



KARMA ARAZİ KULLANIMI VE ARAZİ KULLANIM ÇEŞİTLİLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİ¹

Mixed Land-Use and Measuring Diversity of Land-Use

Esra KUT GÖRGÜN²

Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İzmir-TÜRKİYE

esra.kut@deu.edu.tr

ORCID: 0000-0003-1030-1002

K. Mert ÇUBUKÇU

Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi
Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, İzmir-TÜRKİYE

mert.cubukcu@deu.edu.tr

ORCID: 0000-0003-3604-7014

(Teslim: 25 Ekim 2021; Düzeltme: 1 Haziran 2022; Kabul: 1 Haziran 2022)
(Received: October 25, 2021; Revised: June 14, 2022; Accepted: June 1, 2022)

Abstract

In urban planning and land use policies, the 'mixed land use' approach has been developed as an alternative to the 'zoning'. The mixed land use approach is considered as one of the components of liveable cities and considered within the framework of modern urban policies including smart growth, new urbanism, and transit-oriented development. With the increase of interest in research on mixed land use, its positive and negative aspects, measurement of the mixed land use is an important aspect. The purpose of this study is to define mixed land use; to explain the positive and negative reflections of mixed land use in the urban areas; to summarize the measurement methods; and to apply the entropy index and dissimilarity indexes, which are the two commonly used measurement methods using real data for a mid-size city in Turkey, Manisa. Finally, it is aimed to examine the spatial distribution of the differentiation of these indices using spatial autocorrelation. The results indicate that although the index values have a high correlation, differences are present, and these differences tend to cluster. It is expected that the study will help in choosing the appropriate method in measuring mixed land use.

Keywords: *Mixed land use, land use diversity, entropy index, dissimilarity index, spatial autocorrelation*

Öz

'Karma Arazi Kullanımı' (*Mixed Landuse*) yaklaşımı, kentsel planlama ve arazi kullanım politikalarında 'Bölgeleme (*Zoning*)' planlama sistemine bir alternatif olarak gelişmiştir. Karma arazi kullanımı; Akıllı Büyüme (*Smart Growth*), Yeni Şehircilik (*New Urbanism*) ve Transit Odaklı Gelişme (*Transit Oriented Development- TOD*) gibi modern kent politikaları çerçevesinde ve yaşanabilir şehirlerin bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Karma arazi kullanımı özelindeki araştırmalara, onun olumlu ve olumsuz yönlerine ilginin artmasıyla birlikte karma arazi kullanımının ölçülmesi önemli bir husus olmuştur. Çalışmanın amacı; karma arazi kullanımını tanımlamak, karma arazi kullanımının kentsel alandaki olumlu ve olumsuz yansımalarını açıklamak, ölçme yöntemlerini belirtmek ve Türkiye'de orta büyüklükteki bir şehir için Manisa'da gerçek verileri kullanarak yaygın olarak kullanılan ölçme yöntemlerinden entropi endeksi ve benzemezlik endeksini uygulamaktır. Son olarak, mekânsal otokorelasyon yöntemi kullanarak bu endekslerin farklılaşmasının mekânsal dağılımını incelemek hedeflenmektedir. Sonuçlar, endekslerin arasında yüksek bir korelasyon olmasına rağmen farklılıklarının mevcut olduğunu ve bu farklılıkların kümelenme eğiliminde olduğunu göstermektedir. Çalışmanın, karma arazi kullanımının ölçülmesinde uygun yöntemin seçilmesine yardımcı olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karma arazi kullanımı, arazi kullanım çeşitliliği, entropi endeksi, benzemezlik endeksi, mekânsal otokorelasyon

¹ Bu çalışma Prof.Dr. K. Mert Çubukçu danışmanlığında yürütülen "Karma Arazi Kullanımının Kentsel Yaşam Kalitesi Algısına Etkisi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

² Sorumlu Yazar/ Corresponding author

1. GİRİŞ

Kentleşme deneyimlerinin son yıllarında, karbon salınımının azaltılması gibi çevreye duyarlı, yaşanabilir bir kent vurgusu gündemdedir. Kentsel yaşam kalitesinin artırılması, yaşanabilir bir kent oluşturulması için çeşitli arazi kullanımların bir arada yer aldığı karma kullanımlı bir yaklaşım benimsenmeye başlanmıştır. Konut, ticaret, sağlık, kültürel tesis, eğitim, yeşil alan gibi birçok arazi kullanım türünün yer aldığı bölgeler karma arazi kullanımlı bölgeler olarak tanımlanmaktadır. Bu tür bölgelerde, konutundan ayrılan kişi gündelik hizmet alanlarına ve istenilen kullanım türlerine yürüyerek ya da toplu taşıma kullanarak kolaylıkla erişebilmektedir. Bu nedenle karma arazi kullanımı, özel araç bağımlılığının azaltan ve dolayısıyla daha az karbon salınımına sebep olan çevreye duyarlı bir planlama yaklaşımı olarak görülmektedir. Karma arazi kullanımının çevreye çeşitli olumlu özelliklerinden dolayı daha sağlıklı ve yaşanabilir kentler oluşmasında katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bölgeleme (*zoning*) planlama sistemi, 1920'lerden bu yana Avrupa ve Amerika şehirlerinde oldukça tercih edilen, güvenli ve verimli bir arazi planlama politikası olarak benimsenmektedir (Zagorskas, 2016). Ancak, kentsel saçaklanmaya sebep olması, kentsel canlılığın azalması, çevresel kirliliğin artması, trafik sıkışıklığı gibi getirdiği sorunlara çözüm olarak "karma arazi kullanım" yaklaşımı önerilmektedir (Zagorskas, 2016). 1960'lardan bu yana önerilen bu yaklaşım, 1980'lerden itibaren modern kent teorilerinde yerini bulmaktadır (Kong, Sui, Tong, & Wang, 2015). Karma arazi kullanımının; Yeni Şehircilik (*New Urbanism*), Akıllı Büyüme (*Smart Growth*) ve Transit Odaklı Gelişim (*Transit Oriented Development*) gibi planlama politikalarında bir bileşen olarak önemli bir rol üstlendiği belirtilmektedir (Mateo-Babiano & Darchen, 2013; Kong, Sui, Tong, & Wang, 2015; Im & Choi, 2019). Yeni Şehircilik Kongresi ve Akıllı Gelişim Ağı platformlarında ise karma arazi kullanımıyla daha sağlıklı toplumlar inşa edilebileceği görüşüyle (Tian, Liang, & Zhang, 2017) planlama politikalarının başlıca hedeflerinden biri haline gelmektedir (Bahadure & Kotharkar, 2015).

Karma arazi kullanımı ile ulaşım arasında güçlü bir ilişki bulunmakta olup (Bahadure & Kotharkar, 2015) birçok çalışmanın araştırma konusudur (Cervero & Kockelman, 1997; Kotharkar & Bahadure, 2012; Bordoloi, Mote, Sarkar, & Mallikarjuna, 2013). Cervero (1996), arazi kullanımı ile ulaşım arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasında, bu ilişkinin etkilerinin bazı göstergelere göre değiştiğini belirtmektedir. Örneğin; karma arazi kullanımının yolculuk üretimine

(*trip generation*) etkisinin sınırlı olduğu, daha çok yolculuk modunun seçimi üzerinde etkisi olduğu görülmektedir (Cervero, 1996). Bahadure & Kotharkar (2015) ise farklı seviyelerdeki karma arazi kullanımının, ulaşım üzerindeki etkisini incelemektedir. Bu çalışmaya göre, düşük karma arazi kullanımlı mahallelerde yaşayanlar neredeyse tüm ihtiyaçlarını karşılamak için mahallenin dışına çıkmak zorunda kaldığı, yüksek karma kullanımlı mahallelerde yaşayanların ise ulaşımına daha az ücret ödediği sonucuna ulaşılmıştır (Bahadure & Kotharkar, 2015). Dolayısıyla, ulaşım türü seçimi ve ödenen ücret gibi konularda karma arazi kullanımı ve ulaşım arasında güçlü bir ilişki bulunmakta iken yolculuk üretimindeki etkisi zayıf olabilmektedir. Karma arazi kullanımının sosyal etkileri üzerine de çalışmalar yer almaktadır (Bahadure & Kotharkar, 2012; Bahadure & Kotharkar, 2015; Trudeau, 2013). Karma arazi kullanımının aidiyet duygusu geliştirdiği (Bahadure & Kotharkar, 2015), bölge sakinleri arasında sosyal etkileşimi teşvik ettiği (Trudeau, 2013), kamusal alanların daha sık kullanımına yönelttiği ve sokakta sağladığı yüksek aktivite ve canlılık sayesinde güvende hissettirdiği (Bahadure & Kotharkar, 2015) belirtilmektedir. Karma arazi kullanımının olumlu etkilerinin yanı sıra olumsuz yönleri de bulunmaktadır. Anti sosyal davranış ve gürültü gibi problemlere yol açması olumsuz etkilerindedir (Bahadure & Kotharkar, 2012). Karma kullanımın getirdiği bir etki olmasa da tek bir arazi kullanım türünün getirdiği olumsuz etkiler de görülebilmektedir. Örneğin; hapishane ve havaalanı kentliler tarafından konut yakın çevresinde istenmeyen arazi kullanım türleridir (Dempsey, 2008). Sanayi alanları ve konut alanlarının da birlikte kullanımı uygun bir yaşam çevresi oluşturulmadığı için tercih edilmemektedir. Bu nedenle karma arazi kullanımı oluşturulurken uyumlu kullanımlarının bir arada düşünülmesi gerekmektedir (Tian, Liang, & Zhang, 2017). Hangi arazi kullanım türünün yer edinmesi gerektiği ve hangi seviyede "karma" olması gerektiği üzerinde durulması gereken bir konudur. Aynı form ve karma kullanım seviyesinde olmasına rağmen farklı kentlerde farklı performans gösteren deneyimler de bulunmaktadır (Kong, Sui, Tong, & Wang, 2015). Sürdürülebilir kentsel gelişmelerin sağlanmasında sistematik bir tasarım önerisi bulunmadığından (Hachem, 2015) çalışmalar yere özgü olmalıdır. Kentlerin hepsine uygulanabilecek arazi kullanım çeşitliliğinin optimum seviyesini standardize etmek oldukça zordur.

Türkiye'deki 'Akıllı Büyüme' ve 'Sürdürülebilir Kentlerde Kompakt Kent' konularındaki çalışmalar, karma arazi kullanımını kentsel politika ve planlama yaklaşımlarının bir

bileşeni olarak görmektedir (Çalışkan, 2004; Çelik & Akin, 2011; Mikaeili & Memlük, 2013; Tosun, 2013; Erbaş, 2015; Sat, Ucer, Varol, & Yenigül, 2017; Kocalar, 2018; Baş, 2018). Bu yaklaşımlara ‘Yeni Şehircilik Akımı’ ile ilgili çalışma da eklenebilir (Erol & Görmez, 2020). Arazi kullanımların çeşitliliğini, kentsel saçaklanmanın önüne geçilmesini sağlamasından dolayı sürdürülebilir gelişme açısından olumlu gören çalışma da mevcuttur (Terzi & Bölen, 2009). Arazi kullanımı ve ulaşım bütünlüğündeki model önerilerinde ise karma kullanım önerisinin erişim açısından yararlı olabilmesi için bu ilke doğrultusundaki ulaşım altyapılarının önerilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Duvarcı & Alver, 2018). Ercoşkun (2016), geleneksel Türk kentlerinde sürdürülebilir kentsel planlama ve tasarım ilkelerinden biri olarak karma arazi kullanımının yer aldığını ifade etmektedir. Aslankan (2018) mega kent proje ölçeğindeki karma arazi kullanım kavramını, Tekin (2010) yeni şehircilik, Serdaroğlu Sağ (2011) akıllı büyüme, Baş (2009) karma kullanımlı proje önerilerinin fonksiyonel ve finansal açıdan değerlendirilmesinde ve Çulu (2014) gayrimenkul geliştirme konuları çerçevesinde karma arazi kullanımını aktarmaktadır. ‘İstanbul’un Kentsel Saçaklanmasının Ölçülmesi’ adlı çalışmada karma arazi kullanımını hesaplanmasında donatı, konut ve ticaret fonksiyonlu binaların oranı kullanılmaktadır (Terzi & Bölen, 2009).

Arazi kullanım çeşitliliğinin coğrafi ve istatistiksel analizlerini ele alan çalışmada, entropi ve benzemezlik endeksleri arasındaki ilişki de incelemektedir (Ma & Chen, 2013). Uluslararası literatürde karma arazi kullanımının planlama pratiğinde yer almasının yanı sıra endekslerle çeşitliliğin ölçüldüğü de görülmektedir. Türkiye’deki çalışmalarda karma arazi kullanımı spesifik bir konu olarak öne çıkmamakta, daha çok sürdürülebilir kent çalışmalarının bir bileşeni olarak görülmektedir. Türkiye kentlerinde, karma arazi kullanımı yaklaşımıyla oluşturulan yapının arazi kullanım politikalarındaki olumlu olumsuz yansımalarına ve ölçme yöntemlerine ilişkin ampirik bir değerlendirme henüz yapılmamıştır. Bir yerleşim özelinde arazi kullanım çeşitliliğinin farklı yaklaşımlar ile ölçülmesi ve bu farklı yöntemlerden elde edilen sonuçların ampirik olarak birbirleri ile karşılaştırılmasına yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir.

Çalışmada, kent ve planlama politikaların hedeflerinden biri haline gelen arazi kullanım çeşitliliğinin ölçülmesinde hangi yöntemlerin kullanıldığı aktarılmakta, bu ölçme yöntemlerinden entropi endeksi ve benzemezlik endeksi Manisa örneği üzerinden uygulanmaktadır. Endeksler arasındaki

ilişki ve farklılaşma irdelenmektedir. Ayrıca mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden biri olan Moran’s I endeksi ile farklılaşmanın mekânsal dağılımının rastlantısal olup olmadığı sorusuna yanıt aranmaktadır.

2. ARAZİ KULLANIM ÇEŞİTLİLİĞİNİN ÖLÇÜLMESİNDE KULLANILAN ENDEKSLER

Arazi kullanım çeşitliliğinin ölçülmesine yönelik entropi temelli karma arazi kullanım (*Land Use Mix – LUM*) endeksi, bir diğer anlamıyla entropi endeksi önerilmektedir (Cervero & Kockelman, 1997). Kentsel arazi kullanım çeşitliliğinin ölçülmesinde kullanılan endeksler arasında daha çok entropi endeksinden uyarlanan bu karma kullanım endeksinin ve benzemezlik (*dissimilarity*) endeksinin kullanıldığı görülmektedir. Yaygınlıkla kullanılan bu iki endeks dışında literatürde başka yöntemlerin de yer almaktadır (Tablo 1).

Endekslerden bütüncü (*integral*) olanların küçük coğrafi ölçekte kullanılması ve bölünme (*divisional*) olanların büyük coğrafi ölçekte kullanılması önerilmektedir (Song, Merlin, & Rodriguez, 2013). Coğrafi ölçeğin ne olduğuna ve kullanım türü sayısına göre kullanılması gereken endeks türleri belirtilmektedir (Tablo 2).

Bahadure ve Kotharkar (2012), Nagpur kentindeki çalışmasında karma arazi kullanımının ölçülebilmesi için entropi ve benzemezlik endeksleri kullanmıştır. Karma kullanım ile sürdürülebilirlik ilişkisinin ölçüldüğü bu çalışmada; karma arazi kullanımının 2. ve 3. seviyede olduğu mahallelerin orta ve orta-yüksek derecede sürdürülebilir olduğu, en yüksek karma ve en düşük karma kullanım seviyesine sahip mahallelerin orta ve orta-düşük derecede sürdürülebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Kotharkar ve Bahadure (2012), Nagpur kentindeki bir başka çalışmada yer sakinlerinin daha çok 2. ve 3. seviyedeki karma arazi kullanımı tercih ettiğini, 1. seviyede ise (en yüksek karma kullanım seviyesi) sıkışıklık, gürültü olması ve ferah olmaması gibi sorunların yer aldığını belirtmiştir. Aynı çalışmada 4.seviyede (düşük karma kullanım seviyesi) çevre yoluna yakın olmasının getirdiği sorun, 5. seviyede (en düşük karma kullanım seviyesi) hizmetlere erişimde mesafenin artması, gözetim eksikliği, altyapı (aydınlatma gibi) sorunların olduğunu ifade etmiştir (Kotharkar & Bahadure (2012). Bunların yanı sıra her arazi kullanım türüne aynı şekilde yaklaşılmasının getirdiği kısıtlılıklarda belirtilmektedir. Im ve Choi (2019), geleneksel karma arazi kullanım endeksi (*Conventional Land Use Mix Index- CLUM*) yerine ağırlıklandırılmış karma arazi kullanım endeksinin (*Weighted Land Use Mix- WLUM*) daha etkili

olduğunu ifade etmiştir. Yaya hacmi ve karma arazi kullanım arasındaki ilişkinin incelendiği bu çalışmada, %20 ticaret, %80 konut kullanımlarının yer aldığı bölge ile %20 konut, %80 ticaret kullanımlarının yer aldığı bölgede, aynı endeks değerlerine sahip olsalar da aynı derecede yaya hacmi çekme durumuna sahip olmadıkları belirtilmiştir (Im & Choi, 2019). Bir başka çalışmada mekânsal otokorelasyon ve entropi endeksi

bir arada kullanılmakta, çeşitliliğin yanı sıra farklı arazi kullanımların nasıl dağıldığının da ölçülmesinin etkili bir yöntem olduğu aktarılmıştır (Kyakuno, 2008). Genel olarak çalışmalar incelendiğinde karma arazi kullanımın ölçülmesi önemli bir adım olarak karşımıza çıkmaktadır. Arazi kullanım çeşitliliğinin ölçülmesinde entropi ve benzemezlik endeksleri önde gelen iki ölçme yöntemidir.

Tablo 1- Karma arazi kullanımının ölçülmesinde kullanılan endeksler
Table 1- Indices used in measure mixed land use

Endeksler	Yazarlar
Entropi Endeksi/ Karma Arazi Kullanım Endeksi (<i>Entropy index, Landuse Mix Index-LUM</i>)	Bordoloi, Mote, Sarkar, & Mallikarjuna, 2013; Bahadure & Kotharkar, 2015; Brown, Yamada, Smith, Zick, Jones, & Fan, 2009; Christian, Bull, Middleton, Knuiman, Divitini, Hooper, Amarasinghe, & Giles-Corti, 2011; Frank & Pivo, 1994; Manaugh & Kreider, 2013; Mavoa, Boulange, Eagleson, Stewart, Badland, Giles-Corti, & Gunn, 2018; Im & Choi, 2019; Song, Merlin, & Rodriguez, 2013
Benzemezlik Endeksi (<i>Dissimilarity Index</i>)	Bordoloi, Mote, Sarkar, & Mallikarjuna, 2013; Bahadure & Kotharkar, 2015
Karma Tip Endeksi (<i>Mix Type Index</i>)	Bordoloi, Mote, Sarkar, & Mallikarjuna, 2013; Song, Merlin, & Rodriguez, 2013
Alan Endeksi (<i>Area Index</i>)	Bordoloi, Mote, Sarkar, & Mallikarjuna, 2013;
Etkileşim Endeksi (<i>Interaction Index</i>)	Manaugh & Kreider, 2013
Dutch Karma Endeksi (<i>Dutch Mix Index</i>)	Inbakaran & Howes, 2011
Oran Endeksi (<i>Percentage Index</i>), Atkinson Endeksi, Denge Endeksi (<i>Balance Index</i>), Gini Endeksi, Kümelenme Endeksi (<i>Clustering Index</i>), Herfindahl-Hirshman Endeksi	Song, Merlin, & Rodriguez, 2013

Tablo 2- Arazi kullanım türü sayısı ve coğrafi ölçeğe göre endeksler (Song, Merlin, & Rodriguez, 2013).
Table 2- Number of land use types and indices according to geographic scale (Song, Merlin, & Rodriguez, 2013).

Coğrafi Ölçek	Tür Sayısı=1	Tür Sayısı=2	Tür Sayısı ≥ 3
Bütünleyici Ölçek (mahalle)	Oran Endeksi (<i>Percentage Index</i>)	Denge Endeksi (<i>Balance Index</i>)	Entropi Endeksi (Entropy Index)
Bölünme Ölçeği (şehir)	Atkinson Endeksi, Benzemezlik Endeksi (<i>Dissimilarity Index</i>)	Benzemezlik Endeksi (<i>Dissimilarity Index</i>)	Benzemezlik Endeksi (<i>Dissimilarity Index</i>)
Bilinmeyen ya da Karışık Ölçek	Kümelenme Endeksi (<i>Clustering Index</i>)	Denge Endeksi (<i>Balance Index</i>), Benzemezlik Endeksi (<i>Dissimilarity Index</i>)	Entropi Endeksi (<i>Entropy Index</i>), Benzemezlik Endeksi (<i>Dissimilarity Index</i>)

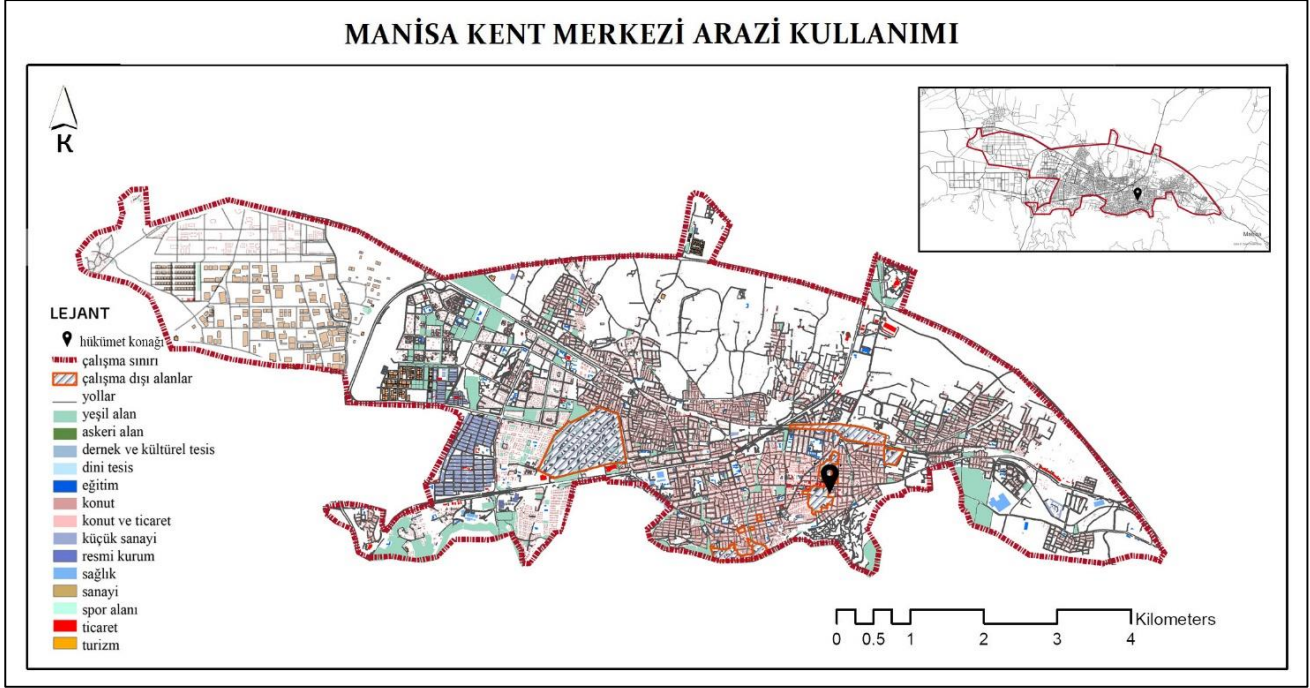
3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanı

Manisa kenti; Ege Bölgesi'nde, 27 08' ve 29 05' doğu boylamları ile 38 04' ve 39 58' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Manisa Büyükşehir

Belediyesi, 2022). Kuzeyinde Balıkesir, batısında İzmir, güneyinde Aydın ve Denizli, doğusunda ise Kütahya ve Uşak illeri bulunmaktadır. Çalışma alanı, Manisa kent merkezini kapsamaktadır. Manisa Büyükşehir Belediyesi'nden temin edilen arazi kullanım verilerinde bazı bölgeler, analitik çalışmalar sırasında çalışma dışı alan olarak kabul edildiği için bu

bölgeler dahil edilememiştir. Çalışma alanı sınırları haritasıyla birlikte (Kashcha, 2022) Manisa kent merkezi arazi kullanım analizi Şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1- Manisa kent merkezinin arazi kullanımı

Figure 1- Land use of Manisa urban center

3.2. Veri ve Yöntem

Manisa kent merkezindeki arazi kullanım çeşitliliği, yapı kullanım analizi ve açık-yeşil alanlar analiz verilerinden faydalanılarak entropi ve benzemezlik endeksleriyle hesaplanmıştır. 1870 yılında Boltzmann tarafından termodinamiğin 2. yasası olarak tanımlanan Entropi kavramı, daha sonra Shannon tarafından geliştirilen formülle heterojenliğin ölçülmesinde kullanılmıştır (Kockelman, 1997). Farklı disiplinlerde de yer edinen entropi endeksi bölgesel araştırmalarda, sektörel denge araştırmalarında (Kockelman, 1997), ekoloji alanındaki çalışmalarda (Yabuki, Matsumura, & Nakatani, 2009), mimaride cephe silüetlerinin çeşitliliğini ölçmede (Stamps, 2004; Bostancı, 2008), kentsel yayılma çalışmalarında (Öztürk, 2017) ve kentsel ulaşım çalışmalarında (Cervero & Kockelman, 1997) yer almıştır. Entropi endeksi hesaplanırken belirli bir bölgedeki (mahalle, trafik zonları, yarım mil çaplı bölge gibi) arazi kullanım oranları dahil edilmektedir. Bu çalışmada çalışma birimi olarak belirlenen hücrelerdeki entropi değeri hesaplanmaktadır. Formül 1'deki gibi hesaplanan entropi endeksi (Cervero & Kockelman, 1997) 0-1 arasında değer almakta olup 1 değeri en yüksek karma derecesini ifade etmektedir.

$$Entropi\ Endeksi = [-\sum P_j \times \ln(P_j)] / \ln(k) \quad [1]$$

Burada:

P_j : Arazi kullanım içerisindeki j'ninci arazi kullanım oranı,

k : Arazi kullanım tür sayısı

Bu çalışmada analiz birimi olarak ele alınan hücre boyutu belirlenirken literatürdeki çalışmalar ve amaca uygun ölçme hassasiyetleri dikkate alınmıştır. Önceki çalışmalarda, yarım mil (yaklaşık 800 metre) uzunluğundaki hücre boyutu (Cervero & Kockelman, 1997), 1 kilometre uzunluğundaki hücre boyutu (Xu, Wang, Fu, & Kosmyna, 2017) kullanılmıştır. Benzemezlik endeksinin hesaplanmasında 100x100 m. ve 500x500 m. boyutlarındaki kareler ile 20x20 m. kare boyutu kıyaslandığında, daha küçük boyuttaki kare boyutunda ölçmenin daha hassas bir sonuç gösterdiği belirtilmiştir (Bordoloi, Mote, Sarkar, & Mallikarjuna, 2013). Bu çalışma kapsamında iki endeksin karşılaştırılmasına olanak vermesi ve hassas ölçmeyi sağlayabilecek optimum seviyeyi karşılayabilmesi adına 500x500 m. hücre boyutuna karar verilmiştir.

Manisa kent merkezi arazi kullanım çeşitliliğinin ölçülmesinde, ArcGIS 10.8 programı kullanılarak yapı fonksiyonu ve açık-yeşil alan verileri

hazırlanmıştır. Arazi kullanımları, 14 arazi kullanım türü olacak şekilde (dernek ve kültürel tesis birleştirilmiş, açık-yeşil alan kullanımı eklenmiştir) tür sayısı belirlenmiştir. Entropi endeksinin hesaplanabilmesi için kullanım türlerinin alanları hesaplanmıştır. Manisa kent merkezi çalışma alanında “fishnet” aracılığıyla 500 m. kenar uzunluğu olacak şekilde kare hücrelerden oluşan bir ızgara oluşturulmuştur. Izgara sistemi içerisindeki her bir hücredeki ilgili arazi kullanım türünün alanı “intersect” aracılığıyla belirlenmiştir. Endeks hesaplama aşaması için bu bilgilerin yer aldığı tablo MS Excel formatına dönüştürülmüştür. Her hücrenin içerisindeki arazi kullanım türleri ve alanları formüle göre hesaplanarak entropi değerleri oluşturulmuştur. Hücrelerin ilgili kodları karşısına entropi değerleri gelecek şekilde hazırlanan “csv” formatındaki dosya ArcGIS’e çağırılmıştır. Arazi kullanım çeşitlilik haritası, 5 seviyede doğal dağılım (*natural breaks*) yöntemi ile oluşturulmuştur. (Şekil 3)

Arazi kullanım çeşitliliği benzemezlik endeksiyle hesaplanırken, merkez kullanım türü referans alınarak çevresindeki kullanımlardan farklılaşp farklılaşmadığına göre puanlandırılmaktadır (Formül 2). 3x3 birimlerindeki hücre ızgara sisteminde hücrelerden biridir. Her birim hücre için baskın arazi kullanım türü belirlenmektedir. Endeks 0-1 arasında değer almakta olup 1 en yüksek benzemezliği temsil etmektedir (Cervero & Kockelman, 1997).

$$\text{Benzemezlik Endeksi} = \left[\sum_j^k \sum_1^g \left(\frac{X_i}{g} \right) \right] / K \quad [2]$$

Burada:

X_i : Komşu hücreden farklı ise 1 değeri aynı ise 0 değeri,

K : Coğrafi alan içerisindeki aktif toplam hücre sayısı,

Şekil 2’deki örnekte, her renk bir kullanım türünü temsil etmekte ve “M” ile merkez hücre belirtilmektedir. Merkez hücre etrafındaki 8 hücreden farklı kullanım türlerine 1 puan, aynı olanlara 0 puan verilerek merkez hücrenin benzemezlik endeks değeri 5/8 olarak hesaplanmaktadır. Bu örnekte olduğu gibi her 9 kareden birinin kullanım türü ifade edilirken baskın arazi kullanımı esas alınmaktadır.

Manisa kent merkezindeki benzemezlik endeksinin hesaplaması için daha önce oluşturulmuş 500x500 m. ızgara sistem içerisinde yer alacak şekilde 100x100 m. (benzemezlik endeksinde analiz birimi olarak 100 m. kullanılmakta) yeni hücreler oluşturulmuştur. Manisa kent merkezindeki 10x10 m. boyuttaki vektör arazi kullanım verisi, raster veriye dönüştürülmüştür. Bu yöntemle 10 m²’deki temsil

edilen arazi kullanım türünün bulunması amaçlanmıştır. ArcGIS- ArcToolbox- Spatial Analyst Tool- Zonal- Zonal Statistic aracı kullanılarak baskın arazi kullanım türü elde edilmiştir. Excel formatına dönüştürülen veriler ilgili formüle göre hesaplanmıştır. 500x500 m. boyutundaki her hücrede, benzemezlik endeks değerlerinin ortalaması alınmıştır. Böylece ilgili hücreyi temsil eden benzemezlik endeks değerleri elde edilmiştir. Arazi kullanım çeşitlilik haritası 5 seviyede doğal dağılım (*natural breaks*) yöntemi ile oluşturulmuştur. (Şekil 6)

1	1	1
0	M	1
1	0	0

Şekil 2- Benzemezlik endeksinin hesaplanmasına örnek (Kockelman, 1997’den düzenlenerek aktarılmıştır)

Figure 2- The example of measuring the dissimilarity index (modified from Kockelman, 1997)

Arazi çeşitliliğini ölçmede faydalanılan bu iki endeks de 0-1 arasında değerler almakta ve en yüksek karma derecesi 1 değeri ile temsil edilmektedir. Arazi kullanım çeşitliliğini ölçen bu iki endeks arasında bir ilişkinin olup olmadığı ve hangi yönde olduğu da çalışma konuları içerisine dahil olmuştur. Örneğin, Ma ve Chen (2013), Richmond şehrinde arazi kullanım çeşitliliği ile yolculuk arasındaki ilişkiyi araştırmış, entropi ve benzemezlik endekslerini ise yüksek derecede pozitif yönde ilişkili bulmuştur. Bu çalışma kapsamında iki endeks arasındaki ilişki R programında “Rcmdr” paketi kullanılarak “Pearson Korelasyon Katsayısı” hesaplanarak bulunmuştur.

İki endeks ilişkili olsa da farklı hesaplamalardan dolayı farklı sonuçlar verebilmektedir. Endeksler arasındaki farkın nasıl olduğu ve mekânsal olarak nasıl dağıldığı sorusuna yanıt aranması gerekmektedir. Endeksler farklı değer kümesi ile sonuçlanabilmektedir. Bu nedenle, karşılaştırma yapabilmek için verilerin normalize edilmesi gerekmektedir. Değişken normalleştirme formül türlerinden “Minimum-Maksimum Normalleştirme” yöntemi kullanılmıştır (Mariani, Tweneboah, & Beccar-Varela, 2021). Bu yöntemde verilerin içerisinde en büyük ve en küçük değerler esas alınarak veriler 0-1 aralığında yayılacak şekilde sıralanmaktadır (Formül 3).

$$X_i = \frac{x_i - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad [3]$$

Burada:

X_i : Normalize edilmiş değer

x_i : Girdi değeri

$\min(x)$: Girdi değerleri arasında en küçük değer

$\max(x)$: Girdi değerleri arasında en büyük değer

Entropi ve benzemezlik endekslerinin değerleri normalize edildikten sonra farkın mekânsal dağılımını incelemek için endeks değerleri arasındaki mutlak değer farkı bulunmuştur. Endeks değerlerinin arasındaki fark arttıkça değer 0'dan uzaklaşmakta, endeks değerleri birbirine yaklaştıkça 0 değerine yaklaşmaktadır. Örneğin entropi ve benzemezlik endeksinin aynı değerler aldığı var sayıldığında fark 0'dır. Bu durumda 0 değeri endeks değerleri arasındaki farkın olmadığını bildirir. Benzer ya da farklı değerlerin nasıl dağıldığı ise R Studio ortamında "ggplot" paketiyle oluşturulan histogram grafiği sayesinde gösterilmiştir.

Mekansal otokorelasyon yöntemleri ise mekânsal dağılıma ilişkin bilgi vermekte ve gözlemler arası ilişkiyi ortaya koymaktadır. Yöntemler kendi içinde global ve yerel olmak üzere ikiye ayrılmakta, global yöntemler örnekleme bütün olarak değerlendirerek tek bir endeks değeri ile açıklamakta, yerel yöntemler ise değişken değerlerin konumlarını dikkate alınarak mekânsal dağılımları ayrı ayrı değerlendirmektedir (Çubukçu, 2015). Bu çalışmada endeksler arasındaki farklılaşmanın mekânsal olarak

dağılımını ve bu dağılımda anlamlı bir kümelenme olup olmadığını tespit edebilmek için mekânsal otokorelasyon tekniklerinden hem global yöntemlerden "Global Morans I" hem lokal yöntemlerden "Hot Spot Analysis Getis-Ord Gi*" ve "Anselin Local Morans I" kullanılmıştır. Endekslerin fark değerlerinin dağılımı ArcGIS programında "Spatial Statistics Tools" altındaki analizler aracılığıyla hesaplanmıştır.

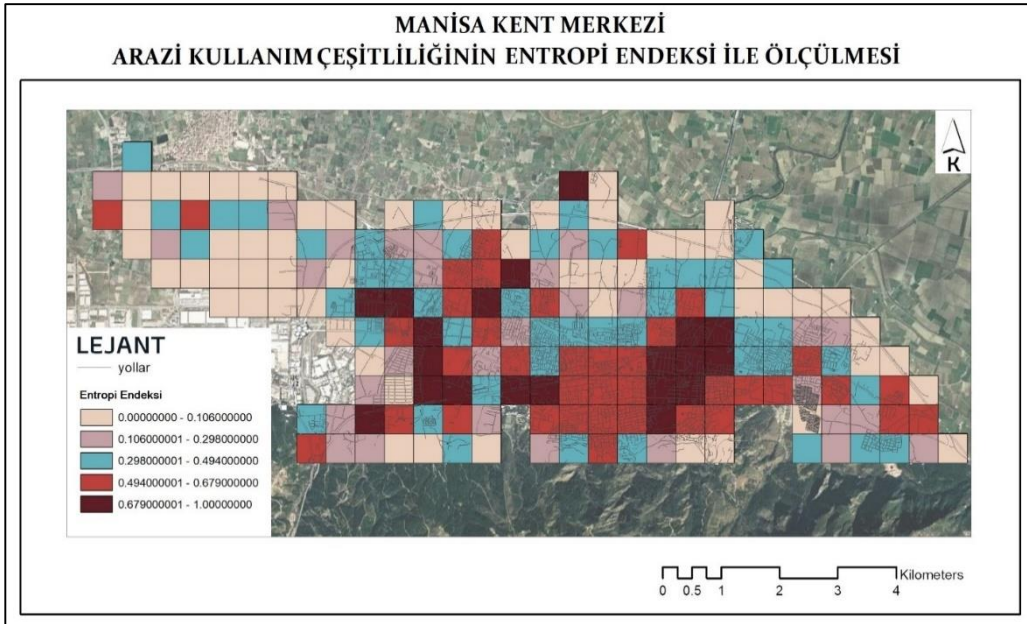
4. BULGULAR

4.1. Manisa Kent Merkezinde Entropi (Entropy) Endeksi ile Arazi Kullanım Çeşitliliğinin Ölçülmesi

Manisa kent merkezi entropi endeksi ile arazi kullanım çeşitliliği ölçülmüştür (Şekil 3). Hücre bazında hesaplanan en yüksek entropi değeri 0,671'dir. Bu hücrenin normalize edilen değeri 1'dir. En düşük entropi değeri ise 0'dır. 0 değeri alan hücrelerde tek bir arazi kullanım türünün yer aldığı görülmüştür. Sıfırdan farklı olarak en düşük entropi değeri ise 0,022 olarak bulunmuştur.

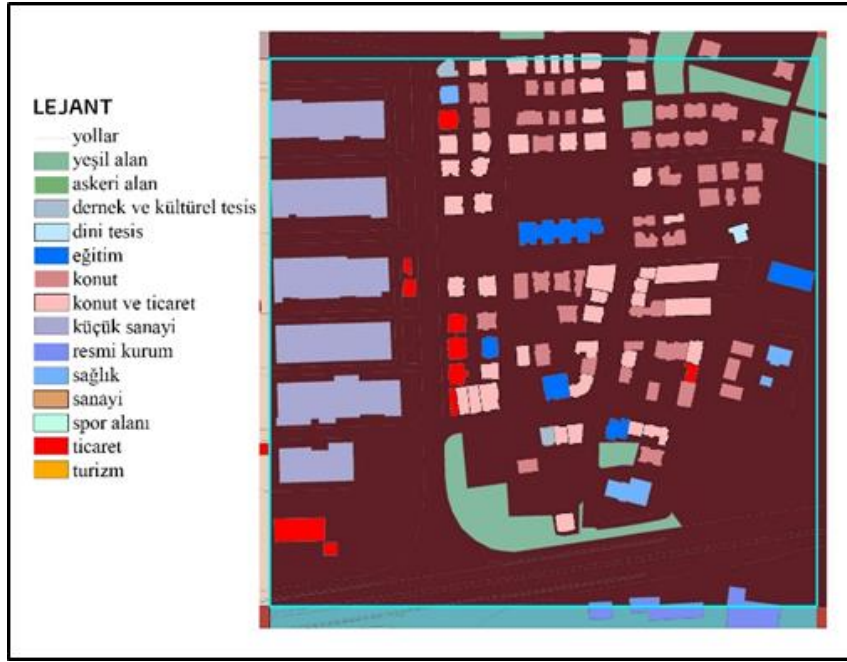
Maksimum entropi değerinin yer aldığı hücre incelendiğinde birçok arazi kullanımının yer aldığı bir bölge olduğu görülmektedir (Şekil 4).

En düşük entropi değerine sahip (0'dan farklı) hücre incelendiğinde ise tek bir arazi kullanımı dışında (sanayi) az da olsa bir başka arazi kullanım türünün (yeşil alan) varlığı da görülmektedir (Şekil 5).



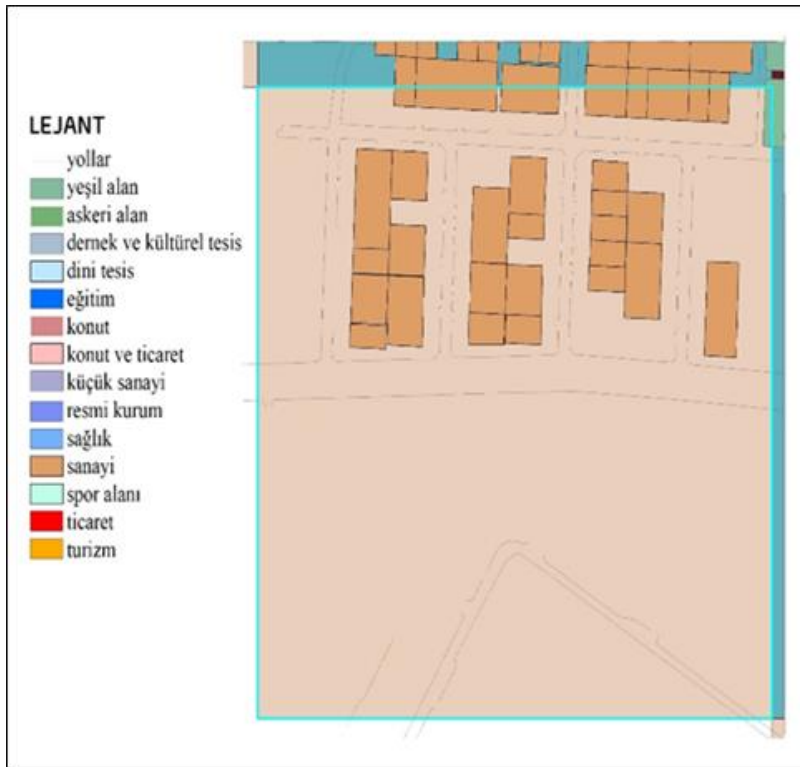
Şekil 3- Arazi kullanım çeşitliliğinin entropi endeksi ile ölçülmesi

Figure 3- Measuring land use diversity using the entropy index



Şekil 4- Manisa kent merkezindeki maksimum entropi değerine sahip hücre (normalize edilmiş değeri 1)

Figure 4- The cell with the maximum entropy value in Manisa urban center (normalized value is 1)



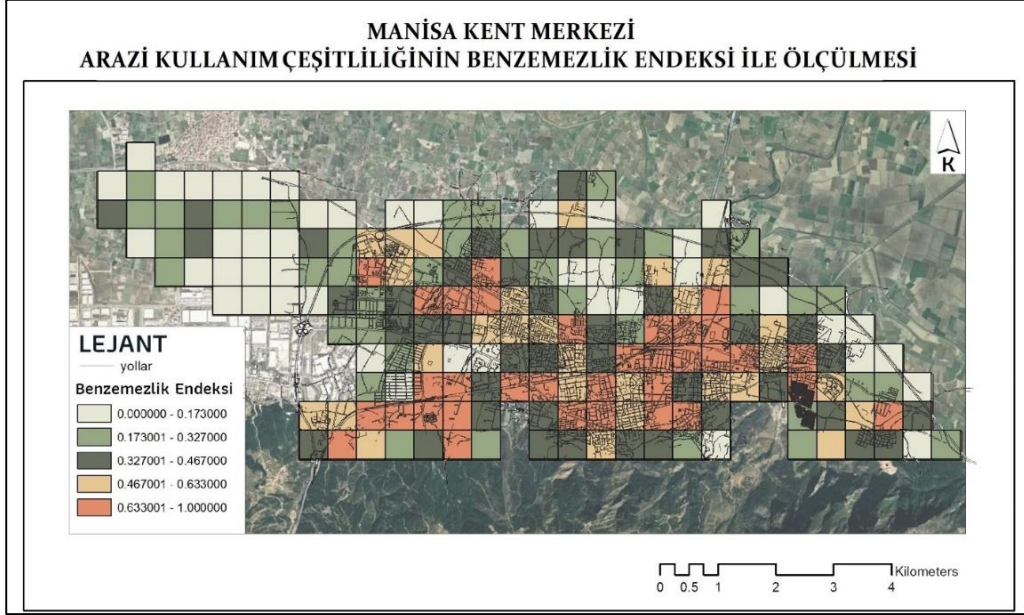
Şekil 5- Sıfırdan farklı minimum entropi değerine sahip hücre (normalize edilmiş değeri 0,033)

Figure 5- The cell with the minimum entropy value excluding zeros (normalized value is 0.033)

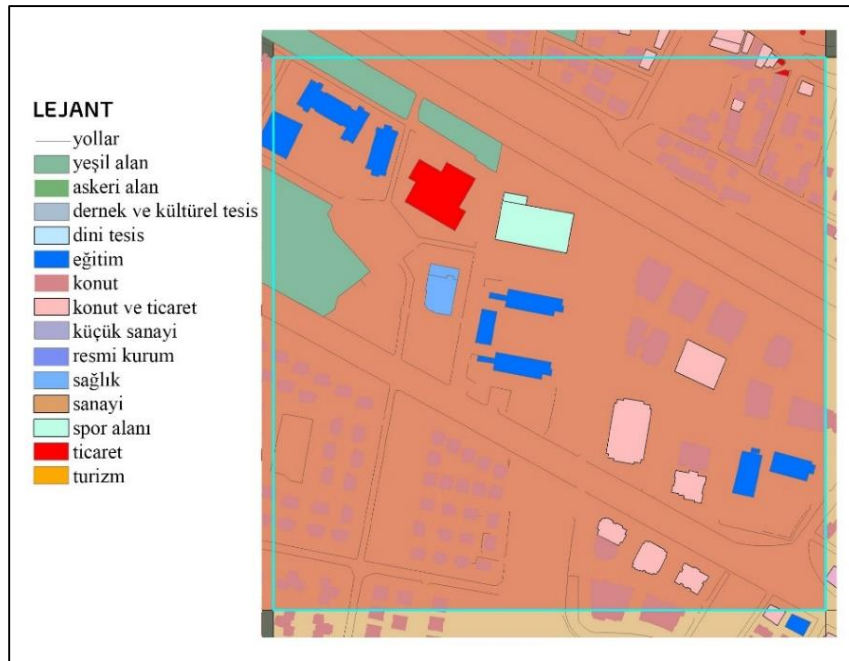
4.2 Manisa Kent Merkezi Benzemezlik (Dissimilarity) Endeksi ile Arazi Kullanım Çeşitliliğinin Ölçülmesi

Manisa kent merkezinde benzemezlik endeksi ile hesaplanan arazi kullanım çeşitliliği Şekil 6'da görülmektedir. Maksimum benzemezlik değeri 0,75

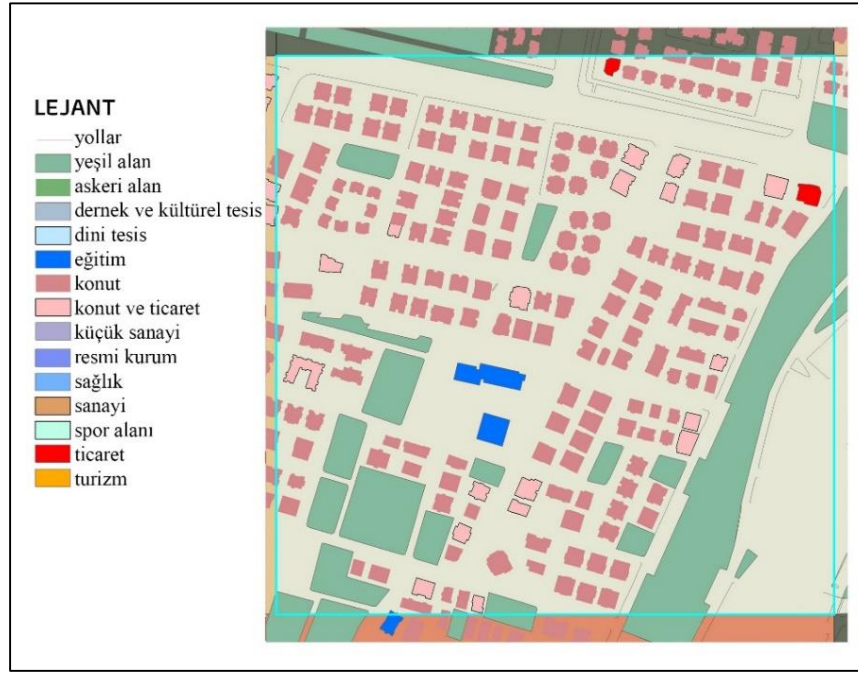
olup (Şekil 7), çeşitli arazi kullanım türlerinin yer aldığı bir bölgedir. Minimum değer 0'dır. Sıfırdan farklı minimum benzemezlik değeri 0,015, normalize edilmiş benzemezlik değeri ise 0.02'dir (Şekil 8). Çeşitli arazi kullanım türleri yer alsa da benzemezlik değerinin düşük çıkması baskın arazi kullanım türünden farklılaşmanın formüle edilmesi ile açıklanabilir.



Şekil 6- Arazi kullanım çeşitliliğinin benzemezlik endeksi ile ölçülmesi
Figure 6- Measuring land use diversity using the dissimilarity index



Şekil 7- Manisa kent merkezindeki maksimum benzemezlik endeks değerine sahip hücre (normalize edilmiş değeri 1)
Figure 7- The cell with the maximum dissimilarity value in Manisa urban center (normalized value is 1)



Şekil 8- Sıfırdan farklı minimum benzemezlik endeksi değerine sahip hücre (normalize edilmiş değeri 0.02)

Figure 8- The cell with the minimum dissimilarity value excluding zeros (normalization value is 0.02)

4.3. Entropi ile Benzemezlik Endeksi Arasındaki İlişkinin ve Farklarının İrdelenmesi

Çalışmada, Manisa kent merkezi kapsamında her bir analiz biriminin aldığı değerler arasındaki ilişkinin korelasyonu incelenmiştir. Tablo 3'te görüldüğü gibi korelasyon değeri 0,7408'dir. Benzemezlik endeksi ile entropi endeksinin pozitif yönde ve yüksek derecede ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuç $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır.

Tablo 3- Pearson korelasyon analizi
Table 3- Pearson correlation analysis

Pearson Korelasyon Analizi	Benzemezlik	Entropi
Pearson Correlation	1	,7408
N	190	190
Pearson Correlation	,7408	1
N	190	190

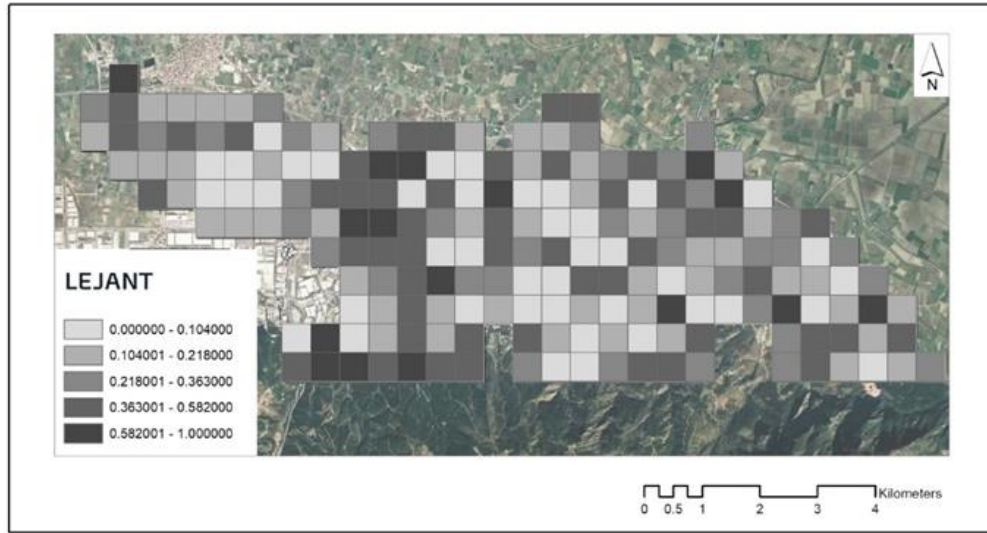
t = 15.123, df = 188, p-value < 2.2e-16

Entropi ve benzemezlik değerleri arasındaki mutlak değer farkının mekânsal dağılımı, 5 seviyede

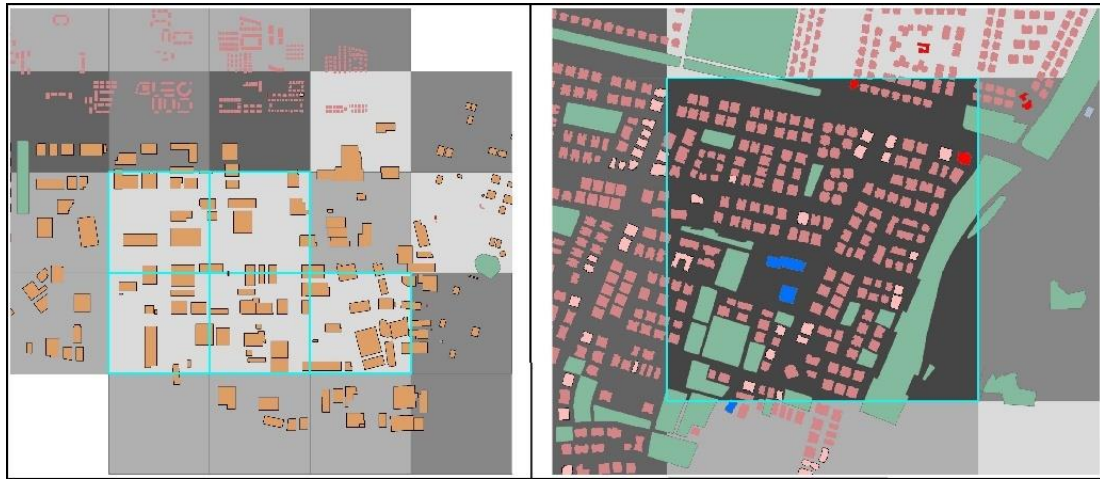
ve doğal dağılımla (natural breaks) oluşturulmuştur (Şekil 9). Değerler arasındaki fark büyüdükçe endeks değerleri arasındaki fark da artmaktadır.

Endeksler arasındaki mutlak farkın 0 (minimum değer) ve maksimum değer 1 olduğu hücre(ler) için örnekler Şekil 10'da gösterilmektedir. 0 değeri alan hücrelerin tek tip arazi kullanımının yer aldığı sanayi bölgesi olduğu görülmektedir. Burada, çeşitliliğin olmamasından ve tek bir kullanım türünün varlığından dolayı endekslerin değerleri 0'dır. Endeksler arasındaki farkın en fazla olduğu ve 1 değeri alan hücrede çeşitli arazi kullanım türleri bulunmaktadır. Ancak, endekslerin formüle edildiği yöntemlerin farklı olmasından dolayı birbirinden farklı değerlerin de ortaya çıkabileceği görülmektedir.

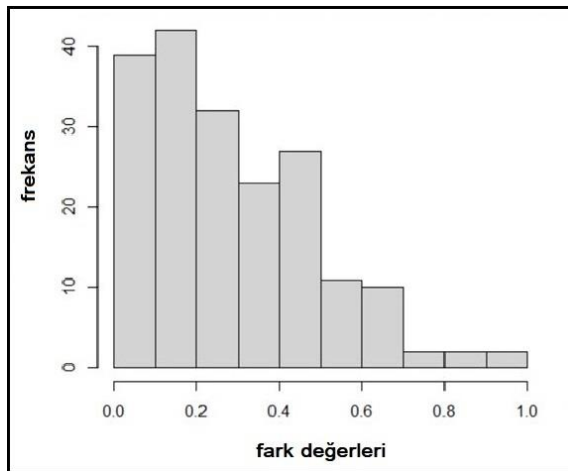
Karma arazi kullanımının ölçülmesinde kullanılan bu endekslerin arasında benzer ve farklı değer sonuçları bulunmaktadır (Şekil 11). Histogramda görüldüğü gibi düşük fark değerlerin temsil ettiği tarafta frekansın arttığı, iki endeks arasında farklılaşma olsa da daha çok benzer değerler aldığı görülmektedir.



Şekil 9- Normalize edilmiş endekslerin değer farkları
Figure 9- Value differences of normalized indices



Şekil 10- Minimum değer (solda) ve maksimum değer (sağda)
Figure 10- Minimum value (on the left) and maximum value (on the right)



Şekil 11- Endekslerin fark değerlerinin histogram grafiği
Figure 11- Histogram graph of indices difference values

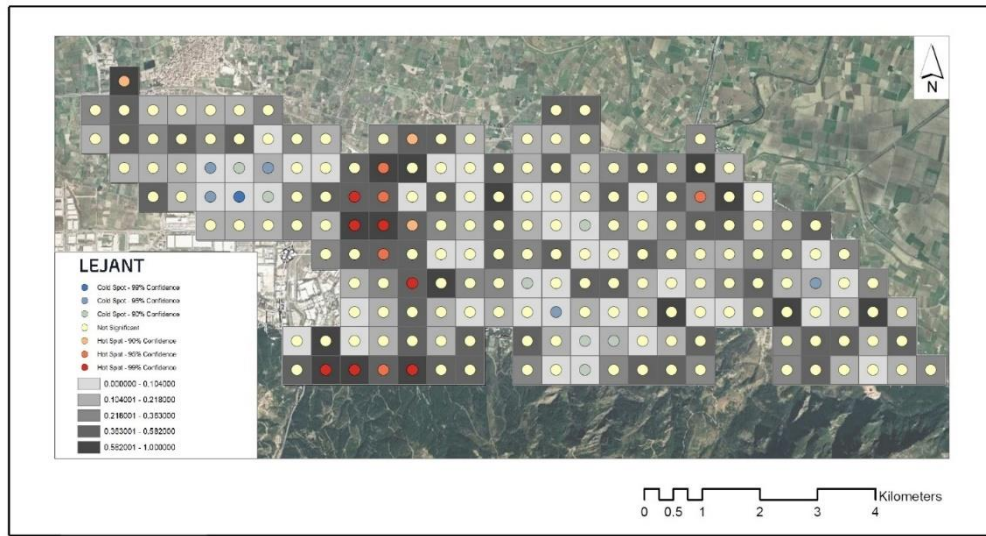
4.4. Mekansal Otokorelasyon Yöntemi ile Endeksler Arasındaki Farkın Kümelенmesinin Tespiti

Global Moran's I analiz bulgularına göre mekânsal dağılım rastlantısal değildir ve endekslerin farklılaştığı coğrafi alanların önemli derecede kümelendiği (*clustered*) bulgusuna ulaşılmıştır. Elde edilen sonuç $\alpha=0,05$ düzeyinde istatistiksel açıdan anlamlıdır. Yerel mekânsal otokorelasyon yöntemleri mekânsal konumları baz alarak değerlerin kümelendiği bölgeleri içermektedir. Şekil 12'de ve Şekil 13'te kümelенme bilgileri ve endeks değerleri farkının birlikte ifade edildiği haritalar gösterilmektedir. Endeks değer farkları 0-1 arasında yayılan değerleri hücrelerin renklendirilmesi ile ifade edilirken, kümelенme değerleri ise hücre üzerinde görünebilir kılınması için nokta ile gösterilmiştir.

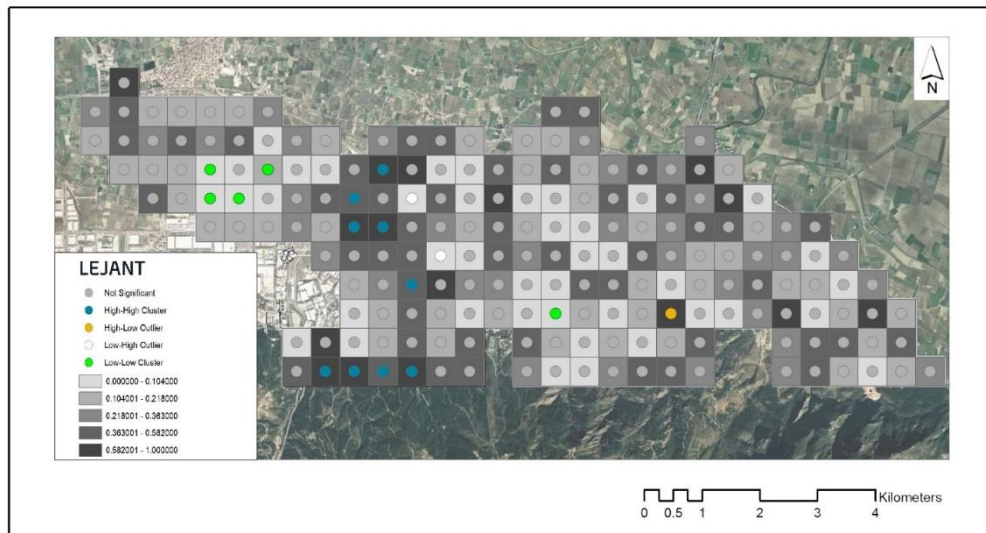
Hot Spot analizinde ve yerel Morans I analizinde benzer bölgeler var olup mekansal otokorelasyon yöntemlerinden ikisi de benzer sonuçlar vermiştir. Düşük değerlerin ve yüksek değerlerin kümelendiği bölgelere yakından bakılarak arazi kullanımlar da incelenmiştir. Arazi kullanımları ve kümelenen bölge ilişkisini ifade edebilmek adına kümelenme analizleri hücreler üzerinden gösterilmiştir. Şekil 14’de görüldüğü gibi düşük değerlerin kümelendiği soğuk bölge/düşük-düşük bölgede tek arazi kullanım türü (sanayi) görülmektedir. Şekil 15’de sıcak bölgeler/yüksek

yüksek bölgelerde ise çeşitli arazi kullanım türleri bulunmaktadır.

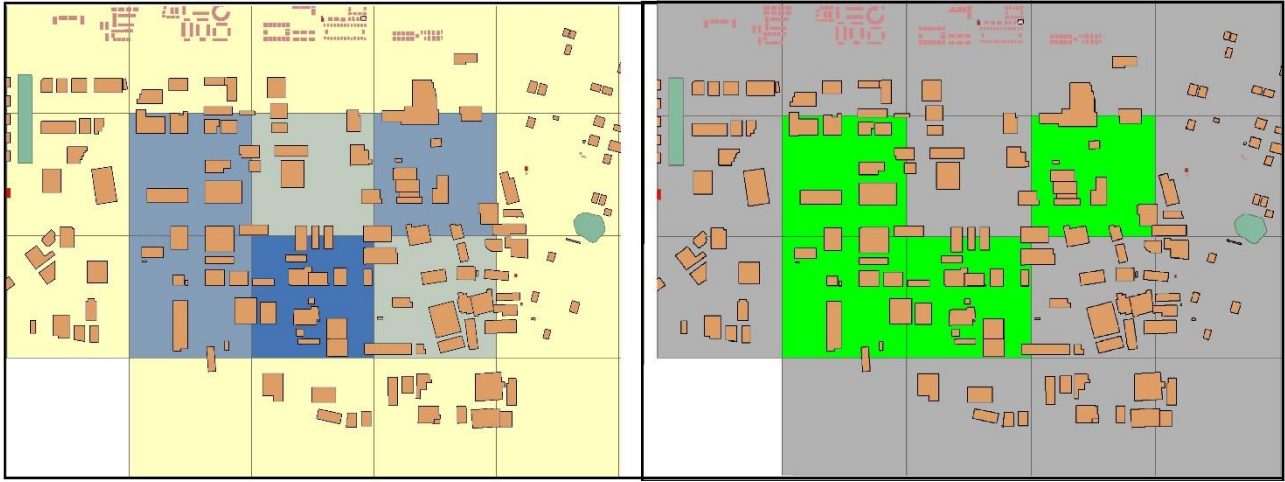
Farklı analiz tekniklerinin kullanılması sebebiyle bazı hücrelerde farklı bölgeleme durumu görülse de genel olarak benzer sonuçların varlığı söz konusudur. Düşük değerler daha çok sanayi alanında olduğu gibi tek tür arazi kullanım türünün hakim olduğu bölgelerde görülmektedir. Yüksek değerler ise çeşitli arazi kullanım türlerinin olduğu yerlerde karma arazi kullanım bölgesi oluşturmaktadır.



Şekil 12- Endeks değer farklarının “Hot Spot Analysis Getis-Ord Gi” analizi
Figure 12- “Hot Spot Analysis Getis-Ord Gi” analysis of index value differences



Şekil 13- Endeks değer farklarının “Anselin Local Morans I” analizi
Figure 13- “Anselin Local Morans I” analysis of index value differences



Şekil 14- Soğuk Bölgeler (solda) ve Düşük-Düşük Bölgelerde (sağda) arazi kullanımı
Şekil 14- Land uses in cold regions (on the left) and low-low regions (on the right)



Şekil 15- Sıcak Bölgeler (solda) ve Yüksek-Yüksek Bölgelerde (sağda) arazi kullanımı
Şekil 15- Land uses in hot regions (on the left) and high-high regions (on the right)

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Kentsel planlama sistemindeki karma arazi kullanıma ilişkin literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, karma arazi kullanımının getirdiği hem olumlu hem olumsuz yönlerinin yanı sıra nasıl ölçülmesi gerektiği de bir araştırma konusu olmuştur. Çalışmada arazi kullanım çeşitliliğinin farklı

endekslerle hesaplanmasına odaklanılmıştır. Arazi kullanım çeşitliliğinin ölçülmesinde en çok kullanılanlardan “Entropi ve Benzemezlik” endeksleri ile Manisa kent merkezinin arazi kullanım çeşitliliği ölçülmüş, endekslerin arasındaki ölçme farklılıkları yanı sıra değerlerinin oluşturduğu kümelenen bölgeler de incelenmiştir.

Manisa kent merkezi özelinde yapılan çeşitlilik analizlerinde, yüksek entropi ve benzemezlik değerlerine sahip hücreler daha çok şehrin merkezi kabul edilebilecek hükümet konağına yakın çevredeki hücrelerde yer almıştır. Düşük endeks değerleri ise kuzey batıdaki sanayi bölgeleri ve konut siteleri gibi tek bir arazi kullanım türü ya da daha az sayıda kullanım türlerine sahip olduğu hücreler olarak karşımıza çıkmıştır. Genel olarak kentin merkezinde yüksek çeşitlilik değerleri görülürken, kuzey ve kuzeybatıdaki çeperele doğru çeşitliliğin azaldığı görülmüştür.

Bulgular arasında endeksler arasında pozitif yönde ve yüksek derecede ilişkili olduğu sonucuna varılsa da bazı hücrelerdeki endeks değerleri birbirinden uzak sonuçlar da vermiştir. Örneğin, minimum değer alan benzemezlik endeks değeri 0.02 iken aynı hücrenin entropi endeks değeri 0.554'tür. Benzemezlik endeksi 0'dan farklı minimum değer alırken entropi değeri yüksek olarak değerlendirilebilecek 4.derecede bir değer (0.494-0.679) almaktadır. Bu durum iki endeksin aynı hücreyi farklı hesapladığı durumu göstermektedir. Bu durum iki endeksin farklı formüle edilmeleri ile açıklanabilmektedir. Entropi endeksi mekânsal bilgiyi içermemekte, benzemezlik endeksi ise hangi arazi kullanım türünün hangi oranda yer almakta olduğu bilgisini içermemektedir. Farklı hesaplama sonuçlarının varlığı daha detaylı analizler gerektirmiştir. Endeks fark değerlerinin dağılımı incelendiğinde ise daha çok 0'a yaklaştıkça frekansın yüksek olduğu, iki endeksin daha çok birbirine yakın değerler verdiği görülmüştür. Dolayısıyla aynı hücrede iki endeksin birbirinden uzak değerler aldığı durumlar daha azdır.

Mekansal otokorelasyon sonuçlarına göre, endekslerin farklılaşmasındaki mekânsal dağılım rastlantısal değildir ve bu coğrafi alanlar kümeleşmiştir. Sıcak, yüksek-yüksek bölgeler ve soğuk, düşük-düşük bölgelerin farklı yerel mekansal otokorelasyon yöntemleri uygulansa da benzer bölgeleri oluşturmuştur. Literatürdeki endeksler arasındaki ilişkinin incelendiği çalışmalarda da bu çalışmada olduğu gibi endeksler arası pozitif ilişki bulunmuştur. Ancak bu çalışmadaki elde edilen

bulgularla arazi kullanım çeşitliliğini ölçmede, endekslerin birbiri yerine kullanılamayacağı bilgisi diğer çalışmalardan ayıran bir özelliktir.

Endekslerin bazı kısıtlılıkları mevcut olsa da karma arazi kullanımını ölçmede iyi araçlar olduğu bilinmektedir. Endekslerin kısıtlılıklarının ilerideki çalışmalarda uygulanma amaçlarına göre giderilmesi gerekmektedir. Yaya hacmi gibi spesifik bir konudaki çalışmada, yaya hacmi özelindeki arazi kullanım türleri diğerleri ile eşit ağırlıkta hesaplanmamalıdır. Ayrıca hangi arazi kullanım türlerinin bir arada olduğu da dikkate alınmalıdır. Örneğin, sanayi ve konut yan yana istenmeyen arazi kullanım türleri iken yeşil alan ile konut bir arada istenen arazi kullanım türleridir. Arazi kullanım türleri çalışmanın içeriğine göre farklı ağırlık değerlerine sahip olmalı ve istenen istenmeyen olarak ayrımları yapılmalıdır.

Kent planlarının oluşturulmasında mekânsal veri analizlerinden biri olan yapı kullanım analizinin ham bir veri olduğu gerçektir. Kent politikaları gündeminde karma arazi kullanımı yer almakta ve bu politikaları yönlendirici olması açısından arazi kullanım çeşitliliğinin endekslerle hesaplanmasının önemlidir. Manisa kent merkezinde arazi kullanım çeşitliliğinin az olduğu bölgelerde, konut kullanımı dışında yeşil alan, ticaret, kültürel tesisler gibi istenen bazı arazi kullanım türleriyle çeşitlilik oluşturulabilir. Çeşitlilik endekslerinin kullanılmasıyla hesaplanan karma arazi kullanım özelindeki bu çalışmanın, kentsel coğrafya alanına, şehir planlama disiplini çerçevesindeki analiz aşamalarına ve arazi kullanım politikalarının yönlendirilmesine katkı sağlayacağı umut edilmektedir.

Teşekkür

Arazi kullanım verilerinin paylaşılması sebebiyle Manisa Büyükşehir Belediyesi'ne teşekkür ederiz.

TÜBİTAK 2237-A Bilimsel Eğitim Etkinlikleri desteği kapsamında yürütülen 1129B371901428 proje numaralı "Arazi Çeşitliliğinin Entropi Temelli Algoritmalar ile Hesaplanması ve Haritalanması" etkinliğine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- Aslankan, A. (2018). The production of urban and residential language by mixed-use mega projects in İstanbul. *Megaron / Yıldız Technical University, Faculty of Architecture E-Journal*, 14, 1–10.
doi:<https://doi.org/10.5505/megaron.2018.66199>
- Bahadure, S.& Kotharkar, R. (2012). Social Sustainability and Mixed Landuse, Case Study of Neighborhoods in Nagpur, India. *Bonfring International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 2(4), 76-83.
- Bahadure, S. & Kotharkar, R. (2015). Assessing sustainability of mixed use neighbourhoods through residents' travel behaviour and perception: The case of Nagpur, India. *Sustainability (Switzerland)*, 7(9), 12164–12189.
<https://doi.org/10.3390/su70912164>
- Baş, M. (2009). *İstanbul zincirlikuyu-levent gayrimenkul pazar analizi büyükdere caddesi üzerinde karma kullanımlı proje önerisinin fonksiyonel ve finansal açıdan değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Baş, H. (2018). Sürdürülebilir kent formu: yayılmaya karşı kompaktlaşma. “DeğişKent” Değişen Kent, Mekân ve Biçim Türkiye Kentsel Morfoloji Araştırma Ağı II. *Kentsel Morfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde, (s.105-115). 31 Ekim- 2 Kasım 2018, İstanbul.
- Bordoloi, R., Mote, A., Sarkar, P. P., & Mallikarjuna, C. (2013). Quantification of land use diversity in the context of mixed land use. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104(February 2015), 563–572. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.150>
- Bostancı, S.H. (2008). *Kent silüetlerinin entropi yaklaşımı ile değerlendirmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Brown, B. B., Yamada, I., Smith, K. R., Zick, C. D., Kowaleski-Jones, L. ve Fan, J. X. (2009). Mixed land use and walkability: Variations in land use measures and relationships with BMI, overweight, and obesity. *Health and Place*, 15(4), 1130–1141. doi: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.06.008>
- Christian, H. E., Bull, F. C., Middleton, N. J., Knuiman, M. W., Divitini, M. L., Hooper, P., & Giles-Corti, B. (2011). How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(1), 55. doi: <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-55>
- Cervero, R. (1996). Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American housing survey. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(5), 361-377. doi: [https://doi.org/10.1016/0965-8564\(95\)00033-X](https://doi.org/10.1016/0965-8564(95)00033-X)
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation research part D: Transport and environment*, 2(3), 199-219.
- Dempsey, N. (2008). Quality of the built environment in urban neighbourhoods. *Planning Practice and Research*, 23(2), 249–264. doi: <https://doi.org/10.1080/02697450802327198>
- Çalışkan, O (2004). Sürdürülebilir kent formu: derişik kent. *Planlama Dergisi*, (3), 33–54
- Çelik, M., & Akın, D. (2011). Arazi kullanımı-ulaşım modeli ile alternatif plan senaryolarının değerlendirilmesi: kentsel yayılma ve akıllı büyüme. Nuriye Peker Say (Ed.) içinde, *Stratejik Çevresel Değerlendirme & Planlama/Strategic Environmental Assessment & Planning Chapter* (s.243-264). TMMOB Peyzaj Mimarları Odası Yayınları 2011/2.
- Çubukçu, K.M. (2015). *Planlamada ve coğrafyada temel istatistik ve mekansal istatistik* (1.b.). Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Çulu, D. (2014). *Gayrimenkul geliştirmede karma kullanım, en etkin ve verimli kullanım analizi: Sarıyer – Seyrantepe örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dempsey, N. (2008). Quality of the built environment in urban neighbourhoods. *Planning Practice and Research*, 23(2), 249–264. doi: <https://doi.org/10.1080/02697450802327198>
- Duvarcı, Y & Alver, Y. (2018). The required model for the land use and transportation planning integration. *Journal of Planning*, 28(2), 107–115. doi: <https://doi.org/10.14744/planlama.2018.06025>
- Erbaş, A.E. (2015). Sürdürülebilir mekansal gelişme ve karma arazi kullanımı. Nisan 9, 2021 tarihinde Yapı sektörünün haber portalı: http://www.yapi.com.tr/haberler/surdurulebilir-mekansal-gelisme-ve-karma-arazi-kullanimi_138179.html adresinden alındı.
- Ercoşkun, Ö. Y. (2016). Geleneksel Türk kentinden sürdürülebilirlik çıkarımları. *İdealkent*, 7(19), 522-549.

- Erol, A. M., & Görmez, K. (2020). Teoride ve Pratikte Yeni Şehircilik Akımı. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(1), 271-310.
- Frank, L. D., & Pivo, G. (1994). Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking. *Transportation research record*, 1466, 44-52.
- Hachem, C. (2015). Design of a base case mixed-use community and its energy performance. *Energy Procedia*, 78, 663–668. doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.056>
- Im, H. N., & Choi, C. G. (2019). The hidden side of the entropy-based land-use mix index: Clarifying the relationship between pedestrian volume and land-use mix. *Urban Studies*, 56(9), 1865–1881. doi: <https://doi.org/10.1177/0042098018763319>
- Inbakaran, C., & Howes, K. (2011). Mixed land use index and public transport catchments. *Australasian Transport Research Forum*, (September), 1–15.
- Kashcha, A. (2021). City Roads. Ocak 21, 2022 tarihinde <https://anyaka.github.io/city-roads/> adresinden alındı.
- Kocalar, A. C. (2018). Akıllı ve ekolojik kentlerle sürdürülebilir kentsel tasarım:“Arazi bilgi yönetimi sistemi (AbyS) mülkiyet ve imar hakları aktarımı modeli (Miham)”. 26. *Kentsel Tasarım ve Uygulamalar Sempozyumu: Kentsel Tasarımda Yeni Uygulamalar, Yaklaşımlar Sempozyum Kitabı* içinde, (s.1684-1697). 24-25 Mayıs 2018, İstanbul
- Kockelman, K.M. (1997). Travel behavior as a function of accessibility, land use mixing, and land use balance: evidence from the San Francisco Bay area. *Transportation research record*, 1607(1), 116-125.
- Kong, H., Sui, D. Z., Tong, X., & Wang, X. (2015). Paths to mixed-use development: A case study of Southern Changping in Beijing, China. *Cities*, 44, 94–103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.01.003>
- Kotharkar, R., & Bahadure, S. (2012, November). Mixed Landuse and Sustainable Urban Development. In *A Case Study of Nagpur, PLEA2012-28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture* Lima, Peru (s. 7-9).
- Kyakuno, T. (2008). Quantitative representation of distribution and mixture of urban land use through spatial autocorrelation and information entropy. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 7(2), 427–434. doi: <https://doi.org/10.3130/jaabe.7.427>
- Ma, Y. S. & Chen, X. (2013). Geographical and statistical analysis on the relationship between land-use mixture and home– Based trip making and more: Case of Richmond, Virginia. *Journal of Urban and Regional Analysis*, 5(1), 5–44. doi: <https://doi.org/10.37043/jura.2013.5.1.1>
- Manisa Büyükşehir Belediyesi (2022). Şubat 18, 2022 tarihinde: https://www.manisa.bel.tr/s23_manisa-cografyasi.aspx adresinden alındı.
- Manaugh, K., & Kreider, T. (2013). What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix. *Journal of Transport and Land Use*, 6(1), 63. doi: <https://doi.org/10.5198/jtlu.v6i1.291>
- Mariani, M. C., Tweneboah, O. K. & Beccar-Varela, M. P. (2021). *Data science in theory and practice: techniques for big data analytics and complex data sets* (1.b.). John Wiley & Sons.
- Mateo-Babiano, I. B., & Darchen, S. (2013). *Vertical mixed use communities: a compact city model*. (1), 1–11. Nisan 30, 2021 tarihinde: <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:312931> adresinden alındı.
- Mavoa, S., Eagleson, S., Badland, H. M., Gunn, L., Boulange, C., Stewart, J. & Giles-Corti, B. (2018). Identifying appropriate land-use mix measures for use in a national walkability index. *Journal of Transport and Land Use*, 11(1), 681–700. doi: <https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1132>
- Mikaeili, M. & Memlük, Y. (2013). Ekoloji ve çevre açısından kompakt kent kavramı ve uygulama örnekleri. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(2), 37-50.
- Öztürk, D. (2017). Shannon entropi ve fraktal analiz ile kentsel yayılmanın incelenmesi: Samsun örneği. *16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 3-6 Mayıs 2017 Ankara.
- Sat, N. A., Ucer, Z. A. G., Varol, C., & Yenigul, S. B. (2017). Metropolitan area-sürdürülebilir kentler için çok merkezli gelişme : Ankara metropoliten kenti için bir değerlendirme -. *Ankara Araştırmaları Dergisi Journal of Ankara Studies*, 5(1)(June), 98–107.
- Serdaroğlu Sağ, N. (2011). *Dönüşüme bağlı kentsel gelişmenin yönetilmesinde bir araç olarak akıllı büyüme; Konya kenti örneği*. Yayınlanmamış doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

- Song, Y., Merlin, L., & Rodriguez, D. (2013). Computers , Environment and Urban Systems Comparing measures of urban land use mix. *Computers, Environment and Urban Systems*, 42, 1–13. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2013.08.001>
- Stamps, A. E. (2004). Entropy and visual diversity in the environment. *Journal of Architectural and Planning Research*, 239-256.
- Tekin, H. A. (2010). *Kentsel tasarımda yeni şehircilik yaklaşımı ve Kadıköy – Yeldeğirmeni örneği*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Terzi, F., & Bolen, F. (2009). Urban sprawl measurement of Istanbul. *European Planning Studies*, 17(10), 1559–1570. doi: <https://doi.org/10.1080/09654310903141797>
- Tian, L., Liang, Y. & Zhang, B. (2017). Measuring residential and industrial land use mix in the peri-urban areas of China. *Land Use Policy*, 69, 427-438.
- Tosun, K. E. (2013). Sürdürülebilir kentsel gelişim sürecinde kompakt kent modelinin analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 15(1), 103-120.
- Trudeau, D. (2013). New urbanism as sustainable development ? *Geography Compass* (7), 6. 435-448. doi: <https://doi.org/10.1111/gec3.12042>
- Xu, Y., Wang, L., Fu, C. & Kosmyna, T. (2017). A fishnet-constrained land use mix index derived from remotely sensed data. *Annals of GIS*, 23(4), 303–313. doi: <https://doi.org/10.1080/19475683.2017.1382570>
- Yabuki, T., Matsumura, Y. & Nakatani, Y. (2009). *Evaluation of pedodiversity and land use diversity in terms of the Shannon Entropy*. 10 Nisan 30, 2021 tarihinde <https://arxiv.org/abs/0905.2821> adresinden alındı.
- Zagorskas, J. (2016). GIS-based modelling and estimation of land use mix in urban environment problem formulation. *International Journal of Environmental Science*, 1, 284–293.

