alanları da beşerî etki riski altındadır. Şehrin gelişim yönü belirlenerek doğal alanların risk altında olacağı bölgeler için önlemler alınmalıdır. Bu alanlardan biri olan Recep Yazıcıoğlu Barajı'nı besleyen akarsu kaynakları ve güneydeki ormanlık alan (Bağbaşı, Tekkeköy Mah.) ile güneydoğuda yer alan verimli tarım arazilerine doğru (Kayıhan Mah.) yerleşmenin hızlı ilerleyişi kontrol altına alınmalıdır.

### Notlar:

<sup>1</sup> Bu değer, Denizli'nin merkez ilçeleri olan Pamukkale ve Merkezefendi'nin şehrsel mahallelerinde ikamet eden nüfustur.

<sup>2</sup> Yerleşme sınırlarının belirlenmesinde güncel uydu görüntüleri (ArcGIS Basemaps ve Google Earth) kullanılmıştır.



## Spatial Analysis of Human Influence on the Natural Environment: The Case of Denizli

Rauf Belge <sup>\*a</sup>, Cansu Duman<sup>b</sup>

Submitted: 31.01.2023

Accepted: 14.03.2023

### EXTENDED ABSTRACT

#### 1. Introduction

The human impact on places has gradually increased with the increasing population, the spread of urbanization, and the development of technology, and there are very few places left on earth without human influence and intervention. As the transformative impact of humans on the planet has reached enormous proportions, some researchers have even begun to mention a new human-dominated geological era, the Anthropocene Epoch (McGowan, 2016:172). Therefore, in addition to the Pleistocene and Holocene that make up the Quaternary, after the Industrial Revolution, a new stage called the Anthropocene Epoch was ushered in with the human impact. In the Anthropocene, with the growing demand for population, urbanization, and energy, the dimensions of human shaping of the earth have intensified and spread (Ertek, 2017:71). As a result, the impact of human beings on our planet has reached levels that can be observed from outer space. Direct and indirect impacts of humans on the earth have been defined as the "human footprint" (Leu et al., 2008:119).

Some analyses and indices have been developed for this purpose, including the Human Influence Index. The Human Influence Index aims to measure the anthropogenic impact on space by using multiple parameters in a defined area. Developed by Sanderson et al. (2002), this index considers geographical references such as population density, settlements, roads, access points, and their size and distance. In the "human footprint" maps, which are created using the Human Influence Index method to determine human impact, human elements such as settlements, population density, electricity infrastructure, agricultural land, pastures, roads, railways, and navigable rivers are used (Venter et al., 2016).

The main purpose of this study is to reveal the relationship between humans and the environment at the spatial scale in Denizli, which is home to over a million people. In this context, this study, which aims to identify the areas where human impact is most felt with the Human Influence Index, adheres to the "human-environment tradition" of geography. The study focused on the transformation process of the natural landscape into the human landscape in Denizli.

\* Corresponding Author: rbelge@pau.edu.tr

<sup>a</sup> Pamukkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography, Denizli/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0001-9885-5485>

<sup>b</sup> Pamukkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Department of Geography, Denizli/Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-2170-7350>

The study area of this research is Denizli, which is the second most populous province in the Aegean Region after İzmir. Denizli has a surface area of 12,134 km<sup>2</sup>, of which nearly 60% consists of a mountainous and rugged topography (Uğur, 2020:911). The highest mountain masses in the province are Honaz Mountain (2,571 m), Akdağ (2,300 m), and Çökelez Mountains (1,841 m) (Figure 1). Denizli is located in the upper part of the Büyük Menderes River and has a Mediterranean climate (Akşit and Duman, 2020:10; Darkot and Tuncel, 1995:57). The province consists of a total of 19 counties, two of which are the central counties of Pamukkale and Merkezefendi. With a population of more than one million people (1,051,056 people) in 2021, Denizli has a significant economic presence in the weaving, textile, ready-to-wear clothing, and towel-based goods industries (Belge, 2018:178). The tourism sector is also a crucial contributor to the provincial economy, as Pamukkale Travertines alone attracts more than one million visitors each year, making it one of the most popular tourist destinations in Turkey (Kara et al., 2021:4092).

## **2. Methodology**

This study is based on the methodology used by Sanderson et al. (2002). The Human Influence Index (Human Influence (Footprint) Index-HII) parameters, which are one of the spatial statistics methods, were adapted for Denizli to determine the human impact on the environment. The Analytic Hierarchy Process (AHP), one of the Multi-Criteria Decision Making (MCDM) methods, was used to determine the human impact. AHP is a measurement method that allows for the evaluation of quantitative and qualitative parameters simultaneously (Saaty, 1987). During scaling, it is graded from 1 to 9, and the criterion weight is determined. The consistency between criteria is calculated using the eigenvector method in binary matrix comparisons (Saaty, 1994).

In the calculation,  $CR = CI$  (Consistency Indicator/RI (Random Indicator)).

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \text{ (Zhou and Shi, 2009).}$$

If CR (Consistency Ratio) is equal to or less than 0.10, the matrix is consistent. If it is not consistent, the criteria's degrees should be re-determined (Saaty and Özdemir, 2003). When applying the AHP method in this study, the SCB Ass. "AHP Template" software was used. The Human Impact Index parameters determined by Sanderson et al. (2002) were adapted for Denizli, and the criteria and sub-criteria were determined. The determined parameters include population density, land use, distance to roads, distance to settlements, distance to railways, and fixed night lights. Since the consistency ratio of these parameters, whose main criteria and sub-criteria weights are given in Table 1, is 0.02, the analysis is consistent. The datasets used to analyze each parameter, the institutions that provided them, and the analysis methods are given in Figure 2. The parameters prepared for analysis using Geographical Information Systems were then converted into raster datasets according to the criteria weights.

The population data of 617 neighborhoods in Denizli province, obtained from the Turkish Statistical Institute, were interpolated by combining them with the provincial and county boundaries obtained from the General Directorate of Mapping. To see the spatial distribution of the population, the IDW (Inverse Distance Weighting) method was used in ArcGIS.

Distance data to settlements, roads, and railways, which are accessibility parameters, were created using the buffer tool. Constant night lights were obtained from the US National Oceanic and Atmospheric Research (NOAA) National Geophysical Data Center (NGDC), and the images are from 2013. The satellite image displays watts per m<sup>2</sup> in the range of 0 to 63 pixels (Figure 2).

### **3. Result**

In this study, Denizli Human Impact Index was determined because of the analysis made by weighting 6 main and 36 sub-criteria according to the AHP method. In this context, 0.3% of Denizli province is under a very high human impact (Figure 9). These areas are the city of Denizli and its surroundings, where the population density is high and construction is dense, where the main roads converge (Photo 1). The fact that fixed night lights are also high in these areas shows that human activity continues at night. The human impact index is high towards the east-west route of Denizli city, which accounts for 61% of the provincial population. Especially the presence of main roads on this route and the fact that the railways are in the east-west direction have caused the human impact values to increase in this direction.

Only 2% of the land in Denizli province consists of areas with a high human impact. Population density, settlement, and accessibility have played a crucial role in the location of this classification. Serinhisar and Acıpayam county centers, located on the Antalya-Muğla route, are among the places with high human impact. In addition to being located on the main Manisa-İzmir road route, intensive agriculture in the large alluvial areas where the Büyük Menderes River flows have increased the human impact values in Sarayköy and Buldan counties centers. The geothermal fields around Sarayköy are also one of the reasons why the human impact on the ecosystem of the region is higher. Pamukkale Travertines, one of the important tourist areas of Denizli, is also an area where the index is at a medium level. Especially during the tourism season, the surroundings of Pamukkale Travertines and the Ancient City of Hierapolis, and the nearby town of Karahayıt are among the regions with high tourist density.

Additionally, the human impact index is high in Çivril and Tavas county centers due to reasons such as high population density compared to other counties, dense settlements, and agricultural areas in large plains. Along the Baklan-Çivril Plain, human impact is at high and medium levels in the areas where settlements are located on the Denizli-Uşak main road route. When the land cover and human impact index are compared, it can be seen that the human impact is low in the plains where settlements are not densely populated, and agriculture is the main economic activity. Acıpayam, Tavas, and Baklan-Çivril plains are examples of these areas. Among the counties, Çameli and Beyağaç are the ones where human impact is less than others. The human impact index is low in these counties due to their remoteness from central settlements, low population density, and the proximity of the villages of these counties to the counties center.

### **4. Discussion and Conclusions**

In terms of the Human Impact Index, the unequal geographical appearance, industrialization, and urbanization between the center of Denizli and other counties draw attention. Analyses show that the Human Impact Index is very high and high in Denizli city and its immediate surroundings. On the

other hand, the fact that nearly 60% of the province's surface area consists of mountainous and hilly areas has ensured that human intervention is concentrated in a narrow area. Counties such as Çameli, Beyağaç, Kale, Bekilli, Baklan, and Çal, which are located on mountainous terrain, are still virgin areas with little human impact.

In areas where the human impact is very high and high, pressure on the natural environment should be reduced. The intensity of fixed night lights that threaten the forest ecosystem should be reduced, especially in recreation areas in and around Denizli city. Night light intensity should also be reduced in recreation areas built in forested areas, such as Seyir Tepesi, Bağbaşı Plateau, Çamlık Urban Forest, Honaz National Park, and Ornaz Valley. Main roads, which are another area where human impact is intense, pose a risk, especially in areas dominated by wetlands and forest ecosystems. In this context, natural transition areas should be created by determining the road impact zone in areas close to natural areas with high vehicle density. For example, to ensure the continuity of biodiversity in the Cankurtaran Gorge, which connects Akdağ and Honaz Mountain on the Denizli-Muğla-Antalya Highway, a road impact zone can be determined to create a natural transition corridor.

At the same time, industrial activities are also located on the roadsides as they are more convenient in terms of transportation. Especially on roads that overlap with the areas where the Büyük Menderes River and its tributaries pass, the use of water and the sensitivity of the wetland ecosystem should not be forgotten, and projects and plans should be made for the future. Due to the outward sprawl of Denizli city, not only the forest ecosystem but also agricultural areas and meadow-pasture areas are at risk of human impact. Measures should be taken for the regions where natural areas will be at risk by determining the development direction of the city. One of these areas, the river sources feeding the Recep Yazıcıoğlu Dam and the rapid progress of the settlement towards the forested area in the south (Bağbaşı, Tekkeköy Mah.) and the fertile agricultural lands in the southeast (Kayıhan Mah.), should be controlled.

### **Referanslar/References**

- Akşit, S., Duman, C. (2020). Gökpınar Baraj Gölü'nün hissedilen sıcaklık değerleri üzerindeki etkisi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 74, 7-15. doi: 10.17211/tcd.579523
- Barrows, H. H. (1985). İnsan ekolojisi olarak coğrafya. Çev. Erol Tümertekin. *Coğrafya Dergisi*, 1, 153-172. <https://dergipark.org.tr/pub/iucografya/issue/25050/264447> adresinden alınmıştır.
- Bayar, R., Karabacak, K. (2020). Arazi örtüsü üzerindeki beşerî etkinin belirlenmesi: Ankara ili örneği. *Coğrafya Dergisi*, 41, 29-43. doi: 10.26650/JGEOG2019-0043
- Bayar, R. (2003). Arazi kullanımı-nüfus ilişkisi: Anamur örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(1), 97-116. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000023
- Belge, R. (2018). Denizli kent kimliğini oluşturan coğrafi öğeler. *Ege Coğrafya Dergisi*, 27(2), 167-181. <https://dergipark.org.tr/pub/ecd/issue/41304/499233> adresinden alınmıştır.
- Belge, R. (2023). Ulaşım coğrafyası açısından bir inceleme: Denizli ili. *Pamukkale Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 54, 275-289. doi: 10.30794/pausbed.1127575
- Bilgili, M. (2017). Coğrafyanın bilimsel kimliğine postyapısalcı bir yaklaşım. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (35), 101-109. doi: 10.14781/mcd.291173
- Çiçek, İ., Doğan, U. (2005). Ankara'da şehir ısı adasının incelenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 3(1), 57-72. doi: 10.1501/Cogbil\_0000000049
- Darkot, B., Tuncel, M. (1995). *Ege Bölgesi Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yay. No.2365.

- Duman, C. (2022). *Karamenderes Havzası'nın (Çanakkale) coğrafi ekolojisi*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı. Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Erdoğan, T., Uyanık, S.E. (2020). Babadan oğula aktarılan bir miras olarak ayakkabıcılık mesleğinde yaşanan değişimler: Denizli-Yeşilyuva örneği. *Journal of Economy Culture and Society*, 1, 207-228. doi: 10.26650/JECS2019-0096
- Ertek, T. (2017). Antropojenik jeomorfoloji: Konusu, kökeni ve amacı. *Türk Coğrafya Dergisi*, 69, 69-79. doi: 10.17211/tcd.319409
- Richard T. T. Forman, Deblinger, R. D. (2000). The ecological road-effect zone of a Massachusetts (U.S.A.) suburban highway. *Conservation Biology*, 14 (1), 36-46. <http://www.jstor.org/stable/2641902> adresinden alınmıştır.
- Göney, S. (1975). *Büyük Menderes Bölgesi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi. Yay. No: 1895.
- Göney, S. (1984). *Şehir Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yay. No: 2274.
- Gözenç, S. (1978). *Küçük Menderes Havzasında Arazinin Kullanılış ve Sınıflandırılması*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları. No.2396.
- Kara, H., Belge, R. (2022). Büyükşehir belediyesine dönüştürülen illerde şehir ve kır nüfusunun belirlenmesi: Denizli örneği. *Türk Coğrafya Dergisi*, (81), 69-82. doi: 10.17211/tcd.1121832
- Kara, H., Balık, İ. Gökburun, İ. (2021). Hierapolis adını Pamukkale'ye dönüştüren mekân: Selçuklu Kalesi. *Journal of History School*, 55, 4089-4113. doi: 10.29228/joh.52612
- Keyman, E.F., Lorasdağı, B. K. (2020). *Sekiz Kentin Hikayesi*. İstanbul: Metis Yayınları.
- Koca, H., Çetin, B. (2011). Yatağan kasabasında (Denizli-Serinhisar) ev tipi imalat sanayinin coğrafi özellikleri. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 10(14), 179-207. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ataunidcd/issue/2435/30942> adresinden alınmıştır.
- Leu, M., Hanser, S. E., Knick, S. T. (2008). The human footprint in the west: A large scale analysis of anthropogenic impacts. *Ecological applications*, 18(5), 1119-1139. doi: 10.1890/07-0480.1
- Lewis, S., Maslin, M. (2015). Defining the Anthropocene. *Nature*, 519, 171-180. doi: 10.1038/nature14258
- McGowan, P. (2016). Mapping the terrestrial human footprint. *Nature*, 537, 172-173. doi: 10.1038/537172a
- Mortan, K., Atalay, İ. (2019). *Türkiye'nin Kültür Atlası*. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Pattison, W. D. (1964). The four traditions of geography. *Journal of Geography*, 63(5), 211-216.
- Saaty T.L., Özdemir, S.M. (2003). Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and Computer Modelling*, 38(3-4), 233-244. doi: 10.1016/S0895-7177(03)90083-5
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-What it is and how it is used. *Mathl Modelling*, 9 (3-5), 161-176. doi: 10.1016/0270-0255(87)90473-8
- Saaty, T. L. (1994). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24, 19-43. doi: 10.1287/inte.24.6.19
- Saaty, T. L., Vargas, L. G. (2001). *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V., Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild. *BioScience*, 52(10), 891-904. doi: 10.1641/0006-3568(2002)052[0891:THFATL]2.0.CO;2
- Stathakis, D., Tselios, V., Faraslis, I. (2015). Urbanization in European regions based on night lights. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2, 26-34. doi: 10.1016/j.rsase.2015.10.001
- Steffen, W., Crutzen, P. J., McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: Are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio*, 36(8), 614-621. <http://www.jstor.org/stable/25547826> adresinden alınmıştır.
- Şanlı, C., Kara, H. (2019). Determination of thermal tourism potential in Karahayıt, Denizli: A study on local tourists. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 40, 66-282. doi: 10.32003/iggei.562581
- Tağıl, S., Görmüş, S., Cengiz, S. (2018). The relationship of urban expansion, landscape patterns and ecological processes in Denizli, Turkey. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 46(8), 1285-1296. doi: 10.1007/s12524-018-0801-3
- Tanoğlu, A. (1969). *Beşerî Coğrafya: Nüfus ve Yerleşme*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları No.1183.
- Trombulak, S.C., Frissell, C.A. (2000) Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14, 18-30. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x

- Tunçdilek, N. (1985). *Türkiye’de Relief Şekilleri ve Arazi Kullanımı*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yay. No.3.
- Tümertekin, E. (1987). *Ulaşım Coğrafyası*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları No. 2053.
- Uğur, A. (2020). Belediye logoları ve şehir kimliği: Denizli ili örneği. İçinde M. Aydın & S. İnan. (Eds.), *Dr. Kemal Daşcıoğlu’na Vefa Kitabı* (s. 895-916). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Üyük, A, Uzun, A., Çardak, Ç. (2020). CORINE verileri ile değişim analizi: Denizli ili örneği. *Turkish Journal of Landscape Research*, 3 (2), 97-107. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/peyad/issue/59166/839426> adresinden alınmıştır.
- Venter, O., Sanderson, E. W., Magrach, A., Allan, J. R., Beher, J., Jones, K. R., ..., Watson, J. E. (2016). Global terrestrial human footprint maps for 1993 and 2009. *Scientific Data*, 3, 1-10. doi: 10.1038/sdata.2016.67
- Weinzettel, J., Vačkár, D., Medková, H. (2018). Human footprint in biodiversity hotspots. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 16(8), 447-452. doi: 10.1002/fee.1825
- Wigginton, N. S., Fahrenkamp-Uppenbrink, J., Wible, B., Malakoff, D. (2016). Cities are the future. *Science*, 352(6288), 904-905. doi: 10.1126/science.352.6288.904
- Yıldırım, V., Kalkan, K. (2021). Türkiye için gece ışıkları ve insani gelişme endeksinin mekânsal istatistiksel analizi. *Harita Dergisi*, 165, 43-56. <https://www.harita.gov.tr/uploads/files/articles/turkiye-icin-gece-isiklari-ve-insani-gelisme-endeksinin-mekansal-istatistiksel-analizi--1271.pdf> adresinden alınmıştır.
- Zhou Y.D., Shi M.L. (2009). Rail transit project risk evaluation based on AHP model. *Second International Conference on Information and Computing Science*, 3, 236-238. doi: 10.1109/ICIC.2009.265