



Sürdürülebilir bir ulaşım sistemi için bisiklet ve yürüyüş yolu yer seçimi: Ankara ili Mamak ilçesi Ege mahallesi örneği

Muhammed Yusuf Akbaba*¹, Göktañ Atay¹, Murat Başeğmez², Cevdet Coşkun Aydın¹

¹Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği, Ankara, Türkiye

²Milli Eğitim Bakanlığı, CBS ve Emlak Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

CBS
AHP
Sürdürülebilirlik
Yürünebilirlik
Bisiklet Yolu

Araştırma Makalesi

Geliş: 28.07.2022
Revize: 03.09.2022
Kabul: 11.09.2022
Yayınlanma: 15.02.2023



Öz

Hızla gelişen kentlerde ulaşımın verimli ve sürdürülebilir olması zorunlu hale gelmiştir. Bunu sağlamak için ulaşım olanaklarının artırılması ve iyileştirilmesi oldukça önemlidir. Sürdürülebilir ulaşımın en yaygın yöntemlerinden olan yürümek ve bisiklet sürmek, çevreci olmalarının yanı sıra birçok alanda da insanlara olumlu etkiler katmaktadır. Bu çalışmada, seçilen bir bölgede yürüyüş ve bisiklet yolları çeşitli kriterlerle değerlendirilerek mevcut durum analizi yapılmıştır. İlk olarak Türkiye'de bisiklet ve yürüyüş yolları ile ilgili yayınlanan yönetmelikler ve raporlar incelenmiştir. Ayrıca, dünya genelinde ve Türkiye'de konu hakkında yapılan akademik çalışmalar değerlendirilerek dünyadaki mevcut durum irdelenmiştir. Uygulama aşamasında, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak çalışma alanı için yürünebilir ve bisiklete binilebilir yol güzergahı tasarımı yapılmıştır. Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) metodu kullanılarak, uzman kişilerden alınan anket verileri ile yer seçim analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen uygunluk haritalarında en uygun alanlar 5 puan, en az uygun alanlar ise 1 puan ile puanlandırılarak yürünebilirlik ve bisiklete binilebilirlik için en uygun güzergahların mahalle sınırının merkezinde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, çalışma alanında bisiklet yol güzergahının olmadığı ve yürüyüş yolu için tasarlanan kaldırımlarının yetersiz olduğu belirlenmiştir.

Bicycle and walking path site selection for a sustainable transportation system: A case study of Ege neighborhood in Mamak district of Ankara province

Keywords

GIS
AHP
Sustainability
Walkability
Cycling

Research Article

Received: 28.07.2022
Revised: 03.09.2022
Accepted: 11.09.2022
Published: 15.02.2023

Abstract

Efficient and sustainable transportation became mandatory in rapidly developing cities. So, it is vital to grow and improve transportation opportunities. Walking and cycling are the most common sustainable transportation methods, both environmentalist and contribute positively to people in many fields. In this study, walking and cycling paths in a selected region were evaluated with various criteria and analyzed the current situation. The regulations and reports on bicycle and walking paths in Turkey were reviewed. Also, the current situation is examined by evaluating the academic studies on the subject in the world and Turkey. In the application stage, a walkable and cycling paths route was designed for study area by using Geographic Information Systems (GIS). Using the Analytical Hierarchy Process (AHP) method, site selection analyzes were carried out with the questionnaire data taken from the experts. The suitability maps obtained scored the most suitable sites with 5 points and the least suitable sites with 1 point. It was determined that the most suitable routes for walkability and cycling were in the center of the neighbourhood border. In addition, it was determined that there is no bicycle path in the study area, and the pavements designed for walking paths are insufficient.

*Sorumlu Yazar

(myusufakbaba@hotmail.com) ORCID ID 0000-0001-8221-5790
(goktanatay@hotmail.com) ORCID ID 0000-0002-6659-0440
(murat.basegmez@gmail.com) ORCID ID 0000-0002-7704-9510
(ceaydin@hacettepe.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-2064-6936

Kaynak Göster (APA)

Akbaba, M. Y., Atay, G., Başeğmez, M., Aydın, C. C. (2023). Sürdürülebilir bir ulaşım sistemi için bisiklet ve yürüyüş yolu yer seçimi: Ankara ili Mamak ilçesi Ege mahallesi örneği. *Geomatik*, 8(2), 136-151

1. Giriş

1.1. Problem Tanımı

İnsanların üzerinde yaşadığı mekân parçacığı olarak tanımlanan kent, Farsça “şehir” sözcüğünün dilimizdeki karşılığıdır. Kentler sürekli toplumsal gelişme içinde bulunan ve toplumun yerleşme, barınma, gidiş-geliş, çalışma, dinlenme, eğlenme gibi ihtiyaçlarının karşılandığı, pek az kimsenin tarımsal uğraşlarda bulunduğu, köylere bakarak nüfus yönünden daha yoğun olan ve küçük topluluk birimlerinden oluşan yerleşme birimleridir. Bir kentte yaşayan insanlar, çevrelerindeki canlı ve cansız bütün varlıklarla sürekli etkileşim içindedir. İnsanların içinde yaşadığı çevrenin sağlıklı yönetilebilmesi ve devamlılığının sağlanabilmesi için kamu ve özel kesim arasında iletişimin sağlıklı olduğu, denetimlerinin düzenli olarak sağlandığı ve elverişli planlamaların yapılabildiği bir sisteme ihtiyaç vardır (Ersoy, 2016).

Şehirlerde nüfus artışı ve yüz ölçüm ile birlikte ulaşımında kat edilecek mesafe de artmıştır. Mesafenin uzaması, ulaşım için yürüyüşün yetersiz kalmasına neden olurken makinenin icadıyla motorlu taşımacılığın gelişmesi, bu teknolojiyi kullanan toplumlara sağlık ve çevre sorunlarıyla baş başa bırakmış, böylece motorlu taşıtlara olan bağımlılık önemli ölçüde artmıştır (ITF, 2012).

Motorlu taşıt sayısının fazla olduğu yerleşkelerde park ve trafik sorununun oluşmasının yanı sıra çevreye de büyük ölçüde zarar verilmektedir (Wu ve ark., 2015; Brown ve ark., 2020; Doluwer ve ark., 2020). Zamanla bu kargaşanın neticesinde kısa mesafeli yolculuklar için yürüyüş veya bisiklet kullanımı benimsenmeye başlanmıştır. Fakat çarpık kentleşmenin olduğu alanlarda bisiklet ve yürüyüş yollarının fiziki yeterliliği henüz olması gereken düzeye ulaşamamıştır.

Bütün dünyada bisiklet kullanımı ve yürüyüş yollarının artırılması için çalışmalar yapılmaktadır (Fishman, 2016; Love ve ark., 2019; Kenyon ve Pearce, 2019; Pawlak ve Pabich, 2020; Fancello ve ark., 2020; Castro ve ark., 2020; Alexandrakis, 2021; Gössling ve McRae, 2022). Sürdürülebilir ulaşımın çok önemli bileşenlerinden olan yürüyüş ve bisiklet yol güzergahlarının tasarımı çevre üzerindeki olumsuz etkileri en az seviyeye indirirken bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bunlardan en önemlisi, mevcut ulaşım ağlarının ve yayaların kullanımına tahsis edilen yoğun yerleşim alanlarındaki fiziki imkânların elverdiği ölçüde birtakım kriterlere ihtiyaç duymalarıdır. Bu bağlamda, bisikletler ve yürünebilir alanlar, ulaşım sisteminin iyileştirilmesi için önemli bir seyahat şekli haline gelmektedir. Bu noktada, bisiklet ve yürüyüş yollarının nerede seçileceği, maliyet, zaman, kapasite, altyapı, işgücü erişimi ve diğer coğrafi, sosyal ve çevre faktörlerini içeren çok kriterli ve çok boyutlu bir problemdir (Abbasi ve Pishvae, 2018; Raad ve ark., 2022).

Bisikletler kent hayatının önemli bir parçasıdır. Fosil enerji kullanmazlar ve önemli sağlık faydalarına sahip olup şehirlerin yaşanılabilirliğini artırırlar. Düşük gelirli bölgelerde bisiklet, işe gitmenin, gelir elde etme amaçlı çalışmanın ve temel yaşam ihtiyaçlarına erişmenin

önemli bir aracıdır (OECD, 2013). Buna ek olarak, bisiklet, demiryolları gibi diğer ulaşım hizmetleriyle beraber kullanılabilir (Güler ve Yomraloğlu, 2021).

Bu çalışmada, bisiklet kullanımının ve yürüyüş yollarının ulaşımındaki önemi, dünyanın çeşitli bölgelerinden örnekler verilerek izah edildikten sonra, sürdürülebilir bir ulaşım sisteminde bisiklet ve yürüyüş yolları yer seçimi kriterleri belirlenerek Ankara ili Mamak ilçesi Ege mahallesinde uygulanmıştır. Uygulama sonucunda ulaşılan bulgular, bisiklet yollarının yetersizliğini ortaya koyarken çalışma alanındaki yürüyüş amaçlı kullanılacak kaldırımların bir planlama ile iyileştirilmeleri ihtiyacını ortaya koymuştur. Ayrıca, bu konuların sürdürülebilirlik kavramı içerisinde kalıcı olabilmeleri için bir arazi politikası içerisinde yer almaları gerekliliği görülmüştür.

1.2. Hedefler

Bu çalışmada sürekli büyüyen ve gelişen kentsel alanları için tasarlanabilecek muhtemel bisiklet ve yürüyüş yolu güzergahlarının yer seçimine dair bir yaklaşım ileri sürülmüştür. Bu yaklaşım ile birlikte kent ulaşımının sürdürülebilirliğinin sağlanması, insanların bisiklet kullanmaya ve yürüyüş yapmaya teşvik edilerek motorlu taşıt kullanımının azaltılması ve çevreci bir ulaşım politikası edinerek kentlerin yaşanabilirliğinin artırılması hedeflenmiştir. Bu kapsamda CBS'nin konumsal analiz kabiliyetleri ile örnek bir çalışma yapılarak gelecekte oluşturulacak politika önerileri için değerlendirmelerde bulunulmuştur.

1.3. Mevcut Durum Analizi

1.3.1. Bisiklet yolu

Bisikletin icat edildiği tarih tam olarak belli olmasa da en ilkel bisiklet 12. yüzyılda Çin'de görülmüş ve bu bisikletin patentini 1645'te Jean Theson almıştır (Atasoy, 2022). Bisiklet; posta aracı, kişisel ulaşım aracı ve ayrıca devlet görevlileri tarafından resmi işlerde de kullanılmıştır (Hiçyılmaz, 2012). Bisiklet ulaşımı sahip olduğu özellikleri nedeniyle kısa ve orta mesafeli yolculuklar için özel araçların yerini alma potansiyeline sahiptir (Elbeyli, 2012; Winters ve ark., 2012; Hull ve O'Holleran, 2014; Gossling ve ark., 2019).

Brundtland Raporu'na göre, bugünün ve gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını, bugünden taviz vermeyerek karşılayabilmek olarak tanımlanan sürdürülebilirlik; ulaşım planlamaları ve politikaları için önemli bir hedef haline gelmiştir (Birleşmiş Milletler (BM), 1991). Dünyada sürdürülebilirlik kavramı güncelliğini korumakta ve önemli çalışmalara konu olmaktadır. Bu hedefin gerçekleştirilebilmesinde bisikletler çok önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda birçok gelişmiş ülkede, otomobil kullanımının artmasıyla ortaya çıkan enerji tüketiminin fazlalaşmasının neden olduğu çevresel problemlerin çözümü için bisiklet, son yılların önemli bir ulaşım türü haline gelmiştir (Oregon, 1995). İnsanların araba ve toplu taşıma araçlarını kullanmak yerine bisiklet kullanımının ekonomik, sağlık ve ekolojik olarak çeşitli faydaları söz konusudur. Otomobil ve toplu taşıma araçları yerine bisiklet

kullanımını teşvik etmenin en önemli nedeni, kentsel alanlarda trafik sıkışıklığını önlemek ve azaltmaktır. Günümüzde dünyanın birçok ülkesinde bisiklet kullanımı artık devlet tarafından teşvik edilen ve politikalarda yerini alan bir değerdir.

Bu politikayı ele alan araştırmalardan bazıları yaşam tarzı ve fiziksel aktivite alışkanlıklarındaki değişiklikleri teşvik ederken (Wendel-Vos ve ark., 2004), diğerleri büyük ölçüde yerleşim yerlerinde bisiklet yollarının nasıl belirleneceği de dahil olmak üzere yapısal çevrenin ve farklı ulaşım sistemlerinin planlanması ve tasarımı için yeni anlayışlara odaklanmaktadır (Huang ve Ye, 1995; Rodriguez ve Joo, 2004; Blečić ve ark., 2015). CBS'nin çeşitli konumsal araçları kullanan çalışmaların büyük bölümü, yeni gelişmekte olan yerleşim yerlerinde bisiklet yollarının planlanmasıyla ilgilidir (Huang ve Ye, 1995; Milakis ve Athanasopoulos, 2014). Bununla birlikte, sağlıklı ve karbonsuz ortamların artırılmasıyla ilgili çalışmalar hızla devam etmektedir. Bu çalışmaların bir parçası olarak, yoğun nüfuslu şehirlerin halihazırda gelişmiş yapısal ortamlarında bisiklet yollarının nasıl belirlenebileceği konusunda araştırmalar sürdürülmektedir (Huang ve Ye, 1995; Rybarczyk ve Wu, 2010; Milakis ve Athanasopoulos, 2014).

En uygun yer seçimlerinin belirlenmesi ve politika yapımcıların karar verme süreçlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve CBS sıklıkla kullanılmaktadır (Şentürk ve Erener, 2017; Başeğmez ve ark., 2019; Yalçın ve Yüce, 2020; Urfalı ve Eymen, 2021; Başeğmez ve Aydın, 2021a; Başeğmez ve Aydın, 2021b; Arca ve Çıtıroğlu, 2022; Kamran ve Khorrami, 2022). Bisiklet güzergahları belirlenirken de mevcut bisiklet güzergahlarının hacmi ve bölgenin eğimi gibi birçok veriye ve bu verilerin birbiriyle ilişkisini ortaya kuran bir modele ihtiyaç vardır. Bu verilerin elde edilebilmesi ve elde edilen bilgilere göre en uygun bisiklet güzergahlarının tayin edilebilmesi için birçok çalışmada ÇKKV yöntemleri ve CBS kullanılarak modeller üretilmiştir. Bu modeller fiziksel, çevresel ve görsel açıdan birçok kritere dayanmaktadır.

Avrupa'nın en yüksek bisiklet kullanımına sahip ülkeleri Hollanda, Danimarka, Almanya ve Belçika'dır. Hollanda'da son yıllarda bisiklet kullanım yüzdesi %26'dır. Kullanım oranının en yüksek olduğu şehirlerde kullanım %35 ile %40 arasındadır. Kullanımın en düşük olduğu şehirlerde ise bu oran %15 ile %20 arasındadır. Hollanda halkının %5'i yürüyerek, %24'ü ise bisiklet kullanarak işe gidip gelmektedir (Thomas, 2018). Almanya da en çok bisiklet kullanılan ülkeler arasında yer almaktadır. Buna rağmen bisiklet kullanımının artırılması için yoğun çaba göstermektedir. Münih kentinde yapılan bir çalışma kentsel bölgelerin bisiklet için ne kadar uygun olduğunun derecesini ölçmek üzerine genel bir bakış sunmakta ve bisiklet kullanımına katkıda bulunacak faktörleri belirlemektedir. CBS yardımıyla görselleştirilen tasarımın, yapılan analizler ile güçlü ve zayıf yönleri ortaya konmuş ve değerlendirilmiştir (Keler ve Grigoropoulos, 2021).

2013 Yılında Singapur, bisiklet altyapısını önemli ölçüde artırmak ve 2030 yılına kadar tüm ülkede bisiklet sürmeyi teşvik etmek için "Ulusal Bisiklet Planını" açıklamıştır. Singapur'un arazi kısıtlamaları göz önüne alındığında en etkili bisiklet ağını planlamak kritik

öneme sahiptir. Bu nedenle Singapur'da bisiklet yolları planlamasının desteklenmesi için CBS'ye dayalı çok kriterli karar analizi çerçevesi önerilmiştir (Terh ve Cao, 2018).

Türkiye'de de konu ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, yoğun nüfuslu şehirlerin hali hazırda gelişmiş yapısal çevrelerinde, bisiklet rotalarının nasıl belirlenebileceği değerlendirilmiştir (Özkan ve ark., 2020). Bu kapsamda, Türkiye'nin üçüncü büyük metropol kenti olan İzmir incelenerek çeşitli CBS araçları kullanılmıştır. Sonuçlar, bu CBS araçlarının Türkiye gibi "veri yetersiz" ülkelerdeki mekânsal politika üretiminde, özellikle ulaşım-rota planlamasında, çok destekleyici etkisi olduğunu göstermiştir.

Türkiye'de yapılan başka bir araştırmada (Olgun, 2020) ise, orta ölçekli kentlerde fiziksel, çevresel ve görsel faktörler dikkate alınarak CBS tabanlı çok kriterli karar verme analizi ile bu kentlere yönelik sürdürülebilir bisiklet yolu önerisi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda orta ölçekli kent olarak değerlendirilen Niğde ele alınmış ve sürdürülebilir bisiklet yolu önerisi geliştirilmiştir.

Bu çalışmada bugüne kadar yapılan çalışmalardaki kriterler göz önüne alınarak genel bir kriter seti oluşturulmuş ve bu kriter seti seçilen bir uygulama alanında değerlendirilmiştir.

1.3.2. Yürünebilirlik

Fiziki engeller, zorlu trafik koşulları ve hava kirliliği nedeniyle şehirlerde yürüyüş yapmak gün geçtikçe daha da zorlaşmaktadır. Bu olumsuz etkilerin sonucunda yayalar kendi güvenliklerini ve ulaşım kalitelerini artırmak için motorlu taşıt kullanımını tercih etmek zorunda kalmaktadırlar (ITF, 2012). Bu olumsuzluğun ortadan kaldırılabilmesi için insanlığın en eski fiziksel faaliyeti olan yürüyüş fiilinin artırılması için çalışmalar yapılmaktadır (Akçam ve Karaçor, 2018; Demir, 2019). Akıllı, sürdürülebilir ve yaşanılabilir kentler için önemli bir bileşen olan yürünebilirlik, ulaşım politikaları ve planlamaları için de son derece önemli bir bileşen haline gelmiştir. Çoğunlukla iki merkez arasında ulaşımı sağlamak için kullanılan yürüyüş fiili, diğer ulaşım araçlarını besleyebilir bir özelliğe sahipken; aktif seyahat ve ulaşım aracı olarak da tercih edilebilir. Nüfus yoğunluğu artan şehirlerde otobüs durağı, tren istasyonu, bisiklet paylaşım istasyonu gibi toplu taşımanın yoğun olduğu merkez noktalarına erişimde de yürüyüş fiili yoğunlukla kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalara göre yürünebilirliğin ölçülmesinde bazı merkezlere yakınlık tek başına yeterli bir kriter değildir. Buna ilaveten görsel kalite, fiziki yeterlilik, cadde güvenliği, kaldırımlar ve benzeri kriterler de gereklidir (D'orso ve Migliore, 2019).

Avrupa'nın birçok yerinde sürdürülebilir ulaşım politikaları üretebilmek için çeşitli çalışmalar mevcuttur. Polonya'nın Krakov kenti için yapılan bir çalışmada (Telega ve ark., 2021), kentsel işlevlerin yoğunluk haritalarına ve mevcut kaldırımlar ile yolların güzergahlarına dayanarak yürünebilirliği ölçmek hedeflenmiştir. Sabit kentsel nesnelere ve kentsel alanlara erişime en kolay ve erişime en uzak olarak sınıflandırılmıştır. Yürünebilirlik ölçümünde en büyük

puanı “Ana Meydan” yani eski kentin orta kısmı almıştır. Finlandiya'nın Helsinki şehrinde bir mahallede yaşayan, 25-40 yaş aralığındaki bir grup insan için yapılan bir çalışmada, ulaşım ve konut uyumsuzluğunun yürünebilirlik üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Mahallede gözlemlenen 1 aylık seyahat ve yolculuklarda büyük oranda yürüyüş yapıldığı tespit edilmiştir. Yürünebilirlik ile yürüyüş sonuçları kıyaslandığında; fayda sağlayan yürüyüşlerin gezi-eğlence amaçlı yürüyüşlere kıyasla daha çok yapıldığı gözlemlenmiştir (Kajosaari ve ark., 2019). İtalya Alghero'da yapılan bir çalışmada ise kentsel yürünebilirlik analizi için 358 kişi 11 farklı sosyo-demografik gruba bölünerek, her gruptan alınan anket verilerine dayalı bir ÇKKV analizi yapılmıştır. Her grubun yürüyüş puanını hesaplamak için ÇKKV yöntemlerine bağlı bir yaklaşım öne sürülmüştür (Fancello ve ark., 2020).

Asya kıtasına bakıldığında da durumun pek farklı olmadığı, gelişmişlik düzeyi yüksek olan ülkelerin ulaşım politikalarını mevcut şehir düzenine göre üretme gayreti içerisinde oldukları belirlenmiştir. Kore Seul'de aktif olarak işe gidip-gelmeye yürünebilirliğin rolü incelenmiştir (Kim ve ark., 2020). Üç model kullanılan bu çalışmada; ilk model bireysel değişkenleri; ikinci model bireysel değişkenleri ve yürünebilirlik puanını; üçüncü model ise bireysel değişkenleri, yürünebilirlik puanını ve mahalle düzeyindeki değişkenleri içermektedir. Bu çalışma sonucunda, yürünebilirliğe dayalı kentsel planlama, çevresel planlama ve ulaşım planlaması için yeni politikalar ileri sürülmüştür.

Amerika'da yapılan benzer bir çalışma ile Kanadalı yetişkinler için hangi amaçla yürüyüş yaptıkları ve çevre-yürünebilirlik ilişkisi incelenmiştir (Farkas ve ark., 2019).

Türkiye'de de yürünebilirliği geliştirmeye yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Bir çalışmada, Mersin ilinin kent tarihinin merkezini oluşturan Uray ve Atatürk caddeleri üzerinde yürünebilirlik kapasitesinin ölçümü ve değerlendirilmesi hedeflenmiştir (Akkar Ercan ve Belge, 2016).

Var olan yürünebilir alanların analizi ve yeni yürünebilir alanların inşası için Türkiye-Mersin, Polonya-Krakow, Finlandiya-Helsinki, Almanya-Bielefeld, İtalya-Alghero, Kore-Seul ve Kanada gibi ülkelerde çeşitli çalışmalar yapılmıştır ve ortaya bazı kriterler konulmuştur. Bu çalışmada bu kriterler de değerlendirilerek ülkemiz özelinde yürünebilir alanlar için bir kriter seti geliştirilmiş ve ÇKKV analizi ile CBS ortamında değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Uygulama aşamasında, çalışma alanının belirlenmesi, literatür taraması sonucu belirlenen verilerin temin edilmesi ve sayısallaştırılması, verilerin CBS ortamına aktarılması, konuma dayalı veri tabanı oluşturulması ve uygulamanın sorgulanması ile analiz edilmesine ilişkin bir süreç takip edilmiştir. Literatür taraması sonucu elde edilen kriterlerin çalışma alanına uygunluğu, konuma ve çevreye göre irdelenerek nihai yer seçimi için kullanılacak kriterler kesinleştirilmiştir. Kesinleştirilen kriterlerin uygunluğu ve önem derecesi öğrencilere, akademisyenlere ve kent tasarım alanındaki uzmanlara

anket yoluyla sorulmuş ve elde edilen sonuçların geometrik ortalaması alınarak kriterler sıralanmıştır. Sıralanan kriterlerin alt kriterleri de çalışma alanı ve literatür taramasından elde edilen verilere göre belirlenmiştir. ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır.

ArcGIS yazılımıyla bisiklet yolu ve yürünebilirlik kriterleri kullanılarak raster veriler elde edilmiştir. Elde edilen bu verilerle uygunluk haritaları oluşturularak mevcut durum analiz edilmiştir. Ardından AHP yöntemiyle elde edilen ağırlıklar ile karar haritaları kullanılarak uygunluk haritaları oluşturulmuştur. Çalışmanın sonunda ise yaşanılabilirlik ve kent planlamasına ilişkin değerlendirmeler yapılarak politika önerilerinde bulunulmuştur.

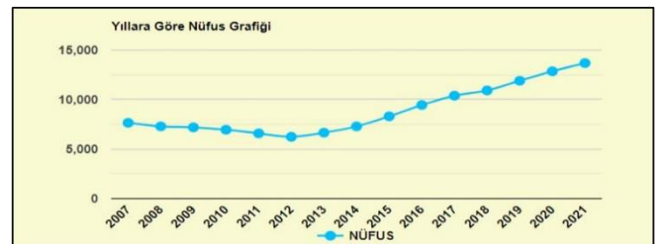
2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak Ankara ilinin Mamak ilçesine bağlı Ege Mahallesi (39°.894730, 32°.914435) seçilmiştir (Şekil 1). Bu bölgenin seçilmesinin nedeni hem kentsel dönüşüm kapsamında olması hem de şehrin gelişime açık bölgelerinden biri olmasıdır.



Şekil 1. Çalışma alanı

Ege mahallesi, nüfus olarak Mamak ilçesinin 16. büyük mahallesidir ve nüfusu 13.679'dur (TÜİK, 2022) (Şekil 2). Ege mahallesinin yıllara göre nüfus verileri incelendiğinde nüfusun giderek arttığı ve Mamak ilçesinin gelişen ve büyüyen bir yerleşim alanı olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Nüfus grafiği

2.2. Veri toplama

Dünyada bisiklet ve yürüyüş yollarının tasarımı hakkında yapılan mevcut çalışmalar, yönetmelikler ve raporlar incelenerek kriterler belirlenmiştir (Tablo 1, 2).

Çalışmada kullanılan bu kriterlere ait dosyalar poligon, çizgi, nokta ve raster formatında altlık haritalardan ve DEM verisinden elde edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 1. Bisiklet yolu kriterleri

| Sıra | Kriterler |
|------|------------------------------------|
| 1 | Eğim |
| 2 | Okullara Yakınlık |
| 3 | Toplu Taşıma Sistemine Entegrasyon |
| 4 | Park ve Yeşil Alanlara Yakınlık |
| 5 | Bisiklet Yolunun Varlığı |
| 6 | Bisikletler İçin Otopark Varlığı |
| 7 | Sağlık Merkezlerine Yakınlık |
| 8 | Alışveriş Merkezlerine Yakınlık |
| 9 | Anayollara Yakınlık |
| 10 | Spor Merkezlerine Yakınlık |

Tablo 2. Yürünebilirlik kriterleri

| Sıra | Kriterler |
|------|---|
| 1 | Toplu Taşıma Sisteminde Entegrasyon |
| 2 | Park ve Yeşil Alanlara Yakınlık |
| 3 | Alışveriş Merkezlerine Yakınlık |
| 4 | Sağlık Merkezlerine Yakınlık |
| 5 | Kaldırım Varlığı |
| 6 | Kültür ve Eğlence Merkezlerine Yakınlık |
| 7 | Okullara Yakınlık |
| 8 | Bankalara Yakınlık |
| 9 | Eğim |
| 10 | Anayollara Yakınlık |

Tablo 3. Uygulamada kullanılan veri katmanları

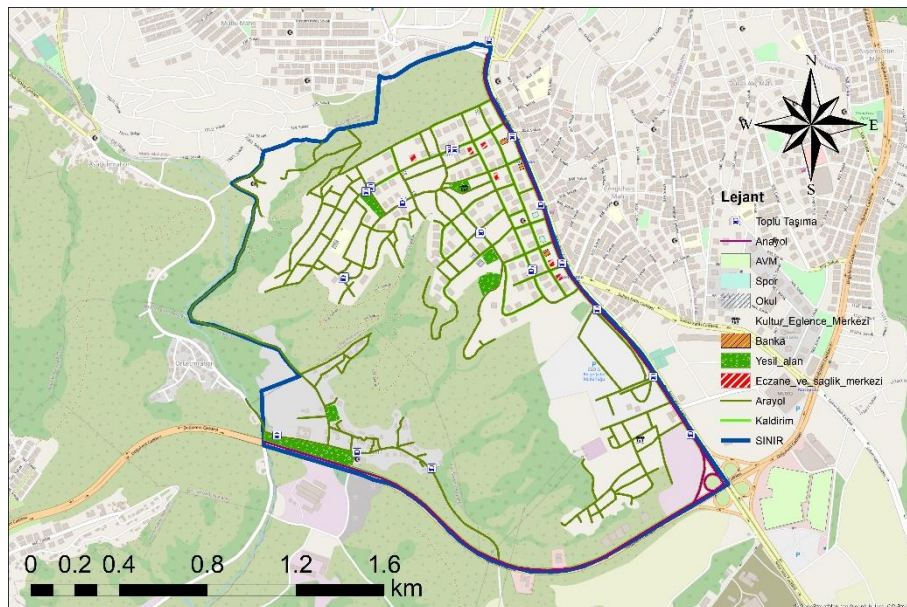
| Veri Katmanı | Veri Tipi |
|------------------------------|-----------|
| Mahalle Sınırı | Çizgi |
| Eğim | DEM |
| Okullar | Poligon |
| Otobüs Durakları | Nokta |
| Park ve Yeşil Alanlar | Poligon |
| Sağlık Merkezleri | Poligon |
| Alışveriş Merkezleri | Poligon |
| Spor Merkezleri | Poligon |
| Kültür ve Eğlence Merkezleri | Nokta |
| Bankalar | Poligon |
| Kaldırımlar | Çizgi |
| Anayollar | Çizgi |

2.3. Veri tabanı tasarımı

Çalışmada kullanılacak kriterler literatür taraması ile birlikte elde edildikten sonra ArcMap 10.3 yazılımı ve internet tabanlı servisler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bankalar, okullar, sağlık merkezleri, toplu taşıma durakları, spor merkezleri, kültür ve eğlence merkezleri, yeşil alanlar, kaldırımlar ve yollar ayrı veri katmanlarında Open Street Map ve Google Haritalar yardımıyla sayısallaştırılmıştır. Eğim kriterini analiz edebilmek için farklı internet tabanlı servisler kullanılmıştır. Çalışma alanının Sayısal Yükseklik Modeli NASA'ya ait açık kaynakların sunulduğu bir internet servisinden elde edilmiştir (NASA, 2022). ASTER veri setine ait DEM verisi, ArcMap yazılımına TUREF TM33 koordinat sisteminde yüklenerek eğim verisi elde edilmiştir. Çalışmanın ana konusu bisiklet yolu ve yürüyüş yolu yer seçiminin tespit amaçlı olarak analiz edilmesi olduğundan 30 m'lik ASTER verisi yeterli görülmüştür. Ancak ayrı ayrı güzergâhların seçilip bisiklet kullanımı için uygunluğunu tespit etmeyi hedefleyen çalışmalarda daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden elde edilecek yükseklik verisi kullanılmalıdır. Veri tabanı hazırlama sürecinin sonucunda, ihtiyaç duyulan tüm veriler nokta, çizgi, alan ve raster veri tipi olarak sayısallaştırılmış ve analizlerde kullanılmıştır (Şekil 3).

2.4. Analiz

Dünyada yaygın olarak kullanılan çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan AHP, alternatifleri ikili karşılaştırmalar yardımıyla sıralayıp analiz etmeye yarayan bir yöntemdir (Saaty ve Vargas, 2001; Yıldırım ve Yomralıoğlu, 2013; Durmaz, 2020). 25 kişinin katıldığı bir anket ile bisiklet ve yürüyüş yolu kriterlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Anket sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları ile ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur (Şekil 4). Böylece kriterler önem derecelerine göre bir sıraya yerleştirilmiştir. Anketlerin tutarlılık oranı (CR) hesaplanmış, CR değeri 0.10'dan küçük olduğu için matrisler tutarlı kabul edilmiştir.



Şekil 3. Verilerin konumları

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1 | 1 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
| 2 | 0.50 | 1 | 2.00 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 2 | 0.50 | 1 | 3.00 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 2.00 | 3.00 | 1.00 | 1.00 |
| 3 | 1.00 | 0.50 | 1 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 3 | 0.50 | 0.33 | 1 | 2.00 | 4.00 | 2.00 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 3.00 |
| 4 | 0.50 | 0.33 | 0.50 | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 4 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 | 2.00 |
| 5 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1 | 2.00 | 2.00 | 3.00 | 2.00 | 2.00 | 5 | 0.50 | 1.00 | 0.25 | 0.50 | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.00 | 1.00 |
| 6 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 6 | 0.50 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 1 | 1.00 | 1.00 | 3.00 | 2.00 |
| 7 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1 | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 7 | 1.00 | 0.50 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1 | 1.00 | 2.00 | 1.00 |
| 8 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.33 | 1.00 | 0.50 | 1 | 2.00 | 2.00 | 8 | 1.00 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 1 | 2.00 | 2.00 |
| 9 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 1 | 2.00 | 9 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.33 | 0.50 | 0.50 | 1 | 1.00 |
| 10 | 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 1 | 10 | 1.00 | 1.00 | 0.33 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 0.50 | 1.00 | 1 |

(a) (b)
Şekil 4. Bisiklet güzergahı (a) ve yürünebilirlik (b) için karar matrisleri

Tablo 4. Bisiklet yolunun AHP analizi (CR=0.055)

| Ana Kriterler | Alt Kriterler | Skor | Ağırlık | Öncelik sırası |
|---------------------------------------|---------------|------|---------|----------------|
| Eğim | <5% | 5 | 0.121 | 3 |
| | 5% - 10% | 4 | | |
| | 10% - 15% | 3 | | |
| | 15% - 20% | 2 | | |
| | >20% | 1 | | |
| Okullara Yakınlık | <300 | 2 | 0.150 | 1 |
| | 300 - 600 | 4 | | |
| | 600 - 900 | 5 | | |
| | 900 - 1200 | 3 | | |
| | 1200 - 1500 | 1 | | |
| Toplu Taşıma Sistemlerine Entegrasyon | <250 | 5 | 0.102 | 4 |
| | 250 - 500 | 4 | | |
| | 500 - 750 | 3 | | |
| | 750 - 1000 | 2 | | |
| | 1000 - 1250 | 1 | | |
| Park ve Yeşil Alanlara Yakınlık | <250 | 5 | 0.088 | 6 |
| | 250 - 500 | 4 | | |
| | 500 - 750 | 3 | | |
| | 750 - 1000 | 2 | | |
| | 1000 - 1250 | 1 | | |
| Bisiklet Yolunun Varlığı | 0 | 1 | 0.132 | 2 |
| | 1 | 5 | | |
| Bisikletler İçin Otopark Varlığı | 0 | 1 | 0.080 | 9 |
| | 1 | 5 | | |
| Sağlık Merkezlerine Yakınlık | <300 | 1 | 0.094 | 5 |
| | 300 - 600 | 3 | | |
| | 600 - 900 | 5 | | |
| | 900 - 1200 | 4 | | |
| | 1200 - 1500 | 2 | | |
| Alışveriş Merkezlerine Yakınlık | <500 | 2 | 0.085 | 7 |
| | 500 - 1000 | 4 | | |
| | 1000 - 1500 | 5 | | |
| | 1500 - 2000 | 3 | | |
| | 2000 - 2500 | 1 | | |
| Anayollara Yakınlık | <250 | 1 | 0.082 | 8 |
| | 250 - 500 | 3 | | |
| | 500 - 750 | 5 | | |
| | 750 - 1000 | 4 | | |
| | 1000 - 1250 | 2 | | |
| Spor Alanlarına Yakınlık | <250 | 5 | 0.065 | 10 |
| | 250 - 500 | 4 | | |
| | 500 - 750 | 3 | | |
| | 750 - 1000 | 2 | | |
| | 1000 - 1250 | 1 | | |

Tablo 5. Yürünebilir alanların belirlenmesinde kullanılan değerlendirme faktörleri (CR=0.084)

| Ana Kriterler | Alt Kriterler | Skor | Ağırlık | Öncelik sırası |
|---|---------------|------|---------|----------------|
| Toplu Taşıma Sistemlerine Entegrasyon | <250 | 5 | 0.146 | 3 |
| | 250 – 500 | 4 | | |
| | 500 – 750 | 3 | | |
| | 750 – 1000 | 2 | | |
| | 1000 – 1250 | 1 | | |
| Park ve Yeşil Alanlara Yakınlık | <250 | 5 | 0.147 | 2 |
| | 250 – 500 | 4 | | |
| | 500 – 750 | 3 | | |
| | 750 – 1000 | 2 | | |
| | 1000 – 1250 | 1 | | |
| Alışveriş Merkezlerine Yakınlık | <500 | 2 | 0.152 | 1 |
| | 500 – 1000 | 4 | | |
| | 1000 – 1500 | 5 | | |
| | 1500 – 2000 | 3 | | |
| | 2000 – 2500 | 1 | | |
| Sağlık Merkezlerine Yakınlık | <300 | 1 | 0.097 | 4 |
| | 300 – 600 | 3 | | |
| | 600 – 900 | 5 | | |
| | 900 – 1200 | 4 | | |
| | 1200 – 1500 | 2 | | |
| Kaldırım Varlığı | 0 | 1 | 0.084 | 5 |
| | 1 | 5 | | |
| Kültür ve Eğlence Merkezlerine Yakınlık | <500 | 5 | 0.082 | 7 |
| | 500 – 1000 | 4 | | |
| | 1000 – 1500 | 3 | | |
| | 1500 – 2000 | 2 | | |
| | 2000 – 2500 | 1 | | |
| Okullara Yakınlık | <300 | 2 | 0.076 | 8 |
| | 300 – 600 | 4 | | |
| | 600 – 900 | 5 | | |
| | 900 – 1200 | 3 | | |
| | 1200 – 1500 | 1 | | |
| Bankalara Yakınlık | <500 | 5 | 0.083 | 6 |
| | 500 – 1000 | 4 | | |
| | 1000 – 1500 | 3 | | |
| | 1500 – 2000 | 2 | | |
| | 2000 – 2500 | 1 | | |
| Eğim | <5% | 5 | 0.065 | 10 |
| | 5% – 10% | 4 | | |
| | 10% – 15% | 3 | | |
| | 15% – 20% | 2 | | |
| | >20% | 1 | | |
| Anayollara Yakınlık | <250 | 1 | 0.089 | 9 |
| | 250 – 500 | 3 | | |
| | 500 – 750 | 5 | | |
| | 750 – 1000 | 4 | | |
| | 1000 – 1250 | 2 | | |

Analiz ile beraber karar haritalarını elde etmek ve her bir kriter için çoklu tampon bölgeler oluşturulmuştur. Bu tampon bölgelerin kapsadığı alanlar alt kriter olarak belirlenmiştir. Oluşturulan bu tampon bölgeler raster veri setine dönüştürülmüş ve analiz raster veri tipi üzerinden gerçekleştirilmiştir. Elde edilen raster veriye yeniden sınıflandırma işlemi ile belirtilen puanlar atanmıştır (Tablo 4, 5). Alt kriterlere atanan puanlar önem derecelerini belirtmekte olup, 5 puan en istenen durumu ifade ederken 1 puan istenmeyen durumu ifade etmektedir.

Bu sayede hangi bölgelerin istenilen bölgeler olduğu tespit edilmiştir. Uygunluk haritalarının üretilmesi için raster hesaplama yöntemi (Raster Calculator) kullanılmıştır. Elde edilen uygunluk haritaları ile her bir kriterin AHP ağırlığı çarpılmış ve çıkan değerler

toplanarak karar haritaları elde edilmiştir. Bisiklet yolu ve yürünebilirlik için elde edilen haritalar 5 sınıfta değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

Ege Mahallesi için tasarımı yapılacak bisiklet ve yürüyüş yollarının AHP analizinde kullanılan bu 10 kriter için uygunluk haritaları elde edilmiştir. Tablo 4 ve 5'te her bir kriter için seçilen alt kriterler gösterilmiştir. Bisiklet ve yürüyüş yollarının bütünlük ilerlemesi uygun görülmüş olup her iki başlık için de belirlenen kriterlerin alt kriterleri ve bu kriterlere atanan puanlar aynı seçilmiştir. Böylece iki başlık altındaki ortak kriterler için sadece bir uygunluk haritası elde edilmiştir. Tüm uygunluk haritaları elde edildikten sonra raster

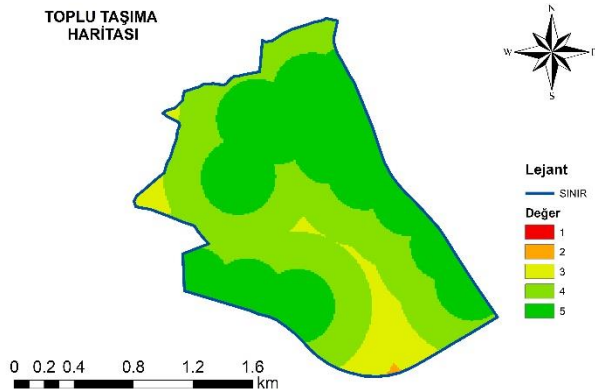
hesaplama yöntemi ile kriterlerin ağırlıklarına göre karar haritaları oluşturulmuştur.

3.1. Uygunluk Haritaları

3.1.1. Toplu Taşıma Sistemine Entegrasyon

Şehir içi ulaşımında en önemli alternatiflerden biri hiç şüphesiz toplu taşıma araçlarıdır. Bu nedenle, sürdürülebilir kentsel gelişim için eğitim hizmetleri, sağlık, rekreasyon alanları, toplu taşıma, sanayi alanları vb. yerlerin uygun konumu çok önemlidir (Telega ve ark., 2021). Cervero ve Kockelman (1997)'e göre ise yüksek binaların yoğunluğu, sokak tasarımı ve işlevsellik, araç kullanımını azaltır ve insanları yürüyüş ve bisiklet kullanmaya teşvik eder. Benzer bir çalışmada da toplu taşıma duraklarının sayısının artırılması yaya sayısının artmasını beraberinde getirmiştir (Pikora ve ark., 2003). Bu sayede yürüyüş ve bisiklet yollarının toplu taşıma hatları tarafından kullanılan güzergâhtan geçirilmesi, gerektiğinde insanlar tarafından yolculuğa toplu taşıma araçları tarafından devam edilmesine yahut özellikle yaşanan salgın şartları nedeniyle toplu taşıma araçlarının kalabalıklaşmasından hoşnut olmayan insanların bisiklet veya yürüyüş ile yolculuklarına devam etmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, raylı sistemlerde bisiklet dostu düzenlemeler yapıldığı için bisiklet kullanıcıları toplu taşıma araçlarını rahatlıkla kullanabilmektedir.

Çalışma alanında sadece toplu taşıma araçları kullanıldığından otobüs duraklarının sayısal verileri elde edilmiştir. Bu durakların yürüyüş veya bisiklet yolu kullanımı ile ilişkilendirilmesinde kent merkezlerinin konumları dikkate alınarak değerlendirilmeler yapılmıştır. Telega ve ark. (2021)'a göre, ulaşılabilir merkezlerin 800m-1,5km mesafede bulunması öngörülmüştür. Niğde'de bisiklet yolu tasarımı için yapılan bir çalışmada da bu mesafenin 300m ve altında olması gerektiği belirtilmiştir (Olgun, 2020). Çalışma alanı göz önüne alındığında bisiklet ve yürüyüş yolu güzergâhının toplu taşıma duraklarına olan mesafesinin 250 metre ve altında olması bu çalışmada daha uygun olduğu değerlendirilmiştir. Anket çalışmasından elde edilen bulgular da bu görüşü desteklemektedir. Yürünebilirlik için kriter ağırlığı %14,6 olarak hesaplanırken bu oran bisiklet yolu için %10,2 olarak hesaplanmıştır. Çalışma alanındaki otobüs duraklarının sayıca fazla olması güzergâh için uygun alanların geniş yer kaplamasını sağlamıştır.

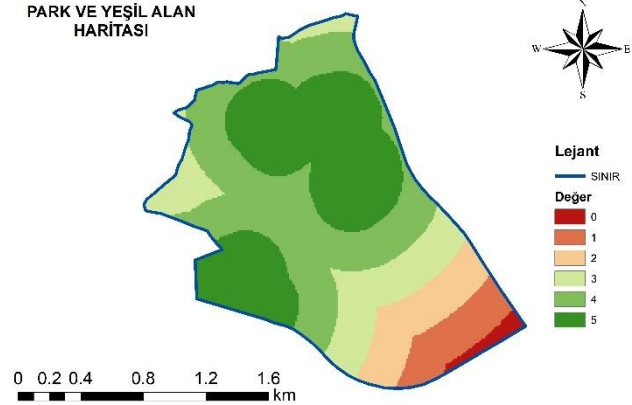


Şekil 5. Toplu taşıma sistemleri için uygunluk haritası

3.1.2. Park ve Yeşil Alanlara Yakınlık

Hem bisiklet hem de yürüyüş yolu tasarımı için park ve yeşil alanların varlığı ve bu alanlara olan yakınlık oldukça önemlidir. Ayrıca, yeşil alanların varlığının insanların bisiklet ve yürüyüş yolu güzergâhı kullanımını etkileyebileceği düşünülmektedir (Cervero ve Kockelman, 1997). Ek olarak, bisiklet kullanımının ulaşımında etkili bir yer edindiğini gösteren çalışmalarda yolların, arazi kullanım şeklinin (ticari, konut, kamusal alan vb.), nüfus yoğunluğunun, trafik yoğunluğunun ve açık ve yeşil alan varlığının bireylerin bisiklet kullanımını etkilediği ifade edilmiştir (Forsyth ve Krizek, 2011; Buehler ve Pucher, 2012; Willis ve ark., 2013).

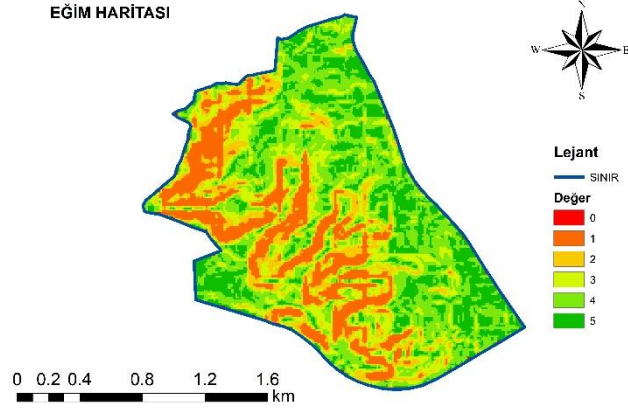
Bisiklet yolu için kriter ağırlığı %8,8 iken yürünebilirlik için bu oran %14,7'dir. Bilimsel çalışmalarda bisiklet yolu tasarımı için kullanılan tampon bölgeler 200 ve 300 metre aralıklarla oluşturulmaktadır (Olgun, 2020). Bu nedenle çalışma alanımız için 250 metre ve altındaki mesafelerin en ideal uzaklık olduğu tarafımızca kararlaştırılmıştır. Elde edilen uygunluk haritasından da anlaşılacağı üzere mahalle merkezinde birbirine yakın mesafede bulunan parklar ve çevreleri, bisiklet ve yürüyüş yolu güzergâhı için en uygun yerlerdir.



Şekil 6. Park ve yeşil alanlar için uygunluk haritası

3.1.3. Eğim

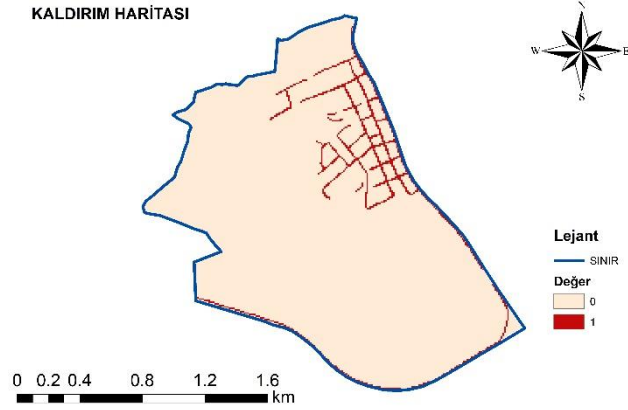
Eğim, yeryüzü üzerinde ulaşımı etkileyen önemli bir faktördür. Eğimin fazla olduğu bölgelerde yapıların inşası ve şehirlerin gelişimi yüzyıllardır karşılaşılan bir sorundur (El Kechebour, 2015). Sadece ulaşımında değil, yerleşimde de eğimin önemli bir unsur olduğu, taşkın riskinin artması ve buna bağlı olarak toprak kayması gibi afetlerin meydana gelmesinde büyük rol oynadığı bilinmektedir (Oğuz ve ark., 2022). Ege Mahallesinde eğimin kısa mesafelerde büyük değişimlere uğraması araçların yanında yürüyüş ve bisiklet kullanımını da oldukça olumsuz etkilemektedir. Bölgenin batı kesimlerinde eğim değerinin %15'in çok üstünde olduğu belirlenmiş ve bu nedenle konut yoğunluğunun da fazla olduğu ve eğimin %5'in altında olduğu yerler bisiklet ve yürüyüş yolları için uygun görülmüştür. Ülkemizde yapılan ulaşım çalışmaları eğimin düşük olmasının gerektiğini göstermektedir. Bisiklet yolları için anket sonuçlarına göre kriter ağırlığının %12,1 gibi önemli bir değere sahip olması da bu tespiti desteklemektedir (Olgun, 2020).



Şekil 7. Eğim için uygunluk haritası

3.1.4. Kaldırım Varlığı

Kaldırımların, bir yerleşim bölgesinin yaklaşık %30-45'ini kapladığı araştırmacılar tarafından ifade edilmektedir (Ma ve ark., 2019). Bu nedenle kamu kurumları tarafından kaldırımların bakımlarının düzenli olarak yaptırılması büyük önem arz etmektedir (Mariani ve ark., 2012). Bisiklet yolları ve yürüyüş yollarının beraber seyrettiği yerleşim yerlerinde kaldırım kalitesinin özellikle bisiklet kullanıcıları için önemlidir (Hsu ve Lin, 2011). Bu nedenle güzergahta kaldırım bulunması veya kaldırım inşa edilebilir alanların varlığı önemlidir. Ege Mahallesi'nde var olan kaldırım haritası, konut yoğunluğunun fazla olduğu yerleri göstermektedir. Sonuç olarak yolun geçeceği güzergahta kaldırımların olması zorunlu olduğu için kriter (5 puan) değerlendirmesi bu hususa göre yapılmıştır.



Şekil 8. Kaldırımlar için uygunluk haritası

3.1.5. Bisiklet Yolu ve Parkı Varlığı

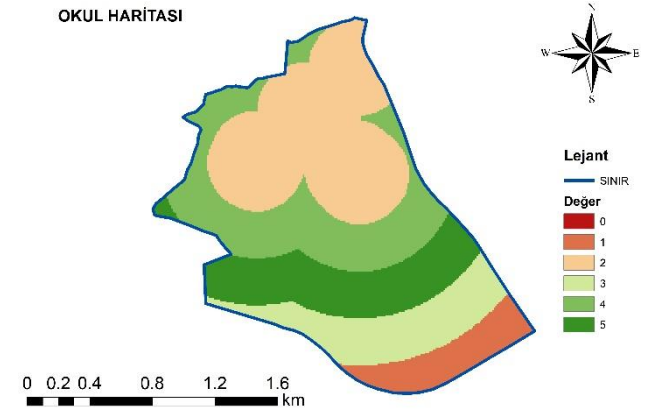
Dünya nüfusunun giderek artması, trafik yoğunluğunun artmasına ve ulaşım sorunlarına yol açmaktadır. Bu sebeple insanlar, çeşitli yerler arasında ulaşım, alışveriş ve turizm faaliyetleri için bisiklet kullanmaktadır (Karanikola ve ark., 2018). Bisikletin bir ulaşım aracı olarak sürdürülebilirliğini koruyabilmesi için gerekli bisiklet yolu altyapısının ve bisikletler için park alanının sağlanması gerekmektedir. Bisiklet altyapısının diğer ulaşım araçlarına kıyasla önemli ölçüde daha az alana ihtiyacı vardır ve daha ucuzdur (Pucher ve Buehler, 2008). Ayrıca bisiklet yolu altyapısı

sağlandıktan sonra, bisikletleri hırsızlıktan ve hava koşullarından güvenli bir şekilde saklamak için bisiklet park yeri çok önemlidir. Almanya'nın Münih kentinde, bisiklet kullanımını ölçmek üzerine yapılan bir çalışmada, bisiklet yolu varlığı ve bisikletler için park olanakları kriterleri ele alınmıştır (Keler ve ark., 2020). Şehir merkezlerinde, yaya trafiğinin yoğun olduğu sağlık kurumları, kamu hizmet binaları gibi yerlere bisiklet park yeri konulabilir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2015; 2019).

Çalışmada, bisiklet yolu ve parkı varlığı bir kriter olarak ele alınmıştır. Yapılan anket çalışmasında bisiklet yolunun varlığı %13,2 ile en önemli ikinci kriter olarak seçilmiştir. Bisikletler için otopark varlığı ise %8 ağırlığa sahiptir. Ege Mahallesi sınırları içerisinde bisiklet yolu ve bisikletler için otopark imkânı bulunmamaktadır. Bu nedenle bir uygunluk haritası elde edilememiştir.

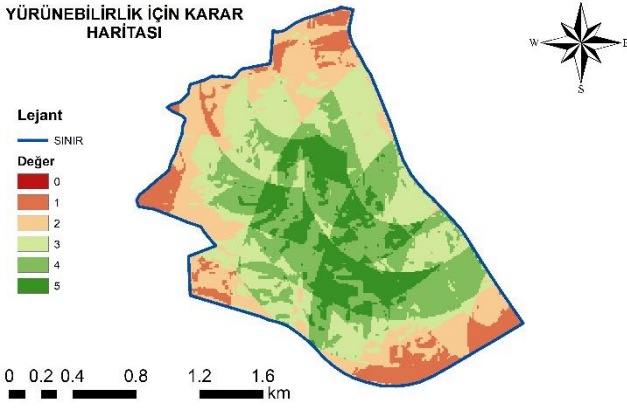
3.1.6. Okullara Yakınlık

Okulların bulunduğu yerler öğrenci ve öğretmenlerin okula güvenli, rahat ve kolay erişebilmesi için önemlidir (Uslu ve ark., 2017). Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayımlanan "İmar Planı Yapım ve Değişiklik Teklifleri İle Eğitim Alanlarında Arazi ve Arsa Düzenlemesi" konulu 2017/5 Sayılı Genelge 'de okul yer seçimleri için gerekli kriterler ve hususlar belirtilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2017). Okul yer seçimi problemi ulaşım imkânları, çevre kirliliği, altyapı imkânları gibi birçok kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektiren çok kriterli bir karar verme problemidir. Okullara ulaşım için kullanılan motorlu taşıtlar, trafiğe ve çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu nedenle, bisiklet ve yürüyüş yolu yer seçimi için okullara yakınlık önemli bir kriterdir.

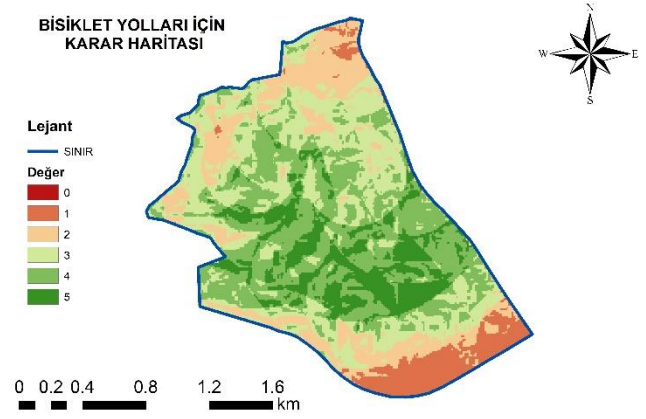


Şekil 9. Okullar için uygunluk haritası

Okullara yürümek veya okullara bisiklet ile erişmek okul çağındaki çocukların fiziksel faaliyetlerine katkı sağlamak için çok faydalı iki ulaşım aracıdır (Mehdizadeh ve ark., 2017). Öyle ki yapılan anket çalışmasında bisiklet yolu kriterleri için en fazla ağırlık okullara yakınlık kriterine verilmiştir. Ayrıca, genç yaşta insanları bisiklet kullanımına alıştırmak hem insan sağlığına hem de çevreye olumlu etki edecektir. ABD'nin Washington eyaletinde okullara ulaşım da yürünebilirlik analizi yapılan bir çalışmada (Lee ve ark., 2020), 400 metrelik tampon bölgeler kullanılmıştır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda ve Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği



Şekil 16. Yürünebilirlik için karar haritası



Şekil 17. Bisiklet yolları için karar haritası

4. Sonuçlar

Yürüyüş ve bisiklet kullanımı, sürdürülebilir bir kalkınma için büyük bir potansiyele sahiptir. Kente ait ulaşım politikalarının oluşturulmasında yönetimlerin bu kriterleri daha fazla dikkate alması önem arz etmektedir. Motorlu ulaşımın alternatifleri ve aynı zamanda tamamlayıcıları olan bu iki yöntem, iklim değişikliği, fosil yakıt bağımlılığı, çevre kirliliği, yaşlanan bir nüfus için hareketliliğin korunması için ciddi faydalar sağlayacaktır.

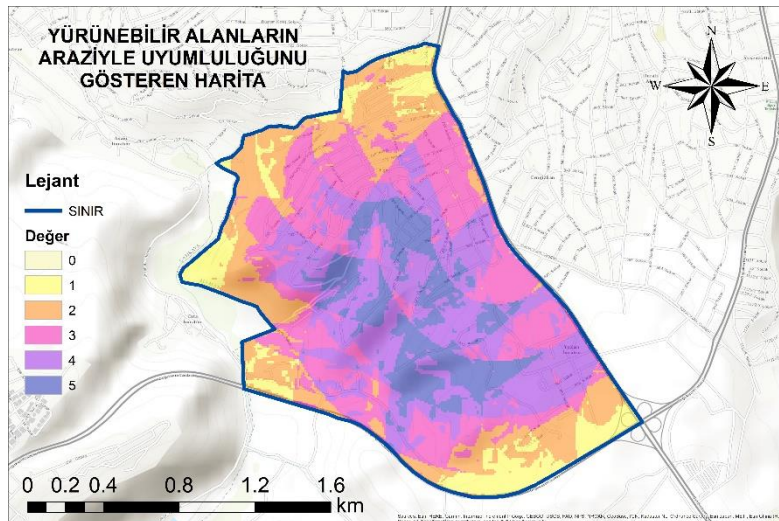
Bu çalışmada bisiklet yolu ve yürüyüş yolları için en uygun yer seçimi yapılmaya çalışılmıştır. Çalışma için gereken kriterler ülkemizde ve dünyadaki örnek çalışmalarından çıkarılmış olup, bir dizi yeni kriter de anket çalışmalarından elde edilmiştir.

Üretilen haritalara göre, en uygun alanlar genel olarak Ege mahallesinin merkezindedir. Bunun oluşmasında seçilen kriterlerin ağırlığı, alt kriterler ve okul, hastane, durak gibi yapıların konumları etkili olmuştur. Tespit edilen alanlar arasında seçim yapılması aşamasında özellikle kaldırım kalitesi, yol genişliği gibi saha özelliklerinin de değerlendirilmesi gerekecektir. Bunun için tasarım yapılmadan önce gerekli saha çalışmaları yapılmalıdır. AHP sonucuna göre yürünebilirlik için en önemli kriterin alışveriş merkezlerine yakınlık olduğu, bisiklet yolu tasarımı için ise en önemli kriterin okullara yakınlık olduğu tespit edilmiştir.

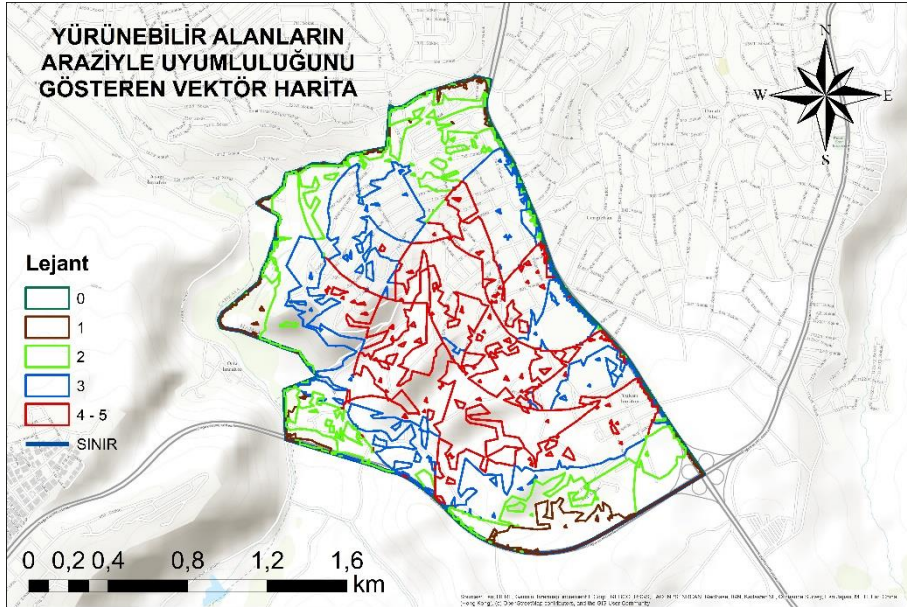
Çalışma sonucunda üretilen karar haritalarının çalışma alanı üzerindeki uygunluğu ve değerlendirilmesi Şekil 18-21’de gösterilmiştir. Buna göre, 5 puanlık alanlar yerleşim alanlarının içerisinde kalmakta ve imar planları noktasında gelişimini tamamlamıştır. Dolayısıyla yürünebilirlik kalitesi ve yaşanabilirlik bu alanda istenilen seviyededir. Fakat, 5 puanlık alanların uygun olmaması durumunda 4 puanlık olan daha az uygun alanların değerlendirilmesi gerekmektedir. 0 puanlık alanlarda ise hiçbir veri bulunmamaktadır. Çalışma alanındaki sınırlar genellikle 1 puanlık alanlardır. Bunun sebebi kriterlere uygunluğun bu alanlarda en az seviyede olmasıdır. Bu alanlarda ilgili kriterlerle yapılacak tasarımlar işlevsel olmayacaktır.

Çalışma alanında bisiklet yolu ve bisikletler için park alanı bulunmadığından bu iki kriter analize dahil edilmemiştir. Bölgedeki mevcut kaldırımların fiziki yetersizliğinin, yürünebilir alanların geliştirilmesinde büyük bir engel olduğu görülmüştür. Ek olarak, yol kenarlarına park edilen araçların motorsuz ulaşım olumsuz etki katabileceği göz önünde bulundurulmalı ve belirli yerlere otopark inşa edilmesi önerilmektedir.

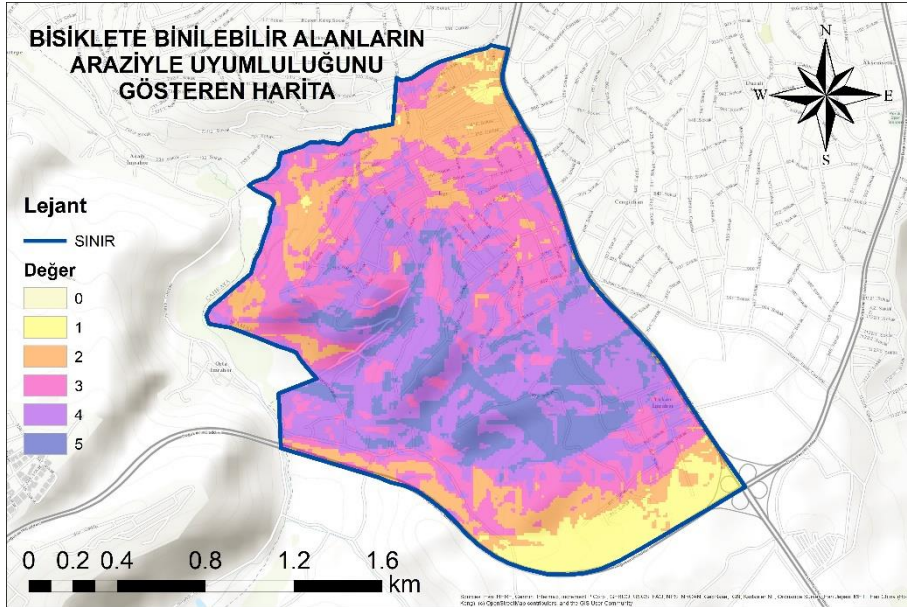
Sürdürülebilir ulaşımın önemli alternatiflerinden olan bisiklet ve yürüyüş için uygun alanların belirlendiği bu çalışma, gerçek alana uygulanabilir nitelikte olup harici birçok kriterin de sürece dâhil edilerek ve ilgili mühendislik yöntemlerinden faydalanarak mevcut ulaşım problemleri için farklı politikalar üretilmesine katkı sağlayacaktır.



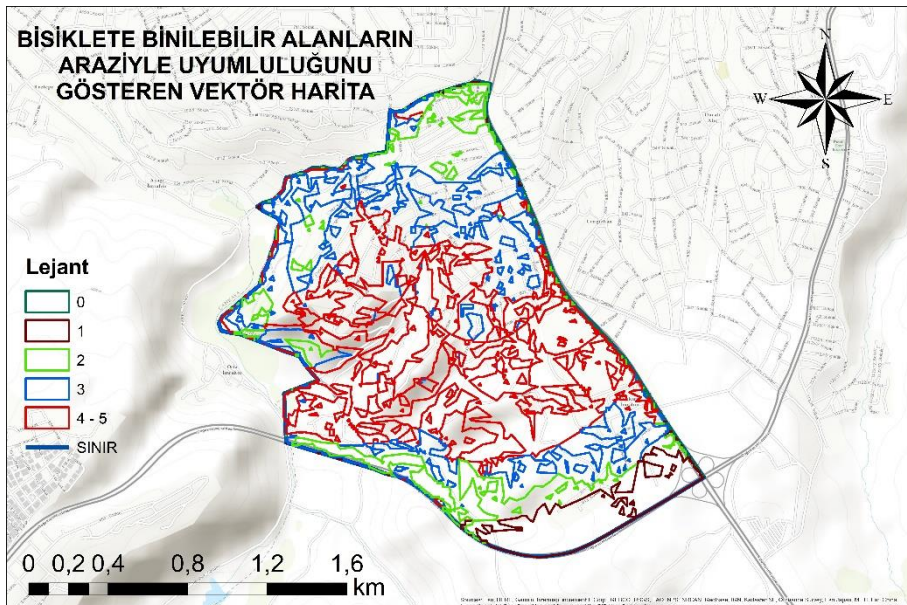
Şekil 18. Yürünebilir alanların araziyle uyumluluğu



Şekil 19. Yürünebilir alanların araziyle uyumluluğunun vektör (çizgi) gösterimi



Şekil 20. Bisiklete binilebilir alanların araziyle uyumluluğu



Şekil 21. Bisiklete binilebilir alanların araziyle uyumluluğunun vektör (çizgi) gösterimi

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu makale Hacettepe Üniversitesi Geomatik Mühendisliği bölümü lisans bitirme öğrencilerinin bitirme projesinden üretilmiştir.

Araştırmacıların katkı oranı

Muhammed Yusuf Akbaba, Göktan Atay: Literatür taraması, Arazi çalışması, Makale Yazımı; **Murat Başeğmez:** Modelleme; **Cevdet Coşkun Aydın:** Düzenleme

Çatışma Beyanı

Herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abbasi, M., & Pishvae, M. S. (2018). A two-stage GIS-based optimization model for the dry port location problem: a case study of Iran. *Journal of Industrial and Systems Engineering*, 11(1), 50-73.
- Akçam, E., & Karaçor, E. K. (2018). Sosyo-demografik yapı ve fiziksel çevre özelliklerinin yürünebilirlik algısı üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1364-1376.
- Akkar Ercan, M., & Belge, Z. S. (2016). Daha yaşanabilir kentler için mikro ölçek bir yürünebilirlik modeli. *METU JFA*, 231-265.
- Alexandrakis, J. (2021). Cycling towards sustainability: The transformative potential of urban design thinking in a sustainable living lab. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100269. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100269>
- Arca, D., & Çıtıröğlü, H. K. (2022). Güneş enerjisi santral (GES) yapım yerlerinin CBS dayalı çok kriterli karar analizi ile belirlenmesi: Karabük örneği. *Geomatik*, 7(1); 17-25. <https://doi.org/10.29128/geomatik.803200>
- Atasoy, H. (2022). Spor tarihine katkı: bisiklet sporu ve Konya'ya etkileri. *Tarihin Peşinde Uluslararası Tarih ve Sosyal Araştırmalar*, 65-75.
- Başeğmez, M., & Aydın, C. C. (2021a). The Covid-19 pandemic teaching modalities in Turkey: An evaluation of school gardens and classes. *Health Policy and Technology*, 10(3), 100546. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2021.100546>
- Başeğmez, M., & Aydın, C. C. (2021b). Türkiye'de COVID-19 sürecinde alınan önlemler bakımından okul bahçelerinin ve sınıflarının CBS ile değerlendirilmesi. *Geomatik*, 7 (3), 209-219. <https://doi.org/10.29128/geomatik.971403>
- Başeğmez, M., Taşdemir, İ., & Gül, Ç. (2017). Eğitim alanlarının yer seçim kriterlerinin belirlenmesinde yaşanan problemler ve çözüm önerileri. *TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 16. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, Ankara, pp. 188-194.
- Başeğmez, M., Yıldırım, V., & Bediroğlu, Ş. (2019). CBS ve AHP yöntemiyle en uygun okul yer seçimi analizi: Uşak- Merkez Örneği. *TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, Ankara, 122-132.

- Blečić, I., Cecchini, A., Congiu, T., Fancello, G., Trunfio, G. A. (2015). Evaluating walkability: a capability-wise planning and design support system. *International Journal of Geographical Information Science*, 29(8), 1350-1374.
- BM Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (1991). *Ortak geleceğimiz. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını*, Ankara.
- Brown, A. L., Fleming, K. L., & Safford, H. R. (2020). Prospects for a highly electric road transportation sector in the USA. *Current Sustainable/Renewable Energy Reports*, 84-93.
- Buehler, R., & Pucher, J. (2012). Cycling to work in 90 large american cities: new evidence on the role of bike paths and lanes. *Transportation*, 409-432.
- Castro, C., Muela, I., Doncel, P., & Garcia-Fernandez, P. (2020). Hazard perception and prediction test for walking, riding a bike and driving a car: "understanding of the global traffic situation". *PLoS One*, 15 (10), 238605. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238605>
- Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 199-219.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2014). *Mekansal planlar yapım yönetmeliği*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2014/06/20140614-2.htm>. Erişim Tarihi: 27 Haziran 2022
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2015). *Şehir içi yollarda bisiklet yolları, bisiklet istasyonları ve bisiklet park yerleri tasarımına ve yapımına dair yönetmelik*. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/11/20151103-1.htm>. Erişim Tarihi: 27 Haziran 2022
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2019). *Bisiklet yolları kılavuzu*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/meslek Hizmetler/haberler/b-s-klet-yolları-kilavuzu-23.12.2019-20191223102511.pdf>. Erişim Tarihi: 27 Haziran 2022
- D'Orso, G., & Migliere, M. (2019). A GIS-based method for evaluating the walkability of a pedestrian environment and prioritised investments. *Journal of Transport Geography*.
- Demir, Z. (2019). Mekânsal planlamanın fiziksel aktivite ve yürünebilirlik üzerine etkisi: Bursa cumhuriyet ve atatürk caddeleri. *Social Sciences Research Journal*, 115-124.
- Derek, J., & Sikora, M. (2019). Bicycle route planning using multiple criteria GIS analysis.
- Doluwera, G., Hahn, F., Bergerson, J., & Pruckner, M. (2020). A scenario-based study on the impacts of electric vehicles on energy consumption and sustainability in Alberta. *Applied Energy*.
- Durmaz, K. İ. (2020). Türkiye'deki düzey-1 bölgelerinin eğitim göstergeleri açısından çok kriterli karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 13, 1.
- Elbeyli, Ş. (2012). Kent içi ulaşımda bisikletin konumu ve şehirler için bisiklet ulaşımı planlaması: Sakarya örneği. *Istanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul

- Oregon (1995). Oregon bicycle plan, an element of the Oregon transportation plan. Oregon Bikeway/ Pedestrian Office, Salem, Oregon, USA. Publishing. http://www.oregon.gov/odot/hwy/bikeped/docs/or_bicycle_ped_plan.pdf. Erişim Tarihi: 12 Nisan 2022
- El Kechebour, B. (2015). Relation between stability of slope and the urban density: Case study. *Procedia Engineering*, 824-831.
- Ersoy, M. (2016). *Kentsel planlama ansiklopedik sözlük*. İstanbul: Ninova Yayıncılık.
- Eurostat (2015). Eurostat regional yearbook 2015. <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7018888/KS-HA-15-001-EN-N.pdf>.
- Fancello, G., Congiu, T., & Tsoukiàs, A. (2020). Mapping walkability. A subjective value theory approach. *Socio-Economic Planning Sciences*.
- Farkas, B., Wagner, D. J., Nettel-Aguirre, A., Friedenreich, C., & McCormack, G. R. (2019). A systematized literature review on the associations between neighborhood built characteristics and walking among Canadian adults. Canada: Government of Canada.
- Thomas, G. (2018). *The bicycle capitals of the world: Amsterdam and Copenhagen*. Fietsbraad Publication.
- Forsyth, A., & Krizek, K. (2011). Urban Design: Is there a Distinctive View from the Bicycle? *Journal of Urban Design*, 531-549.
- Fishman, E. (2016). Cycling as transport. *Transport Reviews*, 36, 1. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1114271>
- Güler, D., & Yomralioglu, T. (2021). Location evaluation of bicycle sharing system stations and cycling infrastructures with best worst method using GIS, *The Professional Geographer*, 73:3, 535-552
- Gossling, S., Humpe, A., Litman, T., & Metzler, D. (2019). Effects of perceived traffic risks, noise, and exhaust smells on bicyclist behaviour: an economic evaluation. *Sustainability*, 11 (2), 408. <https://doi.org/10.3390/su11020408>
- Gössling, S., & McRae, S. (2022). Subjectively safe cycling infrastructure: New insights for urban designs. *Journal of Transport Geography*, 101, 103340. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103340>
- Hiçyılmaz, E. (2012). 1912-2012 Türkiye'de bisikletlin yüzyıllık tarihi.
- Hsu, T. P., & Lin, Y. T. (2011). A model for planning a bicycle network with multi-criteria suitability evaluation using GIS. *WIT Transactions on Ecology and the Environment* (s. 243 - 252). Taiwan: WIT Press.
- Huang, Y., & Ye, G. (1995). Selecting bicycle commuting routes using GIS. *Berkeley Planning Journal*, 10(1).
- Hull, A., & O'Holleran, C. (2014). Bicycle infrastructure: can good design encourage cycling?. *Urban Plann. Transp. Res.*, 2 (1), 369-406.
- ITF (2012). *Pedestrian safety, urban space and health*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789282103654-en>. Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2022
- James, P. (2015). *Sustainability in theory and practice: Circles of sustainability*; routledge: London, UK,
- Kajosaari, A., Hasanzadeh, K., & Kytä, M. (2019). Residential dissonance and walking for transport. *Journal of Transport Geography*, 134-144.
- Kamran, K. V., & Khorrami, B. (2022). A fuzzy multi-criteria decision-making approach for the assessment of forest health applying hyper spectral imageries: A case study from Ramsar forest, North of Iran. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 7(3), 214-220. <https://doi.org/10.26833/ijeg.940166>
- Karanikola, P., Panagopoulos, T., Tampakis, S., & Tsantopoulos, G. (2018). Cycling as a smart and green mode of transport in small touristic cities.
- Keler, A., Schmiedlau, F., & Grigoropoulos, G. (2020). Evaluating bicycle traffic efficiency using bicycle traffic counts at sparse locations in cities-comparing NYC with Munich. In *Proceedings of the GIS/UK 2020-28th GIS Research UK Conference*, London, UK, 21-23 June 2020.
- Keler, A., & Grigoropoulos, G. (2021). The Munich bikeability index: a practical approach for measuring urban bikeability.
- Kenyon, A., & Pearce, J. (2019). The socio-spatial distribution of walkable environments in urban Scotland: A case study from Glasgow and Edinburgh. *SSM - Population Health*, 9, 100461.
- Kim, E. J., Kim, J., & Kim, H. (2020). Does environmental walkability matter? the role of walkable environment in active commuting. *International Journal of Environmental Research and Public Health*.
- Küçük, V., & Koç, H. (2004). Psiko-sosyal gelişim süreci içerisinde insan ve spor ilişkisi.
- Lee, S., Lee, C., Nam, J. W., Abbey-Lambertz, M., & Mendoza, J. A. (2020). School walkability index: Application of environmental audit tool and GIS. *Journal of Transport & Health*.
- Love, P., Villanueva, K., & Whitzman, C. (2019). Children's independent mobility: the role of school-based social capital. *Children's Geographies*, 2020, 18(3), 253-268. <https://doi.org/10.1080/14733285.2019.1634244>
- Ma, T., Yang, H., Gu, W., Li, Z., & Yan, S. (2019). Development of walkable photovoltaic floor tiles used for pavement. *Energy Conversion and Management*, 764-771.
- Mariani, M., Bianchini, A., & Bandini, P. (2012). Normalized truncated Levy walk applied to flexible pavement performance. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 1-8.
- Mehdizadeh, M., Mamdoohi, A., & Nordfjaern, T. (2017). Walking time to school, children's active school travel and their related factors. *Journal of Transport and Health*, 313-326.
- Milakis, D., & Athanasopoulos, K. (2014). What about people in cycle network planning? Applying participative multi-criteria GIS analysis in the case of the Athens metropolitan cycle network. *Journal of Transport Geography*, 35, 120-129.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2017). İmar planı yapım ve değişiklik teklifleri ile eğitim alanlarında arazi ve arsa düzenlemesi konulu 2017/5 sayılı genelge. <https://iegm.meb.gov.tr/www/quotimar-plani-yapim-ve-degisiklik-teklifleri-ile-egitim-alanlarinda-arazi-ve-arsa-duzenlemesi-quot-konulu-20175-sayili-genelge-yayimlanmistir/icerik/351>. Erişim Tarihi: 22 Nisan 2022

- NASA (2022). Advanced spaceborne thermal emission and reflection radiometer (aster) global digital elevation model. <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>. Erişim Tarihi: 28 Haziran 2022.
- OECD/International Transport Forum (2013). Cycling, health and safety, OECD Publishing/ITF. <http://dx.doi.org/10.1787/9789282105955-en>. Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2022
- Oğuz, E., Oğuz, K., & Öztürk, K. (2022). Düzce bölgesi taşkın duyarlılık alanlarının belirlenmesi. *Geomatik*, 7(3), 220-234.
- Olgun, R. (2020). Sustainable bicycle path planning for medium-sized cities by using gis-based multicriteria decision-making analysis: a case study from turkey. *Turkish Journal of Science & Technology*, 19-28.
- Özkan, S., Senol, F., & Ozcam, Z. (2020). Bicycle route infrastructure planning using GIS in an urban area: the case of Izmir.
- Pawlak, M. M. C., & Pabich, M. (2020). Walkability – the New urbanism principle for urban regeneration. *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, <https://doi.org/10.1080/17549175.2020.1834435>
- Pikora, T., Giles-Corti, B., Bull, F., Jamrozik, K., & Donovan, R. (2003). Developing a framework for assessment of the environmental determinants of walking and cycling. *Soc. Sci. Med.*, 1693-703.
- Pucher, J., & Buehler, R. (2008). Making cycling irresistible: Lessons from the Netherlands, Denmark and Germany.
- Raad, N. G., Rajendran, S., & Salimi, S. (2022). A novel three-stage fuzzy GIS-MCDA approach to the dry port site selection problem: A case study of Shahid Rajaei Port in Iran. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108112.
- Rodriguez, D. A., & Joo, J. (2004). The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(2), 151-173.
- Rybarczyk, G., & Wu, C. (2010). Bicycle facility planning using GIS and multi-criteria decision analysis.
- Saaty, T. L., & Vargas, L. G. (2001). Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process. Springer Science & Business Media, New York, 346 s.
- Şentürk, E., & Erener, A. (2017). Determination of temporary shelter areas in natural disasters by gis: A case study, Gölcük/Turkey. *International Journal of Engineering and Geosciences*, 2 (3), 84-90. <https://doi.org/10.26833/ijeg.317314>
- Telega, A., Telega, I., & Bieda, A. (2021). Measuring walkability with gis—methods overview and new approach proposal. *Sustainability*.
- Terh, S. i., & Cao, K. (2018). GIS-MCDA based cycling paths planning: a case study in Singapore.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2022). <https://www.tuik.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 28 Haziran 2022.
- Urfalı, T., & Eymen, A. (2021). CBS ve AHP yöntemi yardımıyla Kayseri İli Örneğinde rüzgâr enerji santrallerinin yer seçimi. *Geomatik*, 6(3); 227-237. <https://doi.org/10.29128/geomatik.772453>
- Uslu, A., Kızıloğlu, K., İşleyen, S. K., & Kahya, E. (2017). Okul yeri seçiminde coğrafi bilgi sistemine dayalı AHP-TOPSIS yaklaşımı: Ankara ili örneği. *Politeknik Dergisi*, 933-943.
- Wendel-Vos, G. C., Schuit, A. J., De Niet, R., Boshuizen, H. C., Saris, W. H., Kromhout, D. A. A. N. (2004). Factors of the physical environment associated with walking and bicycling. *Medicine and science in sports and exercise*, 36(4), 725-730.
- Willis, D. P., Manaugh, K., & El-Geneidy, A. (2013). Uniquely satisfied: Exploring cyclist satisfaction. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 136-147.
- Winters, M., Babul, S., Becker, H. J., Brubacher, J. R., Chipman, M., Cripton, P., & Teschke, K. (2012). Safe cycling: how do risk perceptions compare with observed risk?. *Can. J. Public Health*, 103 (3), 42-47.
- Wu, X., Freese, D., Cabrera, A., & Kitch, W. A. (2015). Electric vehicles' energy consumption measurement and estimation. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 52-67.
- Yalçın, C., & Yüce, M. (2020). Burdur'da Güneş Enerjisi Santrali (GES) Yatırımına Uygun Alanların CBS Tabanlı AHP Yöntemiyle Tespiti. *Geomatik*, 5(1), 36-46. <https://doi.org/10.29128/geomatik.561962>
- Yıldırım, V., & Yomraloğlu, T. (2013). Coğrafi bilgi sistemleri ile çizgisel mühendislik yapılarında güzergâh optimizasyonu: doğalgaz iletim hattı örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13,1, 1-10.

