

Bisiklet Yolu Güzergâhlarının AHY ile Kullanıcı Odaklı Olarak Belirlenmesi (User-Oriented Bicycle Route Determination by using AHP)

Gizem KÜÇÜKPEHLİVAN¹, Ahmet Özgür DOĞRU²

¹İzmir Kemal Paşa Belediyesi, 35000, Kemalpaşa, İzmir

²İTÜ İnşaat Fakültesi Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul

gizemkucukpehlivan@gmail.com

ÖZ

Yapılan çalışmanın amacı çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirleme modeli oluşturmaktır. Bu amaç doğrultusunda öncelikle bisiklet yolu güzergâhı belirlenmesini etkileyen faktörler; fiziksel, çevresel ve görsel faktörler olarak sınıflandırılmıştır. Oluşturulan senaryolar doğrultusunda, bu ölçütlerin bisiklet yolu tasarımını hangi ölçüde etkileyeceği Analitik Hiyerarşi Yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. CBS ortamında uygulanan model kullanılarak Bursa İli Nilüfer İlçesinin bir kısmını kapsayan çalışma bölgesi için bisiklet yolu güzergâhları belirlenmiştir. Bu kapsamda sırasıyla fiziksel ve çevresel ölçütlerin diğer ölçütlere göre daha önemli olduğu iki farklı senaryo belirlenmiştir. Güzergâhlar incelendiğinde; fiziksel ölçütün ağırlıklı dikkate alındığı senaryoda belirlenen güzergâhların yol genişliklerinin, eğimin ve yolların fiziksel koşullarının uygun olduğu yerlerden geçtiği gözlemlenmiştir. Çevresel ölçütlerin önemli olduğu senaryoda ise güzergâhların kullanıcı yoğunluğunun fazla olduğu, kamusal alanlar, ticaret alanları ve yeşil alanların bulunduğu yerlerden geçtiği gözlemlenmiştir. Bu sonuca göre oluşturulan modelin verimli bir şekilde çalıştığı değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: Bisiklet yolu, coğrafi bilgi sistemleri, çok ölçütlü karar verme yöntemleri, analitik hiyerarşi yöntemi (AHY)

ABSTRACT

The main goal of this study is to design and implement a user-oriented model for planning bicycle routes based on multi-criteria decision making method. In this context, firstly, criteria for planning bicycle roads were identified and considered as physical, environmental and visual aspects. Secondly, hierarchy of identified criteria was established by the use of analytical hierarchy process method. The model were implemented in GIS environment and run using sample data of study area representing a part of Nilüfer district in Bursa. Two different scenarios were used in implementation. The first scenario considered the physical criteria as most important factor while environmental criteria were assigned as the most important factor in the second scenario. When output bicycle routes were examined, it is outlined that routes determined in first scenario were mostly cover the wider roads with better physical conditions and routes of second scenario selected as the roads surrounded with public and green areas as parks. This result confirmed the efficiency of implemented model.

Keywords: Bicycle route, GIS, multi criteria decision making, analytic hierarchy process

1. GİRİŞ

Bisiklet; iki tekerlekli, motorsuz, yakıt kullanmadan sürücünün mekanik gücü ile pedal yardımıyla ilerleyen bir ulaşım aracıdır (TS 9826, TSE1992). 1600'lü yılların ilk yarısında patenti alınmış olan bisiklet bir oyun aracı olarak üretilmiş olup ulaşım aracı olarak kullanımı konusunda Amerika Birleşik Devletleri (ABS) ve Avrupa ülkelerinde motorlu taşıtların üretilmesinden sonra farklı süreçler izlenmiştir. ABD'de motorlu taşıt ve bisiklet kullanımı bir arada görülmeden hızla motorlu taşıt kullanımına geçilirken, Avrupa ülkelerinde uzun yıllar karma kullanımı devam etmiştir. Türkiye'de bir spor aracı olarak bisiklet kullanımı 1890 yılında Fenerbahçe Spor Kulübü aracılığıyla gerçekleşmiş, bir ulaşım aracı olarak etkin kullanımı ise gerekli önemin verilmemesi ve altyapı yetersizliği nedeni ile hala istenilen seviyeye ulaşamamıştır (Çalışkan, 2013).

Günümüzde temiz ulaşımın en temel araçlarından biri olarak özellikle birçok Avrupa ülkesinde yaygın bir şekilde kullanılan bisikletin ülkemizde de bir ulaşım aracı olarak kullanımı için öncelikle güvenli ulaşım için gerekli altyapının hazırlanması gerekmektedir. Bu kapsamda atılması gereken en önemli adım kentlerde bisiklet yollarının belirlenmesi ve inşa edilmesidir.

Bisikletle güvenli bir şekilde gezmek, seyahat etmek ve diğer bisiklet kullanım amaçları için sağlanması gereken bütün alt ve üst yapı donanımlarına bisiklet yolu denmektedir. Bisiklet yollarının tipleri konusunda pek çok sınıflandırma olmasına rağmen tüm bu sınıfları; karışık trafikte bisiklet yolları, motorlu taşıt ve yayalardan tamamen ayrılmış olan tam ayrımlı bisiklet yolları ve kısmi ayrımlı bisiklet yolları olarak üç ana başlıkta toplamak mümkündür. Tam ayrımlı sınıfta bisiklet yolları, bisiklet bulvarları; kısmi ayrımda bisiklet şeritleri ve banket bisiklet yolları bulunurken karışık trafik olarak adlandırılan sınıfta genişletilmiş trafik şeritleri ve karışık trafikte bisiklet vardır (Uz, 2004; Karaşahin, vd., 2011). Söz konusu bisiklet yollarının tamamında bisikletin fiziksel ve kullanım güvenliği için gerekli olan minimum boyut ve ölçüler göz önünde bulundurularak tasarım kriterleri belirlenmiştir. Bir bisikletin güvenli kullanımı için gerekli olan

Yöntemidir (AHY). AHY, karmaşık karar problemlerinin analizleri için Thomas L. Saaty tarafından ilk olarak 1970'li yıllarda ortaya konmuş olup, problemi amaç, ölçütler, alt ölçütler ve seçenekler düzeyinde hiyerarşik olarak modelleyen, çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir (Saaty, 1980). Yöntemde oluşturulan hiyerarşi; genel amaç, ölçütler ve seçenekler olarak üç ana bölümde özetlenebilir (Saaty, 1980; Öztürk vd., 2010). Mekansal veriler için seçenekler katmanlar olarak düşünülebilir ve bu katmanlar vektör veri yapısında nokta, çizgi ve poligonlarla, raster veri yapısında ise piksellerle ifade edilir (Yılmaz, 2014). AHY'nin temel uygulama adımları hiyerarşinin kurulması, ikili karşılaştırmaların yapılarak tutarlılık oranlarının belirlenmesi ve bu oranları dikkate alarak en uygun kararın verilmesi olarak özetlenebilir (Saaty, 1980; Yılmaz, 1999, Küçükpehlivan, 2015).

Ülkemizde ve dünyada birçok araştırmacı tarafından AHY kullanılarak CBS uygulamaları geliştirilmiştir. Bu yaklaşım karar verme süreçleri için benimsenen ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Erden, vd., 2003; Marinoni, 2004; Malczewski, 2006; Erden, vd., 2011; Ozturk, vd., 2011; Yıldırım, vd., 2013; Toraman, vd., 2014).

Bu çalışmanın amacı çok ölçütlü karar verme yöntemleri ile kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirleme modelinin CBS destekli olarak oluşturulması ve uygulanmasıdır. Çalışma kapsamında elde edilen verilerin amaca uygun düzenlenip sentezlenmesinde Coğrafi Bilgi Sistemlerinden faydalanılmış ve kriterlerin hesaplanmasında çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden analitik hiyerarşi yöntemi kullanılarak modele dahil edilmiştir.

2. VERİ VE YÖNTEM

Bu çalışma, AHY kullanarak bisiklet yolu güzergâhı belirlemek amacıyla;

- Model Tasarlama,
- Model Uygulama,
- Model Çalıştırma,
- Sonuçları Değerlendirme

aşamalarından oluşmuştur.

Tasarlanan modelin uygulaması ArcGIS 10.2 yazılımı ve Model Builder eklentisi kullanılarak gerçekleştirilmiş olup; Bursa İl'inin Nilüfer ilçesinde bulunan Karaman, İhsaniye, Esentepe, Barış, Cumhuriyet ve Ataevler mahallelerini kapsayan uygulama alanı verileri kullanılarak çalıştırılmıştır. Söz konusu veriler temelde çalışma bölgesine ait imar planı verileridir. Vektör yapıdaki bu veriler yollar ve yapı adalarını içermektedir. Çalışma kapsamında ayrıca bir metre aralıklı yükseklik eğrileri verisi kullanılarak önce düzensiz üçgen ağları oluşturulmuş daha sonra da bu veriden sayısal yükseklik modeli üretilmiştir. Yapı adaları verisinin özniteliklerinden; arazi kullanım, kat yükseklikleri, kullanıcı yoğunluğu, metro durakları; yol verisinin özniteliklerinden ise yol genişlikleri elde edilmektedir. Modelin temel ölçütlerden biri olan boyuna eğim verisi yol parçaları için sayısal yükseklik modeli kullanılarak üretilmiştir.

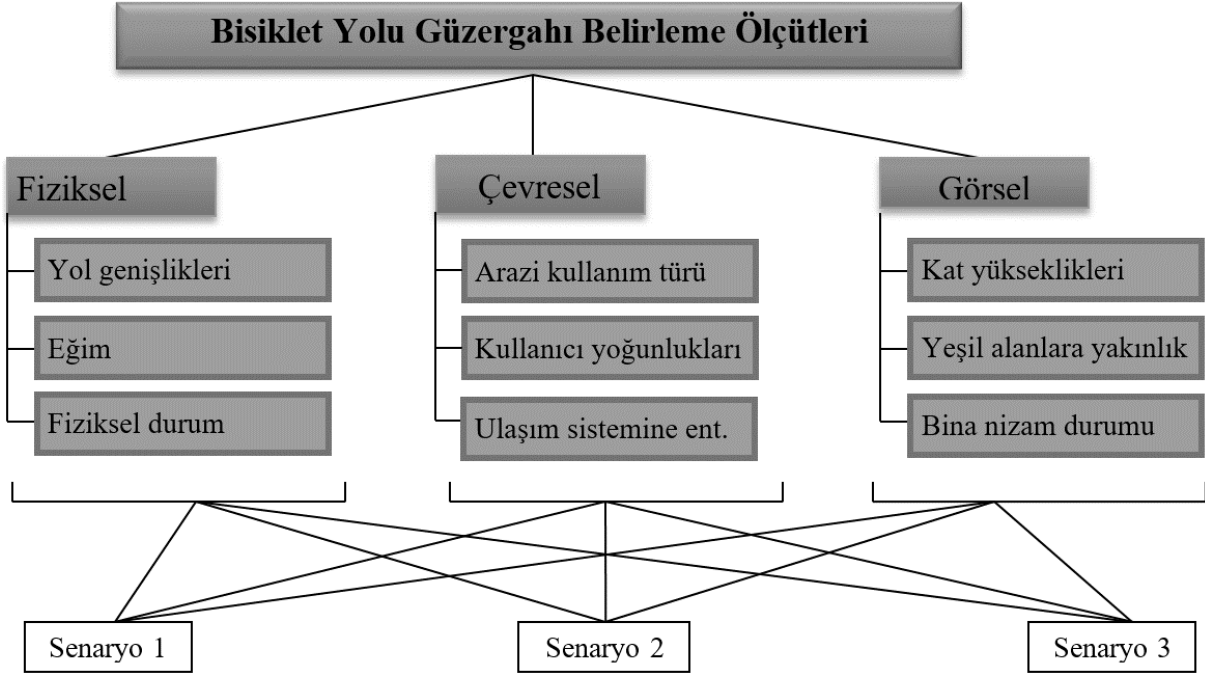
a. Modelin Tasarlaması

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen model için öncelikle aşağıdaki temel varsayımlarda bulunulmuştur:

- Belirlenen bisiklet yolu için yol genişliğinin minimum 12 metre olması gerekmektedir.
- Çalışma kapsamında trafik yoğunluğu yol genişlikleriyle ilişkili olarak düşünülmüş yol genişlikleri arttıkça trafik yoğunluğunun artacağı varsayılmıştır. Trafik akış hızı değerlendirmeye katılmamaktadır.
- Çalışma kapsamında, oluşturulacak bisiklet yolunun mevcut ulaşım sistemleriyle entegrasyonunun değerlendirilmesi, metro duraklarına uzaklığı dikkate alınarak hesaplanmaktadır.

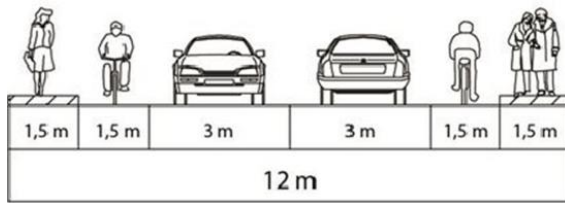
Varsayımların belirlenmesinin ardından model tasarlama sürecinin önemli adımlarından biri karar verme sırasında dikkate alınacak ölçütlerin belirlenmesidir. Bu süreçte yapılan kapsamlı kaynak taramasının sonucunda uygulanabilirliği de dikkate alarak fiziksel, çevresel ve görsel ölçütler belirlenmiştir (bkz. Şekil 2).

Fiziksel ölçütler yolun fiziki koşullarının; çevresel ölçütler kullanıcı sayısının, kullanım türü farklılıklarının, belirlenecek güzergâhın ulaşım sistemi ile bağlantısının; görsel ölçütler ise kullanıcının sürüş kalitesini, güvende hissetmesini ve çevresinde bulunan öğelerle ilişkisinin modele olan etkisini belirlemektedir. Fiziksel ölçütler ana başlığı altında eğim, yol genişlikleri ve yolun fiziki



Şekil 2. Ölçütlerin hiyerarşik gösterimi.

durumu dikkate alınmıştır. Şekil 3'de yola ilişkin genişlikler belirtilmiştir. Boyuna eğim ise %5 sınır değer belirlenerek çalışma içerisinde sınıflandırılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Modelde ayrıca, yol yüzeyinin kaplama türünün uygunluğuna göre puanlama yapılmaktadır. Çalışma kapsamında belirlenen çevresel ölçütler arazi kullanımı, kullanıcı yoğunluğu ve ulaşım sistemine entegrasyon olarak belirlenmiştir. Kullanıcı yoğunlukları, konut alanlarında yaşayan kişi sayısı, diğer arazi kullanım türlerinde ise çalışan sayısının hesaplanıp alana bölünmesi ile bulunmaktadır. Ulaşım sistemine entegrasyonda ise bisiklet yolunun toplu taşıma ağı durak noktalarına uzaklıkları dikkate alınmıştır. Görsel ölçütler ana başlığı altında kat yükseklikleri, bina nizam durumu ve yeşil alanlara yakınlık ölçütleri belirlenmiştir.



Şekil 3. Modelde uygulanan bisiklet yolu kesiti boyutları.

Model tasarlama sürecinin en temel adımlarından biri hiç kuşkusuz belirlenen ölçütler arasındaki analitik hiyerarşinin kurulmasıdır.

Çalışma kapsamında belirlenen ölçütler dikkate alınarak Şekil 2'de gösterilen hiyerarşi belirlenmiştir. Ölçütlerin amaca uygun olarak belirlenmesi ve kendi içlerindeki hiyerarşinin kurulmasının ardından bu ölçütlerin birbirlerine görece önemleri ikili karşılaştırma matrisleri ile hesaplanmıştır. Ölçüt ağırlıklarının belirlendiği bu yöntemde ağırlıklar doğrudan atama ile değil matristeki ölçüt çiftlerinin karşılaştırılması ile öz vektörden üretilen en uygun ağırlık kümesinin oluşturulması ile elde edilir (Saaty, 1980). Yöntemde iki ayrı elemana yönelik tercihleri ölçeklendirirken ölçütlerin önemini sayısal olarak ifade etmek için 9 birimlik ölçek esas alınır. Bu ölçekte: 1, 3, 5, 7 ve 9 değerleri sırasıyla; eşit olarak tercih edilme, biraz tercih edilme, tercih edilme, kuvvetle tercih edilme ve kesinlikle tercih edilmeyi ifade ederken 2,4,6 ve 8 değerleri ara değerler olarak kullanılmaktadır (Öztürk, vd., 2010).

İkili karşılaştırma matrisi oluşturulurken terslik (reciprocal) kuralı uygulanmıştır. Bu kapsamda Şekil 4'de gösterildiği gibi bir ölçütün ikinci ölçüte göre 9 birimlik ölçek kullanılarak belirlenen önemi a_{ij} ise ikinci ölçütün birinci ölçüte göre önemi a_{ji} , $1/a_{ij}$ şeklinde hesaplanmıştır. İkili karşılaştırma matrisinin her bir elemanı sütun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş ve her bir satırın aritmetik ortalaması hesaplanarak ağırlıklar belirlenmiştir. İkili karşılaştırma matrisi elde edilen ağırlık vektörü ile çarpılarak ağırlıklandırılmış toplam vektör hesaplanmıştır. Buradan hareketle

tutarlılık oranı ve tutarlılık indeksi belirlenerek yapılan karşılaştırmalar sonucunda ağırlık vektörü üretilmiştir.

	A	B	C	D	E
1	Ölçüt	a_1	a_2	a_3	a_n
2	a_1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{1n}
3	a_2	$1/a_{21}$	a_{22}	a_{23}	a_{2n}
4	a_3	$1/a_{31}$	$1/a_{32}$	a_{33}	a_{3n}
5	a_n	$1/a_{n1}$	$1/a_{n2}$	$1/a_{n3}$	a_{nn}

Şekil 4. İkili karşılaştırmalar matrisi.

Elde edilen ağırlık vektörü kullanılarak tutarlılık oranı Formül 1'deki gibi hesaplanmıştır. Formülde TO tutarlık oranını temsil ederken, Tİ ve Rİ sırasıyla tutarlılık indeksi ve rastgele indeksini temsil etmektedir ve rasgele olarak üretilmiş ikili karşılaştırmalar matrislerinin ortalama tutarlılık indeksini ifade eder. Rİ değerleri karşılaştırılan elemanların sayısına (n) bağlı olarak değişiklik gösterir (Saaty, 1980; Malczewski, 1999). Tablo 2'de Saaty (1980) tarafından belirlenen eleman sayısına bağlı olarak Rİ değerleri değişimi gösterilmiştir.

$$TO = \frac{Tİ}{Rİ} \quad (1)$$

Tablo 2. Rastgele indeks değerleri. (Saaty, 1980)

n	Rİ	n	Rİ
1	0.00	6	1.24
2	0.00	7	1.32
3	0.58	8	1.41
4	0.90	9	1.45
5	1.12	10	1.49

Tutarlılık indeksi hesabında Formül 2 kullanılmıştır. Bu formülde λ_{max} ağırlık vektöründen elde edilen maksimum özdeğeri temsil eder ve ağırlıklar toplamının eleman sayısına oranı şeklinde hesaplanır. Formülde geçen (n) ise ölçüt sayısıdır.

$$Tİ = \frac{(\lambda_{max} - n)}{(n-1)} \quad (2)$$

AHP'de ölçütlerin tahmini ağırlıkları belirlendikten sonra tutarlılıklarının hesaplanması, karar verici tarafından verilen değerlerin doğruluğunun kontrol edilmesidir. Tam bir tutarlılığın elde edilmesi zor olduğundan belirli bir aralıkta tutarlılık değerine uyum sağlamış olması verilen değerlerin kabul edilebilir olduğunu gösterir. Yapılan hesaplamalar sonucu tutarlılık 0,1'den düşük çıkması durumda oran kabul edilir ve ağırlıklar belirlenmiş olur. Oluşturulan

hiyerarşideki tüm katmanlar için aynı uygulama tekrarlanır.

b. Modelin Uygulanması

Çalışma kapsamında oluşturulan model ArcGIS yazılımı kullanılarak uygulanmıştır. Bu amaçla ilk olarak imar planındaki yapı adaları, yol orta çizgilerinden çoklu doğrular çizilerek oluşturulan CAD formatındaki yol verileri ve nokta veri formatındaki metro durakları CBS yazılımına aktarılmıştır. Daha sonra çizgisel veri olarak aktarılan yol verisine yeni öznitelik sütunları oluşturularak fiziksel koşullar ve yol genişliklerine dair öznitelik bilgileri CBS analiz özellikleri kullanılarak yol öznitelik tablosuna atanmıştır. İş akışı kapsamında tanımlanan tüm adımlar Model Builder eklentisi kullanılarak bütünleşik olarak çalışan bisiklet yolu güzergâhı belirleme modeli oluşturulmuştur.

c. Modelin Çalıştırılması

Uygulaması gerçekleştirilen model çalışma bölgesine ilişkin temel veriler kullanılarak çalıştırılmış ve modelin elverişliliği sayesinde aynı başlangıç ve bitiş noktasına sahip iki farklı senaryo oluşturulmuştur. Belirlenen ilk senaryoya göre yolun fiziksel ölçütlerinin diğer ölçütlere göre daha önemli olduğu bir güzergâh belirlenirken ikinci senaryoda yolun çevresel ölçütlerinin diğer ölçütlere göre daha önemli olduğu bir güzergâh belirlenmiştir. Yani ilk senaryoda bisiklet yolunun inşaatını kolaylaştıracak etmenler ön planda tutulurken ikinci senaryoda belirlenen güzergâhın kullanıcı odaklı olması planlanmıştır. Aynı senaryolar alanın doğu-batı ve kuzey-güney doğrultularında uygulanıp, çalışma alanı için alternatif 4 adet bisiklet yolu güzergâhı üretilmiştir.

3. BULGULAR

Çalışma kapsamında belirlenen ölçütler ve hiyerarşileri karşılıklı olarak incelenmiş ve Tablo 3'de sunulan ikili karşılaştırmalar matrisi Bölüm 2'de anlatılan terslik kuralına bağlı olarak Şekil 3'de gösterildiği şekliyle hesaplanmıştır. Bu kapsamda matrisin a_{ij} değerleri ($j \geq i$ iken) birinci ölçütün ikinci ölçüte göre 9 birimlik ölçek kullanılarak belirlenen önem derecelerini ifade etmektedir.

Tablo 3. İkili karşılaştırmalar matrisi.

Ölçüt	Fiziksel	Çevresel	Görsel
Fiziksel	1	3	7
Çevresel	0,333	1	4
Görsel	0,143	0,250	1

Karşılaştırma matrisinin işlenmesi sonucunda hesaplanan tutarlılık oranı (0.028) 0.1'den küçük olduğu için modelde kullanılan ve Tablo 4'te belirtilen ana ölçüt ağırlık değerlerinin doğruluğu kanıtlanmıştır. Ağırlık değerleri Bölüm 2'de belirtildiği şekilde hesaplanmıştır. Bu işlem tüm alt ölçütler için uygulanarak her bir ölçüt ve alt ölçütün ağırlığı hesaplanmıştır ve modele dahil edilmiştir.

Tablo 4. Ölçütlerin ağırlıkları.

Ölçüt	Ağırlık
Fiziksel	0.656
Çevresel	0.265
Görsel	0.080

Oluşturulan modelin uygulama verileri kullanılarak çalıştırılması ile iki senaryo için belirlenen 4 güzergâhtan birinci senaryo için elde edilen iki harita kuzeye yönlendirilmiş olarak Şekil 5'de gösterilmiştir.

Belirlenen 4 güzergâh CBS analizleri kullanılarak incelendiğinde; güzergâhların uzunlukları Senaryo 1 için, doğu-batı yönünde 3960 m, kuzey-güney yönünde 3142 m; Senaryo 2 için, doğu-batı yönünde 4550 m, kuzey-güney yönünde ise 3780 m olarak hesaplandığı görülmüştür. Farklı senaryolarda ölçütlere ve alt ölçütlere verilen ağırlıklar değiştiği için güzergâh uzunlukları da farklılaşmaktadır.

Çalışma kapsamında belirlenen güzergâhlar, çevresel ve fiziksel ölçütlere göre en fazla ağırlığa sahip olan arazi kullanım türü ve yol genişlikleri alt ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Arazi kullanım türüne göre yapılan değerlendirme sonucunda her iki senaryo için doğu-batı ve kuzey-güney akslarında her bir güzergâhın arazi kullanımlarından geçen bölümlerinin uzunlukları

Tablo 5'deki gibi belirlenmiştir. Aynı güzergâhların ne kadarının hangi genişlikteki yollardan geçtiği ayrıca incelenmiş ve sonuçlar Tablo 6'da özetlenmiştir.

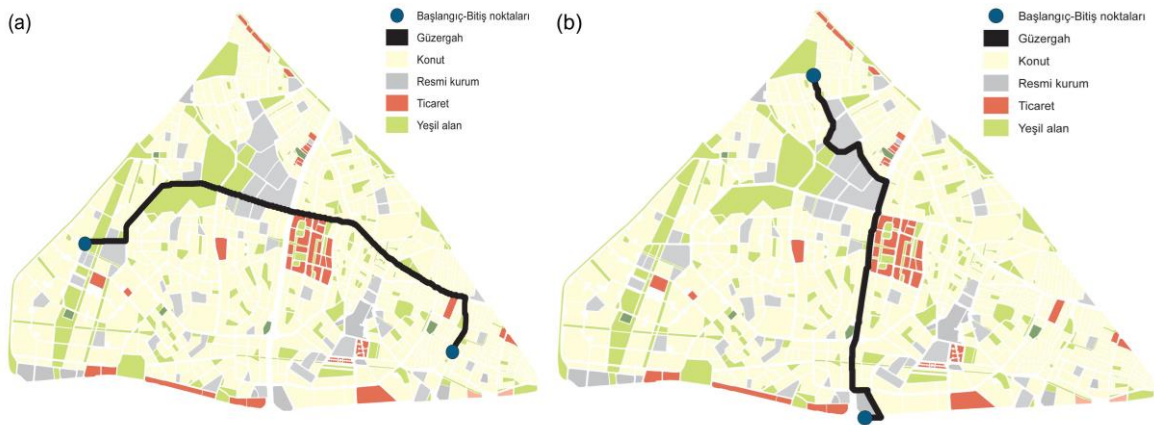
Tablo 5. Güzergâh uzunluklarının arazi kullanımına göre dağılımı (m).

Senaryolar	Yol Genişlikleri			
	Konut	Yeşil Alan	Ticaret	Resmi Kurum
S1 (Doğu-Batı)	1012	1978	372	598
S1 (Kuzey-Güney)	1152	381	281	1328
S2 (Doğu-Batı)	798	1823	857	1068
S2 (Kuzey-Güney)	776	2046	0	958

Tablo 6. Güzergâh uzunluklarının yol genişliklerine göre dağılımı (m).

Senaryolar	Yol Genişlikleri				
	12m	15m	21m	50m	60m
S1 (Doğu-Batı)	0	968	2992	0	0
S1 (Kuzey-Güney)	450	940	122	1514	116
S2 (Doğu-Batı)	596	1611	2339	0	0
S2 (Kuzey-Güney)	1100	1343	739	486	112

Tablolar incelendiğinde; modelin Senaryo 1'de oluşturduğu güzergâhların yol genişliklerinin fazla olduğu yerlerden geçtiği, Senaryo 2'de ise oluşturulan güzergâhların yol genişliklerinden çok arazi kullanım türlerine bağlı olarak özellikle yeşil alanlardan ve kamusal alanlardan (Resmi Kurumlar) geçtiği görülmektedir.



Şekil 5. (a) Doğu-Batı (b) Kuzey-Güney doğrultularında belirlenen güzergâhlar.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirleme modelinin oluşturulması ve uygulanması amaçlanmıştır. Bu kapsamda, çok ölçütlü karar verme yöntemleri, birden fazla ölçütün farklı oranlarda etkilerinin modele dahil edilmesini sağlamak amacıyla kullanılmıştır. Çalışmanın bulguları dikkate alındığında, oluşturulan modelin farklı senaryolar için senaryo içeriğine uygun sonuçlar ürettiği görülmüştür. İleri aşamalarda model sonuçları üzerinde erişilebilirlik analizleri yapılarak modelin çalışma veriminin daha detaylı olarak incelenmesi hedeflenmektedir. Bu kapsamda, modelin farklı çalışma bölgeleri için çalıştırılarak sonuçların karşılaştırılması hedeflenmektedir.

Çalışma ile CBS teknolojilerinin mekânsal karar destek sistemi olarak kullanılmasının sağladığı olanaklar bir kez daha gözler önüne serilmiştir. Özellikle fosil yakıt kullanımı nedeniyle trafik kaynaklı hava kirliliğinin artarak devam ettiği günümüzde kent içi ulaşımının bisiklet gibi çevreci ulaşım yöntemleri ile sağlanması büyük önem arz etmektedir. Bu kapsamda halkın bisiklet kullanımına özendirilmesi gerekmekte, bunun için de kent içi bisiklet yollarının tercih edilebilir özelliklerde planlanarak inşa edilmesi kilit rol oynamaktadır. Bu gibi çalışmaların kent içi bisiklet yollarının kullanıcı odaklı olarak belirlenmesinde katkılar sunacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Bank, E., Taştan H., (1994). **Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Analiz Türleri, Kullanım Amaçları ve Uygulama Türleri**, Harita Dergisi, 122, 1-25.
- Chen, K., Blong, R., Jacobson, C., (2001). **MCE-RISK: Integrating multicriteria evaluation and GIS for risk decision-making in natural hazards**, Environmental Modelling & Software 16 (2001) 387–397.
- Çalışkan, A., (2013). **İstanbul İli, Sarıyer İlçesi, Zekeriyaköy-Uskumruköy-Kilyos Koridorunda Bisiklet Yolu Uygulaması ve Kavşaklarda Güvenli Geçişe İlişkin Alternatiflerin Değerlendirilmesi**, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çolakoğlu, A., Küçükpehlivan, G., (2014). **Kullanıcı odaklı bisiklet yolu güzergâhı belirlenmesi için karar destek modeli önerisi**. VIII. Mimarlıkta Sayısal Tasarım Ulusal Sempozyumu, İzmir, İYTE.
- Eastman, J.R., Jiang, H., ve Toledano, J., (1998). **Multicriteria and multi-objective decision making for land allocation using GIS**, in Multicriteria Analysis for Land-Use Management, eds. E. Beinart and P. Nijkamp (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht), pp. 227–252.
- Erden T., İpbüker C., (2003). **Karar Destek Sistemi Olarak Mekansal Analiz ve CBS**, Harita Dergisi, 130, 1-11.
- Erden, T., Coşkun, M.Z., (2011). **Coğrafi bilgi sistemleri ve analitik hiyerarşi yöntemi yardımıyla itfaiye istasyon yer seçimi**, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası.
- Giove, S., Brancia, A., Satterstrom F.K., ve Linkov, I., (2008). **Decision support systems and environment: Role of MCDA**, in Decision Support Systems for Risk-Based Management of Contaminated Sites, eds. A. Marcomini, G. W. Suter II and A. Critto (Springer, New York, 2008), pp. 53–73.
- Jankowski, P., (1995). **Integrating geographical information systems and multiple criteria decision making methods**, International Journal of Geographical Information Systems 9 (1995) 251–273.
- Karaşahin, M., Terzi, S., (2011). **Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Isparta-Antalyaburdur Karayolunun Kara Nokta Analizi**, Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 9(3).
- Küçükpehlivan, G., (2015). **Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri İle Kullanıcı Odaklı Bisiklet Yolu Güzergâh Belirleme Modeli**. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Bilişim Enstitüsü Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı.
- Malczewski, J., (1999). **GIS and multicriteria decision analysis**: John Wiley & Sons.
- Malczewski, J., (2006). **Integrating multicriteria analysis and geographic information systems: The ordered weighted averaging (OWA) approach**, International Journal of Environmental Science and Technology 6, 7–19.
- Marinoni, O., (2004). **Implementation of the analytical hierarchy process with VBA in ArcGIS**, Computers and Geoscience 30, 637–646.

- Öztürk, D., Batuk, F. (2010). **Analytic Hierarchy Process for Spatial Decision Making**. Sigma, 28, 124-137.
- Öztürk, D., Batuk, F., (2011). **Implementation Of GIS-Based Multicriteria Decision Analysis With VB in ArcGIS**. International Journal of Information Technology & Decision Making Vol. 10, No. 6 (2011) 1023–1042.
- Saaty, T., (1980). **The Analytic Hierarchy Process**, McGraw-Hill, New York.
- Toole, J., (2010). **Update of the AASHTO Guide for the Planning, Design, and Operation of Pedestrian Facilities**. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, DC.
- Toraman, D., Demirel H., (2014) **Multi-Criteria Decision Analysis: A Spatial Approach For Sustainable Urban Transport**, Fresenius Environmental Bulletin, Volume 23 – No 12. 3088-3094.
- Uz, V.E., (2004). **Bisiklet yollarının geometrik planlama esasları ve uygulaması**, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Uz, V.E., Kardeşahin, M., (2004). **Kentiçi Ulaşımında Bisiklet**, Türkiye Mühendislik Haberleri, Kentiçi Ulaşım, Sayı: 429.
- Yıldırım, V., Yomralıoğlu, T., (2013), **Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Çizgisel Mühendislik Yapılarında Güzergâh Optimizasyonu: Doğalgaz İletim Hattı Örneği**, Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 13(1), Afyon.
- Yılmaz, E., (1999). **Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Çözümü**, Doğu Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü, Tarsus.
- Yılmaz, Ç.D., (2014). **Analitik Hiyerarşi Yöntemi Kullanılarak İstanbul Metropolitan Alanında Toplu Taşıma İle Bütünleşik Bisiklet Ağı Kümelerinin Önceliklendirilmesi**, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.