



Kentsel Ekolojik Koridor Modeli: Malatya Örneği

Araştırma Makalesi
Research Article

Serhat CENGİZ¹

¹ Dr.Öğr. Üyesi., İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü,
ORCID ID: 0000-0002-9449-8940, e-posta: serhat.cengiz@inonu.edu.tr

ÖZ

Günümüzde kentsel alanlardaki genişleme ekosistem süreçleri üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu baskının saptanması ve kontrol edilmesi için ekoloji tabanlı modeller geliştirilmektedir. Bu noktadan hareketle çalışma, Malatya kenti örneğinde enerji akışını ve doğal tür akışını düzenleyecek, kentsel ısı adası etkisini azaltacak ve habitat bağlanabilirliğini artıracak arazi kullanım politikalarının geliştirilmesine katkı sağlayacak ve kentlere rehberlik edecek bir kentsel ekolojik koridor modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Belirtilen amaca ulaşmak için farklı ölçek ve zamansallıktaki uydu görüntüleri, iklim verileri, topografik veriler ve demografik veri setleri farklı uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri tekniklerini kullanılarak ilişkilendirilmiş ve kentsel ekolojik koridor modeli oluşturulmuştur. Malatya'da 1985-2021 yılları arasında kentsel büyümenin en çok etkilediği ekosistemin tarımsal ekosistem olduğu saptanmıştır. 2050 yılında kentsel nüfus 888.784 kişiye ulaşacağı öngörüsüne dayanarak kentsel alanların 173 km²'ye ulaşacağı tespit edilmiştir. 1985-2021 döneminde olduğu gibi 2021-2050 yılları arasında tarımsal ekosistemler üzerindeki baskı artarak devam ederken ekosistemler arasındaki bağlantı giderek zayıflayacaktır. Ekolojik koridorlar, tarım ve bozkır ekosistemine ait ekolojik açıdan en duyarlı ve en büyük bütünlük lekeleri arasında kentsel yayılmayı yönlendirerek, enerji akışı, doğal tür akışı, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, yeraltı su rejiminin düzenlenmesi ve habitat bağlantılılığı gibi çeşitli ekolojik işlevler üstlenecektir. Malatya'da tarımsal ekosistemden 13 ve bozkır ekosisteminden 5 adet ekolojik açıdan duyarlı leke belirlenmiş ve ekosistem lekelerini birbirlerine bağlayan 694 km² alana sahip ekolojik koridor önerilmiştir.

MAKALE BİLGİSİ

Geliş 24 / 07 / 2022
Kabul 28 / 07 / 2022

ANAHTAR KELİMELER

Ekolojik koridor modeli
Kentsel ekosistem
Karbon depolama
Yüzeysel sıcaklığı

Urban Ecological Corridor Model: The Case of Malatya

ABSTRACT

Recently, expansion in urban areas puts pressure on ecosystem processes. Ecology-based models are being developed to detect and control this pressure. From this point of view, the study aims to develop an urban ecological corridor model that will contribute to the development of land use policies that will regulate energy flow and natural species flow, reduce the urban heat island effect and increase habitat connectivity in the case of Malatya city, and will guide cities. To achieve the stated purpose, satellite images, climate data, topographic data, and demographic data sets of different scales and temporalities were associated using different remote sensing and geographic information systems techniques, and an urban ecological corridor model was created. It was determined that the ecosystem most affected by urban growth in Malatya between 1985-2021 was the agricultural ecosystem. Based on the prediction that the urban population will reach 888,784 people in 2050, it has been determined that urban areas will reach 173 km². While the pressure on agro-ecosystems will continue to increase between the years 2021-2050, as in the 1985-2021 period, the link between ecosystems will gradually weaken. Ecological corridors will undertake various ecological functions such as energy flow, natural species flow, urban heat island effect mitigation, groundwater regime regulation, and habitat connectivity, by guiding urban sprawl among the most ecologically sensitive and largest integrated patches of agriculture and steppe ecosystems. In Malatya, 13 ecologically sensitive areas from the agricultural ecosystem and 5 from the steppe ecosystem were determined and an ecological corridor with an area of 694 km² connecting the ecosystem spots was proposed.

ARTICLE HISTORY

Received 24 / 07 / 2022
Accepted 28 / 07 / 2022

KEYWORDS

Ecologic corridor model
Urban ecosystem
Carbon storage
Surface temperature

GİRİŞ

Yerkürenin neredeyse tamamını 200 yıl gibi kısa bir süre zarfında etkileyen endüstriyellemenin ortaya koyduğu yeni üretim ve pazar biçimi, günümüzde dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan ve küresel ölçekte insan baskın bir ekosistem olan günümüz kentlerin oluşmasına neden olmuştur (Weber 2000, Bookchin 2006, Görmüş ve Cengiz 2011, Alberti 2008, Cengiz vd. 2022). Birleşmiş Milletler (2019) nüfus değerlendirmelerine göre 2007 yılından itibaren dünya nüfusunun yarısından fazlası (%50,2) kentlerde yaşamaya başlamış ve 2022 yılında bu oran 50,7 olarak belirlenmiştir. Dünya nüfusunun %50,7'sini barındıran kentler, dünya yüzeyinin %2'sini kaplarken, kent nüfusu küresel olarak %75 oranında karbon emisyonları üretmekte, küresel enerjinin %60-80'ini ve suyun %60'ın tüketmektedir (SDG 2015). 2050 yılına kadar dünya nüfusunun %68,4'ünün kentlerde (6,3 milyar kent sakini) yaşaması beklenmektedir (Birleşmiş Milletler, 2019). Kent nüfusunun artması ile kentsel alanlar artmakta ve kentler ciddi ekolojik sorunlarla karşı karşıya kalmaktadır. Kentlerin hızlı büyümesinin yarattığı ekolojik sorunlar, özellikle 1980'li yıllar ile gündeme gelmiş (Cengiz vd. 2022) ve günümüzde kentsel alanlardaki genişlemenin ekosistem ve sosyo-ekonomik süreçleri nasıl, ne yönde, ne şiddette, ne zaman ve ne kadar etkilediğini ortaya koyan çeşitli kavramlar (ekolojik duyarlılık, kentsel dirençlilik gibi), modeller (desen değişim modelleri, etmen tabanlı modelleme, kentsel büyüme modelleri, ekolojik uygunluk modeli, ekolojik koridor modeli gibi) ve yaklaşımlar (yeşil altyapı, ekosistem hizmetleri, ekolojik altyapı, peyzaj altyapısı gibi) geliştirilmektedir.

Ekolojik koridor modeli kentsel ve kırsal alanlar arasında bölgesel ölçekte enerji ve madde akısını sağlayan önemli bir ekolojik kuşak olarak kabul edilmektedir. Kentsel ekolojik koridor, kentin veya kentsel alanın yapay çevresinde doğal yaşam alanı, yeşil açık alan veya insan yaşam alanı izolasyonu işlevlerine sahip doğrusal ekolojik bir peyzajı ifade etmektedir (Noss ve Harris, 1986, Zhou vd., 2006, Zhong vd., 2010; Peng vd., 2017; Görmüş vd., 2019). Peyzaj ekolojisi, kentsel ekoloji ve ekolojik planlama alanların önemli bir konusu olan ekolojik koridor modeli kentsel ekolojik desenlerin bir parçası olarak kent içerisindeki ekolojik lekeler (ekolojik leke; çalışma ölçeğine göre değişkenlik gösteren homojen yapıli geçirimsiz olmayan yüzeyleri ifade etmektedir) arasında madde ve enerji akışını yönlendiren, habitat geçişlerine olanak tanıyan ve insan faaliyetlerinin olumsuz etkilerine direnmede, özellikle insan etkilerinin tek yönlü yayılmasına karşı koruma sağlamada önemli bir rol oynamaktadır (Peng vd.2017). Günümüzde düşük maliyeti ve kolay yönetimi yanı sıra ekonomik kalkınma ve ekolojik koruma arasındaki çelişkinin uzlaştırılması için kentsel ekolojik koridorlar daha fazla önemsenmekte ve

önerilmektedir. Kentsel ekolojik koridorların planlamanın önemli bir bileşeni olması koridorlara ilişkin sınıflandırmaları çeşitlenmiştir. Ancak Peng vd. (2017) kentsel ekolojik koridorların yapı ve fonksiyon doğrultusunda iki ana kategoride sınıflandırmaktadırlar. Yapılarına göre kentsel ekolojik koridorlar nehir koridoru, yeşil ulaşım koridoru, biyolojik çeşitliliği koruma koridoru, miras koridoru ve rekreasyon koridoru; fonksiyonlarına göre tampon/kuşak koridor ve bağlantı koridoru olarak sınıflandırmaktadırlar. Bu çalışma kentsel ekolojik koridorların fonksiyon sınıflamasına dayanmaktadır. Tampon/kuşak koridor genellikle koruma alanlarının ve biyolojik çeşitlilik değerleri zengin bölgelerin dış etmenlerden korunması ya da kentsel yayılma eşiklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmektedir(Görmüş vd. 2019). Bağlantı koridoru su, besin maddeleri, enerji, bitkiler, hayvanlar ve diğer elementlerin geçiş ağlarını destekleyerek, peyzajın desen bileşenleri (lekeler, koridorlar ve ekolojik bölgeler) arasında bağlantı olasılığının artmasını (Zhang vd. 2007) sağlamaktadır. Bu noktadan hareketle bu çalışma, Türkiye'nin orta ölçekli kentlerinden biri olan Malatya kentinde kentsel yayılmayı yönlendirerek, enerji akışı, doğal tür akışı, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması, yeraltı su rejiminin düzenlenmesi ve habitat bağlantılılığı gibi çeşitli işlevler üstlenecek bir kentsel ekolojik koridor modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın ortaya koyacağı çıktılar şu şekildedir;

- Malatya kent merkezi ve yakın çevresinde (3088 km²) 1985 ve 2021 yılları arasındaki arazi kullanımını/örtüsü değişimini belirlemesi ve 2050 yılı için mevcut değişim eğilimine göre kentsel arazi kullanım ihtiyacının belirlenmesi,
- Malatya kent merkezi ve yakın çevresinde 1985 ve 2021 yılları arasındaki nüfus değişiminin belirlenmesi ve 2050 yılı için nüfus projeksiyonunun hesaplanması,
- Malatya kent merkezi ve yakın çevresinde 2021 yılı yaz dönemine ait yüzey sıcaklığı, sıcaklık, yağış, rüzgâr ve karbon depolama haritalarının oluşturulması,
- Malatya kent merkezi ve yakın çevresine ait ekolojik duyarlılık alanları ile kentsel ekolojik koridorlarının modellenmesi.

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Veri kaynakları

Ekolojik koridor planlamasını amaçlayan araştırma kapsamında farklı ölçeklerde ve farklı veri kaynaklarından elde edilen veri setleri kullanılmıştır. Farklı ölçeklerde elde edilen veri setleri yöntem bölümünde anlatıldığı üzere ölçek küçültme algoritmaları kullanılarak uyumlaştırılmıştır. Araştırma kapsamında kullanılan veri setleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

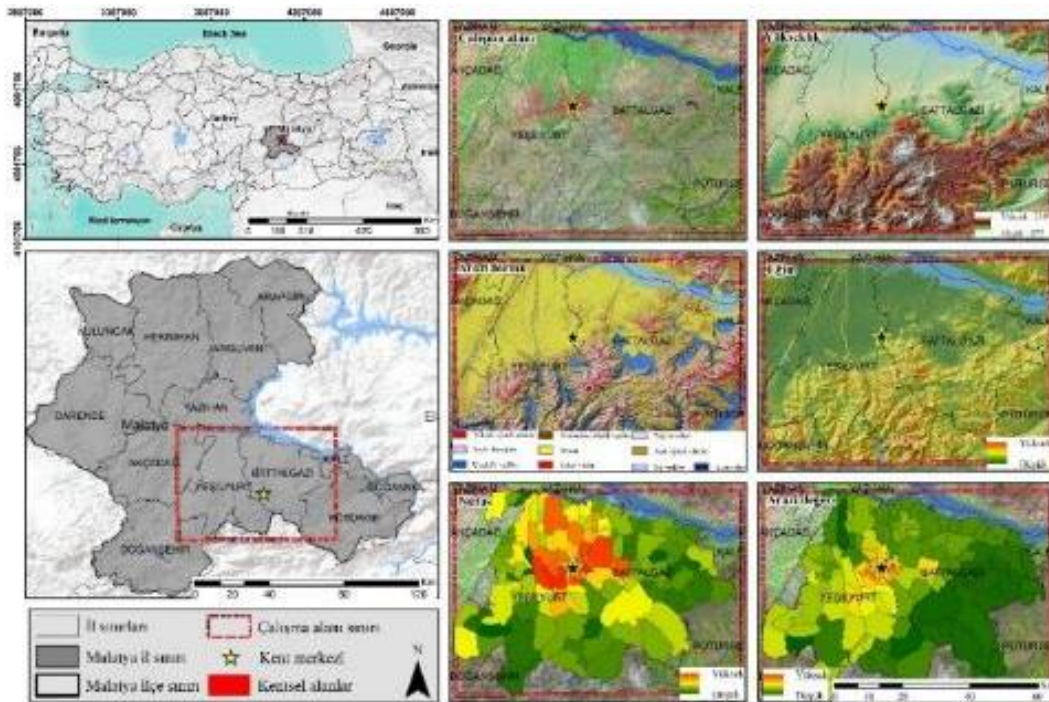
Çizelge 1. Veri özellikleri ve kaynakları

Veri türü	Ölçek	Veri kaynağı
Arazi kullanımı/örtüsü ve nüfus değişiminin tespit edilmesi		
Landsat TM ve OLI uydu görüntüleri (1985-2021)	30*30 metre	USGS
Malatya il, ilçe sınırları	1/25.000	1/25.000 Malatya Nazım İmar Planı
Malatya ilçe nüfusları (1985-2021)	İlçe düzeyi	TÜİK (2022)
Ekolojik duyarlılık haritasının oluşturulması		
ASTER Level-1A Sayısal Yükseklik Modeli- (Topografik ve morfometrik analizler)	30*30 metre	USGS
Landsat OLI uydu görüntülerine ait mevsimlik (2021) termal bantlar (Yüzey sıcaklığı haritası)	30*30 metre	USGS
Landsat OLI uydu görüntülerine ait mevsimlik (2021) Green, Red ve NIR bantları (Karbon depolama haritası)	30*30 metre	USGS
2021 yılı yaz aylarına ait Terra climate sıcaklık, yağış ve rüzgâr verileri	4000*4000 metre	Terra climate

2.2 Çalışma alanı

Malatya ili 37° 53' 31,708" ve 39° 9' 2,303" Kuzey enlemi ve 37° 14' 41,157" ve 39° 9' 2,303" Doğu boylamı arasında yer alan Türkiye'nin orta ölçekli bir kentidir. Çalışma alanı Malatya ilinin Battalgazi ve Yeşilyurt ilçelerini içine alan yaklaşık 3088 km²'lik alanı kaplayan bir çerçeve içerisinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma alanı olarak belirlenen çerçeve içerisinde yükseklik 2597 metre ve 677 metre arasında değişmekte olup çalışma alanının ortalama yükseltisi 1351 metredir. Çalışma alanı içerisindeki 10 hektardan büyük kentsel lekelerin yüksekliği ise 1359 metre ile 681 metre arasında değişmekte ve ortalama yüksekliği 960 metre seviyesindedir. Araştırma alanının sınırları içerisindeki arazi formları incelendiğinde kent merkezinin kuzey batısında ova yapısı hakimken kent merkezin güneyinde dağlık ve açık eğimli alanlar

hakimdir. 3088 km²'lik çalışma alanının yaklaşık %29'u ova formundadır. Arazi formu ile benzer şekilde kent merkezinin kuzeybatı istikametine doğru eğim azalırken güney istikametine doğru eğim artmaktadır. Çalışma alanına ilişkin nüfus verileri incelendiğinde 1985 yılında 659.809 kişi olan il nüfusunun yaklaşık %51'i çalışma alanı sınırları içerisinde ikamet ederken 2021 yılında il nüfusu 808.692 kişiye ulaşmış ve il nüfusunun yaklaşık %79'u çalışma alanı sınırları içerisinde yaşamaktadır. Çalışma alanı sınırları içerisindeki mahalle nüfus verileri incelendiğinde nüfusun kent merkezi ve kent merkezinin kuzeybatı istikametine kümelendiği görülmektedir. Benzer şekilde Gelir İdaresi Başkanlığından elde edilen mahalle bazlı arazi değer verileri incelendiğinde arazi fiyat değişiminin kuzeybatı istikametine yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 1).

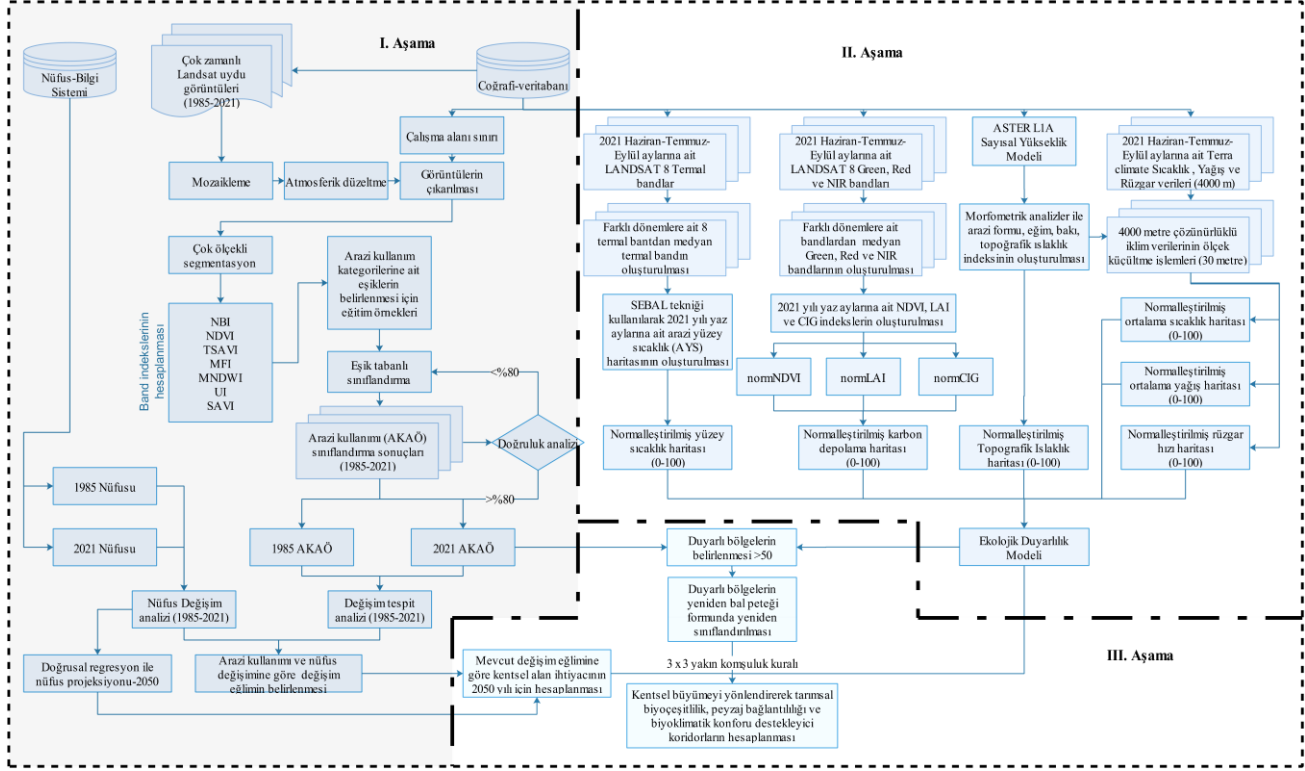


Şekil 1. Çalışma alanı konumu ve özellikleri

2.3. Yöntem

Araştırmanın yöntemi birbirini izleyen 3 ana aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2). Bunlar sırasıyla; Arazi kullanımı örtüsü değişimi, nüfus değişimi ve değişim eğiliminin

hesaplanması (I. Aşama), Ekolojik duyarlılık modeli için tematik katmanların oluşturulması (II. Aşama) ve Kentsel ekolojik koridorların hesaplanması (III. aşama) aşamalarıdır.



Şekil 2. Yöntem aşamaları

I. Aşama: Arazi kullanımı örtüsü değişimi, nüfus değişimi ve değişim eğiliminin hesaplanması

Bu aşama kendi içerisinde üç alt aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla, Uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve geçiş matrislerinin hesaplanması, Nüfus değişiminin tespit edilmesi ve 2050 yılı için nüfus projeksiyonunun hesaplanması ve Nüfus değişimi ve geçiş matrisler arasında ilişki kurularak 2050 yılı için arazi kullanım değişiminin hücresel geçiş kurallarının hesaplanması alt aşamalarıdır.

Uydu görüntülerinin sınıflandırılması ve geçiş matrislerinin hesaplanması; uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında eşik tabanlı sınıflandırma tekniğinden yararlanılmıştır (Cengiz ve Günaydın, 2021; Cengiz vd. 2022). Eşik tabanlı sınıflandırılmada kullanılan indeksler Cengiz vd. 2022'nin çalışmalarında kullandıkları NBI, NDVI, TSAVI, MFI, UI, SAVI ve WdVI indeksleridir (indekslere ilişkin formüller Cengiz vd. 2022'nin çalışmalarında bulunabilir). Hesaplanan indeksler üzerinden araştırma özelinde belirlenen 8 arazi kullanımı örtüsü kategorileri (Kentsel alanlar, Ulaşım ağları, Kentsel yeşiller, Tarım alanları, Meyve bahçeleri, Orman alanları, Seyrek vejetasyon alanları ve Su yüzeyleri) için eğitim örnekleri belirlenmiş ve çok ölçekli segmentasyon algoritmaları ile nesnelere dönüştürülmüş uydu

görüntüleri 1985 ve 2021 yılları için sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan görüntülerin doğruluk analizlerinde hata matrisleri ve KAPPA indeks sınıf bazında referans veriler (Google Earth üzerinden 600 Yer Kontrol Noktası) ve sınıflandırma sonuçları arasındaki ilişki incelenerek hesaplanmıştır (Cengiz, 2019). Araştırma kapsamında belirlenen doğruluk oranının üzerinde doğruluğa sahip sınıflandırmış görüntüler üzerinden 1985 ve 2021 yılları için arazi kullanım/örtüsü haritaları oluşturulmuştur. Elde edilen haritalar kullanılarak hücresel geçiş kuralları aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır (Cengiz ve Yılmaz 2017).

$$P = P_{ij} \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{18} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{28} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{81} & P_{82} & \dots & P_{88} \end{pmatrix} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

Eşitlikte, P bir durumdan başka bir duruma geçiş olasılığını ifade etmektedir ("i" arazi kullanım kategorisinden, "j" arazi kullanım kategorisine). Eşitlik 1 aşağıdaki iki koşulu sağlamalıdır.

$$\sum_{j=i}^n P_{ij} = 1 \quad (\text{Eşitlik 2})$$

$$0 \leq P_{ij} \leq 1 \quad (\text{Eşitlik 3})$$

Birincil matris ve geçiş olasılık matrisi (Pij) elde etmek geçiş modelinde önemli bir adımdır. Bu nedenle, geçiş tahmin modeli eşitlik 4'te belirtildiği gibi ifade edilmektedir.

$$P_n = P_{(n-1)}p_{ij} = p_{(0)}p_{ij}^n \text{ (Eşitlik 4)}$$

Eşitlikte “Pn” durum olasılığını temsil ederken “P(0)” birincil matrisi temsil eder.

Yukarıda verilen eşitlikler kullanılarak 1985 yılından 2021 yılına geçişte arazi kullanım kategorilerine ait her bir hücrenin geçiş olasılığı hesaplanmış ve hücresele düzeyde geçiş kuralları oluşturulmuştur (Sathees vd., 2014, Cengiz ve Yılmaz 2017).

Nüfus değişiminin tespit edilmesi ve 2050 yılı için nüfus projeksiyonunun hesaplanması; nüfus değişiminin tespit edilmesinde TÜİK'ten ilçe düzeyinde elde edilen nüfus verilerinden yararlanılmıştır. 1985 ve 2021 yılları arasında kapsayan ilçe düzeyindeki çok zamanlı veriler kullanılarak (2000 ve 2018 nüfus verileri dışındaki tüm nüfus verileri) aşağıdaki eşitlikler kullanılarak eğim ve kesim noktaları hesaplanmış ve 2050 yılı için nüfus projeksiyonu oluşturulmuş ve eşitlik bilenen zaman aralıklarını kullanılarak test edilmiştir.

$$m = \frac{\sum y \times \sum x^2 - \sum x \times \sum xy}{n \times \sum x^2 - (\sum x)^2} \text{ (Eşitlik 5)}$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \times \sum x^2 - (\sum x)^2} \text{ (Eşitlik 6)}$$

$$y = m_x + b \text{ (Eşitlik 7)}$$

Eşitliklerde “m” eğimi “b” kesim noktasını ifade etmektedir. Eşitlikteki “y” nüfusu, “x” yıl bilgisini ve “n” ise gözlem sayısını ifade etmektedir (Cengiz, 2019).

Nüfus değişimi ve geçiş matrisler arasında ilişki kurularak 2050 yılı için arazi kullanım değişiminin hücresele geçiş kurallarının hesaplanması; aşamasında hücresele geçiş olasılık matrisi ve nüfus değişim analizleri ilişkilendirilerek her bir arazi kullanım kategorisine ait hücrelerin geçiş olasılığı 2050 yılı nüfus projeksiyonuna göre yeniden hesaplanarak 2050 yılına kadar mevcut değişim eğiliminin devam etmesi durumunda arazi kullanımının nasıl olacağı hesaplanmıştır. Hesaplama işlemlerinde aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$Hgo_{2050} = \frac{Hgo \times \left(\frac{N_{2050} - N_{2021}}{(tFark)_1} \right)}{\left(\frac{N_{2021} - N_{1985}}{(tFark)_0} \right)} \text{ (Eşitlik 8)}$$

Eşitlikte, “Hgo” hücresele geçiş olasılığını (bilinen zaman içerisindeki), “N”, ilgili zamanın nüfusunu “tFark” ilgili zaman aralığındaki başlangıç ve bitiş yılları arasındaki zamansal farkı ifade etmektedir.

II. Aşama: Ekolojik duyarlılık modeli için tematik katmanların oluşturulması

Bu aşamada sırasıyla kaba ölçekli iklim veri setlerinin çalışma ölçeğine (30*30 metre) ölçek küçültme algoritmalarıyla uygunlaştırılmasında kullanılmak üzere morfolometrik analizler (arazi formu, eğim, bakı, yükseklik, topografik ıslaklık indeksi), Landsat 8 OLI sensörüne ait mevsimlik Thermal, Green, Red ve NIR bantlarının medyanları alınarak (her bir bant ait 6 farklı zaman) SEBAL tekniği kullanılarak yüzey sıcaklık haritası hesaplanmış (Cengiz 2019) ve Green, Red ve NIR bantlarından elde edilen indeksler (LAI, NDVI, CIG indeksleri) (Cengiz, 2019) üzerinden karbon depolama alanları haritalanmış ve ardından elde edilen tüm katmanlar aşağıdaki eşitlik kullanılarak 0 ile 100 arasında normleştirilmiş (Cengiz vd., 2019) ve eş baskın olarak çakıştırılarak ekolojik duyarlılık modeli oluşturulmuştur.

$$norm = (100 \times (H_d - H_d \min) / (H_d \max - H_d \min)) \text{ (Eşitlik 9)}$$

Eşitlikte “Hd” hücre değerini, “Hd min” minimum hücre değerini ve “Hd max” maksimum hücre değerini ifade etmektedir (Cengiz vd., 2019).

III. Aşama: Kentsel ekolojik koridorların hesaplanması

Bu aşamada ekolojik duyarlılık modeli üzerinden ortalama değer üzerindeki en duyarlı ve en büyük bütünsel lekeler belirlenerek ekolojik koridorlar oluşturulmuştur (Görmüş vd., 2019). Ekolojik duyarlılık modelinde ortalama değer üzerindeki duyarlı lekeler 3x3 yakın komşuluk derecesine göre birbirleriyle bağlanarak ekolojik koridorları oluşturmuşlardır. Araştırma kapsamında belirlenen duyarlı lekeler aşağıdaki eşitlikler kullanılarak belirlenmiştir.

$$EDL = \text{eğer } EDM_{mean} < \frac{\left[\frac{\sum_{r=1}^z c_{ijr}}{a_{ij}} \right]^{-1}}{v-1} \text{ değeri 1 yakınsarsa (Eşitlik 10)}$$

Eşitlikte “EDL” ekolojik duyarlı lekeleri, “[[EDM]]_mean” ekolojik duyarlılık modelinde ortalamanın üzerindeki alanları c_{ijr} = ekolojik duyarlı ij lekesindeki r hücresi için bitişiklik değerini, $v = 3 \times 3$ hücre şablonundaki değerlerin toplamını, a_{ij} = hücre sayısı açısından ekolojik duyarlı ij lekesinin alanını ifade etmektedir. Eşitlik ilgili alandaki ekolojik duyarlı lekeleri oluşturan piksellerin uzamsal bağlantılılığını veya bitişikliğini değerlendirir (LaGro, 1991, Cengiz vd., 2022).

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1 Arazi kullanımı örtüsü değişimi

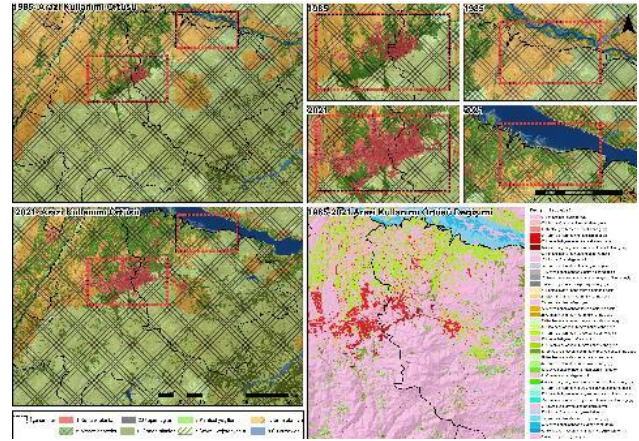
3088 km²'lik araştırma alanı sınırları içerisinde 1985 ve 2021 yıllarına ait uydu görüntüleri 8 arazi kullanımı/örtüsü kategorisine göre sınıflandırılarak arazi kullanımı örtüsü değişimi saptanmıştır. Sınıflandırma sonuçlarına ait minimum doğruluk %92 olarak hesaplanmıştır. Alansal değişim analizlerine göre kentsel alanlar, ulaşım ağları, meyve bahçeleri, orman alanları ve su yüzeyleri kategorileri 1985'ten 2021 yılına geçerken artış gösterirken, tarım alanları, kentsel yeşiller ve seyrek vejetasyon alanları azalış göstermektedir (Çizelge 2, Şekil 3). 1985 ve 2021 yılları arasında kentsel alanlar yaklaşık 21 km²'den 108 km²'ye ulaşarak %406 oranında artış gösterirken, ulaşım ağları %29,9, meyve bahçeleri %92,5, orman alanları %140,4 ve su yüzeyleri %320,9 artış göstermiştir. Su yüzeyleri kategorisindeki artışın en önemli nedeni 1987 yılında su tutmaya başlayan Karakaya Baraj Gölüdür. Meyve bahçelerindeki (çalışma alanı özelinde genellikle kayısı bahçelerini ifade etmekte) artışın en önemli nedeni de Karakaya Baraj Gölü ile birlikte meyve bahçeciliği için uygun koşulların oluşması ve kayısı tarımının katma değerinin daha yüksek olmasıdır. 1985 ve 2021 yılları arasında tarım alanları 871 km²'den 510 km²'ye gerileyerek %41 oranında azalış göstermiştir. Bu dönemler arasında yaklaşık 49 km²'lik tarım alanı kentsel alanlara ve yaklaşık 259 km²'lik alan ise meyve bahçelerine dönüşmüştür (Çizelge 3). Geçiş matrisi incelendiğinde kentsel alana dönüşümün yaklaşık %55'i tarım alanlarından, yaklaşık %20'si meyve bahçelerinden ve yaklaşık %18'i seyrek vejetasyon alanlarından gerçekleşmiştir. 1985 ve 2021 arasında orman alanlarında yaşanan artışın en önemli nedeni kent merkezinin güneydoğu istikametinde bulunan bölgede yapılan ağaçlandırma çalışmalarıdır. Orman alanlarına en fazla dönüşen arazi kullanımı/örtüsü kategorisi 110 km² ile seyrek vejetasyon alanlarıdır. İncelenen dönemler arasında yaşanan arazi kullanımı/örtüsü geçişlerine karşın her iki dönemde de araştırma alanı sınırlarındaki hâkim peyzaj matrisi tüm peyzaj alanının %50'sinden fazlasını temsil eden seyrek vejetasyon alanları (bozkır ekosistemi) kategorisidir.

Çizelge 2. Arazi kullanımı/örtüsü kategorileri değişimi

Arazi kullanımı/örtüsü kategorileri	1985 (km ²)	1985 (%)	2021 (km ²)	2021 (%)	Değişim (%)
Kentsel alanlar	21,35	0,69	108,07	3,50	406,11
Ulaşım ağları	22,85	0,74	29,70	0,96	29,98
Kentsel yeşiller	2,91	0,09	0,50	0,02	-82,97
Tarım alanları	871,05	28,20	510,32	16,52	-41,41
Meyve bahçeleri	243,20	7,87	468,27	15,16	92,54
Orman alanları	78,21	2,53	188,09	6,09	140,49
Seyrek vejetasyon alanları	1817,16	58,83	1648,80	53,38	-9,26
Su yüzeyleri	32,09	1,04	135,08	4,37	320,95
Toplam	3088,82	100,00	3088,82	100,00	

Çizelge 3. Arazi kullanımı/örtüsü kategorileri geçiş matrisi

		2021								Toplam
		KA	UA	KY	TA	MB	OA	SV	SY	
1985	Kentsel alanlar (KA)	19,47	0,35	0,06	0,61	0,76	0,25	0,13	0,02	21,35
	Ulaşım ağları (UA)	1,79	18,89	0,01	0,32	1,24	0,09	0,06	0,45	22,85
	Kentsel yeşiller (KY)	2,49	0,03	0,08	0,00	0,09	0,22	0,00	0,00	2,91
	Tarım alanları (TA)	49,88	5,30	0,10	467,62	259,87	11,83	12,42	64,03	871,05
	Meyve bahçeleri (MB)	18,63	1,04	0,25	31,52	143,52	9,76	5,87	32,63	243,20
	Orman alanları (OA)	0,23	0,04	0,00	10,20	6,71	55,79	5,09	0,15	78,21
	Seyrek vejetasyon a. (SV)	15,71	3,68	0,00	0,01	56,05	110,15	1625,19	6,38	1817,16
	Su yüzeyleri (SY)	0,17	0,37	0,00	0,05	0,03	0,01	0,04	31,42	32,09
	Toplam	108,07	29,70	0,50	510,32	468,27	188,09	1648,80	135,08	3088,82

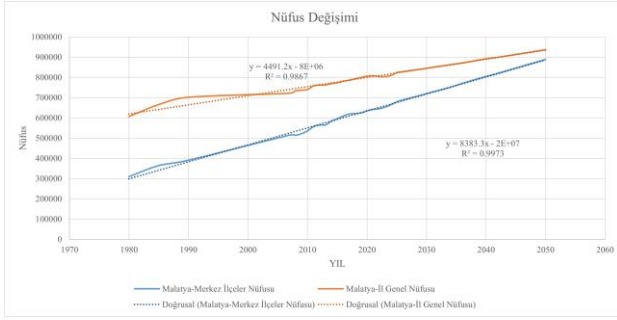


Şekil 3. Arazi kullanımı/örtüsü değişimi

3.2 Nüfus değişimi

1985 yılında Malatya il nüfusu 665.809 kişiyken bu nüfusun yaklaşık %54,7'si araştırma alanı sınırlarında ikamet etmektedir. 2021 yılına gelindiğinde Malatya il nüfusu 808692 kişiye ulaşırken araştırma alanı sınırları içerisinde toplam nüfusun yaklaşık %79'una karşılık gelen 641.799 kişi ikamet etmektedir. Başka bir ifadeyle Malatya il genelinde nüfus 665809 kişiden 808.692 kişiye ulaşarak yaklaşık %21,4 oranında bir artış gösterirken araştırma alanında nüfus 364.740 kişiden 641.799 kişiye ulaşarak yaklaşık %75 oranında artış göstermiştir. 1985 ve 2021 yılları arasında Malatya'da ortalama yıllık nüfus artış hızı %0,59 iken bu oran çalışma alanı sınırları içerisinde %2,1 seviyesindedir. Bu durum kent merkezi ve yakın çevresindeki nüfusun il geneline göre yaklaşık 4 kat daha hızlı büyüdüğünü göstermektedir.

1985 ve 2021 yılları arasındaki nüfus değişim eğilimi doğrusal regresyon modeli ile projekte edildiğinde (model doğruluğu %99'un üzerindedir) 2050 yılına gelindiğinde Malatya il genelinin nüfusu 937.116 kişiye ulaşırken bu nüfusun yaklaşık %95'ine karşılık gelen 888.784 kişisi araştırma alanı sınırları içerisinde ikamet edecektir (Şekil 4). Bu dönem yaşanacak ortalama nüfus artış hızı araştırma alanı sınırları içerisinde yıllık %1,32 ve Malatya il genelinde %0,54 seviyesinde gerçekleşecektir. Başka bir ifadeyle araştırma alanı sınırlarındaki ortalama yıllık nüfus artış hızı bir önceki döneme göre yaklaşık %38 oranında azalmasına karşın yine de Malatya il genelindeki nüfus artış hızından yaklaşık 2,4 kat hızlı seyredecektir.



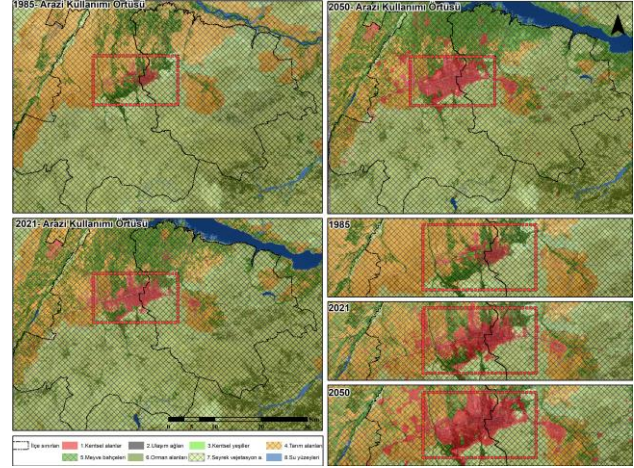
Şekil 4. Nüfus değişimi ve 2050 nüfusu projeksiyonu

3.3. Değişim eğiliminin hesaplanması

Bu aşamada öncelikle nüfus ve arazi kullanımı/örtüsü arasındaki ilişki çözümlenecek ve ardından mevcut değişim eğilimine uygun olarak 2050 yılı arazi kullanımı/örtüsü simülasyonu sunulacaktır.

1985 ve 2021 yılları arasında çalışma alanı sınırları içerisinde nüfusta yaşanan 1 kişilik artış kentsel alanların 303 m² artmasına, tarım alanlarının 180 m², meyve bahçelerinin 67 m² ve seyrek vejetasyon alanlarının 57 m² azalmasına neden olmaktadır. Kentsel arazi kullanım kategorisine arazi geçişleri kentsel kümelerle komşu alanlarda gerçekleşmektedir. Benzer şekilde tarımsal alanların meyve bahçelerine dönüşümü ile nüfus artışı ilişkilendirildiğinde nüfusta yaşanan 1 kişilik artış 822 m²'lik tarım alanlarının meyve bahçesine dönüşmesine neden olmaktadır. Diğer arazi kullanım kategorilerinin birbirleri arasındaki geçişleri önemsiz düzeyde gerçekleştiğinden ötürü çalışmada göz ardı edilmiştir. Buradan elde edilen veriler üzerinden 2021 ve 2050 yılları arasında yaşanacak nüfus artışına paralel olarak kentsel alanlar yaklaşık 75 km² (303* nüfus farkı/1000000) artarak ve diğer arazi kullanımlarına toplam alanının yaklaşık %10'unu kaybederek (1985'ten 2021 yılına geçişte kentsel alanların yaklaşık 4 km²'lik bölümü diğer arazi kullanımlarına dönüşmüştür) toplamda yaklaşık 65 km² artış sağlayarak 108 km²'den 173 km²'ye ulaşacaktır. Tarım alanları 510 km²'den 347 km²'ye gerilerken meyve bahçeleri 468 km²'den 569 km²'ye ulaşacaktır. Seyrek vejetasyon alanları ise 2050 yılına kadar alansal olarak sadece 6 km²'lik bir azalış gösterecektir. Yöntem bölümünde sunulan eşitlikler kullanılarak hazırlanan nüfus ve arazi kullanımı/örtüsü değişimi temelli 2050 arazi kullanımı/örtüsü simülasyon sonuçları incelendiğinde araştırma alanında arazi kullanımı/örtüsü değişimi kent merkezinin batı, kuzey ve kuzeybatı istikametinde ve kentsel lekelere komşu tarım arazileri ve meyve bahçeleri üzerinde yoğunlaşmaktadır (Şekil 5). Bu alanlarda arazi kullanım değişimi kentsel alanlar lehine gerçekleşmektedir. Kent merkezinin güneybatı istikametinde de (Bostanbaşı ve Gündüzbey) arazi kullanım değişimi meyve bahçelerinden kentsel alanlar geçiş şeklinde gerçekleşmektedir. Kentsel alanlar çeperlerde yayılmalı bir büyüme tipi izlerken çoğunlukla

tarımsal alanlar ve meyve bahçelerinden oluşan kentsel boşluklarda boşluk doldurmalı bir formda büyümektedir. Kentin büyümesinin neden olduğu arazi kullanımı örtüsü değişimi Beydağları ve Malatya ovası arasındaki bozkır ekosistemi (seyrek vejetasyon alanları ve galeri ormanları) ve tarımsal ekosistem (tarım alanları ve meyve bahçeleri) arasında halihazırda zayıf olan bağlantılılığı yok ederek enerji akışı, doğal tür akışı, biyofiziksel, hidrolojik ve iklimik akışı engellemektedir.



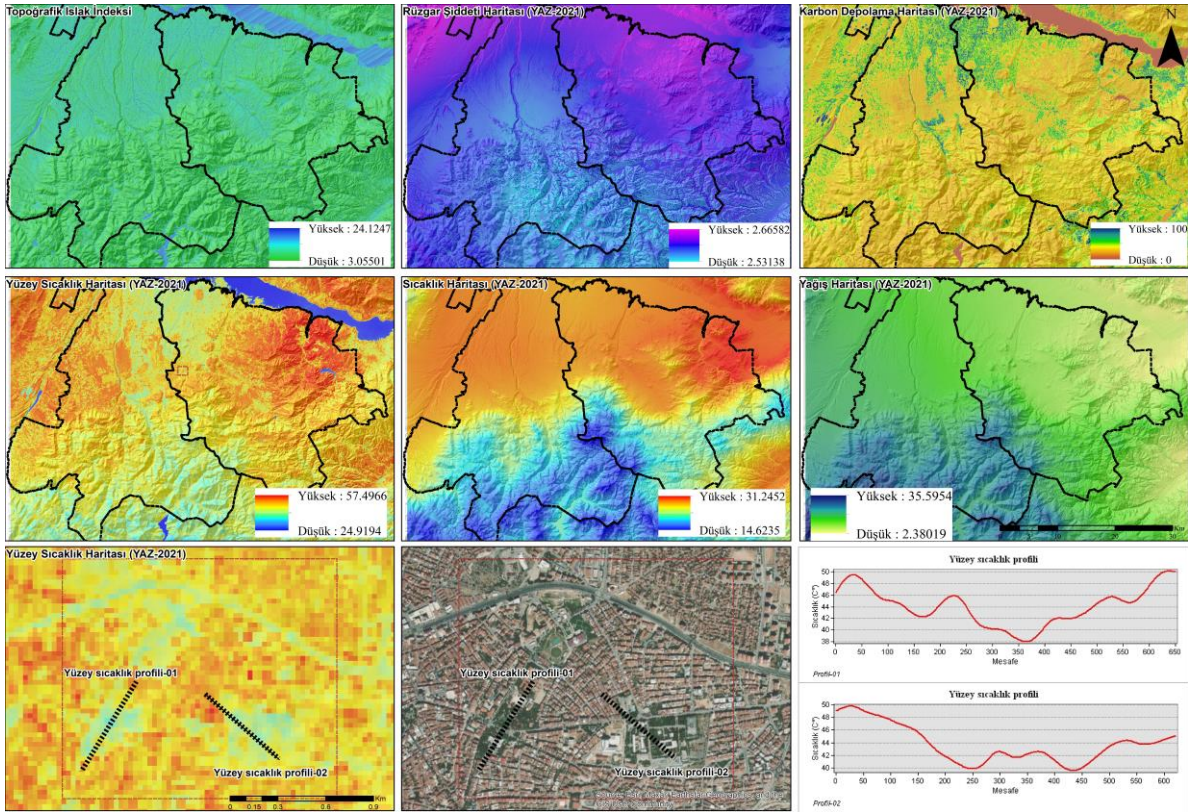
Şekil 5. 2050 yılı arazi kullanımı/örtüsü

3.4 Ekolojik duyarlılık modeli için tematik katmanların oluşturulması

Bu aşamada sırasıyla topografik ıslaklık indeksi, rüzgâr hızı, hava sıcaklığı, yağış, karbon depolama ve mevsimlik yüzey sıcaklığı tematik katmanları oluşturulmuştur (Şekil 6).

Topografik ıslaklık indeksi, arazinin yüzey akışı modeline uygun olarak ne kadar ıslak olduğunu göstermektedir. Topografik ıslaklık indeksi (TWI) doğal tür akışı için önemli bir göstergedir. Buna göre çalışma alanı sınırları içerisinde, minimum TWI değeri 3,05 iken maksimum 24,12 değerini almaktadır. Çalışma alanının ortalama TWI değeri 6,9 olup bu değer üzerindeki alanlar 1309 km² ile tüm çalışma alanının yaklaşık %42'sini oluşturmaktadır. Diğer yandan ortalamanın üzerinde TWI değerine sahip alanlar kent merkezinin kuzey, kuzeybatı ve batı istikametinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum bir önceki bulgu grubu ile ilişkilendirildiğinde ortalamanın üzerinde TWI değerine sahip alanlar kentsel büyüme baskısı altındadır.

Rüzgâr hızı, kentsel alanlardaki hava kalitesini düzenleyen ve ısı dağılımının homojen bir şekilde araziye dağılmasını sağlayan önemli bir iklimik göstergedir. Ölçek küçültme işlemleri ile araştırma ölçeğine uygunlaştırılan 2021 yaz aylarını kapsayan bu veri setinin çalışma alanındaki dağılımı minimum 2,53 m/sn ve maksimum 2,66 m/sn olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6. Ekolojik duyarlılık modeli için tematik katmanlar

Karbon depolama alanları, 2021 yaz aylarına ait uydu görüntülerinin medyanı alınarak Green, Red ve NIR bantları kullanılarak üretilen indekslerin önce 0 ile 100 arasında normalleştirilmesi ve ardından eş baskın olarak çakıştırılması ile elde edilmiştir. Karbon depolama indeks, arazi üzerindeki bitki örtüsü ve bu bitkilerinin yaprak alan büyüklüklerine göre temsili olarak karbon tutma/yakalama-depolama potansiyeli hakkında bilgi üretmektedir. İndekste su yüzeyleri ve geçirimsiz yüzeyler 0 değerine yakınsarken geniş yapraklı ağaçlık alanlar (meyve bahçeleri, orman alanları, kavaklıklar vb. gibi) 100 değerine yakınsamaktadır. Araştırma alanında ortalama karbon tutma değeri 31,1 seviyesindedir. Ortalama değer üzerinde karbon tutma potansiyeline sahip alanlar 1092 km² ile tüm alanının yaklaşık %35'ini kaplamaktadır. Ortalama değeri 80 ve üzeri alanlar ise 5,82 km² ile tüm çalışma alanının %0,18'ini oluşturmaktadır. Araştırma alanı sınırları içerisinde karbon tutma potansiyeli en yüksek bölgeler kent merkezinin kuzeybatı, kuzey, batı ve güney yönlerinde bulunan meyve bahçeleridir.

Sıcaklık verisi 2021 yaz ayları ortalamasını kapsamaktadır. Ölçek küçültme işlemleri ile araştırma ölçeğine uygunlaştırılan kapsayan bu veri setinin çalışma alanındaki dağılımı en yüksek 31,2°C ve en düşük 14,6°C olarak hesaplanmıştır. Kent merkezinin güneyinde bulunan Beydağları çalışma alanının en soğuk bölgesiyken kuzey ve kuzeybatı istikametindeki Malatya ovası çalışma alanındaki en sıcak bölgedir.

Yağış verisi 2021 yaz aylarındaki toplam yağışı ifade etmektedir. Ölçek küçültme işlemleri ile araştırma

ölçeğine uygunlaştırılan kapsayan bu veri setinin çalışma alanındaki dağılımı en yüksek 35 mm ve en düşük 2 mm olarak hesaplanmıştır. Kent merkezinin güneyinde bulunan Beydağları çalışma alanında en yüksek yağış alan bölgesiyken kuzey ve kuzeybatı istikametindeki Malatya ovası çalışma alanındaki en düşük yağış alan bölgedir.

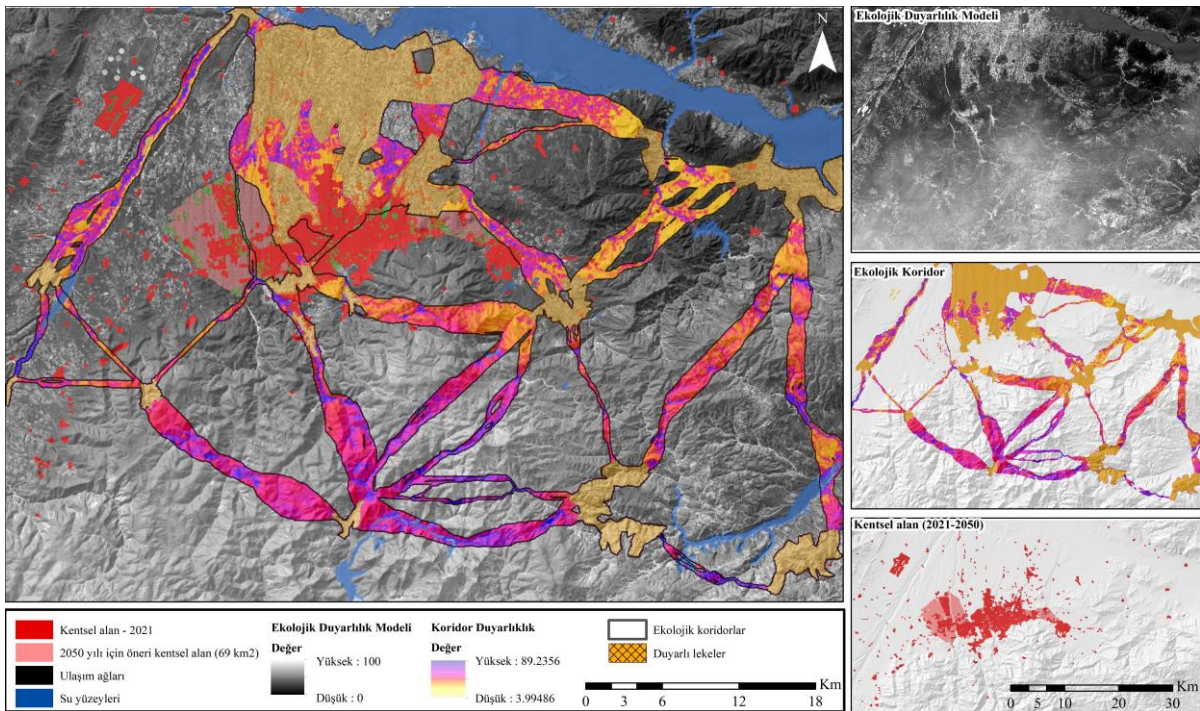
Yüzey sıcaklığı verisi 2021 yaz aylarına ait uydu görüntülerinin Thermal, Red ve NIR bantlarının medyanı alınarak SEBAL tekniği ile üretilmiştir. Arazi yüzey sıcaklığı, güneş radyasyonundan elde edilen arazinin radyasyonlu yüzey sıcaklığıdır. Yüzey sıcaklığı, gelen güneş enerjisinin yüzey materyali ile etkileşime girdiği ve yüzey materyali ısıttığı termal ışıma emisyonunu ölçer. Yüzey sıcaklığı kentsel alanlardaki biyoklimatik konforu ve doğal alanlardaki tür kompozisyonu ve doğal tür akışını doğrudan etkileyen en önemli tematik katmanlar arasındadır. Araştırma kapsamında üretilen yüzey sıcaklık verisi incelendiğinde çalışma alanındaki dağılımı en yüksek 57,4°C ve en düşük 24,9°C olarak hesaplanmıştır. Araştırma alanında yüzey sıcaklığının en yüksek olduğu bölge kent merkezinin kuzeydoğu istikametinde bulunan bölgedir. Bu bölgedeki yüzey sıcaklığının yüksek olmasının en önemli nedeni bu alanlarda çıplak yüzeylerin olmasıdır. Bu veri seti üzerinden kentsel ısı adası etkisi incelendiğinde geçirimsiz yüzeyler ile etrafındaki kentsel yeşiller arasında ortalama 8°C'lik bir sıcaklık farkı bulunmaktadır (Şekil 6). Bu gösterge, kentsel yeşillerin ya da kent içerisinde kalmış meyve bahçelerinin kentsel ısı adası etkisini azaltmadaki rolünü ifade etmektedir.

3.5 Kentsel ekolojik koridorların hesaplanması

Bu aşamada öncelikle bir önceki aşamada oluşturulan katmanlar eş baskın olarak çakıştırılarak ekolojik duyarlılık modeli oluşturulmuş ardından ekolojik duyarlı lekeler belirlenerek bu lekeleri arasında bağlantı sağlayacak koridorlar hesaplanacaktır.

Ekolojik duyarlılık modeli, önceki aşamalarda elde edilen tematik katmanlar 0 ile 100 arasında normalleştirildikten sonra eş baskın olarak çakıştırılarak elde edilmiştir. Ekolojik duyarlılık modelinde değer sıfıra yakınsarsa bölgenin ekolojik duyarlılığı düşük 100 yakınsarsa bölgenin ekolojik duyarlılığı yüksektir. Araştırma kapsamında üretilen ekolojik duyarlılık modeli incelendiğinde (Şekil 7) ekolojik olarak duyarlı bölgeler kent merkezinin kuzey, kuzeybatı ve batı istikametinde bulunan tarımsal ekosistemler ve kent merkezinin güney ve güneydoğu istikametinde bulunan bozkır ekosistemlerinin bulunduğu bölgelerdedir. Araştırma alanındaki ortalama ekolojik duyarlılık değeri 33,8'dir. Ortalama ekolojik değerin üzerinde değere sahip bölgeler 1542 km²'lik alanla tüm alanın yaklaşık %50'sini kaplamaktadır. Araştırma alanında bulunan hâkim ekosistemler (tarımsal ekosistemler, bozkır ekosistemi ve kentsel ekosistem) ve ekolojik duyarlılık modeli ilişkilendirildiğinde; tarımsal ekosistemlerin (kuru, sulu tarım ve meyve bahçeleri) ortalama ekolojik değeri 39,8'dir. Tüm tarımsal ekosistemler içerisinde bu değerin

üzerinde değere sahip bölgeler 260,3 km²'lik alan ile tüm sistemin yaklaşık %26,6'sını oluşturmaktadır. Bozkır ekosistemlerin (seyrek vejetasyon alanları, galeri ormanları ve ağaçlandırma sahaları) ortalama ekolojik değeri 36,6 olup tüm bozkır ekosistemi içerisinde bu değerin üzerindeki bölgeler yaklaşık 1118 km²'lik alan ile tüm bozkır ekosisteminin (2021 yılına ait seyrek vejetasyon alanları ve orman alanları toplamı) %60,9'unu oluşturmaktadır. Kentsel ekosistemlerin (kentsel alanlar ve kentsel yeşiller) ortalama ekolojik değeri 34,2 ve ortalamanın üzerinde değere sahip kentsel ekosistemler tüm sistemin (137,77 km²) yaklaşık %40,3'ünü kaplamaktadır. 1985 yılından 2021 yılına geçişte kentsel büyümenin yaşandığı alanların ortalama ekolojik değeri 39,2 seviyesindedir. Ortalama ekolojik değerin üzerinde büyüme yaşanan bölgeler tüm büyümenin yaklaşık %31'ini oluşturmaktadır. Bu gösterge araştırma alanı sınırları içerisinde kentsel büyümenin yoğunlukla tüm çalışma alanının ortalama ekolojik değerinden daha yüksek alanlar üzerinde geliştiğini ifade etmektedir. Benzer şekilde araştırma kapsamında üretilen 2050 arazi kullanım simülasyonu ve ekolojik duyarlılık modeli ilişkilendirildiğinde ise 2021 yılından 2050 yılına geçerken kentsel alanlarda yaşanacak 67,3 km²'lik büyümenin %80,9'u ortalamanın (42,8) üzerinde ekolojik duyarlılığa sahip tarım ve bozkır ekosistemleri üzerinde gerçekleşeceği görülmektedir.



Şekil 7. Ekolojik duyarlılık modeli ve ekolojik koridorlar

Ekolojik koridorlar, tarım ve bozkır ekosistemine ait ekolojik açıdan en duyarlı (ortalamanın üzerinde ekolojik değere sahip) ve en büyük bütünlük lekeleri (çalışma özelinde ortalama habitat alan büyüklüğü 25 hektar olarak belirlenmiştir) arasında kentsel yayılmayı yönlendirerek, enerji akışı, doğal tür akışı, kentsel ısı adası etkisinin

azaltılması, yeraltı su rejiminin düzenlenmesi ve habitat bağlantılılığı gibi çeşitli ekolojik işlevler üstlenecek şekilde oluşturulmuştur. Buna göre tarımsal ekosistemlerin içerisinde ortalamanın üzerinde ekolojik değere sahip ve 25 hektardan büyük tarımsal ekosistemler yaklaşık 222 km²'lik alan ile toplam tarımsal ekosistemin

%22,6'sını oluşturmaktadır. Bozkır ekosistemlerinde ise ortalamanın üzerinde ve 25 hektardan büyük ekosistemler yaklaşık 778,6 km²'lik alan ile tüm bozkır ekosisteminin %42,3'ünü oluşturmaktadır. Yukarıda verilen koşullara uygun olarak tarımsal ekosistemden 13 ve bozkır ekosisteminden 5 adet ekolojik açıdan duyarlı leke belirlenmiş ve ekosistem lekelerini birbirlerine bağlayan koridorlar oluşturulmuştur. Lekeler arasında bağlantı sağlayacak koridorlar peyzaj mozaigi üzerinde (kentsel alanlar, su yüzeyleri, tarımsal ve bozkır ekosistem lekeleri haricinde kalan alan) ortalama ekolojik duyarlılık üzerinde değer alacak ve genişliği 3 x 3 yakın komşuluk kuralına göre en az 90 metre genişliğinde olacak şekilde hesaplanmıştır (Şekil 7). Yukarıda sunulan işlevleri karşılayacak ekolojik koridorlar, tüm çalışma alanının yaklaşık %22,4'sini (694 km²) kaplamaktadır. Ekolojik koridorlar hesaplandıktan sonra 2050 yılı için 67,3 km²'lik kentsel büyüme alanı için ekolojik duyarlılığı en düşük, mevcut kentsel alanlara bütünleşik ve ekolojik koridorlar arasında kalan bölgeler öneri kentsel gelişme alanları olarak belirlenmiştir.

DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

Kentsel sistemler, küresel ölçekte dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan, nüfusun hızlı bir şekilde arttığı, tarımsal ve tarım dışı ekonomik aktivitelerin yoğunlaştığı, toplumsal ve ekonomik niteliğinin yanı sıra içinde barındırdığı nüfusun farklı mekânsal ölçeklerde gerçekleştirdiği ekonomik aktiviteler nedeniyle hızla genişleyerek biyolojik evrimin yapısına nüfuz ederek kendine özgü habitatlar oluşturan insan baskın ekosistemlerdir (Cengiz, 2019). Kentsel ekosistemlerin dinamik yapısı onu doğal ve yarı doğal ekosistemlerden ayıran en temel özelliktir. Başka bir ifadeyle doğal ve yarı doğal ekosistemler içindeki popülasyonun büyüklüğü, büyüme hızı ve popülasyonun hareket kabiliyeti ekosistemin sınırına bağlıdır. Ancak kentsel ekosistemlerde nüfusun büyüme hızı ve bu nüfusun çevresiyle olan etkileşimi ekosisteminin sınırını belirlemektedir. Popülasyonun hareketi ve büyüme hızı hem kentsel ekosistem dinamiklerinin yapısını hem de üzerinde genişlediği mekânın yapısını etkileyerek yerel ve küresel ölçekte ekosistemlerin dönüşmesine neden olmaktadır. Daha açık bir ifadeyle kentsel sistemler içinde barındırdığı insan nüfusunun farklı mekânsal ölçeklerde gerçekleştirdiği sosyo-ekonomik aktivitelerin bir sonucu olarak merkezden çepere genişleyerek hem kendini oluşturan ekonomi-politik ve sosyo mekânsal dinamiklerinin yapısını değiştirmekte hem de kente ekosistem hizmetleri (gıda, enerji, biyoçeşitlilik, karbon döngüsü vb. gibi) sağlayan tarım, su, orman vb. gibi doğal ve yarı doğal ekosistemlerin yapısını değiştirerek mekânsal sınırının çok daha ötesinde ekolojik sonuçlar yaratmaktadır (Cengiz 2019). Kentsel ekosistemlerin dinamik yapısının yerel ve küresel ölçekte yarattığı sosyo-ekolojik sorunların sürdürülebilir bir yönetim anlayışı ile çözümlenmesi (özellikle son otuz yılda) plan aktörleri ve kaynak yöneticileri için kritik bir konudur. Bu nedenle kentsel ekosistemler ve diğer ekosistemler arasındaki

bağlantıyı güçlendirerek, kentsel ekosistemlerin diğer ekosistemlerin çeşitli işlevlerini (kaynak sağlama, enerji akışı, karbon tutma, tür akışı vb. gibi) destekleyecek sistemlere dönüştürülmesi önem kazanmaktadır. Bu önemden hareketle çalışma, yerel ölçekte kentsel büyümenin neden olduğu arazi kullanım/örtüsü değişimi, habitat kayıpları, kentsel ısı adası etkisi, yeraltı su rejimini bozulması ve küresel ölçekte iklim değişikliğinin hassas ekosistemler ve insan konforu üzerindeki negatif etkilerini sınırlandırarak ve ekosistemler arasında kurduğu bağlantılar ile enerji alışverişi, doğal tür akışı, kentsel büyümenin yönlendirilmesi gibi ekolojik arazi kullanım politikalarının geliştirilmesine katkı sunacak sayısal bir ekolojik koridor model ortaya koymaktadır. Araştırma kapsamında ortaya konulan model farklı mekânsal ölçekte ve farklı zamansal derinlikteki sosyo-ekonomik, iklim ve biyofiziksel veri setlerini bir dizi matematiksel teknik ile ilişkilendirilerek başka kentler içinde kolaylıkla uyarlanabilir niteliktedir.

Teşekkür ve Bilgi Notu

Makalede ulusal ve uluslararası araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur. Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

Yazar Katkısı ve Çıkar Çatışması Beyan Bilgisi

Makalede herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır

KAYNAKÇA

- Alberti, M. (2008). *Advances In Urban Ecology: integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems*. 2008 Springer Science+Business Media, ISBN-13: 978-0-387-75509-0., LLC.
- Bookchin, M. (2006). *Özgürlüğün Ekolojisi, Hiyerarşinin Ortaya Çıkışı ve Çözülüşü*. Ayrıntı Yayınları, İstanbul.
- Cengiz, S. & Günaydın, A. S. (2021). Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Kentlerin Mekânsal Özelliklerinin Ölçülmesi; Malatya Kenti . İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi, 11 (24) , 1-16 . DOI: 10.16950/ujad.1036458
- Cengiz, S. ve Yılmaz B. (2017). "Malatya'da Arazi Kullanım Örtüsünün Modellenmesi, 2025-2045 Arazi Kullanımı Örtüsü Simülasyonu". UZAL-CBS 2016. 5-7 Ekim; Adana.
- Cengiz, S., (2019). *Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi: Ankara Kenti Simülasyonu*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cengiz, S., Atmis, E., Gormus, S. (2019). The impact of economic growth-oriented development policies on landscape changes in Istanbul Province in Turkey Land Use Policy, vol.87 (2019), Article 104086, <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104086>.
- Cengiz, S., Görmüş, S. and Oğuz, D. (2022) Analysis of the urban growth pattern through spatial metrics; Ankara City. Land Use Policy 2021, 112, 105812. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105812>.
- Görmüş, S. ve Cengiz, S. (2011). Ekolojik Bir Olgu Olarak Kent Fenomeni; Bartın Kent Makroformu Üzerine Değerlendirme. Ekoloji Sempozyumu. 5-7 Haziran 2011; Düzce.
- Görmüş, S., Cengiz, S. ve Tağıl, Ş. (2019). Proposing an agricultural belt to protect a city's semi-rural characteristics:

The example of Bartın, Turkey, *Landscape Research*, 44:5, 557-573, <https://doi.org/10.1080/01426397.2018.1459526>.

- Kumar, S., Radhakrishnan, N. and Mathew, S. (2014). Land use change modelling using a Markov model and remote sensing. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 5(2), 145-156.
- LaGro, Jr. J. (1991). Assessing patch shape in landscape mosaics *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 57 (1991), pp. 285-293
- Noss, R.F. and Harris, L.D. (1986). Nodes, networks, and MUMs: preserving diversity at all scales, *Environ. Manag.* 10 (3) 299–309.
- Peng, J., Zhao, H. And Liu, Y. (2016). Urban ecological corridors construction: A review, *Acta Ecologica Sinica*, Volume 37, Issue 1, 2017, Pages 23-30, ISSN 1872-2032, <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2016.12.002>.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu. Sanayi Üretim Endeksi (Haziran 2022). <http://www.tuik.gov.tr/>
- Zhang W., Ricketts T. H., Kremen C., Carney K., Swinton S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecol. Econ.* 64, 253–260 <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.02.024>.
- Zhou, X.N., Yu, K.J. and Huang, Z.F. (2006). Perspectives on greenway development, *Acta Ecol. Sin.* 26 (9) 3108–3116.