

GSI JOURNALS



SERIE C
ADVANCEMENTS IN
INFORMATION SCIENCES
AND TECHNOLOGIES
(AIST)

VOLUME 1 ISSUE 2 YEAR 2019



GSI JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION
SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1 Issue: 2

JOURNAL INFO (COPYRIGHT)

Journal Name	GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies
E-Mail	GSIJournalsC@gsico.org
Web	https://gsico.info/publications
Adress	Adress: Josipa Broza Tita 23A sprat II, PD97.KO Podgorica III - MONTENEGRO
Publisher	Hilmi Rafet Yüncü

GSJ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION
SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1 Issue: 2

Chef in Editor

Saffet Erdoğan
(Prof. – Harran University)

Co-Editor

Gökhan ERŞEN
(Res.Asisst. - Anadolu University)

Editorial Board

<i>Alper Çabuk</i> (Prof. – Eskisehir Technology University)	<i>Avinash Pawar</i> (Assoc. Prof. - University of Pune)
<i>Dileep Kumar</i> (Assoc. Prof. - BERJAYA University College)	<i>Francesco Greco</i> (Prof. - University of Niccolò Cusano)
<i>Dimitrios Diamantis</i> (Prof. - Les Roches Global Hospitality Education)	<i>Detlev Remy</i> (Assoc. Prof. - Singaporian Institute of Technology)
<i>Dragan Cisić</i> (Prof. - University of Rijeka)	<i>M. Adel Atia-</i> (Assoc. Prof. Minia University)
<i>Halim Perçin</i> (Prof. – Ankara University)	<i>Jagbir Singh Kadyan</i> (Assoc. Prof. - University of Delhi)
<i>Haywantee Ramkissoon</i> (Assoc. Prof. - Curtin University)	<i>Mukhles Al-Ababneh</i> (Assoc. Prof. - Al-Hussein Bin Talal University)
<i>Jean-Pierre van der Rest</i> (Prof. - Leiden University)	<i>Sunil Kumar Tiwari-</i> (Prof - A.P.S.University)
<i>Jelena Janjusevic</i> (Assist. Prof. - Heriot-Watt University)	<i>Gamal S. A. Khalifa</i> (Assoc. Prof. - Lincoln University College)
<i>Judy Hou</i> (Manager - The Emirates Academy of Hospitality Management)	<i>Hilmi Rafet Yüncü</i> (Assoc. Prof. – Anadolu University)
<i>Mahdi Nasrollahi</i> (Assist. Prof. – Imam Khomeini Int. University)	<i>Athula Gnanapala</i> (Assoc. Prof. - Sabaragamuwa University)
<i>Mir Abdul Sofique</i> (Assoc. Prof. - University of Burdwan)	<i>Taki Can METİN</i> (Assist. Prof.-Kırklareli University)
<i>Onur Çakır</i> (Assist. Prof. – Kırklareli University)	<i>Cem Sayın</i> (Assist. Prof. – Anadolu University)
<i>Piyush Sharma</i> (Assoc. Prof. Amity University)	<i>Amitabh Upadhya</i> (Prof. - Skyline University College)
<i>Sonia Mileva</i> (Prof. - Sofia University)	<i>Sunil Kumar</i> (Assoc. Prof. - Alliance University)
<i>Stephanie Morris</i> (Assoc. Prof. - The Emirates Academy of Hospitality Management)	<i>Dejan S. Šabić</i> (Prof. - University of Belgrade)
<i>Verda Canbey Özgüler</i> (Prof. - Anadolu University)	<i>Melike Uluçay</i> (Assist. Prof. – Yaşar University)

GSJ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION
SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1 Issue: 2

CONTENT

Hazal YALÇIN– Balca AĞAÇSAPAN- Alper ÇABUK	Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Uygun Arıcılık Yerlerinin Belirlenmesi	1-15
Hacer YÜKSELİR -Balca AĞAÇSAPAN - Alper ÇABUK	CBS Tabanlı Çatıların Yağmur Suyu Toplama Kapasitesinin Hesaplanması	16-26
Saffet ERDOĞAN - Recep ASLAN	Examination Of Geographic Information Systems And Geodesign Technologies In Urbanizm Studies In Turkey	27-36
Aylin KARAKAŞ -Elif YILMAZ- Balca AĞAÇSAPAN- Alper ÇABUK	CBS Tabanlı Ulaşım Kaynaklı Hava Kirlenici Emisyon Miktarlarının Belirlenmesi	37-57
Oğuzhan KAHRAMAN – Pınar KIRCI	Oyunlaştırma ile Eğitim Android Uygulaması	58-65

GSİ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1, Issue: 2, p. 1-15, 2019

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE UYGUN ARICILIK YERLERİNİN BELİRLENMESİ

Hazal YALÇIN¹

Balca AĞAÇSAPAN²

Alper ÇABUK³

(Received 18.01.2019 Published 27.02.2019)

Özet

Arıcılık, yaşantımızda oldukça önemlidir. Arıcılık, teknik ve biyolojik bilgilerin yanı sıra coğrafi ortamla ilişkili bir faaliyettir. İklim, flora ve topografya arıcılığı etkileyen önemli faktörlerdir. Türkiye'nin arıcılık potansiyeli oldukça yüksektir, fakat bu potansiyelden yeterince yararlanılmamaktadır. Bu bağlamda, çalışmada çalışma bölgesi olarak seçilen İzmir'in Karaburun, Urla ve Çeşme ilçelerinin kaynaklarının verimli kullanılabilmesi, kırsal kesimin kalkınması, kovan verimliliğinin artırılmasına yönelik, arıcılık potansiyelinin ortaya çıkarılması, en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi ve ortaya çıkan ihtiyaç durumlarında uygun çözümler sunulması amaçlanmıştır. Çalışmada kullanılan Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) teknikleri ile ağırlıklı çakıştırma analizi yapılarak İzmir ilinin Karaburun, Çeşme ve Urla ilçelerinin arıcılık için uygun yerlerinin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmiştir. Uygunluk haritası oluşturulurken yükseklik, eğim, bakı, flora, yağış, su kaynaklarına, yola ve yerleşime olan uzaklık faktörleri kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Karaburun, Urla ve Çeşme ilçelerinin arıcılık için uygun olan diğer alanların tespiti yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uygunluk Analizi, Arıcılık

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, hazalyalcin@eskisehir.edu.tr

² Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, bagacsapan@eskisehir.edu.tr

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalı, acabuk@eskisehir.edu.tr

Abstract

Beekeeping is very important in our lives. Apiculture is an activity related to the geographical environment as well as technical and biological information. Climate, flora, and topography are important factors affecting beekeeping. Turkey has a very high potential for beekeeping, but this potential is not sufficiently utilized. In this context, the aim of this study is to make the use of Karaburun, Urla and Çeşme districts of Izmir, which are selected as the study area, to develop the rural areas, to increase the efficiency of the beehive, to reveal the beekeeping potential, to determine the most suitable beekeeping sites and to provide suitable solutions in the emergent needs. The weighted overlay analysis technique in Geographical Information Systems (GIS) was conducted to determine the suitable locations for beekeeping in Karaburun, Çeşme, and Urla districts of İzmir province. Elevation, slope, aspect, flora, rainfall; distance to water resources, roads, and settlements were used to produce the suitability map. Using the resultant map, the appropriate locations for the apiculture activities of the region were determined.

Keywords: Geographical Information Systems, Suitability Analysis, Beekeeping.

1. GİRİŞ

Arıcılığın tarihçesi insanların mağara hayatı yaşadığı on binlerce yıl öncesine kadar gitmektedir. M.Ö. 7000 yıllarına ait mağaralara çizilen resimler, çok eski tarihlere ait arı fosilleri ve benzeri tarihi buluntular bu görüşü doğrulamaktadır (“Arıcılık Gazetesi”, t.y.). İspanya’da (Valencia) Mesolithic dönemden kalma mağara resimlerinde petek, arı, bal ve insan figürlerine rastlanması, arı-insan ilişkisinin Mesolithic döneme kadar uzadığının göstergesidir. Eski Mısır’da da yaklaşık 4000 yıl önce arıcılığın yapıldığı bilinmektedir. Mısır firavunlarının mezarlarında bal ve balmumunun bulunması, bu görüşü desteklemektedir. Babiller balı hem gıda maddesi ve hem de ilaç olarak kullanmışlardır (Balcı, 1988).

Günümüz arıcılığına gelmesinde, 1787 yılında ana arının havada çiftleştiğinin tespiti, 1845 yılında arı üreme biyolojisinin izahı, 1851 yılında çerçevesi fenni kovanın keşfi, 1857 yılında temel petek kalıplarının bulunması, 1865 yılında bal süzme makinesinin icadı, 1882 yılında larva transfer yöntemiyle ana arı yetiştirme tekniğinin keşfi ve 1926 yılında ana arılarda yapay döllemenin bulunması gibi icatlar katkıda bulunmuştur (“Arıcılık Gazetesi”, t.y.).

Arıcılık, tüm dünyada yapılan en yaygın tarımsal faaliyetlerden birisidir. Bugün dünyada 56 milyon dolayında arı kovanı bulunmakta ve bunlardan 1,2 milyon ton dolayında bal üretilmektedir. Üretilen balın yaklaşık 1/4’ü ticarete konu olmakta ve dış satımın %90’ı 20 dolayındaki bal üreticisi ülkeden yapılmaktadır. Dünyanın en çok kovan varlığına (65 milyon) sahip ve bal üreten (211 bin ton) ülkesi Çin’dir. (Tope-Kaygın ve Yıldız, 2006, p.65)

Balın dışında arı sütü, balmumu, propolis, polen gibi arılardan elde edilen ürünler dünya ticaretinde yer almaktadır. Ayrıca tarımı gelişmiş ülkelerde arıcılık bitkisel üretimde miktar ve kalitenin artırılması amacıyla yapılmaktadır (Tope-Kaygın ve Yıldız, 2006, p.65).

Dünya üzerindeki bitkilerin %70’inin polinasyonu arılar tarafından sağlanmakta, gerçekleşen polinasyonun %80’inden fazlası da bal arılarınca yapılmaktadır (Özbilgin, 1999). Bu nedenle arıların böceklerle tozlaşan bitkilerin üremesindeki rolü çok önemlidir (McGregor, 1976). Tozlaşmaya sağladıkları katkı ile sürdürülebilir çevre olgusunda oldukça önemli yere sahip olan balarılar, modern tarımda birinci derece tozlaştırıcı olarak kabul edilmektedirler (Kekeçoğlu, Rasgele, Acar ve Hayırsever, 2013).

Balarısı da dahil olmak üzere, arıların direkt yararları ve kültür bitkilerinde tozlaşmayı gerçekleştirmelerinin de ötesinde, belki de en önemli işlevleri, doğada çeşitli yabancı bitkilerin tozlaşmasını yaparak birçok bitki türlerinin soylarını devam ettirmeleri, yeryüzüne yayılmalarının sağlanması ve bu bitkilerle topluluk oluşturan diğer bitkilerin de yaşamalarına yardımcı olmaları ve nihayet, bu bitkileri gıda ve barınak veya yuva yapma yeri olarak kullanan değişik gruplara mensup binlerce hayvanın yaşamlarını sürdürmelerine olanak hazırlamalarıdır. Biyolojik çeşitliliğin

devamını sağlarken, erozyonun önlenmesi gibi, özellikle ülkemiz için hayati önem arz eden bir işlevi yerine getirmektedirler (Özbek, 2002).

Türkiye’de arıcılık, çok eski yıllardan beri bir gelenek olarak yapıla gelen bir sosyoekonomik faaliyettir. Türkiye sahip olduğu 4 milyon dolayındaki kovan varlığı ve 63 bin ton dolayındaki bal üretimi ile dünyada 3. ve 4. sıralarda yer alarak hem kovan varlığı hem de bal üretimi bakımından dünyanın en önemli ülkeleri arasındadır (“Türkiye’de Arıcılık”, 2010). Fakat istatistiklere bakıldığında ülkemizin sahip olduğu mevcut arıcılık potansiyelinden yeteri kadar faydalanamadığı ortaya çıkmaktadır.

Arıcılık, teknik ve biyolojik bilgilerin yanı sıra coğrafi ortamla da doğrudan bağlantılıdır. Flora, yerleşim alanlarına uzaklık, topografya, iklim, hidrografik durum ile arıcılık arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır. Yazları serin veya çok sıcak geçen bölgeler ile bütün yıl yağışlı ve rüzgârlı alanlarda arıcılık yapmak hemen hemen imkânsızdır. Arıların, yapılan deneylerde 29-33°C arasında çok faal oldukları bilinmektedir. 10°C’nin altındaki ve 36°C’nin üzerindeki sıcaklık dereceleri arıların faaliyetlerini durdurur. Bal arıları, 10°C civarında uçuş yeteneklerini kaybetmeye başlarlar ve 7°C ise tamamıyla hareketsizleşirler (Öder, 1989). Arılar için flora bir ham maddedir. Arıcılık Kuzey Yarı Küre’de 64. enleme kadar yapılabilmeyle beraber, yeryüzünde genellikle Akdeniz ülkeleri iklim ve flora bakımından son derece uygun şartlara sahiptir. Diğer yandan Akdeniz ülkelerinde kışların ılık geçmesi arıcılığı bu bölgelerde daha da kolaylaştırmıştır (Çağlıyan, 2015). Vejetasyon çeşitliliği, çiçeklenme süresi, kısa mesafelerde yükseltinin artması ve çiçeklenme dönemlerinde farklılığın meydana gelmesi gibi topografik şartlar arıcılık üzerinde etkilidir. Arıların fayda sağlaması için arıcılık yapılacak yerin etrafında temiz bir su kaynağının bulunması gereklidir. Arı kovanları için yer aranırken, rüzgara açık olmayan ve güneşe direk maruz kalmayan yerler ile dolu ve yağmur şeklindeki yağışların olmadığı yerler tercih edilmelidir.

Bunların dışında beşeri olaylar da arıcılığı etkilemektedir. Örneğin; gürültülü ya da tozlu yol ve şehir yakınları, çimento fabrikaları gibi tozlu ve zehirli atıkları olan fabrika yakınları arıcılık için uygun değildir (Tuncel, 1992).

Türkiye bölgeler bazında incelendiğinde Ege bölgesinin kovan sayısı bakımından ilk sırada yer aldığı görülmektedir (Tablo 1.1).

Tablo 1.1. Türkiye'nin bölgelere göre arı kovan sayısı bal ve balmumu üretimi (2013)

BÖLGELER	Kovan Sayısı	Bal Ürt.(ton)	Balmumu Ürt.(ton)
Ege Bölgesi	1.378.520	20.044	990
Karadeniz Bölgesi	1.343.537	21.495	710
Akdeniz Bölgesi	1.175.000	19.767	1008
Doğu Anadolu Bölgesi	1.039.874	11.169	466
Marmara Bölgesi	718.458	7.743	410
İç Anadolu Bölgesi	533.087	5.444	443
G. Doğu Anadolu Böl.	452.747	6.066	214

Kaynak: TÜİK

İklim ve flora çeşitliliğinin fazla olduğu kıyı bölgeleri kovan sayısı ve bal üretimi bakımından ilk sıralarda yer almaktadır (Tablo 2).

Tablo 1.2. Türkiye'de bölgelere göre kovan başına düşen bal miktarı (2013)

BÖLGELER	Kovan Başına Düşen Bal Miktarı (Kg)
Akdeniz Bölgesi	16,8
Karadeniz Bölgesi	15,9
Ege Bölgesi	14,5
G. Anadolu Bölgesi	13,3
Doğu Anadolu Bölgesi	10,7
Marmara Bölgesi	10,7
İç Anadolu Bölgesi	10,2

Kaynak: TÜİK

İstatistiklerle de gözlemlendiği gibi ülkemizde arıcılık potansiyeli tam olarak değerlendirilememektedir. Arıcılık potansiyelinin kullanılabilmesi için uygun coğrafyanın seçilmesi önemlidir. Bu bağlamda, arıcılık için uygun alanların tanımlanması gibi karar verme süreçlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) karar vericilerin optimal karar almalarında fayda sağlayan bir araçtır. CBS, mekânsal ve mekânsal olmayan verilerin toplanmasını, saklanmasını, analiz edilmesini, analiz sonuçlarının görselleştirilmesini, paylaşılmasını sağlayan bir bilgi teknolojisidir. Literatürde arıcılık faaliyetleri ile ilgili dünyada ve Türkiye'de CBS tekniklerini kullanarak yapılmış birçok çalışma bulunmaktadır. Amiri ve Sharif (2012), İran'da Vahregan sulak alanında yaptıkları çalışmalarında Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) yaklaşımını kullanarak coğrafi bilgi sistemlerine (GIS) dayalı arazi uygunluk analizine çoklu arazi kullanım kavramını dahil etmiştir. Çalışmada, arıcılık üzerindeki etkin

çevresel faktörler ve bitki örtüsü parametreleri, her harita katmanının bir alternatifini temsil etmesi için CBS içerisinde harita katmanları olarak tanımlanmıştır. Abou-Shaara ve ark. (2013), CBS aracını zorlu çevre koşullarında bal arılarının yönetimi için uygun bir harita oluşturmak amacıyla kullanmıştır. Arıcılığa etki eden en önemli faktörler uygunluk haritasının mekansal analizine dahil edilmiştir. Veri setleri beş katmandan oluşmuştur; sıcaklık, nem, bitki örtüsü, arazi örtüsü ve su kaynakları. Uygunluk haritası, yaz mevsiminin sert çevre koşullarında bal arılarını korumak için arıcılara uygun bölgelere rehberlik etmekle birlikte genel uygunluk haritaları oluşturmak için bir rehber olarak da kullanmıştır. Çağlayan(2015)'in CBS ile Bitlis ilinde gerçekleştirdiği çalışması ile arıcılık için uygun alanların tespit edildiği çalışmalara örnek teşkil etmektedir.

Bu çalışmada çalışma bölgesi olarak seçilen İzmir'in Karaburun, Urla ve Çeşme ilçelerinin kaynaklarının verimli kullanılabilmesi, kırsal kesimin kalkınması, kovan verimliliğinin artırılmasına yönelik, arıcılık potansiyelinin ortaya çıkarılması, en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi ve ortaya çıkan ihtiyaç durumlarında uygun çözümler sunulması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

En uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesinin amaçlandığı bu çalışma İzmir'in Karaburun, Çeşme ve Urla ilçelerinde gerçekleştirilmiştir. Seçilen bölge sosyal, çevresel, topografik kriterler kapsamında değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Çok Ölçütlü Karar Analizleri (ÇÖKA) olarak adlandırılan yöntemlere dayanılarak optimum sonuca ulaşılması amaçlanmıştır. Genel çerçevede bakıldığında uygunluk analizleri; yükseklik, eğim, atmosferik şartlar, arazinin topografik özellikleri ve meteorolojik şartlar gibi kriterleri içermektedir (Wang, Hall, Subaryono, 1990; Joerin, Theriault ve Musy, 2001; Yu, Chen, Wu ve Khan, 2011; Zolekar ve Bhagat, 2015).

ÇALIŞMA ALANI



Şekil 2.1. Çalışma alanı İzmir İli Karaburun, Çeşme ve Urla ilçe sınırları

2.1. Materyal

Çalışmanın materyalleri yazılım, Şekil 2.1’de görülen çalışma alanına ait veri kaynakları ve literatürdür. Yapılan haritalandırmalar ArcGIS yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Veri kaynakları Tablo 2.1’de görüldüğü gibidir.

Tablo 2.1. Veri Kaynakları

Veri Adı	Veri Kaynağı
DEM	Radarsat
Yağış	MGM
Flora	CORINE 2012
Su kaynaklarına Uzaklık	Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü
Yerleşime Uzaklık	Eskişehir Teknik Üniversitesi, Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü

2.2. Yöntem

Çalışmada CBS ortamında ağırlıklı çakıştırma yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan ağırlıklar, Ceylan ve Sarı (2017) ’nın Konya ilinde en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmadan alınmıştır.

Ağırlıklı çakıştırma (Weighted Overlay aracı), uygunluğu modelleme yöntemlerinden biridir. Birden fazla raster katmanın birbirlerine göre ve kendi içlerinde olmak üzere ağırlıklandırılması daha sonra da üst üste bindirilmesi ile yeni bir katman elde edilir. Bu katmanda değerlendirme sonucu belirlenmiş olan kriterlere uygun olan ve olmayan alanlar yer alır. Ağırlıklı çakıştırma aracı, genel yer seçimi analiz sürecindeki birkaç adımı tek bir araç içinde uygulamaya olanak sağlar. Araç aşağıdaki adımları birleştirir:

- Girdi Raster’ larındaki değerleri ortak bir değerlendirme ölçeğine veya uygunluğuna, riskine veya benzer bir birleştirici ölçeğe göre yeniden sınıflandırır.
- Raster’ ın önem derecesi ile her bir giriş Raster’ ının hücre değerlerini çarpar.
- Çıktı Raster’ ını üretmek için ortaya çıkan hücre değerlerini ekler.

Çeşitli türde verinin birlikte değerlendirilebilmesi için, yeniden sınıflandırılma işlemi yapılır.

Her bir raster katmanı önemi veya yüzde etkisine göre ağırlıklandırılır. Atanan değerlerin toplamı 100'e eşit olmalıdır. Etkiler yalnızca tamsayı değerleri ile belirtilir. Ondalık değerler en yakın tam sayıya yuvarlanır (web 16).

Çalışmada kullanılan veriler belirlenirken literatürde yer alan çalışmalara dayanarak, arıcılık faaliyetleri için gerekli olan koşullar ve beklentiler gözetilerek gerçekleştirilmiştir. Topografik, çevresel, meteorolojik ve ekonomik anlamda gereksinimler belirlenerek optimum değerlere ulaşılması amaçlanmıştır. Tablo 2.2' de çalışmada yer alan kriterler yer almaktadır.

Tablo 2.2. Kriter tablosu

Flora	Arıcılık faaliyetlerinde en önemli kriterlerden birisi bölgenin florasıdır. Bölgedeki flora çeşitliliği arının verimini ve balın kalitesini doğrudan etkilemektedir. (web6) (web7; web8; web9; web10; web11)
Yağış	Florada, bitki örtüsünün yoğunluğunda ve çeşitliliğinde aynı zamanda bitkilerin çiçeklenme sürelerinde etkili bir faktördür. Uygunluk değerinin hesaplanmasında kullanılması gerekmektedir. (web12; web13; web14)
Yükseklik	Çalışma bölgesinin yüksekliği meteorolojik şartların belirlenmesinde ve bölgenin flora oluşumunda önemli bir etkidir. Bu nedenle çalışma alanına göre maksimum yükseklik değeri belirlenmelidir.
Eğim	Yükseklik ve topoğrafya ile bağlantılı olan eğim, arıcılığı etkileyen bir kriterdir. Yükseklik kriteri ile birlikte değerlendirilmelidir.
Bakı	Kovanların yönü doğu ve güney doğrultuları arasındaki açı üzerinde olmalıdır. Yapılan bu düzenleme, sabah güneşinin kovan uçuş deliklerine erken saatte vurmasını ve böylelikle arıları uçuşa zorlamasını sağlar. Günün çok sıcak olduğu dilimlerde ise uçuş deliği üzerine gölge düşmesini sağlamaktadır. Yön kriteri bal arılarının aktivitelerinde ve üretimlerinde önemli bir yere sahiptir.(web15)
Su kaynaklarına uzaklık	Arıcılık şüphesiz çevresel koşulların önemli olduğu bir üretim tarzıdır. Temiz ve berrak hava ve su kaynakları olması arıcılığın sağlıklı yürütülmesi için başat koşuldur (Dinç, s. 1154, 2013). Bunlardan birkaçı arıların yaşamları, üretilmeleri, kovan serinletmesi, katı gıdaların yumuşatılması ve stres yaşamadan verimli çalışabilmeleri için yaz kış temiz su kaynaklarına ihtiyaçları vardır.
Yol ve yerleşime uzaklık	Arıcılık yapılacak bölge olarak belirlenen alanların yol ve yerleşim bölgelerinden uzak olması, hava kirliliği, endüstriyel atıklar gibi çevresel faktörlerin olumsuz etkilerinden korunmak için gereklidir.

Kriterlerin veri aralıkları 30 Kasım 2011 tarihli ve 28128 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Arıcılık Yönetmeliğine göre belirlenmiştir.

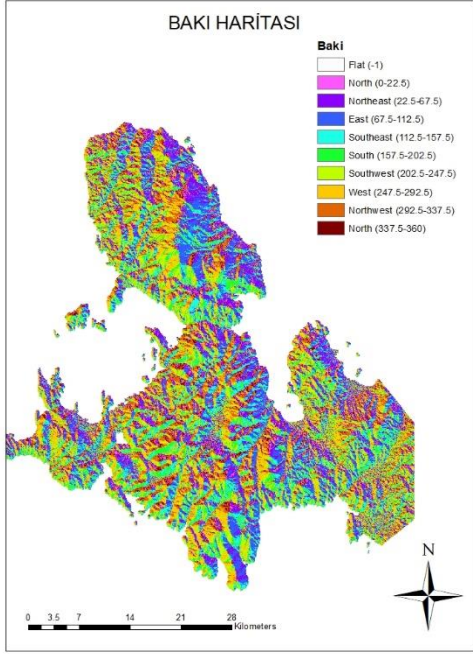
3. BULGULAR

Yapılan analizler sonucunda ağırlıklı çakıştırma yöntemi ile İzmir'in Karaburun yarımadası, Urla ve Çeşme ilçelerinde uygun arılık yerlerinin belirlenmesi aşamasından

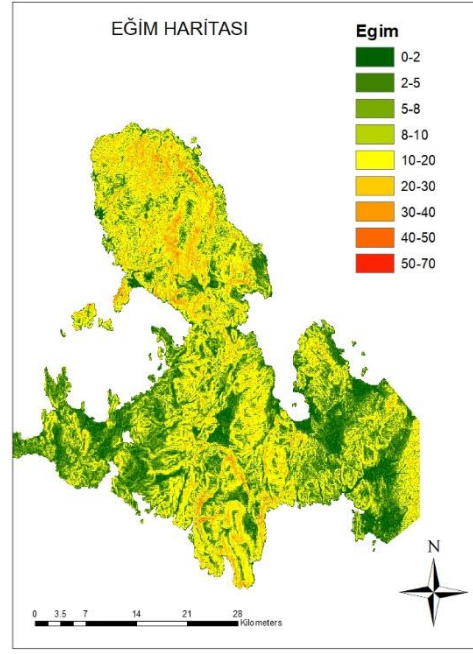
önce haritaların oluşturulmasında birçok aşama uygulanmıştır. DEM verisinden yükseklik, eğim, bakı katmanları türetilmiştir. Alansal yağış katmanı, noktasal yağış verilerinden konumsal enterpolasyon ile türetilmiştir. Ağırlıklı çakıştırma analizi için katmanların Raster veri olması gerektiğinden vektör formatta olan veriler Raster formata dönüştürülmüştür. Çakıştırma analizinde Raster verilerin piksel değerleri önemli olduğundan, Raster katmanların ideal olarak aynı hücre boyutuna sahip olmaları istenmektedir. Bu sayede çözünürlük ile ilgili bir problem yaşanmaması amaçlanmıştır. Girdi katmanları uygun şekilde sınıflandırılmış ve çakıştırma analizinde kullanılabilmesi için puanlama yapılarak tekrardan sınıflandırılmıştır. Sınıflandırma ve puanlama işlemleri yapılırken literatürden faydalanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan, 1' den 9'a kadar olan önem derecelendirmesi her bir sınıf aralığı belirlendikten sonra ilgili sınıf değerlerine atanmıştır. Arıcılık için en önemli olan sınıf aralıklarına 9, en önemsiz olan sınıflara ise 1 değeri verilmiştir. Göreceli olarak ara değerler ise önem derecesine göre sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda en önemli nokta, her bir kriter için belirlenen sınıf aralıkları ve puan değerleri çalışma bölgesine göre verilmiştir.

Yükseklik, eğim ve su kaynaklarına olan uzaklık girdileri, yerleşim yerlerine uzaklık, yola olan uzaklık ve yağış ile ters orantılı puanlanmıştır.

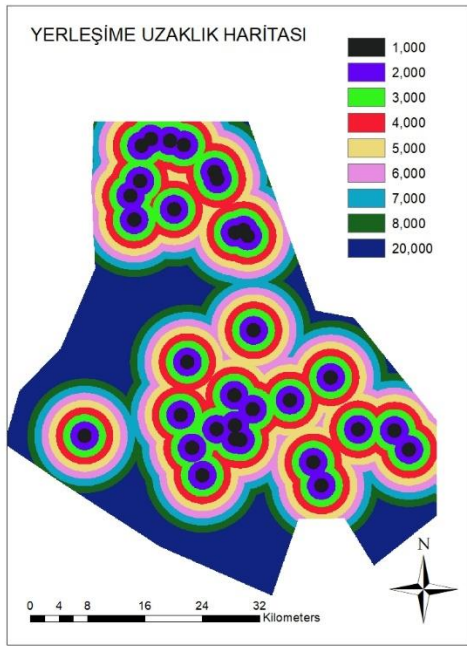
Son olarak da ağırlıklı çakıştırma analizi sonucunda elde edilen uygunluk haritası değerlendirilmiş ve risk sınıflaması yapılmıştır. Raster katmanlar üzerine uygulanan ağırlıklı çakıştırma analizi sonucunda oluşturulan uygunluk haritası (Şekil 3.6) bölgedeki arıcılık için uygun yerleri gösterir. Uygunluk seviyesi dokuz alt grup olarak gösterilmiştir. Uygunluk haritasında mavi renkli alanlar en uygun bölgeler, sarı ve yeşil renkli yerler orta derecede uygun, kırmızı renkli kısımlar ise arıcılık için uygun olmayan alanları temsil etmektedir.



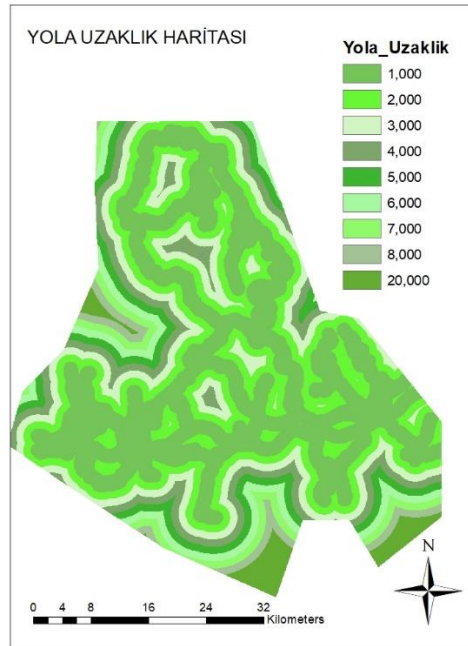
Şekil 3.1. Bakı haritası



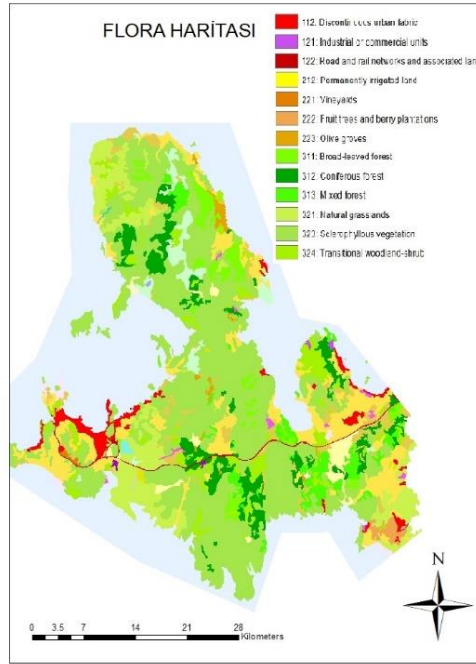
Şekil 3.2. Eğim haritası



Şekil 3.3. Yerleşime uzaklık haritası



Şekil 3.4. Yola uzaklık haritası



Şekil 3.5. Flora haritası

Tablo 3.1. Kriter sınıf aralıkları ve önem derecelerinin atanması

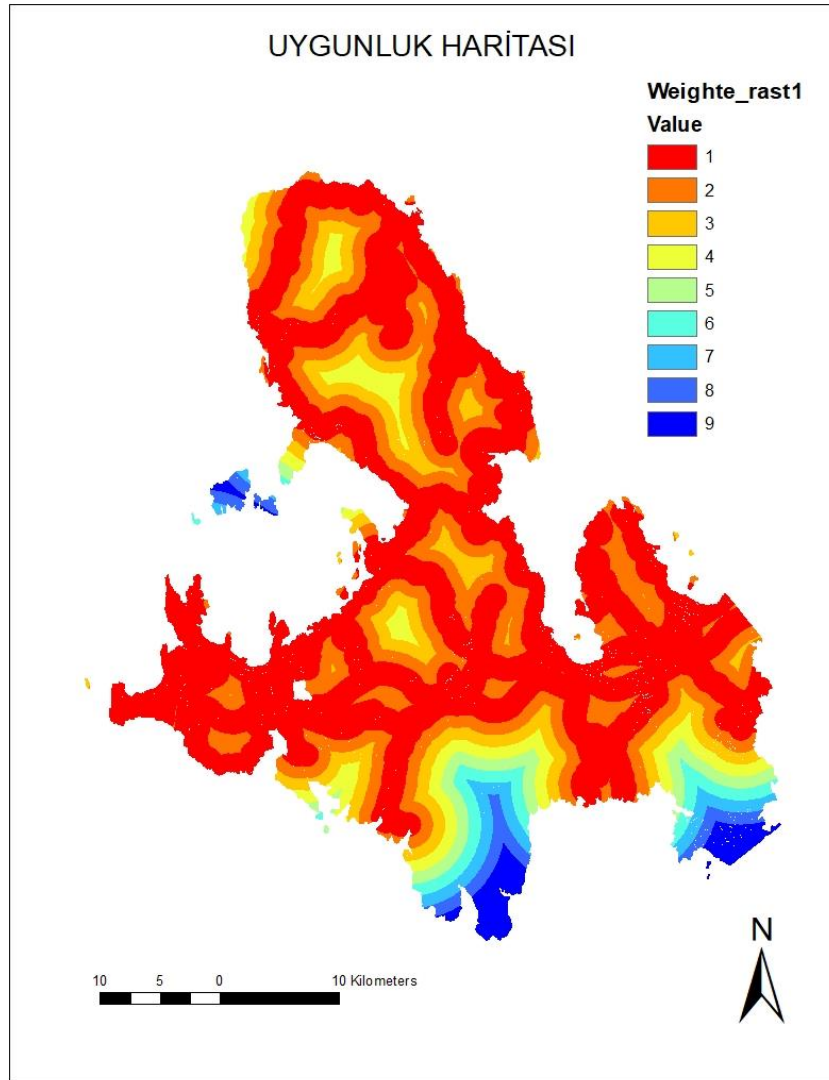
Kriterler	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flora	Şehir	Tarımsal	-	Seyrek Bitkiler	-	-	Meralar	Doğal Bitki Alanları	Ormanlar
Yağış	250	300	350	400	450	500	550	600	650
Yükseklik	3410<	3100-3410	2900-3100	2600-2900	2300-2600	2000-2300	1500-2000	600-1500	600>
Eğim	50-71	40-50	30-40	20-30	10-20	8-10	5-8	2-5	0-2
Bakı	Kuzey	K.Doğu-K.Batı	-	-	Batı	-	-	G.Doğu-G.Batı	Güney
Su kaynak.	8000>	8000	7000	6000	5000	4000	3000	2000	1000
Yerleşim	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8000<
Yollar	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	8000<

Kriter haritalarının oluşturulmasının ve önem derecelerinin atanmalarının ardından Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) gibi ÇÖKV metotları ile kriterlerin ne kadar ağırlıklarının olması gerektiği uzman görüşlerinden elde edilerek karşılaştırma matrisinde her bir kriterin diğeri ile karşılaştırılmasında kullanılacak değerlerin buna göre belirlenmesi gerekmektedir. Çakıştırmada kullanılan ağırlıklar konu ile ilgili uzman görüşü barındıran bir çalışma örneği olan Ceylan ve Sarı (2017) 'nın çalışmasından temin edilmiştir. Tablo 5 'de karşılaştırma matrisi elemanları gösterilmektedir.

Arıcılık için en uygun yerlerin belirlenmesi ise her bir kriterin belirlenen ağırlıklar oranında toplanması ile elde edilmektedir.

Uygunluk Değeri = (Baki * 0.120) + (Yükseklik * 0.100) + (Flora * 0.440) + (Yollar * 0.039) + (Su kaynakları * 0.146) + (Yerleşim * 0.033) + (Eğim * 0.044) + (Yağış * 0.076)

Hesaplama sonucunda uygunluk haritası oluşturulmuştur.



Şekil 3.6. Uygunluk haritası

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

İzmir'in Karaburun, Urla ve Çeşme ilçelerinin kaynaklarının verimli kullanılabilmesi, kırsal kesimin kalkınması, kovan verimliliğinin artırılmasına yönelik, arıcılık potansiyelinin ortaya çıkarılması, en uygun arıcılık yerlerinin belirlenmesi ve ortaya çıkan ihtiyaç durumlarında uygun çözümler sunulmasının amaçlandığı bu çalışmada, yapılan analizler sonucunda Karaburun, Urla ve Çeşme ilçelerinin arıcılık için çok uygun olmadığı tespit edilmiştir fakat çalışma bölgesinde arıcılık için uygun olan diğer alanların tespiti yapılmıştır. Etkili bir mekânsal analiz aracı olan CBS'nin arıcılık uygulamasında örneklenmesinin bir diğer amaç olduğu bu çalışmada, ilgili konunun aynı metot ile farklı bir coğrafi alan için yapılan ve uzman görüşüne dayanarak kriter ağırlıkları belirlenen bir çalışmadan temin edilmesi uygun görülmüştür. Daha sonra yapılacak çalışmalarda ilgili uzmanlara danışılarak Karaburun yarımadası için özgün ağırlıkların belirlenmesi daha uygun olacaktır.

Arıcılık yerlerinin belirlenmesi çalışmalarında ilgili kriter sayısının artması uygunluk haritasının daha detaylı olmasına büyük katkı sağlayacaktır. Bölgenin iklim koşullarını, topografik özelliklerini ve meteorolojik şartlarının tamamının eklenmesi ile daha hassas uygunluk haritalarının üretilebilmesi mümkün hale gelecektir. Bu sayede ülkemizin arıcılık potansiyelinin tam olarak kullanılabilmesi, kırsal kalkınmanın sağlanması, biyolojik çeşitliliğin devamını sağlarken erozyonun önlenmesi, arıların üremelerindeki artış sağlanarak çeşitli yabancı bitkilerin tozlaşmasını ve birçok bitki türlerinin soylarını devam ettirmelerini, bu türlerin yeryüzüne yayılmalarının sağlanması ve bu bitkilerle topluluk oluşturan diğer bitkilerin de yasamalarına yardımcı olmalarını sağlanabilecektir.

KAYNAKÇA

- Abou-Shaara H. F., Al-Ghamdi A. A. ve Mohamed A. A. (2013). A Suitability Map for Keeping Honey Bees Under Harsh Environmental Conditions Using Geographical Information System. *World Applied Sciences Journal* 22(8), 1099-1105.
- Amiri ve Sharif (2012). Application of geographic information systems in landuse suitability evaluation for beekeeping: A case study of Vahregan watershed (Iran) *African Journal of Agricultural Research* Vol. 7(1), 89-97.
- Arıcılığın Tarihçesi ve Gelişmesi (t. y.) Erişim Adresi: <http://www.aricilikgazetesi.com.tr/aricilik/>
- Balcı, F., 1988, Arıcılık, Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Mesleki Yayınlar Dairesi Yay. No: 10, Ankara.
- Çağlıyan, A., (2015). Bitlis ili'nde arıcılık faaliyetleri. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 30, 1-25.
- Diñç, M. (2013). Anadolu sahasında arıcılık ve bal üretimi çerçevesinde gelişen inanç ve gelenekler konusunda bir inceleme. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 8(9), 1149-1156.
- Evren, R. (1992). *Yönetimde Karar Verme*. İstanbul: İstanbul, Teknik Üniversite Matbaası.

- Joerin, F., Theriault, M., and Musy, A. (2001). Using gis and outranking multi-criteria analysis for land-use suitability assesment. *Int. J. Georg. Infirm. Sci.* 15(2), 153-174.
- Kekeçoğlu, M., Rasgele, P.G., Acar, F. ve Hayırsever, F. (2013). İlköğretim öğrencilerinde bal arısının çevre ve toplum için önemi hakkında farkındalık yaratılması. *Anadolu Doğa Bilimleri Dergisi*, 4(1), 60-78.
- McGregor, S. E. (1976). *Insect pollination of cultivated cropplants*. Agriculture Handbook No. 496. United States Department of Agriculture, Washington DC., s. 93–98.
- Öder, E. (1989). Bal arılarının beslenmesi. İstanbul: Hasat Yayıncılık
- Özbilgin, N. (1999). Bitkisel Üretimde Tozlaşma ve Tozlaşmada Arıların Rolü ve Önemi. *Menemen-İzmir, ETAE Polinasyon Projesi*, 18 Şubat 1999.
- Toper-Kaygın ve Yıldız (2006). Bartın Yöresi Bal Arısı (*Apis Mellifera L.*) (Hymenoptera, Apidae) Zararlıları ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi , 8(10), 64-73. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/470999> (16.01.2019)
- Türkiye’de Arıcılık Sektörü (2010, Ekim) Inter Link Erişim adresi : <https://www.interlink.com.tr/kurumsal/haber-detay/turkiyede-aricilik-sektoru>
- Wang, F., Hall, G.B., Subaryono (1990). Fuzzy information representation and processing in conventional GIS software: data base design and applications. *Int. J. Geogr. Inform. Syst.* 4(3), 261-283.
- Yu, J., Chen, Y., Wu, J., and Khan, S. (2011). Cellular automata-based spatial multi-criteria land suitability simulation for irrigated agriculture. *Int. J. Georg. Infirm. Sci.* 25(1), 131-148.
- eZolekar, R.B. and Bhagat, V.S. (2015). Multi-criteria land suitability analysis for agriculture in hilly zone: Remote sensing and gis approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 118, 300-321.
- Web 6 : <http://www.ibb.gov.tr/trb/TR/kurumsal/Birimler/VeterinerHizmetleriMd/Documents/AriYetistiriciligiEgiti mi/ArilikYerininSecimi.pdf>
- Web 7 : <https://www.ogm.gov.tr/ekutuphane/Tebliğler/Bal%20Ormanlar%C4%B1%20%C4%B0%C5%9Fletilmesi%20ve%20Y%C3%B6netilmesi.pdf>
- Web 8 : http://www.tarimkutuphanesi.com/ARI_YETISTIRICILIGI_00360.html
- Web 9 : https://www.researchgate.net/publication/321803925_SIVEREK'TE_SANLIURFA_ARICILIGIN_GELISIMI_VE_ARICILIK_FAALİYETLERI
- Web 10 : http://fka.gov.tr/sharepoint/userfiles/Icerik_Dosya_ekleri/FKA_ARASTIRMA_RAPORLARI/B%C4%B0NG%C3%96L%20ARICILIK%20RAPORU.pdf
- Web 11 : <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/231260>
- Web 12 : <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/231260>
- Web 13 : https://www.researchgate.net/publication/305950938_Tarimsal_Ekosistemde_Arilarin_Onemi_The_Importance_of_Bees_in_Agricultural_Ecosystems

Yalçın, H., Ağaçasapan, B. & Çabuk, A. (2019). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Uygun Arıcılık Yerlerinin Belirlenmesi. *GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies*, 1 (2): 1-15.

Web 14 :

https://www.researchgate.net/publication/321803925_SIVEREK'TE_SANLIURFA_ARICILIGIN_GELISIMI_VE_ARICILIK_FAALİYETLERI

Web 15 : <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/330889>

Web 16 : <http://blog.esriturkey.com.tr/2018/06/05/weighted-overlay-araci-ile-yer-secim-sureclerinde-konumun-gucunu-kullanarak-etkili-kararlar-verin/>

GSİ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1, Issue: 2, p. 16-26, 2019

ÇATILARIN YAĞMUR SUYU TOPLAMA KAPASİTESİNİN CBS TABANLI HESAPLANMASI

GIS BASED CALCULATION OF ROOF WATER COLLECTION CAPACITY

Hacer YÜKSELİR¹

Balca AĞAÇSAPAN²

Alper ÇABUK³

(Received 18.01.2019 Published 27.02.2019)

Özet

Dünya üzerinde dört mevsimin hepsinin neredeyse eşit sürelerde yaşandığı ender yerlerden birisi olan ülkemizde, doğanın bize sunduğu imkânlardan faydalanmak sürdürülebilirlik açısından oldukça önemlidir. Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yardımıyla, Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü mevcut yapı çatılarının, yağmur suyu toplama kapasiteleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, yapılacak düşük maliyetli düzenlemelerle tüm kampüs çatlarından 37 milyon litre üzerinde yağmur suyu toplanabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: CBS, İHA, Yağmur Suyu Hasadı, Sürdürülebilirlik

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, haceryukselir@anadolu.edu.tr

² Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, bagacsapan@eskisehir.edu.tr

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalı, acabuk@eskisehir.edu.tr

Abstract

In our country, which is one of the rare places where all four seasons in the world are experienced in almost equal periods, it is very important for us to benefit from the opportunities offered by nature. In this study, the rainwater collection capacity of the existing roofs of Eskişehir Technical University's 2 Eylül campus was investigated with the help of GIS. As a result of the study, it was revealed that Stormwater can be collected over 37 million liters from all campus roofs with low cost arrangements.

Keywords: GIS, UAV, stormwater Harvest, Sustainability

1. GİRİŞ

Doğaya verilen zararın geri dönülemez olduğu günümüzde sürdürülebilirlik, sahip olunan doğal kaynakların gündelik yaşantının temel ihtiyaçlarını karşılamak ve gelecek kuşaklara da aktarılmasını sağlamak konusunda önemli bir yaklaşımdır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar atık yönetiminden iklim değişikliğine, ulaşımdan sürdürülebilir yapı tasarımına kadar farklı başlıklar altında toplanabilir. Kuşkusuz canlılar için vazgeçilmez hayat kaynağı olan su, doğanın bize sundukları arasında en verimli şekilde kullanmamız gereken kaynaktır. Küresel ve ulusal düzeylerde enerji ve su politikalarının entegrasyonu, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşılmasında bir araç olarak görülmektedir. Sürdürülebilirlik politikalarından enerji ve suyun entegrasyonu, ulusal ve uluslararası ölçekte önemli bir araçtır. (Sklarew,2018) Suyun depolanması, dönüştürülmesi, deniz suyunun filtrelenmesi, yağmur suyu hasadı gibi yöntemler, gelecekte yaşanabilecek su kıtlığını önlemek için araştırılması ve teşvik edilmesi gereken yöntemlerdir.

Yağmur suyu hasadı, su tüketimin yoğun olduğu yerleşim alanlarında yağmur ve kar suyunun toplanması ve saklanmasına yönelik bir uygulamadır. Bu yöntem yağış oranının oldukça düşük olduğu Avustralya'da dahi oldukça yaygın bir yöntemdir (Mathur, 2016). Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) bu alanda yapılan çalışmalarda önemli bir araç olmuştur. Dnyaneshwar Shinde, Gaikwad (2016), Hindistan'ın Khatav Tahsil bölgesine ait Nidhal Köyü için yaptıkları yağmur suyu hasadı çalışmasında; bölgeye ait Google Earth görüntüsünü indirilerek, Arcgis yazılımı ile uygun çatı yüzeyleri, yollar ve açık alanlar şeklinde kategorize ederek sayısallaştırmış ve toplam alanı tespit etmişleridir. Elde edilen alan bilgisi, yıllık yağış katsayısı ve çatı türlerine göre belirlenen akış katsayısı çarpımı ile tüm bölgeden toplanabilecek yağmur suyu miktarını hesaplamışlardır. Bu miktar ile köy nüfusunun yıllık su harcamasının %95,2 sinden fazlasının karşılanabileceğini saptamışlardır. Bu çalışmadan farklı olarak yağmur suyu hasadının yalnızca bina çatı yüzeyleri hesaplanarak yapılan çalışmalarla da etkili sonuçlar elde etmek mümkün olmuştur. Adugna vd. (2018), Etiyopya, Addis Ababa Kentinde bulunan 588 kamu binasını çatısını ArcGIS yazılımında da sayısallaştırarak; aylık yağmur suyu toplama potansiyelini, çatı alanı, aylık yağış miktarı ve yağış katsayısı çarpımları ile hesaplamış ve kent ölçeğinde harcanan toplam şebeke suyu ihtiyacının %2,3 ünün kamu binalarının çatılarından toplanan yağmur suları ile karşılanabileceğini tespit etmiştir. Benzer şekilde Al-Houri vd. (2014), Ürdün Amman Kenti'ne bağlı olan Shafa-Badran ve Al-Jubiha bölgelerinde yaptıkları yağmur suyu hasadı çalışmasında, bölgelere ait Google Earth görüntülerini indirmiş ve aynı yazılımda sayısallaştırmıştır. Bu işlem sonrasında elde ettikleri alan bilgilerini; Ürdün genelinde yaygın olan beton çatılar için kabul edilen 0.85 akış katsayısı ve yağış miktarı ile çarpıp, bu bölgelerden edinilebilecek yağmur suyu miktarını ArcGIS yazılımda hesaplamışlardır. Toplanan suyun açık alan sulama, ıslak hacim su giderleri gibi harici su harcamalarında kullanılarak, içme suyu tüketiminin azaltılabileceğini tespit etmişleridir.

Bu çalışmada Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü'ndeki var olan binaların yağmur suyu toplama kapasiteleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) platformunda

analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda çatı türü, çatı alanı, yıllık yağış miktarı bilgileri kullanılarak kampüs çatı alanında toplanabilir su miktarının hesaplanması hedeflenmiştir.



Resim 1. Çalışma Alanı ESTÜ İki Eylül Yerleşkesi

2. MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü'ne ait çatı alanları ESRI ArcGIS yazılımı ile sayısallaştırılmıştır. "İnsansız Hava Aracı Verileri Kullanılarak Bina çatılarının Fotovoltaik Potansiyellerinin CBS Temelli Değerlendirilmesi" başlıklı çalışma kapsamında hazırlanan poligon verileri kullanılmış (Ağaçsapan ve ark. 2017), bu çalışma sırasında henüz inşa edilmemiş olan yapılar da altlık veri üzerinden sayısallaştırılarak veri tabanına eklenmiştir. ArcGIS yazılımının sağladığı uydu görüntüleri, bina ölçeğindeki bu sayısallaştırma işlemi için yeterli olmamış, bunun için sayısallaştırma, Eskişehir Teknik Üniversitesi Yer ve Uzay Bilimleri Enstitüsü'ne ait, eBee Sensefly marka sabit kanatlı insansız hava aracı ile (Anadolu Üniversitesi, t.y.) elde edilmiş yaklaşık 4cm çözünürlüklü, WGS 1984 UTM Zone 36N koordinatlarındaki ortomozaik altlık veri üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Çatıların su toplama kapasiteleri en az alanları kadar inşa edildikleri malzemenin su tutma özelliği ile de ilişkilidir. Dadhich ve Mathur (2016) yaptıkları çalışmada, çatı malzemelerinin türlerine göre su tutma kapasitelerini hesaplamıştır. Bu çalışmaya göre bir çatının su tutma kapasitesi yüzey alanı, bulunduğu konumda metrekareye düşen yağmur miktarı ve çatının malzeme katsayısıyla orantılıdır. Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül kampüsü için yapılacak çalışmada hali hazırda sayısallaştırılmış olan bina çatılarına bu formülü uygulayabilmek için yeni bir öznitelik alanı açılarak kampüste bulunan çatıların malzemeleri girilmiştir.

Çatı malzemelerinin türlerine göre su tutma kapasitesi farklıdır. Kampüste beton çatı, kiremit çatı ve metal çatı olmak üzere üç farklı çatı kaplama türü vardır. Katsayıları Tablo 1 de gösterildiği gibidir.

Tablo 1 Çatı türlerine göre katsayılar (Dadhich, Mathur, 2016)

Çatı Türü	Çatı Katsayısı
Beton	0.70
Metal Çatı	0.90
Kiremit Çatı	0.75

Yağmur suyunun toplanmasının değerlendirilmesinde 3 parametre vardır. Toplam çatı alanı, ortalama yağış miktarı ve çatının türüne göre sahip olduğu akış katsayısı tablo 2’deki formüle edilmiştir.

Tablo 2 Çatı yağmur suyu toplama formülü (Dadhich, Mathur, 2016)

Toplanabilir Su Miktarı (lt)	=	Toplam Çatı Alanı	×	Ortalama Yağış Miktarı	×	Akış Katsayısı
------------------------------	---	-------------------	---	------------------------	---	----------------

Sonrasında bu malzemelerin katsayıları tablo 4 ve tablo 5’deki Visual Basic kodu çalıştırılarak ayrı bir kolona yazdırılmıştır. Tablo 2’deki formülün uygulanabilmesi için öznitelik tablosuna “sonuç” alanı açılmış ve bu alan için de tablo 4’deki Visual Basic kodu çalıştırılmıştır. Eskişehir’in metrekareye düşen yıllık yağış miktarı 393 mm’dir (http-1), aylık iklim parametreleri değişimi Tablo 3’te görüldüğü gibidir.

Tablo 3. İklim Tablosu Eskişehir (http-1)

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
Avg. Temperature (°C)	-0.3	1.3	5.1	10.3	15	18.5	21.1	21.1	17	12.1	7	2.3
Min. Temperature (°C)	-3.7	-2.7	-0.2	4.4	8.6	11.7	14.1	13.8	9.6	5.8	1.9	-0.9
Max. Temperature (°C)	3.2	5.3	10.4	16.2	21.4	25.3	28.2	28.4	24.4	18.5	12.1	5.6
Avg. Temperature (°F)	31.5	34.3	41.2	50.5	59.0	65.3	70.0	70.0	62.6	53.8	44.6	36.1
Min. Temperature (°F)	25.3	27.1	31.6	39.9	47.5	53.1	57.4	56.8	49.3	42.4	35.4	30.4
Max. Temperature (°F)	37.8	41.5	50.7	61.2	70.5	77.5	82.8	83.1	75.9	65.3	53.8	42.1
Precipitation / Rainfall (mm)	44	36	36	39	49	35	15	9	17	29	34	50

Yılın en kurak ve en yağışlı ay arasındaki yağış miktarı: 41 mm, yıl boyunca ortalama sıcaklık 21.4 dolaylarında değişim göstermektedir.

Tablo 4: Çatı tipine göre katsayı oluşturan VB kodu

```

Dim x

If [cati_tipi] = "concrete" Then

    x="0,70"

Elseif [cati_tipi] = "tiled" Then

    x="0,75"

Elseif [cati_tipi] =

"galvanized_sheets" Then

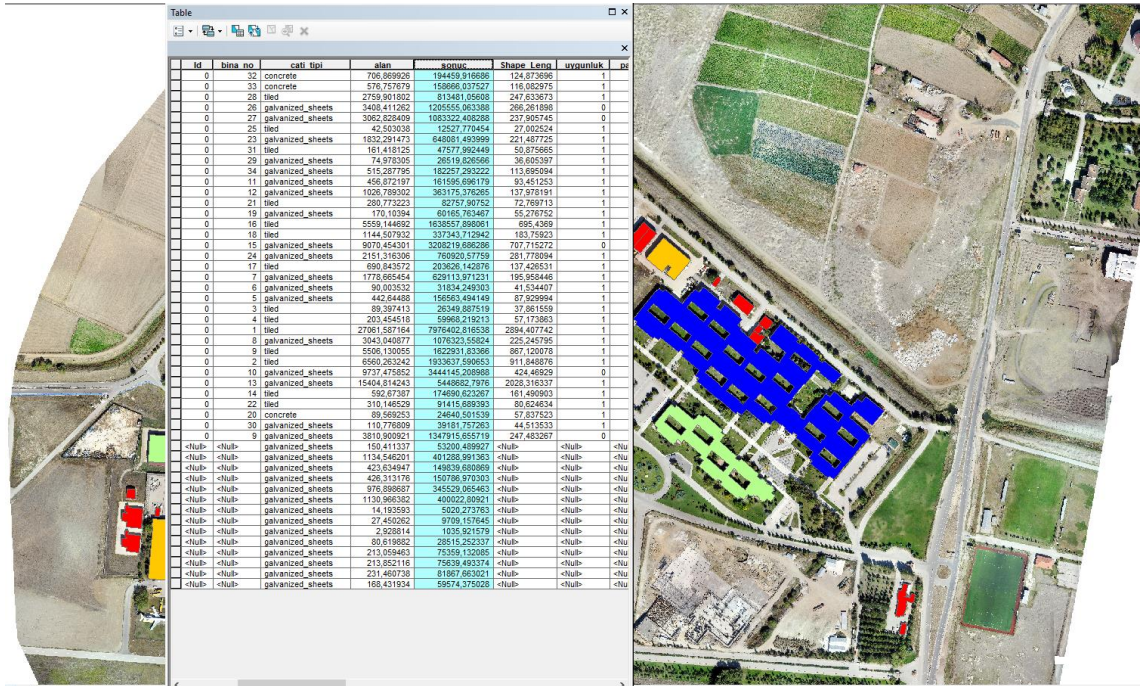
    x="0,90"
    
```

Tablo 5: Yağmur suyu toplama kapasitesini hesaplayan VB kodu

```

sonuc =

[alan] x [malzeme_katsayisi] x "393"
    
```



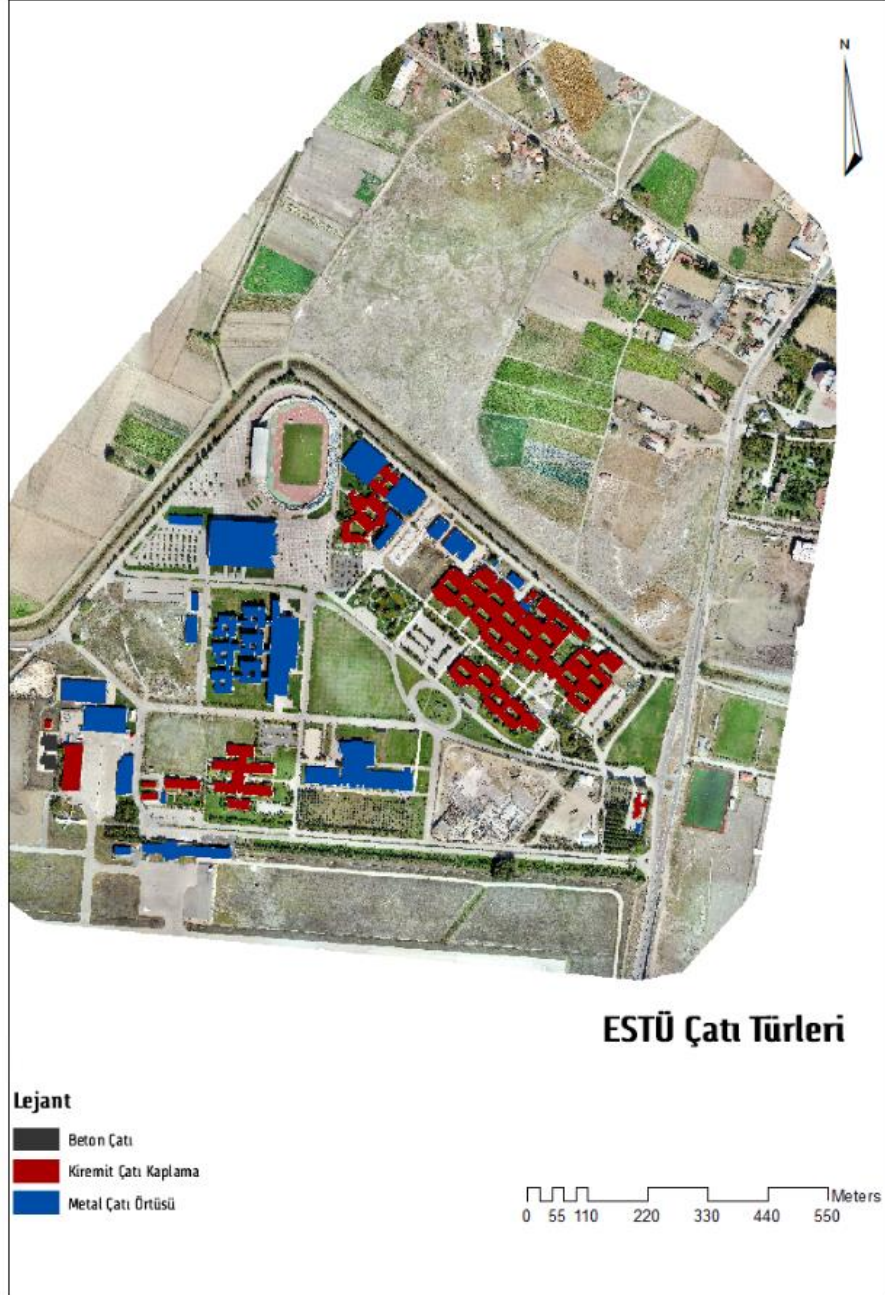
Resim 2. ArcMap katmannın öznetelik tablosunda çatı tiplerine göre katsayıların oluşturulması

3. SONUÇ

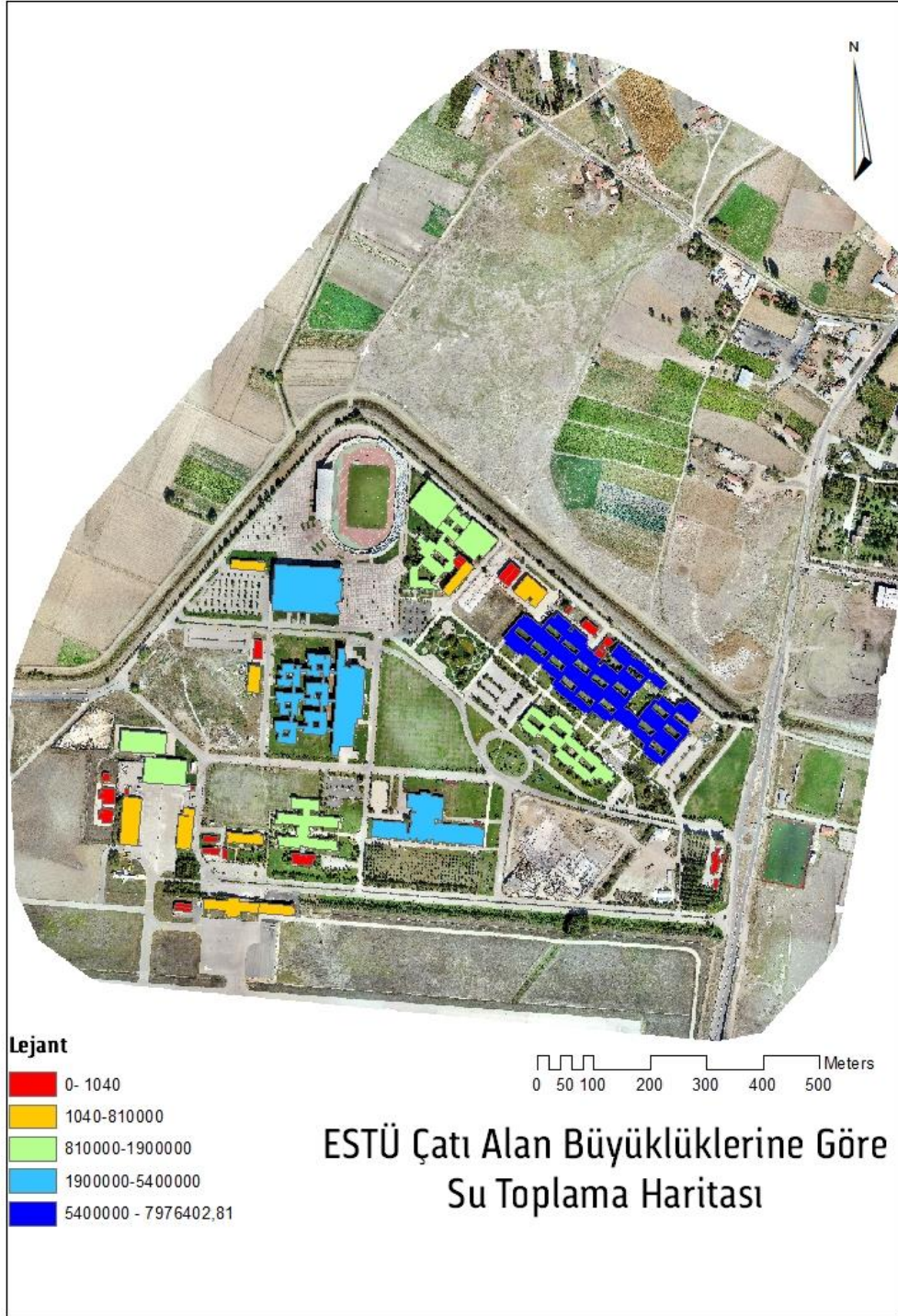
ArcMap programında yapılan bu hesaplamaların sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7’de görüldüğü gibidir. Hesaplamalar sonucunda kampüsteki bütün çatı alanlarında toplanabilecek su miktarı, yaklaşık 11.000 kullanıcının bir yılda harcadığı suyun yalnızca %2.4246’lık bölümünü karşılamaktadır. Bu oran kısa vadede kayda değer bir tasarruf sağlamazken, temizlik ve açık alan sulamaları gibi su giderlerinin şebeke suyu kullanım miktarını azaltacağı düşünülmektedir. Ancak Kampüs binalarının çatılarına yağmur suyu hasadına yönelik inşa edilecek yapı sistemleri maliyetinin tasarruf edilecek miktardan çok daha fazla olacağı öngörülebilir. Bu noktada sürdürülebilirliğe yönelik uygulamaların tek başlarına getirecekleri faydalar değil, doğayı korumaya yönelik kümülatif etkisi daha fazla önemsenmelidir.

Tablo 6. Kampüs verileri ve toplam yağmur suyu toplama kapasitesi

Kampüs Alanı (m²)	Toplam Çatı yüzeyi(m²)	Kullanıcı Sayısı	Yıllık Tüketilen Su Miktarı (m³)	Yıllık Yağmur Suyu Kapasitesi
740.000	113718,3654	11.000	1.530.543	37.109.998,75 litre 37.109,9 m ³



Harita 1. Kampüsteki Çatı Türleri



Harita 2. Çatı Yüzey Alanlarına Göre Su Toplama Kapasitesi

Tablo 7 Eskişehir Teknik Üniversitesi aylara göre su tüketimi ve toplanan su miktarları

	TÜKETİLEN (m³)	TOPLANAN (m³)
OCAK	123.134,8	4.154,8
ŞUBAT	123.780,3	3.399,3
MART	124.356,3	3.399,3
NİSAN	125.255	3.682,6
MAYIS	126.276,7	4.626,9
HAZİRAN	127.210	3.304,9
TEMMUZ	128.172,5	1.416,4
AĞUSTOS	128.943,3	849,8
EYLÜL	129.797	1.605,2
EKİM	130.502,1	2.738,3
KASIM	131.557,6	3.210,5
ARALIK	131.557,6	4.721,3
TOPLAM	1.530.543,2	37.109,9

4. DEĞERLENDİRME

Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüs alanında CBS aracı kullanılarak yapılan sürdürülebilirliğe yönelik çalışmalar mevcuttur. Aasapan vd. (2017) çalışmalarında, bina çatılarının güneş ışınım değerlerinin CBS platformunda yüksek çözünürlüklü verilerle belirlenmesinin mümkün olduğunu ve güneş enerjisinin kentsel alanlarda önemli alternatif enerji kaynağı olduğunu göstermeyi amaçlamıştır. Tüm dünyada hızla yükselen bir araştırma alanı olan sürdürülebilirliğin ülkemizde henüz yeterli ilgiyi görmediği düşünülmektedir Eskişehir ve Teknik Üniversite özelinde bahsedilen çalışmalar yeterli sayıda değildir. Yukarıda bahsedilen çalışmalar ile birlikte bir değerlendirme yaptığımızda doğanın bize sunduğu imkânların boşa harcanarak yok olmasının önüne, bilim ve gelişen teknoloji yardımıyla geçilebildiği sonucuna ulaşmak mümkündür. Literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olarak bu çalışmada uydu görüntüleri yerine yüksek çözünürlüklü İHA görüntüleri kullanılmıştır. Bu sayede kampüs içerisindeki çatı yüzeyleri hassas şekilde hesaplanabilmektedir. Eskişehir Teknik Üniversitesi'nin henüz yeni kurulmuş bir üniversite olması sebebiyle, kampüs alanının çok kısa sürede genişleyeceği ve yeni yapılaşmanın hızla artacağı öngörülebilir. Var olan binalarda yapılacak düzenlemelerin yanı sıra yeni yapılacak binalarda sürdürülebilir

uygulamaların gözetilmesi, planlama ve tasarım süreçlerinde sürdürülebilirlik kriterlerini gözeterek maksimum fayda sağlayacak yaklaşımların geliştirilmesi oldukça önemlidir. Kent içinde bulunan diğer iki üniversite kampüsleri ve kamu binaları için gerçekleştirilecek benzer uygulamalarla da sürdürülebilirlik bölgesel olmaktan çıkıp büyük ölçüğe taşınabilir

KAYNAKÇA

Anadolu Üniversitesi, Anadolu University Scientific Research Project Commission Under The Grand Number 1210E156.

Dadhich, G. Ve Mathur, P. (2016) A GIS based Analysis for Rooftop Rain Water Harvesting, *International Journal of Computer Science & Engineering Technology*, India

Al-Houri, Z.M., Abu-Hadba, O.K., Hamdan, K.A. (2014) The Potential of Roof Top Rain Water Harvesting as a Water Resource in Jordan: Featuring Two Application Case Studies, *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Environmental and Ecological Engineering Vol.8, No.2*

Adugna, D., Jensen, M. B., Lemma, B., & Gebrie, G. S. (2018). Assessing the Potential for Rooftop Rainwater Harvesting from Large Public Institutions. *International journal of environmental research and public health*, 15(2), 336.

SHINDE, SAMBHAJI D., Ve VP GAIKWAD.(2016) "Application Of GIS For Mapping Rainwater Harvesting Potential: A Case Study Of Nidhal Village In Satara District, Maharashtra, India, *IMPACT: International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, Vol. 4, Issue 5

Ağaçasapan, B., Akkurt, A., Ulutak, E., Çömert, R., Uyguçgil, H., Çabuk, S.N., Avdan, U. Ve Çabuk, A. (2017) The GIS Based Evaluation of Building Rooftops' Photovoltaic Potentials Using UAV (Unmanned Aerial Vehicle) Data, Energy for Sustainability International Conference, Funchal, Portugal

Sklarew, D. ve Sklarew, J. (2018) Integrated Water-Energy Policy for Sustainable Development FORESIGHT AND STI GOVERNANCE Vol. 12 No 4

http-1: <https://tr.climate-data.org/asya/tuerkiye/eskisehir/eskisehir-188/> (ET: 29.12.2018).

GSJ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1, Issue: 2, p. 27-36, 2019

EXAMINATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND GEODESIGN TECHNOLOGIES IN URBANIZM STUDIES IN TURKEY

Prof. Dr. Saffet ERDOĞAN¹

Prof. Dr. Recep ASLAN²

(Received 11.02.2019 Published 27.02.2019)

Abstract

Hijrah, a turning point in terms of Muslims' time and space identifications, has also begun a new process in which perceptions of life. After Hijrah, Yesrib became a city, and a host to the Mohammedi urbanization process. It is possible that Madinah may be the role model of cities because of the reason and scope that it contains. In Islam, the concepts of urban and urbanization have an important meaning with correct ontology. The first condition for the correct definition of property and ownership is that the truth about creatures and things is known in this ontology. If we look to our society to examine the place of the perception of property and ownership in the urban settings, we can see the rapid social change. In this paper the correct ontology on the property is summarized for the understanding of the concepts of urban and urbanization. Meanwhile GIS and Geodesign methodologies, which are important tools of approaches to urban texture, are examined in Turkey under this ontology.

Keywords: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Geotasarım, Şehir, Şehirleşme

¹ Harran University, Department of Geomatics, Şanlıurfa, Turkey, serdogan@harran.edu.tr

² Afyon Kocatepe University Department of veterinary_medicine, Afyonkarahisar Turkey, raslan@aku.edu.tr

Özet

Müslümanların zaman ve mekân algısı açısından bir dönüm noktası olan Hicret müslümanların hayat algısı açısından da yeni bir sürecin başlamasına vesile olmuştur. Hicretten sonra Medine bir şehir olarak Muhammedi anlayışa uygun bir şehirleşmeye ev sahipliği yapmıştır. Medine bu anlamda taşıdığı misyon itibarıyla diğer şehirlere rol model olmaktadır. Doğru algıyla bakıldığında İslam'da şehir, şehirli ve şehirleşme kavramları çok önem taşımaktadır. Bu algıda, mülkün ve mülkiyetin doğru tanımlanmasının ilk koşulu, yaratılanlar anlamında eşyanın hakikatının bilinmesidir. Kentsel uygulamalarda mülk ve mülkiyet algısının yerini incelemek için toplumumuza baktığımızda hızlı toplumsal değişimi görebiliriz. Bu anlamda bu bildiride mülkiyete doğru bakış nasıl olmalıdır ışığı altında kent kentli ve kentleşme kavramlarına bakış anlatılmıştır. Bunun yanında CBS ve Geotasarım kavramlarının bu anlayış ışığında Türkiye'de nasıl kullanılabileceğine ilişkin uygulamalar anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geographical Information Systems, Geodesign, Urban, Urbanization

1. INTRODUCTION

Different civilisations have established their aesthetic and cultural marks on cities based on their acquired ideologies. Since our main point of view is those cities built by Islamic societies, we can note that many good virtues and intellectual activities are produced in these cities, such as science, lore, and decency. In addition, living in a community is of great importance for fertility, trust, solidarity, consultation, awareness building, positive communication and interaction. Human beings can be free and individual may be members of a congregation or an entity. From the outset, life is largely social and people are encouraged to live together. In the Qur'an, many verses emphasise collective living in cities and include warnings and disapproval for those living around cities (Tevbe, 97).

Civilization development criteria are more evident with cities and city life measures. Even though the founders of new cities and civilisations came from villages, deserts or from other civilised societies, they constructed a new culture and civilisation in the cities. The concept of civilisation refers to a developmental phase in terms of cities and societies, and it constitutes an integrity that is different from the physical unity of the homeland. The construction of this integrity began in the urban settlements, and many scientists agree that in the first years of Islam, being an urbanite meant living in the Medina City (Kılıç, 2017). In his book on *Medinetü'l Fazilla*, Farabi (2001) describes concepts such as the virtuous city, where inhabitants can find peace, happiness and satisfaction. Farabi's '*happiness/satisfied*' concept is important and his idea of '*access to happiness*' mentions creating a vision of a world that aims to achieve happiness in all its cities and that works together as one ideal nation (Farabi, 2001). Surat (verse) al-Fajr (27-30) points out in its verses, that as it is the satisfied people who are invited to heaven, our cities should include environments for those who want happiness and satisfaction. It is also important for the international community to contribute towards achieving this goal, and to consider the impact of globalisation and how to '*think globally and act regionally*'. If the international community really cares about the target of family love and peace, the globalising world should make them reconsider, and ensure that this aim takes precedence over the ambition to earn money (Dundar, 2016).

The Islamic civilisation movement began with the advent of Resulullah (Prophet Mohammad peace be upon him-SAV) and the understanding of the faith, the deeds and his communion with ashabah (sincere friends). This movement started in the Medina City and subsequently in the cities of Baghdad, Damascus, Cairo, Kurtuba, Kufe, Basra, Isfahan, Shiraz, Diyarbakir, Cisre, Hasankehf, Tillo, Darende, Konya, Kayseri, Bursa, Ankara and Istanbul. Such cities have become centres of Islamic civilisation, knowledge, wisdom and art. Through the interaction of space and humanity, the people of these cities have improved their environment immeasurably. One of the most important issues to be addressed is the perspectives of these people towards their cities and their environment. Today, Muslim countries are experiencing difficulties achieving their historical backgrounds, because of the

biased perceptions of society. In this sense, this article refers to the ontology and methodology of the “touching” with regard to the city, as to how it should be for us to understand them.

2. POSSESSION/ OWNERSHIP PERCEPTION AND URBANISM

The construction of the correct basis for the concept of the property is clarified in the Qur’an and the Sunnah as explained in Surat (verse) al-Kahf (32-42). The first condition for the correct definition of property and ownership is that the truth about creatures and things is known. For this reason, it is necessary to perceive the fact of Sunnatullah and Tawhid, to feel and acknowledge this fact, and even to experience it at a deeper level.

People who cannot explain and understand concepts such as human, earth, property and ownership, may have spent their lives in different forms of philosophy and management, such as capitalism, communism, socialism with a wrong vision in regards to division of land and property. Because of the misunderstanding of these concepts, this has led to injustice, turbulence and world wars, which prove that Angels were right as told in the Qur’an-Bakara (30), as follows.

‘And when your lord said to Angels I’ll make upon the earth a successive authority they said will you place upon it one who causes corruption therein and sheds blood while we declare your praise and sanctify you.’ This line; ‘Indeed I know which you do not know’,

indicates that the wisdom that God's caliph has the potential to achieve satisfaction, and that the caliph will fulfil this social mission despite the bloodshed (A'raf, 128; Kasas, 83).

Wisdom means the capacity to judge correctly in matters relating to life and conduct, which is not noticed at first glance. It is a hidden cause and unseen knowledge to most people, with a soundness of judgement in the choice of means and ends. In order to achieve wisdom, knowledge has to be applied in the right way, as for most people hidden causes and unseen knowledge prevent them from acting according to the words. Wisdom is usually mentioned in the Qur'an as both “book and wisdom”. Wisdom is the knowledge and status that includes the grace to perceive the system and order of Allah, and has been given as a favor to the Nebi, Resul and those selected by Allah. Wisdom is at such a level that only wise men can understand and declare it (Baqarah, 151, 269; Ali imran 58,164). In this sense, Allah (God) is the absolute possessor of property and savings. Mankind is the caliph of Allah, who accepts Allah’s offer, and works in the world on his behalf. Mankind who makes preferences using the title of ‘caliph’ in the name of Allah, are awarded/penalised according to the choices. In brief, mankind is confronted with this verse (Ar Rum, 41) in the face of the forgotten and corrupted perception of trust, which was loaded as caliph.

“Corruption has appeared throughout the land and sea by [reason of] what the hands of people have earned so he may let them taste part of [the consequence of] what they have done that perhaps they will return [to righteousness]” (Ar Rum, 41).

If we look to our society to examine the place of the perception of property and ownership in the urban settings, we can see the rapid social change. First, the expression used for the city administration was the ‘şehremaneti/ city-custody’ and ‘şehremini/city-trustworthy” was also used for city administrators. It is possible to see world traces of mind, which sees cities as a ‘trust’ as we have mentioned, not to establish a dominance over cities. In other words, ‘şehremaneti’ is a name that does not forget our perception that "This life is a test, like everything else, cities are entrusted to us, and we can pass through the examination successfully when we behave properly to this trust". It is important that what this term has brought to us is that the administrators should be both well-assured and trustworthy. The changes in the concepts recently attributed to city administrators and city managers (mayor, special provincial administration, council) reflect the forgotten and changing ontology and accompanying perception (Şahin, 2014).

When people imagine a life according to their notions and beliefs, they organise their surroundings accordingly, so Islamic cities emerged as a product of the efforts of the Muslim people to regulate their environment, to realise it to match their knowledge, and to change it in accordance with the evolution in their understanding (Demirci, 2003). In the last 50-60 years, as a result of wrong policies in the world, our mosques and foundation-bedestens have been abandoned in the cities and in different regions of Turkey. They have been transformed into asphalt and concrete masses far from any aesthetic understanding, with increasing exhaust fumes from vehicle traffic, an increase in noise, and high crime rates. These negative transformations are expressed in concepts such as the changed city, the ignored city, the wicked city and the dignified city. (Al Farabi/ Alfarabius). It can be argued that in these new urbanisations, the concept of neighbourhood has not been considered. The prevalence of distorted urbanisations in large cities has turned the people who grew up in such a social environment into ‘crude’ human forms, as emphasised in the Qur’an. This took place, not just in the big cities, but also in the small cities’ settlement areas. For example, Afyonkarahisar, (Turkey) is mentioned by Evliya Çelebi in his Book of Travel (17th Century) when it is said

‘There is a spirit in this city and a person will see his heart when he enters this city’.

Today, the Çavuşbaşı district of Afyonkarahisar takes 15th place in the country’s most dangerous and impenetrable neighbourhoods. In short, in this context, we are faced with the truth of the verse of Rum (41)

“Corruption has appeared throughout the land and sea by [reason of] what the hands of people have earned so He may let them taste part of [the consequence of] what they have done that perhaps they will return [to righteousness].”

since the forgotten and corrupted sense of trust that is loaded as a caliph. The way of getting rid of this situation is to cognize the correct perception and the revealing of the righteous behaviors, according to that perception, which is recommended and is praiseworthy for believers (Beyyine 7).

In Islam, cities are known to be beautiful, because they are established by an advanced vision based on tewhid, not only in terms of the characteristics of cities related to power, strength and physical possibilities. The beauty of Islamic cities also reflects the beauty of the Sunnatullah rules that were expressed and built by the believers (Dündar, 2015). Pouring concrete does not mean to build cities. The intention behind the building is important and has a meaning. The concept of urban transformation emerges as a tool to intervene in cities and to display a *‘righteous deed*. Urban transformation applications need to be applied in the light of this ontology. Unfortunately, when we look at the applications of urban transformation, instead of city planning by reducing density or improving the city landscape, we see increase in the number of vertical structures, the use of concrete and high unearned income (rent). When considered from the point of view that urban transformation practices are a legal tool for good deeds based on the ontology mentioned, the definition of a *"righteous deed"* becomes clear. In this context, a good act-"the righteous deed"- is the reflection of the rules and regulations in the Qur’an and sunnetullah in the form of legislation, laws and regulations that will develop the earth and cities as a result of an awareness of the above mentioned ontology.

3. IMPLEMENTING THE RIGHTEOUS DEEDS: GIVING SPIRIT TO CITIES WITH GIS AND GEODESIGN APPLICATIONS

Urban transformation is an effective tool for physical and social interventions as a means of improving and regulating all types of property that are contrary to the spirit of the city and which contribute to the deterioration of their physical and social structures (Akkar, 2006). Ülger (2010) remarks that comprehensive and integrated strategies are applied in order to improve the social, physical, environmental and economic conditions of collapsed and deteriorating urban spaces, and states that legal possession is arranged according to the new zoning plan data. There was rapid migration to the cities when they became attractive due to industrialisation and economic, educational and business opportunities. Any homogeneity in the social, cultural and economic life of the city was abolished and its incongruities increased. Uncontrolled and unplanned settlements due to immigration make it necessary to re-observe and improve the physical, social and residential conditions of the buildings inhabited by the population of an increasingly differentiated population. Urban

transformation can be regarded as an integral and specific process of land development in the above-mentioned ontology. To develop this process, we need to realise;

- A new law,
- Urban design and development plan change,
- Application methods defined by law,

According to this method, an application regulation describes how to implement urban transformation applications (Ülger, 2010).

Laws, regulations and plans will be developed in relation to the changes and implementation of new methods and the concept of geodesign will be emphasised as a method of applying zonal plan changes. The implementation of the design (the soul to be sought), in urban transformation, requires planning and a consideration of the physical and social parameters related to the city and human life combined.

The parameters include spatial data based on the population structure, distribution, education, health, social, economic and cultural levels. The existing situation must be correctly depicted and modelled, and accurate and coherent zonal plans, immovable values, ownership information, infrastructure, social facilities, etc., must be collected and analysed. Geographic information systems (GIS) are the most effective tools for storing, visualising, analysing and presenting collected spatial data. GIS is a management system and decision support tool in which spatial and attribute data is collected, stored, modelled, analysed and presented to solve space-related problems. The concept of urban/city information systems (CIS) is used for the expression of GIS applications in an urban scale. CIS is used for the storage, analysis and integrated management of the spatial data related to a city to solve spatial problems in an urban dimension (Erdoğan, 2014). In terms of government of Turkey, it has been realised that geographic and urban information systems are a series of tools that facilitate the efficient provision of urban services. Therefore, establishing CIS is also defined in municipal law as a responsibility of city administrators.

GIS is a system used throughout the world for managing information related to geographic space. It automates cartographic processes, presents information layers in map format, and provides visualisations of the earth. Geodesign is also an efficient design and planning tool, and a set of processes with advanced functions for determining, analysing and interpreting all kinds of natural and artificial environmental events. To reveal the human-induced changes in the world requires a methodology that includes planning and design processes, and technologies that integrate them. Geodesign has emerged as the tool to do this. The word '*geodesign*' is formed by the combination of the words 'geo' and 'design', where 'geo' is an abbreviation of the word geographic, and describes the geography and areas of interest that covers everything above the earth's surface, while 'design' refers to the process of making appropriate interventions in relation to the geographical situation. GIS is

used as a platform in "Geodesign" for viewing and superimposing thematic layers on geographical information to determine correct or incorrect results for land use, using the precept of designing with nature. Pioneering work by McHarg helped to establish a significant basis for environmental planning, and for the use of GIS in Geodesign (Akpınar, 2014; Dangermond, 2010). This methodology brings together science, design and technology, offers alternative scenarios for the future, and allows designers to quickly collaborate, evaluate, make decisions and reach conclusions. Dangermond (2010) was one of the first researchers to use geodesign and described it as follows: "Cities are the places where we spend most of our lives. They have become human-made ecosystems, with living and non-living components at the primary level. New approaches to recognise, manage and design cities as living spaces for modern citizens is required. GIS technology is used to manage natural ecosystems throughout the process, including mapping and analysing".

Carl Steinitz is a pioneer of the geodesign approach using a conceptual framework and developing implementation procedures. Along with his colleagues at Harvard University, he has been working in the field of conceptual frameworks, design strategies and techniques for more than 30 years as part of landscape planning studies and the creation of the concept of geodesign. Steinitz emphasises the influence of geography on design, and says that geographical design means geodesigns. He first developed the model known as 'A Framework for Landscape Planning' as 'The Steinitz Framework for GeoDesign' (Steinitz, 2012). This framework is based on the application of six procedures relating to the entire landscape or environmental planning process. When we examine the framework of Steinitz's Geodesign process, the first three procedures involve the process of the assessment of the current situation based on existing geographical conditions, and the first question is how to define the earth/system. This process is carried out by dividing geography into data inventory layers using GIS. The second question is how the geography system works. Here, GIS is used to combine data with the spatial analysis model, which enables the identification of geographic processes. The third question is how to change the geographical system when all factors are considered, and compliance and capacity modelling using GIS helps answer this. The next three procedures involve the intervention process regarding how the environment should be. In other words, how to change the content determined in these procedures, what the potential consequences of such changes are, and whether or not the contents should be changed (Çabuk et al., 2012). The fourth question in the second stage is what alternative scenarios there are in the design of a city's future, and drafts of possibilities must be prepared. Then, the user is asked how the changes will be effected, how the results can be quickly assessed, and how GIS can be used to assess the effects of alternatives. The final decision is made by considering how the geography should be changed. At this point, such issues as politics and values need to be included in the decision-making process. Geodesign incorporates all six stages and provides a fast and adaptable process for system intervention for a more sustainable future (Steinitz, 1995; 2012).

4. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Man has always felt the power to dominate himself, others and his surroundings and has used this power at every opportunity. However, it is a matter of debate whether or not the world can really be understood by mankind. When we look at the images that make up the physical appearance of the world's assets, the source of all of them, including man, is soil, and when we look at the earth, we see minerals. What distinguishes man from other beings on earth, however, is the ability to transform himself and nature by using the technology and tools he has invented as 'caliphs'. For this reason, humans are solely responsible for environmental and urban problems. Today, everywhere pollution is caused by human intervention; groundwater, rivers, seas, lakes, air, water, light, sounds and cities are all polluted. Almost everywhere in the World, and in every living thing, there are traces of industrial chemicals, most of which are toxic. As in every period of history, today man continues to approach nature from his own selfish viewpoint, to further his own life, and there are only a few people with foresight and advanced thoughts who can escape from this way.

Anyone who is perceived everything on earth as being siblings, and saw themselves as vital to the protection of the environment and wildlife from existing and potential problems. Everyone who recognised this association with the natural world developed relations with it that were not dominating. Many scientists and researchers have expressed similar ideas when making spatial decisions, plans and designs, and in every type of relationship between nature and geography, where people are the chief actors who govern the process. Conscious of this, especially after the 1950's, there has been some research into specimens compatible with nature, and the concept of geodesign that was adhered to since the creation of mankind, but forgotten or ignored due to technological developments, is now, since 2000, is mentioned more frequently in planning and design platforms. Geodesign, supported by GIS, is emerging as an important tool in urban applications in order to resurrect and renew the ontology due to the increasing incidence of disasters and urban and environmental problems. Thanks to the technology we have today, it is possible for design to benefit nature and cause less environmental damage. The ontology specified is important in terms of sustaining this understanding using the geodesign methodology. This methodology, proposed by Carl Steinitz, is a recursive methodology involving six stages, in which 'correctness' is analysed by discussing the previous stage at each stage of the process. Geodesign provides a participatory planning and design approach that considers technology, geographical knowledge and expert knowledge in a controlled manner. These features make assessment easier, promote collaboration, and geo-planning produces a result using a pluralistic approach to planning and design.

In geodesign it is important to be able to relate the entire design environment to other spatial data in the city or geography, to make the necessary analyses and models, to simulate

the effects of the designs, and to manage all these activities in a continuous and updatable manner (Çabuk, 2014). Such a framework is useful in establishing and managing design rules in a design library, and for establishing a more efficient geodesign platform by examining experts from different disciplines within the framework of the library rules understanding.

Recently, cities have experienced the negative effects of global climate change. Inappropriate constructions for disasters such as earthquakes, floods, fires, as well as the degeneracy of the physical, social and residential conditions of buildings, are all caused by the abandonment of the mentioned ontology in our cities. When transforming the urban environment, it is important that physical design and planning is carried out in a healthier manner using geographical information technologies and geodesign methodology processes for a sustainable future. The use of geographical information technologies and the geodesign methodology allow urban decision makers to make better decisions about issues that are relevant to the city in such a way as to reduce the problems caused by urbanisation, as the traditional design model is stagnant. Geodesign has emerged as a planning and design methodology that identifies the physical and social factors through geographical layers using GIS technology that contributes to the development and sustainability of our country.

In summary, the hejira that, as Muslims, we accept as a milestone in terms of identification of time and place, has institutionalised the urbanisation process. For this reason, the Medina City is considered a role model for a city that changed the way people live. 'Şehir'-city is also a name of Resullulah (SAV) should become an eco-system and adhere to good practice in communication, relationships, sustainability, education, culture, health, law, science and technology, enterprise, production and the environment. The city should not only be a place defined by its large population, geography and climate. Belief, education, health and communication all of which are meaningful to people in terms of justice, accuracy, environment, universality, transparency, updatability and sustainability must be as objective criterias in cities. Cities should be environments in which technology and communication are objects, not subjects, and should be developed by balancing the emotions of 'self' and 'we'. We cannot create a happy and peaceful place for inhabitants if the environment fosters a life style based on a philosophy that prefers one to the other and people who see only 'me' or 'us' and prefer individuality to sociality. All stakeholders in a city, not just human beings, but also the inanimate objects such as stones and soil etc. are part of a happiness orchestra. Foresight is important for those who want to rebuild the earth and for those to smash it. GIS and geodesign methodologies are important tools for preserving cities and humanity in their original pure state and make it possible to appropriately evaluate and measure time and space and to produce data that allows us to make predictions. (This paper was presented as oral presentation in the 6th International GAP Engineering Conference – GAP2018).

REFERENCES

- Akkar, Z. M. (2006). Kentsel Dönüşüm Üzerine Batı'daki Kavramlar, Tanımlar, Süreçler ve Türkiye, Planlama, TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını, Sayı:2.
- Akpınar, A., (2014). Geodesign: A new Process in Landscape, Turkish Journal of Forestry Türkiye Ormancılık Dergisi, (15): 189-195.
- Aslan, Recep. (2017). On Domestic Wildlife and Ecology: A Letter Analysis, Yaban Hayatı ve Ekolojiyi İçselleştirmek Üzerine Bir Mektup Analizi. *Dergi Ayrıntı*. 4. 19-24.
- Çabuk, S. N., Ersoy, M., Çabuk, A., Hocaoğlu, T., (2012). Improve The Planet: Geodesign and GIS. 6. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, Afyon.
- Çabuk, SN., (2014). Design with GIS: Geodesign, *Electronic Journal of Map Technologies* 6(1);37-54.
- Dangermond, J., (2010). Designing Our Future. In: Esri (Ed.), *Changing Geography by Design: Selected Readings in GeoDesign*, Esri, Redlands, CA, Redlands, CA: ESRI.
- Demirci, M., (2003). İslam'da Şehir Ve Şehrin Sosyal Dinamikleri, *İstem*, Yıl:1, Sayı:2, 129-146.
- Dündar Y., (2015). *Happinies Management*, ISBN: 978-605-87210-9-8
- Dündar Y., (2016). *Are You God*, ISBN: 978-605-88309-8-1
- Erdoğan, S., (2014). *Computer Aided Mapping and Geographical Information Systems*, Afyonkarahisar Press.
- Fârâbî, (2001). *el-Medinetü'l Fâzıla*, Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları: 1152 Bilim Ve Kültür Eserleri Dizisi: 280.
- Kılıç, ME., (2017). *City or Village?* 16 Nisan 2017, Yenişafak.
- Steinitz, C., (1995). *A Framework for Landscape Planning Practice and Education*. *Process Architecture*, 127.
- Steinitz, C., (2012). *A Framework for Geodesign: Changing Geography by Design*. Esri Press.
- Şahin, Y., (2014). "Belediye Başkanı'ndan"Şehrin Emini"ne Şehir ve Düşünce, (4) 34-38.
- Ülger, N. E., (2010). "Türkiye'de Arsa Düzenlemeleri ve Kentsel Dönüşüm", Nobel Yayınları, Ankara.

GSJ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1, Issue: 2, p. 37-57, 2019

CBS TABANLI ULAŞIM KAYNAKLI HAVA KİRLLETİCİ EMİSYON MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

GIS BASED DETERMINATION OF AIR POLLUTANT EMISSION QUANTITIES IN TRANSPORTATION

Elif YILMAZ¹

Aylin KARAKAŞ²

Balca AĞAÇSAPAN³

Alper ÇABUK⁴

(Received 18.01.2019 Published 27.02.2019)

Özet

Kentsel alanlardaki ulaşım araçlarında küresel bir artış gerçekleşmektedir. Bunun sonucu olarak, motorlu taşıtların egzozlarından kent atmosferine verilen kirleticilerin seviyeleri, bölgenin meteorolojik ve topoğrafik koşullarının etkisiyle zaman zaman insan sağlığını tehdit edici boyutlara ulaşabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, ulaşımdan kaynaklı emisyon miktarlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile belirlendiği çalışmaların incelenmesi ve Eskişehir Teknik Üniversitesi'nin İki Eylül Kampüsüne giden araçlardan kaynaklanan hava kirletici emisyonlarının ağ analizi ile belirlenmesidir. Mevcut şehir içi otobüslerinin elektrikli olması durumlarında emisyonların azaltılması amacıyla kampüs içine Anadolu Üniversitesi Yunus Emre Kampüsü ile İki Eylül Kampüsü arasında iki farklı güzergahın emisyon etkisi network analizi ile hesaplanmıştır. Analiz sürecinde ArcGIS network analiz aracı kullanılmıştır. Çalışmada EMEP/CORINAIR emisyon faktörü veri tabanından taşıt kategorilerine, motor teknolojisine ve yakıt türlerine göre uygun emisyon faktörleri seçilmiş, seçilen emisyon faktörleriyle otobüs seferleri ve şahsi araç sayıları kullanılarak trafikten kaynaklı hava kirletici emisyon miktarları network analizi ile tahmin edilmiştir. Çalışmadaki ağ analizinin amacı yol tasarımı ve gelişimini yönlendirecek ideal bir ağ modeli bulmak için farklı modellerin trafik koşullarını karşılaştırmaktır.

Anahtar Kelimeler: Network analiz, CBS, hava kalitesi.

¹ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, eyilmaz1@eskisehir.edu.tr

² Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, aylinkarakas@eskisehir.edu.tr

³ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, bagacsapan@eskisehir.edu.tr

⁴ Eskişehir Teknik Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Restorasyon Anabilim Dalı, acabuk@eskisehir.edu.tr

Abstract

There is a global increase in transportation in urban areas. As a result, the levels of pollutants from motor vehicles in the city atmosphere can sometimes reach levels that threaten human health because of the meteorological and topographical conditions of the region. The aim of this study are to investigate the studies on the emission-related emission amounts by Geographical Information Systems (GIS) and to determine the air pollutant emissions from the vehicles going to Eskişehir Technical University's İki Eylül Campus by network analysis. In order to reduce emissions in the existing electric city buses, the emission impact of two different routes between the Yunus Emre Campus and the İki Eylül Campus of the Anadolu University was calculated by network analysis. ArcGIS network analysis tool was used in the analysis process. In this study, appropriate emission factors were selected from the EMEP / CORINAIR emission factor database to vehicle categories, engine technology and fuel types, air traffic pollutant emissions, bus programs and personal vehicle numbers and network analyzes were performed. The aim of the network analysis in the study is to compare the traffic conditions of different models to find an ideal network model to guide road design and development.

Keywords: Network analysis, GIS, air quality.

1. GİRİŞ

Otomotiv sanayisinin büyümesi ve nüfus artışı sonucunda, kentsel alanlardaki ulaşım araçlarında küresel bir artış gerçekleşmektedir. Bunun sonucu olarak karayollarında seyir halindeki motorlu taşıtların egzozlarından kent atmosferine verilen kirleticilerin seviyeleri, bölgenin meteorolojik ve topoğrafik koşullarının etkisiyle zaman zaman insan sağlığını tehdit edici boyutlara ulaşabilmektedir. Benzin ve motorin kullanan motorlu taşıtlardan atmosfere salınan egzoz gazlarının bileşiminde; parafinler, olefinler ve aromatikler gibi uçucu organik bileşikler (VOC); aldehitler, ketonlar, karboksilik asitler gibi kısmen yanmış hidrokarbonlar (HC); karbon monoksit (CO), azot oksitler (NO_x), kükürt dioksit (SO₂), kurşun bileşikleri ve partikül maddeler (PM₁₀) bulunmaktadır. Benzinli motorlarda CO ve yanmadan kalan HC; dizel motorlarda ise NO_x, SO₂ ve partikül madde gibi kirleticiler daha önemlidir (Alkaya vd., 2000). Bunlardan NO_x ve VOC'ler özellikle troposferik ozonun (O₃) oluşmasında önemli bir paya sahiptir. Oksijenin aktif bir hali olan ozon, hidrokarbonlar ile azot oksitlerin de katıldığı, güneş ışığı ile gerçekleşen çok sayıda karmaşık kimyasal reaksiyon sonucu oluşmaktadır.

Bu emisyonlar, yakıt bileşimleri ve yakıt katkı maddeleri ile ilişkili olduğu kadar, motor türü ve yanma verimi ile de doğrudan ilişkilidir. Bunun yanında yakıtların taşıtların depolarına doldurulması ve motorun sıcaklığı ile yakıt/yağ buharlaşmalarından oluşan uçucu organik madde emisyonları da önemli emisyon kaynaklarıdır. Motorlu taşıtlardan kaynaklanan emisyonlar; taşıtın yaşı, motorun çalışma devri, çalışma sıcaklığı, ortam sıcaklığı, ortam basıncı, yakıt türü ve kalitesi gibi parametrelere bağlıdır (Koca ve Elbir, 2013).

Artan araç sayısına bağlı olarak, ulaşımda kullanılan yakıt miktarının artması, atmosferde kirletici emisyonların ve karbondioksit (CO₂) gazı miktarının hızla yükselmesi, dolayısıyla sera etkisinin oluşması ve iklim değişikliği sorunları, ulaşımda enerji verimliliği konusunu gündemde tutmaktadır. Tüm bu problemleri gidermek için uygun alternatif yakıtlar ve/veya daha verimli alternatif araçların geliştirilmesi gündeme gelmektedir (Uçarol vd., 2009).

Ulaşım kaynaklı hava kirlenmesinin önemli yanı özellikle havalandırması sınırlı caddelerde yoğun trafik ile yer seviyesinde birikim yaparak, trafik çevresinde yer alan kişilere ve trafiğe katılan kişilere doğrudan ve akut etki göstermesidir. Motorlu araçların neden olduğu kirlenme bir çok faktöre bağlıdır. Bunlar; enerji tüketimi ile doğrudan ilgili olup taşıtın motor cinsi, aracı kullanım tarzı, araç yaşı, aracın fiziki durumu, ortalama hızı, yakıt kullanımı, yakıt cinsi, trafik durumu sayılabilmektedir. Petrol türevi yakıtların kullanılması sera gazı salımının (özellikle CO₂'in) büyük oranda artmasına ve buna bağlı olarak küresel ısınma gibi bütün dünyayı etkileyebilecek önemli sonuçların ortaya çıkmasına katkıda bulunmaktadır.

Oluşan emisyon miktarlarının yükselmesi, içten yanmalı motor (İYM) teknolojisinde yapılan iyileştirmeleri, alternatif yakıtlar ve daha verimli alternatif araçların geliştirilmesini gündeme getirmektedir. Bu açıdan bakıldığında elektrikli

araçlar; sessiz olması, düşük seviyede emisyon salınımına sebebiyet vermesi ve yakıt tasarrufu sağlaması gibi avantajları sayesinde bu sorunlara çözüm getirebilecek potansiyele sahiptir.

Avrupa'da karbon emisyonuna göre yapılan vergilendirmeler otomobil almak isteyen kişiler veya mevcut otomobil sahipleri için elektrikli araçları cazip kılmaktadır (Varol vd., 2018).

Bilgi ve bilgisayar teknolojisinin gelişimi ile birlikte uygulanmaya başlanan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), birçok meslek dalında ve iş kolunda, takip ve planlama için kullanılmaktadır. CBS en genel tanımıyla, her türlü veriyi birbirleriyle ve coğrafi konumları ile ilişkilendirerek bilgisayar ortamında toplamak ve bunları grafik ya da basılı olarak izlenmesidir. Özellikle büyük şehirlerde her türlü acil durum planlaması yapılırken, tüm veriler birbirleri ile ilişkilendirilebilmeli ve tüm bu verilerin birlikte analizi yapılabilirdir. Kent bilgi sistemi uygulamalarında, acil durumlarda; ambulans, itfaiye ve polis araçlarının istenen noktaya en kısa sürede ulaşması, zamana bağlı çalışan otobüs, okul taşıtları, metro, çöp toplama, dağıtım ve benzeri hizmetleri sorgulama ve izleme ihtiyacı vardır. Bütün bu analiz işlemleri ağ analizi ile mümkündür. Bu çalışmada da ağ analizi farklı yol güzergahları için emisyonların hesaplanmasında kullanılmıştır.

Çalışmanın amacı, Eskişehir Teknik Üniversitesi'nin İki Eylül Kampüsüne giden araçlardan kaynaklanan hava kirlenici emisyonların network analizi kullanılarak belirlenmesidir. Çalışmanın diğer ve önemli ayağında mevcut şehir içi otobüslerinin elektrikli olması durumlarında emisyonların azaltılmasına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, kampüs içine Anadolu Üniversitesi Yunus Emre Kampüsü ile İki Eylül Kampüsü arasında iki farklı güzergahın emisyon etkisi network analizi ile yapılmıştır. Çalışmada EMEP/ CORINAIR emisyon faktörü veri tabanından taşıt kategorilerine, motor teknolojisine ve yakıt türlerine göre uygun emisyon faktörleri seçilmiş, seçilen emisyon faktörleriyle otobüs seferleri ve şahsi araç sayıları kullanılarak trafikten kaynaklı hava kirlenici emisyon miktarları network analizi ile tahmin edilmiştir. Çalışma kapsamında tamamen taşıtların seyir halinde egzozlarından attıkları kirleniciler incelenmiştir.

2. LİTERATÜR İNCELEMESİ

Çok sayıda makale ulaştırma faaliyetlerinin çevresel etkilerini araştırmış ve çeşitli ulaştırma senaryoları için emisyon oranlarını bildirmiştir. Sera gazı emisyonları ile ilişkili etkileri sınırlamak için çevresel, sosyal ve politik baskılar artmaktadır. Kullanımdaki büyümeye ve araçların etkisine rağmen, rotalama probleminin temel amacı olarak emisyonların azaltılması konusunda araştırma çok azdır.

Figliozzi (2010) çalışmasında, emisyonların ve yakıt tüketiminin en aza indirilmesinin birincil amaç veya genelleştirilmiş bir maliyetin bir parçası olduğu yeni bir araç yönlendirme sorununu (VRP) formüle ederek, çalışıp ve çözmektedir. Kalkış zamanları ve seyahat hızları karar değişkenleri haline gelmiştir. Yazara göre, zamana

bağlı seyahat hızları, zaman pencereleri ve kapasite kısıtlamaları olan sıkışık ortamlardaki rotaların tasarımı sırasında araç emisyonlarını en aza indiren başka bir araştırma veya formülasyon yoktur.

Dessouky, Rahimi ve Weidner (2003), talebe cevap veren bir transit operasyon için maliyet, hizmet ve çevresel performans arasındaki değişimleri dikkate almaktadır. Zamanlama sezgisel olarak geçiş işlemlerini simüle ederek ve çevreye yaşam döngüsü etkilerini dikkate alarak, emisyonlar için optimize edilmiş heterojen filolar için minimum ek maliyetle önemli çevresel iyileştirmelerin mümkün olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu aynı faydalar homojen filolar için gözlenmemiştir. Bu araştırma bir dizi çevresel performans ölçüsüne odaklanmış ve her bir çözümün yaşam döngüsü üzerindeki çevresel etkilerini dikkate alır; CO₂ ye odaklanır veya yönlendirme ile ilişkili emisyonları minimize etmez.

Palmer (2007), CO₂ emisyonlarını hesaba katmak için bir araç yönlendirme sorununu modelle araştırmıştır. Bu model, zaman veya mesafedeki optimizasyonlar için emisyonları azaltma veya emisyonları hesaplamak için kullanılmıştır. Zaman yerine emisyonlar için optimize edilirken emisyonlarda % 4.8, mesafe yerine emisyonlar için optimize edilirken emisyonlarda % 1.2 azalma olduğu bulunmuştur. Modeli, hız ve araç performansına dayalı emisyonları tahmin etmeye odaklanmış ve yol tıkanıklığına dayanarak hızı tahmin edilmiştir. Palmer 'ın modeli, emisyonlar ve hizmet arasındaki dengeyi değerlendirmek için yararlı bir model sunma konusunda en yakın olandır.

Bu araştırmacıların her biri, araç yönlendirmenin çevresel etkilerinin bulunması konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiş olsa da her birinin optimizasyonuna izin verirken, maliyet, hizmet ve emisyonlar arasındaki değişimleri hesaba katmamaktadır.

ArcGIS yazılımı, yönlendirme ve zamanlama problemlerini çözmeye izin vermektedir. Bu yazılım, adres verileri ve bağlantı maliyeti işlevlerini içeren eksiksiz bir yol ağı içermektedir, ancak araç faaliyetlerinden kaynaklanan emisyonları tahmin etmez. Wygonik ve Goodchild (2011) yapmış olduğu araştırmada, ArcGIS VRP aracını, zaman pencereli bir kentsel toplama ve dağıtım sistemi için en düşük maliyetli, en düşük emisyon yönlendirmelerini sağlayan rotaları hesaba katarak genişletmiştir. Bu araç, karayolu ağ koşullarındaki, zaman penceresi kısıtlamalarındaki ve filo kompozisyonundaki değişikliklerle ilgili farklı politikaların analizini sağlamaktadır ve farklı senaryolar için maliyet ve emisyon değişikliklerini dikkate almaktadır.

ArcGIS, VRP'yi kapasite kısıtlamaları, çoklu araçlar ve zaman pencereleriyle kentsel toplama ve dağıtım sistemleri için çözebilmektedir. Bu araç sert veya yumuşak zaman pencerelerini göz önünde bulundurabilmekte ve problem bir saatten daha kısa bir süre durduğunda emisyonları hesaba katacak şekilde genişletilmektedir. EPA standartlarına göre, sıcak halde katalitik konvertörlü bir motor, bu süreden sonra soğuk duruma geçecek ve sıcak ve soğuk durumdaki emisyonlarının oluşmasına neden olacaktır. Bununla birlikte, çoğu yerleşim yerindeki kentsel toplama ve teslim sistemindeki duraklamalar bu bir saatlik süreyi geçmemektedir. ArcGIS, emisyonları en aza indirmek ve belirli bir vaka incelemesi filosu için emisyonlar, maliyet ve hizmet

kalitesi arasındaki değişimleri dikkate almak için kullanılmaktadır. Bu örnek olay incelemesi gerçek bir toplama ve teslimat sistemine, müşterilere, sipariş miktarlarına ve teslimat zaman pencerelerine dayanmaktadır. Çalışmada, bu değişen baskılar altında maliyet, hizmet kalitesi (zaman çizelgesi ile temsil edilir) ve bir kentsel toplama ve dağıtım sistemi emisyonları arasındaki dengeleri ortaya koymaktadır. Yazarlar tarafından ArcGIS'te geliştirilen bir model, bu işlemlerin değerlendirilmesinde, belirli operasyon özelliklerine sahip gerçek bir filo içeren belirli bir vaka incelemesi için kullanılmıştır. Emisyonların azaltılması problemi, zaman pencerelerinde araç rotalama olarak modellenmiştir. Zaman pencerelerinin etkisinin, müşteri yoğunluğunun ve araç seçiminin özel olarak dikkate alınması gerektiği belirtilmiştir (Wygonik ve Goodchild, 2011).

Ehmke vd., (2016), kısa ve orta vadeli gelecekte karşılaşılabilecek en önemli zorluklardan biri olacak kentsel alanlarda araçların yönlendirilmesinden beklenen emisyonların en aza indirilmesini araştırmıştır. Çalışmadaki en önemli zorluk, ayrıntılı yük bilgilerini göz önünde bulunduran, hesaplanabilir şekilde izlenebilir bir yolun geliştirilmesidir. Geleneksel araç rotalama hedeflerinden farklı olarak, yükün varlığı müşteriden müşteriye beklenen zamana bağlı emisyonları en aza indirecek yolları çevrimiçi olarak hesaplamayı gerektirir. Bu yolların çoğunu önceden hesaplanmasına izin veren analitik bir sonuç ortaya koyulmuştur.

Deneyler aracılığıyla, karışık müşteri örnekleri için emisyonları optimize ederken emisyonlarda önemli tasarruf sağlanabileceğini tespit ederek, şehir içi turlar, esasen rotaların nispeten kısa olması nedeniyle önemli ölçüde daha az gelişme gösterdiği tespit edilmiştir. Genel olarak, emisyonlarda tasarrufun tur sürelerinde nispeten küçük artışlarla tespit edilebileceğini ve bunun da şirketlere büyük maliyetler olmadan emisyonlarda büyük tasarrufun mümkün olabileceğini göstermiştir. Sonuçlar birden fazla araca da genişletilmiştir. Araç filoları emisyonlarda büyük bir etken olduğundan, karışık filolarda büyük miktarda emisyon tasarrufu elde edilmiştir.

İsveç'te yapılan bir araştırma (Ericsson vd., 2006), gezginlerin kendiliğinden rota seçimine dayanarak yapılan seyahatlerin %46'sının çevre dostu olmadığı ortaya koymuştur. En çevre dostu seçilen rotayla ise, bu yolculuklardaki araç emisyonları %8,2 azaltılabilmektedir. Benzer şekilde, Ahn ve Rakha (2008) bir eko-yönlendirme stratejisi kabul edilirse araç emisyonunda % 4-20 oranında bir düşüş sağlanabileceği bildirilmiştir. Japonya'da bir alan çalışması (Kono vd., 2008), çevre dostu yolun araç emisyonunun en az seyahat süresi yolundan %9 daha uzun olduğunu tespit etmiştir. Bu gibi durumlarda, bir eko-rota navigasyon sistemi, daha düşük araç emisyonlarına sahip en çevre dostu yolu önerebilmektedir, ancak seyahat süresi seyahat süresi bütçesini aşabilmektedir.

Zeng vd. (2016) çalışmasında, bir araç dinamiği temelli CO₂ emisyon modeli ve bir seyahat süresi tarafından sınırlanan minimum CO₂ emisyonları açısından en çevre dostu yolu bulma sorununu gidermek için eko-yönlendirme yaklaşımını önermektedir. Bu rotalama problemini çözmek için Pareto-optimal optimizasyon metodu kullanılmıştır.

Önerilen yöntemin faydaları temel olarak iki yöndendir. İlk olarak, mikroskobik CO₂ karşılaştırarak gibi CMEM ve VSP emisyon modelleri, eko-yönlendirme için giriş değişkenleri ortalama hız, ortalama hızlanma ve eğim açısidir. İkincisi, geleneksel eko-yönlendirme yöntemine kıyasla, önerilen yöntem yalnızca CO₂ emisyonunu optimize etmekle kalmaz, aynı zamanda hem zamanında varış hem de çevre dostu olma veya yakıt ekonomisini garanti eden seyahat süresini de dikkate alınmaktadır.

Sbihi ve Eglese (2007) karbon salınımını etkin bir şekilde azaltmak için ekonomik verimlilikten ziyade sosyal ve çevresel faktörleri dahil ederek geleneksel VRP ve araç rotalama düzenlemesini genişletmenin gerekli olduğunu göstermiştir. Bektaş ve Laporte (2011), amaç fonksiyonunun seyahat mesafesini, sera emisyonlarının miktarını, yakıtı, seyahat sürelerini ve maliyetlerini hesaba katan bir Kirlilik Yönlendirme Sorunu (PRP) önermiştir.

Carins (1999), marketlere yapılan ev dağıtımının çevresel etkilerini, hız değişikliklerine dikkat etmeden mesafeyi emisyonlara dönüştürerek çevresel etkilerini değerlendirmiştir. Van Woensel vd. (2001) trafik akış bilgisinin emisyonlardaki önemini göstermişlerdir. Elde ettiği sonuçlar, sabit hızda emisyonların hesaplanmasının, benzin tüketen araçlar için ortalama emisyonda %20'ye kadar olan ve sıkışık dönemlerde yaklaşık %40 artış gösteren dizel tüketenler için yaklaşık %11'e varan düşük rotalara neden olduğunu göstermiştir.

Davies ve Whyatt (2014), CBS ile ağ analizi uygulaması ile yaya yollarında araç trafiğinden kaynaklı hava kirlenicilerine PM2.5'a göre kümülatif maruz kalımı fizyoloji, aktivite seviyesi, meteoroloji, fiziksel çevre özellikleri gibi değişkenlere göre modellemişlerdir. Belirli bir rota için maruz kalmanın değerlendirilmesine ek olarak, bu yaklaşım, yolculuk süresi maruziyetini en aza indiren alternatif rotaları belirlemek için kullanılmıştır. CBS ile ağ analizi temelli çalışan bu yöntem hem esnek hem de ölçeklenebilir olup fizyoloji, aktivite düzeyi, kirlilik konsantrasyonu ve yolculuk süresi arasındaki etkileşimlerin keşfedilmesini sağlamaktadır. Bu yöntem ile fizyoloji ve aktivite seviyesinin maruz kalma hesaplamalarına entegre edilmesini sağlamak için, epidemiyolojik çalışmalar için daha gerçekçi girdiler sağlama potansiyeline sahip daha kapsamlı bir yolculuk zamanına bağlı olarak maruz kalma tahmini yapılabileceği gösterilmiştir.

Naderipour ve Alinaghian (2016) CO₂, CO ve NO_x ölçümü, değerlendirmesi ve en aza indirilmesi için zamana bağlı araç rotalama probleminde (OTDVRP) üç önemli emisyon (araçlardan yayılan) olarak yeni bir kapsamlı model sunulmuştur. OTDVRP'de şehir merkezleri gibi sıkışık bölgelerin trafik özellikleri göz önünde bulundurulmuştur. İki nokta arasındaki yolculuk süresi kalkış saatine bağlıdır ve araçlar depoya geri dönmemektedir. Önerilen sorunu çözmek için, geliştirilmiş bir Parçacık Sürüsü Optimizasyonu algoritması geliştirilmiştir.

Benzer bir çalışma McGill Üniversitesi (Montreal, Kanada) tarafından yapılmıştır. Ulaştırma sera gazı emisyonları, yaş, cinsiyet ve seyahat mesafesini belirleyen bir seyahat araştırması ile tahmin edilmiştir. Emisyonları hesaplamak için, GIS kampüse

gidiş geliş mesafelerini belirlemek için kullanılmıştır, ancak anket yanıtlarının sadece posta kodu seviyesindeki yerini belirleyebilmişlerdir. Bununla birlikte, bu sayede, çalışma mevsime, cinsiyete, seyahat şekline bağlı olarak sera gazı emisyonları belirlenmiştir. Son olarak, bu çalışma birkaç farklı senaryoya dayanarak ortaya çıkabilecek emisyon değişikliklerini ortaya koymuştur (Mathez vd., 2016).

Appleyard vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, kapsamlı bir seyahat anketi geliştirmek için öncelikle üniversitenin iklim eylem planları, anket verileri ve literatür üzerine kuruludur ve daha sonra Kaliforniya'daki San Diego Eyalet Üniversitesi'ndeki (SDSU) fakülte, personel ve öğrenciler için ulaşım ile ilişkili sera gazı emisyonlarını tahmin etmek için yenilikçi coğrafi analiz yaklaşımı geliştirilmiştir. Spesifik olarak, anket, kullanılabilir bir dizi coğrafi hesaplanmış ticari alan/politika bölgesi ile analiz edilir. Çalışma;

- 1) kampüs topluluğunun ulaşım emisyonlarını tahmin etmek,
- 2) çeşitli politika senaryolarının mekansal olarak çerçevelerini test eder ve son olarak
- 3) kampüslerin karbon ayak izini azaltma politikalarını yönlendirmeye ve hedeflemeye yardımcı olacak bölgeler olarak hizmet etmektedir.

Bu kapsamlı detaylı güzergah analizi sadece en önemli kirleticilerin ne olduklarını ve kaynağını ortaya çıkarmakla kalmayıp, aynı zamanda belirli politikaların seyahat davranışını ve toplam sera gazı miktarını gerçekten nasıl değiştirebileceğini belirlemek için kullanılabilir alternatif senaryoların test edilmesini de bilgilendirerek ve kalibre etmektedir. Çeşitli politika senaryo testlerinin sonuçları, daha fazla bisiklete binmeyi ve yürümeyi teşvik etme gibi kampüs sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik eylemleri ortaya koymaktadır. Bu araştırma aynı zamanda, kampüse yakın daha iyi ve uygun fiyatlı konut seçenekleri sunmanın üniversitenin sera gazı emisyonlarını önemli ölçüde azaltabileceğinin kanıtıdır.

Li vd. (2017) nin çalışmasının amacı, herhangi bir seyahat için Taipei büyükşehir bölgesindeki en temiz rotayı belirten sağlıklı bir gidiş haritası geliştirmek ve farklı gidilecek rotalarda maruz kalan kirleticiler dozlarını değerlendirmektir. Bu çalışmada Tayvan EPA'nın Taipei metropol bölgesindeki hava kalitesi izleme istasyonlarından hava kirliliği izleme verilerini (CO, SO₂, NO₂, PM₁₀ ve PM_{2.5}) kullanarak, farklı modlarla (motosikletçilik, bisiklet ve yürüyüş), her bir kirleticinin Taipei metropol bölgesindeki dağılımını tahmin etmek için ters mesafe ağırlıklandırma (IDW) gibi uzaysal enterpolasyon yöntemleri kullanılmıştır. Farklı günlük işe gidiş yollarının çeşitliliğini temsil etmek için üç yol seçildi. En temiz rota seçimi, en düşük kümülatif kirleticiler maruz kalmayı bulmak için algoritmasına dayanmaktadır. IDW enterpolasyonlu CO, SO₂, NO₂, PM₁₀ ve PM_{2.5} değerleri 0.42-2.2 (ppm), 2.6-4.8 (ppb), 17.8-242.9 (ppb), 32.4-65.6 (ppb), 17.8-42.9 (ppb), 32.4-65.6 (µg/m³) ve 14.2-38.9 (µg/m³) sırasıyla. IDW sonuçları ile karşılaştırmak için, motosiklet rotası boyunca partikül madde konsantrasyonu (PM₁₀, PM_{2.5} ve PM₁) ölçülmüştür.

Lajunen ve Lipman (2016), yaşam döngüsü maliyetlerini, enerji tüketimini ve dizel, doğal gaz, hibrit elektrik, yakıt hücresi hibriti ve akü elektrikli şehir otobüslerinin emisyonlarını değerlendirmektedir. Hibrit otobüsler hem içten yanmalı bir motora hem de elektrikli bir motor ya da yakıt hücrelerine sahiptir. Sonuçlar, hibrid ve elektrikli otobüsler için geleneksel fosil yakıtlı otobüslere kıyasla önemli emisyon düşüşünü göstermektedir. Finlandiya ve Kaliforniya'da otobüs işletimi ve yakıt üretimi ile ilgili emisyonlar göz önünde bulundurulmuştur.

Dreier vd. (2018), geleneksel, hibrit elektrikli ve plug-in hibrit elektrikli güç aktarma organları dahil olmak üzere Brezilya'nın Curitiba kentindeki altı şehir otobüsü için fosil enerji kullanımı ve sera gazı emisyonu tahmininde bulunulmuştur. Çalışma, geleneksel iki akslı bir şehir otobüsüne kıyasla, mesafe başına % 30 ve % 75 daha az fosil tüketen hibrit elektrikli ve plug-in hibrit elektrikli iki akslı şehir otobüslerin etkili olduğunu göstermiştir. Bu, hibrit araçta için geleneksel bir şehir otobüsüne kıyasla, emisyonların % 27 oranında azalmasına yol açmaktadır.

Mahmoud vd. (2016) ekonomik, çevresel, operasyonel ve enerji verimliliği yönleri dahil olmak üzere alternatif güç aktarma teknolojilerinin bütünsel bir incelemesini sunmaktadır. Hibrit elektrik, yakıt hücresi ve akü elektrik otobüsleri dizel otobüslerle karşılaştırılmaktadır. Yazarlar, elektrikli otobüslerin performansının enerji profillerine ve operasyonel taleplere karşı hassas olsa da, elektriği yenilenebilir kaynaklardan kullanan batarya elektrikli otobüslerinin çevresel faydalar ve operasyonel avantajlar göz önüne alındığında en iyi seçenektir.

3. MATERYAL VE METOD

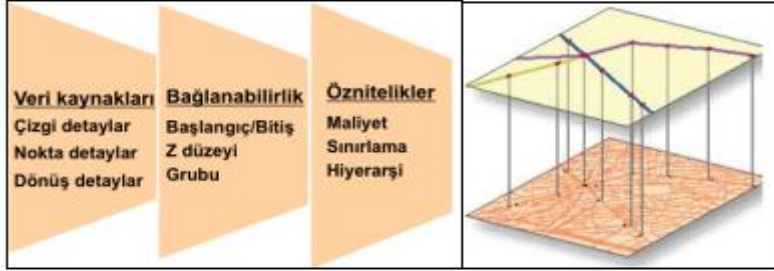
3.1. Network Analizi

Ağ, taşıma tipi olarak aynı coğrafi olayı sergileyen birbirine bağlı hat topluluğudur. Ağ yapıları üzerinde bir noktadan diğer noktaya erişebilme özelliği bulunmaktadır. Ağ analizi; vektör tabanlı coğrafi veriler ile gerçekleştirilen, çizgi özelliği gösteren coğrafi verilerle karar vermeye yönelik analizlerdir. Ağ verisinin yönetimi, CBS yazılımlarının yapısına göre farklılık göstermektedir. Örneğin yalnız tek yönde hareketi gerektiren elektrik, doğalgaz ve su gibi çizgisel mühendislik yapıları ile iki yönde hareketi gerektiren karayolu ve tren yolu gibi ulaşım altyapılarında farklı ağ veri setleri kullanılmaktadır. Ağ bileşenlerine ait veri setlerinin öznitelikleri ise ağ üzerinden güzergâh belirlemede kullanılmaktadır. Temel olarak üç ağ bileşeni bulunmaktadır;

- Kenar (Edges) : Çizgi geometrisinde kavşakları bağlar.
- Kavşak (Junction): Kenarların birbirine bağladığı veya ağ analizine giren çıkış-variş noktaları için kullanılır.
- Dönüşler (Turns): Kenar-kavşak-kenar geçişlerindeki yönelimleri tanımlar.

Örneğin U dönüşü yasak bir kavşağı ifade ederken kullanılmaktadır. Ağ analizinde bağlantı, kenar ve dönüş bileşenleriyle beraber öznitelik gruplarında veri setinin Şekil 1'deki diğer değişkenleri tanımlanmaktadır. Örneğin ağ bağlanabilirlik ilişkisinde, kenarların yüksekliğine göre 0, -1, 1, 2 gibi Z düzey grubunda belirtilen

değerler atanabilmektedir. Hiyerarşik sınıflamalara göre ulaşım objeleri; sokak, cadde, bulvar, otoyol gibi yol bileşenlerine sınıf değeri atanarak tanımlanmaktadır. Böylece en kısa yolculuk sürelerinin tercih edilmesinde sınıf değerlerine göre güzergâh seçimi yapılabilmektedir (Kesik ve vd., 2015).



Şekil 1. Ağ tanımlayıcıları ve veri yapısı

Ağ analizinin temel amacı çizgi (hat) karakteristiklerinin mekansal analizidir. Haritadaki çizgi karakteristikleri fiziksel hatlar (çizgiler) ve sanal hatlar olarak iki ana sınıfa ayrılır. Genel olarak fiziksel hat gerçek dünyada vardır ve hava fotoğraflarında gözlenebilmektedir. Nehirler, kıyı çizgisi ve yollar fiziksel hatların tipik örnekleridir. Sanal hat karakteristikleri ise politik sınırlar ve yönetim sınırları gibi soyut yapıdadır. Politik birimler arasında çeşitli ölçeklerdeki sınırlar sanal hatların tipik örneğidir. Coğrafi gridi oluşturan meridyenler ve paraleller sanal hatların diğer bir çeşididir.

Hat karakteristiklerinin mekansal analizi iki tip problem ile ilgilenir;

- Hatlar arasındaki bağlantının yapısı
- Birbirine bağlı hatlar vasıtasıyla sistemdeki hareket

Bağlantılı hatlar bir ağı tanımlar ve ağın analizi ağ analizi olarak adlandırılır. Birçok durumda ağ analizi sokaklar, yollar ve anayollar gibi fiziksel hatlar ile ilgilenmektedir. Sanal hatlar ağın yapısını pek etkilemez. Geleneksel olarak ağ analizi ulaşım araştırmalarının bir alt disiplindir. Ağ analizi ile ilgili konular, ulaşım coğrafyası, kırsal alan ulaşım planlaması, inşaat mühendisliği, endüstri mühendisliği ve ulaşım ekonomisi ile ifade edilmektedir (Yomralıoğlu, 2000).

Ağ analizi uygulamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- “Adres belirleme” işlemi yol ağı kullanılarak yapılabilir.
- Belirlenen başlangıç ve bitiş noktası arasında “en kısa / uzun yol analizi” yapılabilir.
- En yakın hastaneyi, suç mahalline en yakın polis arabalarını veya müşteri adreslerine en yakın mağazaları bulmak için “en yakın olanak fonksiyonu” ile analiz yapılır.
- Ağ analizi kullanılarak belirli bir zaman veya mesafe maliyetinde erişilebilir alanlar “servis alanı” veya “kaynak tahsisi” olarak belirlenebilir.
- “Optimum güzergâh belirleme” analizi, iki nokta arasında birden fazla bağlantı olduğu durumlarda bu bağlantılardan en uygununu seçme işlemidir.

- Başlangıç-bitiş noktaları maliyet matrisi, uygun yer seçimi ve optimizasyon işlemlerinde ağ analiz fonksiyonları kullanılabilir.

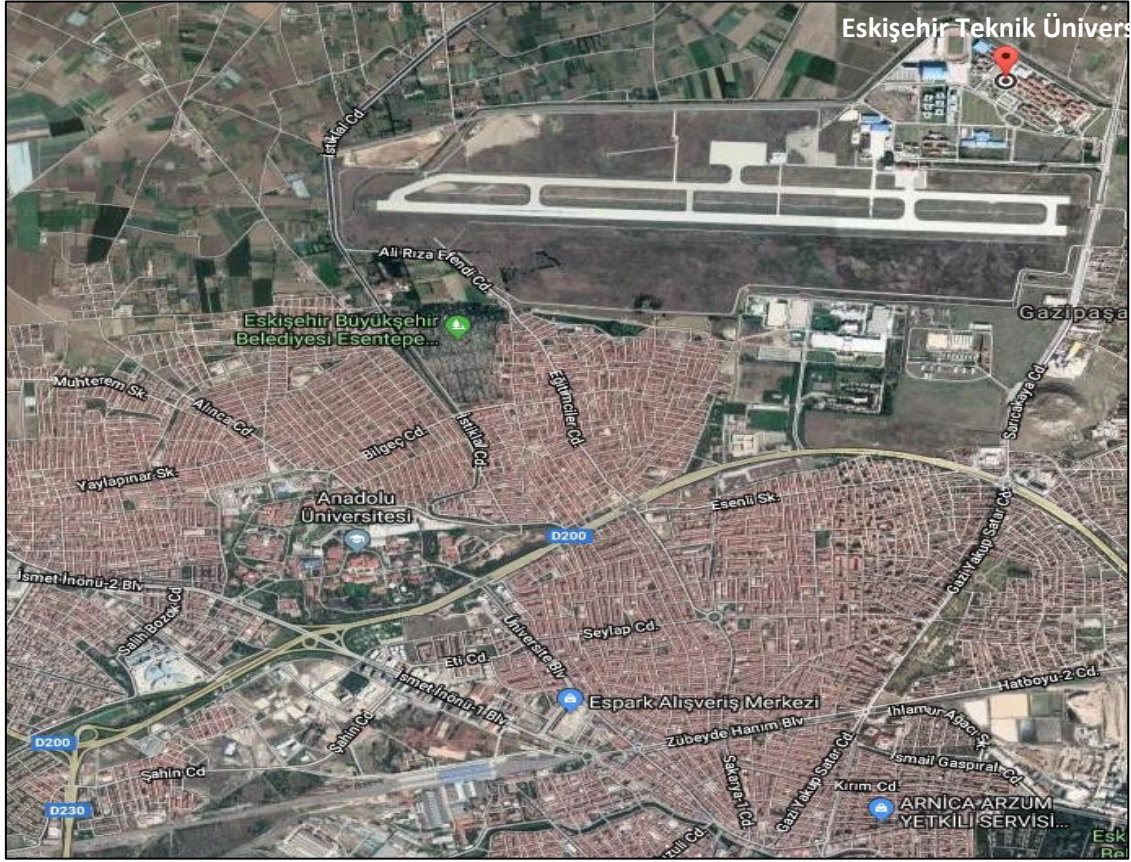
Ağ analizini yapmadan önce etki (impedance) değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Kargo dağıtımını etki faktörü; zaman, benzin ve şoförün alacağı ücretken, etki faktörünü kargonun teslim edileceği zaman ve yol durumu etkimektedir. Arz ve talep değerleri de ağ analizi uygulamalarında önemli bileşenlerdir. Örneğin; hastane için arz (supply) hastanenin yatak sayısı iken, talep (Demand) ise hastanede kalmak isteyen birey sayısıdır (Kesik vd., 2015).

Yol ağı kalıpları üzerine yapılan pek çok çalışma, arazi geliştiricileri ve şehir plancıları için rehberlik etme eğilimindedir. Bu nedenle çalışmalar genellikle topluluk veya kentsel düzeyde gerçekleştirilmektedir. Topluluk düzeyinde analiz, yol ağı modellerinin seyahat, güvenlik ve yürüyüş ortamına olan etkilerine odaklanmaktadır. Kentsel alanlardaki yol yapıları, arazi kullanımı, kentsel genişleme ve çevre için hangi yol sisteminin daha iyi olduğunu açıklamak için tüm kentsel alanlar için incelenmiştir. Ayrıca, analiz prosedürü ve sonuçlarının standartlaştırılması için aynı miktarda düğüm ve bağlantıya sahip ağlar temelinde bazı araştırmalar yürütülmektedir. Yol ağı modeli analizinin amacı sadece farklı ağ türlerini tanımlamak değil, aynı zamanda yol tasarımını ve gelişimini yönlendirecek ideal bir ağ modeli bulmak için farklı modellerin trafik koşullarını karşılaştırmaktır (Zhang vd., 2011).

3.2. Çalışma Alanı

Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü şehir merkezinin kuzeyinde yer almaktadır. Kampüse karayolu ile otobüs ve şahsi araçlarla ulaşım sağlanmaktadır. Diğer taraftan önümüzdeki süreçte şehir merkezinden kampüse tramvay hattı yapılması planlanmaktadır.

Çalışma kapsamında araç sayımları yapılamadığı için, hesaplamalar mevcut otoparklara kabul edilen araç sayıları ve 2 farklı şehir içi otobüs güzergahları üzerinde yapılmıştır. Bu güzergahlar çalışmada Rota-1 ve Rota-2 olarak adlandırılmıştır. Kampüsün Eskişehir'deki yeri Şekil 1'de, kampüse giden araç güzergahları sonuçlar kısmında gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışma alanının Eskişehir kentindeki yeri ve araç güzergahları

3.3. Emisyon Envanteri

Çalışmada Eskişehir Teknik Üniversitesine giden Eskişehir Büyükşehir Belediyesi otobüsleri için emisyon hesapları yapılmıştır. Emisyonlar, farklı kategorilerdeki taşıtların sayıları ve literatürden seçilen emisyon faktörleri kullanılarak her bir otobüs güzergahları için günlük toplamlar halinde hesaplanmıştır.

Çalışmada "EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook" isimli veritabanında yer alan CORINAIR tabanlı emisyon faktörleri (EEA, 2016) kullanılmıştır. Bu veritabanında verilen emisyon faktörleri;

- taşıt türü (motosiklet, otomobil, hafif yük vasıtaları ve ağır yük vasıtaları)
- motor teknolojisi (üretim yılı, motor hacmi, vb.)
- kullanılan yakıt türü (benzin, dizel, LPG)
- taşıt hızı (otoyol, kentiçi yol, kent dışı yol)

parametrelerine bağlıdır ve kullanım tarzları daha çok taşıt hızlarına bağlı eşitlikler şeklindedir.

Çalışma kapsamında, verilerin sağlanabilirliği göz önünde bulundurularak uygun olan hesaplama yöntemi olan EEA Tier 1 yöntemi seçilmiştir. Bu kapsamda ihtiyaç duyulan veriler aşağıda verilmiştir:

- Belediye otobüsleri yakıt ve sefer sayısı (Eskişehir Büyükşehir Belediyesi)
- CBS'ye aktarılmış alan-yol haritaları
- İki Eylül Kampüsü mevcut otoparktaki araç sayısı
- Her bir kategori yakıt tüketim miktarları (Tier 1 metodu ile hesaplanmıştır)

Hesaplamalarda kullanılacak araç tiplerine ve yakıt türlerine göre dağılım, EMEP/EEA 2016 Hava Kirleticiler Emisyon Envanteri Kılavuzunda yer alan emisyon faktörleri kullanılmıştır.

TIER1 Metodu

Egzoz emisyonları için Tier 1 yaklaşımı aşağıdaki genel denklemi kullanır:

$$E_i = \sum_j (\sum_m (FC_{j,m} \times EF_{i,j,m}))$$

E_i = Kirleticiler emisyonu [g],

$FC_{j,m}$ = Her bir araç kategorisinin yakıt tüketimi [kg],

$EF_{i,j,m}$ = araç kategorisi ve yakıt türü için kirleticinin yakıt tüketimine bağlı emisyon faktörü [g/kg].

Dikkate alınacak taşıt kategorileri; otomobiller ve ağır vasıta (otobüs) araçlarıdır. Bu araçlarda çoğunlukla benzin ve dizel yakıt kullanıldığı için, bu yakıt türlerine bağlı emisyon faktörleri kullanılmıştır. EMEP/CORINAIR emisyon faktörleri ve yakıt tüketim verileri Tablo 1 ve 2'de verilmiştir.

Emisyon hesaplamalarında kullanılan genel denklem;

$$\text{Emisyon (g)} = \text{Alınan yol (km)} \times \text{Yakıt tüketimi (g/km)} \times \text{Emisyon faktörü (g/kg)}$$

Tablo 1. Araç Kategorileri ve Yakıt Türlerine Göre Emisyon Faktörleri

Araç Tipi	Yakıt Türü	Emisyon Faktörü (g/kg yakıt)			
		CO	NO _x	NVOC	PM
Otomobil	Benzin	84.7	8.73	10.05	0.03
	Dizel	3.33	12.96	0.70	1.10
	LPG	84.7	15.20	13.64	0.00
Hafif Ticari Araçlar (Minibüs ve Kamyonet)	Benzin	152.3	13.22	14.59	0.02
	Dizel	7.40	14.91	1.54	1.52
	LPG	NA	16.00	NA	0.00
Ağır Ticari Araçlar	Benzin	7.58	15.00	1.92	0.94

(Otobüs ve Kamyon, Otobüs ve Kamyon, Traktör, Çekici, Özel Amaçlı Araç, Tanker, Arazi Taşıtı, Diğerleri)	Dizel	NA	33.37		1.20
	CNG	5.70	13.00	0.26	0.02
Motorsiklet (2 tekerlekli)	Benzin	497.7	6.64	131.4	2.20

*<http://www.eea.europa.eu/publications/emep/eea-emission-inventory-guidebook-2016>

EMEP Emission Inventory Guide Book'a göre SO₂ emisyon faktörleri tüm araç ve yakıt kategorilerine göre 0.02 g/kg dır.

Tablo 2. Tier 1 yönteminde-Araç kategorisine göre km başına tipik yakıt tüketimi değerleri

Araç Tipi	Yakıt	Yakıt tüketimi (g/km)
Otomobil	Benzin	70
	Dizel	60
	LPG	57.5
Hafif Ticari Araçlar (Minibüs ve Kamyonet)	Benzin	86.5
	Dizel	62.6
	LPG	100
Ağır Ticari Araçlar (Otobüs ve Kamyon, Otobüs ve Kamyon, Traktör, Çekici, Özel Amaçlı Araç, Tanker, Arazi Taşıtı, Diğerleri)	Benzin	80
	Dizel	240
	CNG	500
Motorsiklet (2 tekerlekli)	Benzin	35

*<http://www.eea.europa.eu/publications/emep/eea-emission-inventory-guidebook-2016>

3.4. Yol Verileri

Her bir çalışma güzergahı için, seçilen yol bağlantılarının uzunlukları ve trafik ağı için CBS tabanlı ağ analizi kullanılarak belirlenmiştir. Bu çalışma, bir araç bir çalışma alanına girdiğinde ve bölgenin yol bağlantılarını geçtiğinde, bu seyahatin yol güzergahı içinde toplam mesafesini temsil ettiğini kabul etmiştir.

3.5. Araç yakıt kategorileri

Her bir araç tipi için emisyon seviyeleri ve emisyon faktörleri, yakıt kullanımına ve aynı zamanda söz konusu araç tipi tarafından tüketilen yakıt türlerine bağlıdır (Andrews, 2008). Emisyon hesaplamalarında, yakıt kullanımının toplam emisyon miktarını belirlemede önemli bir etken olmasına karşın emisyon hesaplamalarında,

yanma işlemi sırasında bir aracın tükettiği yakıtın türünün de salınan emisyon seviyelerini etkilediğini göstermektedir. Bu nedenle, bu çalışmada, bulunan her bir farklı tipte araç tarafından kullanılan yakıtın türünü otobüs için Dizel, otomobil için dizel ve benzin yakıt tiplerine göre hesaplama yapılmıştır. Bu çalışmada bulunan her bir taşıt sınıfının kullanabileceği yakıt türlerini ve her bir araç sınıfındaki her bir yakıt türünün emisyon faktörleri Tablo 1’de her bir araç kategorisinin kilometre başına kilogram cinsinden yakıt tüketimi Tablo 2’de verilmiştir.

3.6. Günlük Trafik Hacmi

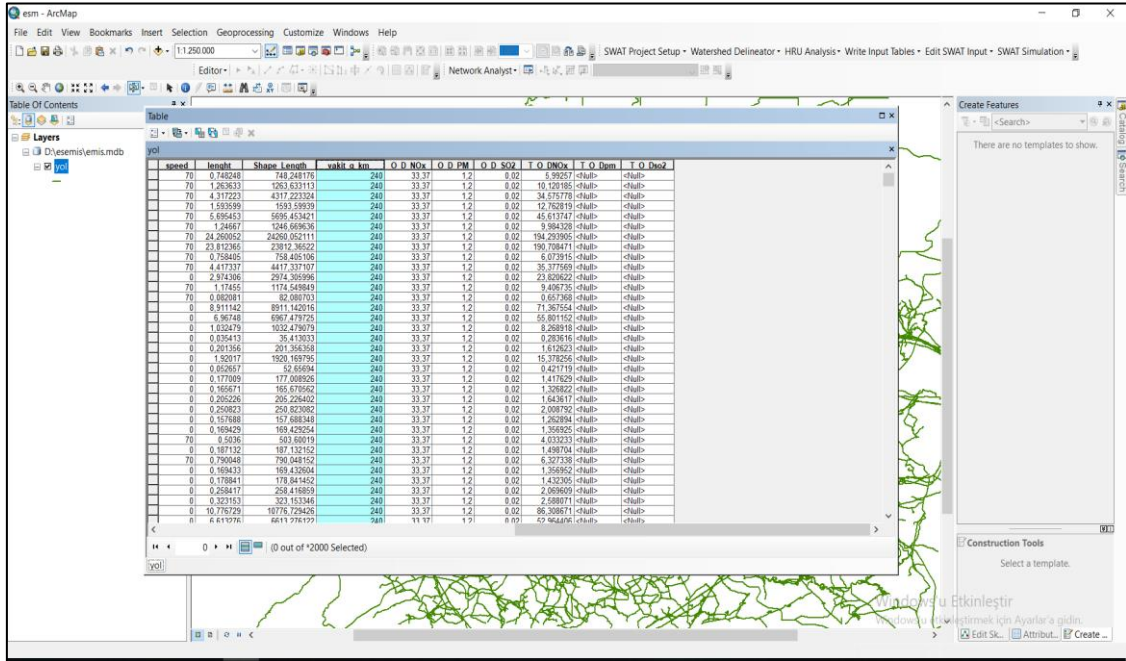
Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü’ne günlük gelen araç sayısı verileri Büyükşehir Belediyesi ve Üniversite’den alınan verilerle alttaki gibi gerçekleşmektedir.

- Otomobil: 1014
- Belediye Otobüsü-1 (Kırmızı 4): 85
- Belediye Otobüsü-2 (Mavi 4): 29

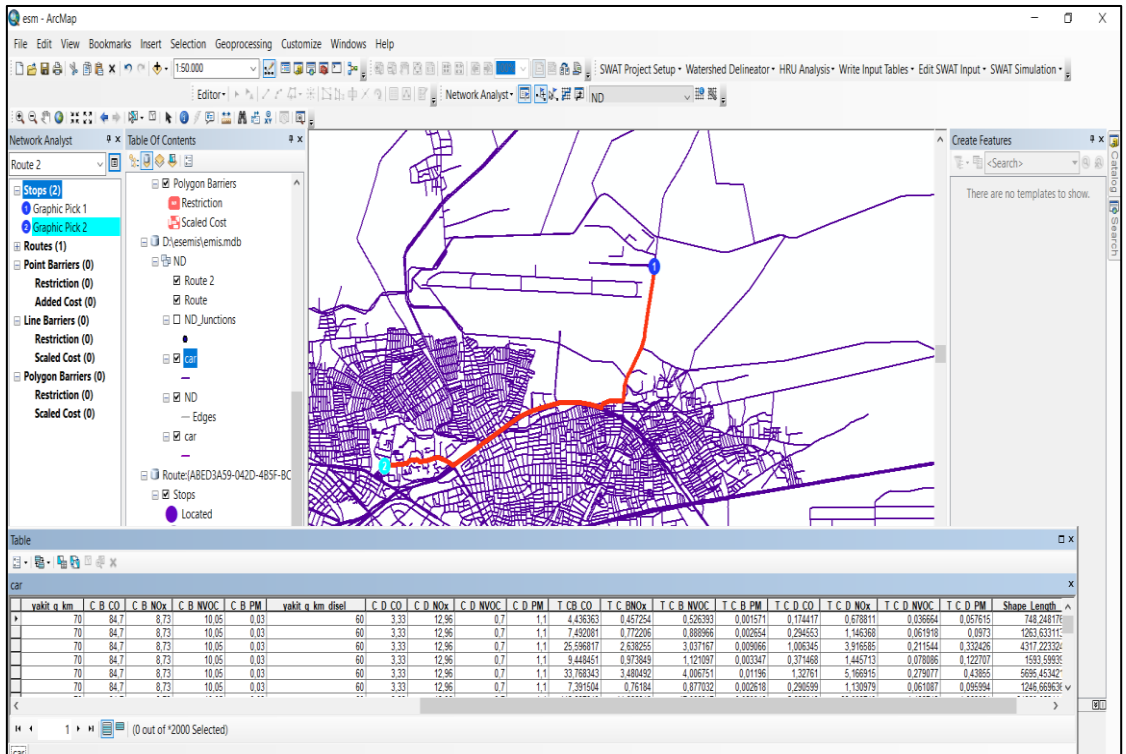
Burada parantez içinde gösterilen otobüsün özel adını temsil etmektedir. Tramvay ve elektrikli otobüsün kullanımda olduğu kabul edilmiştir. Taşıt trafiğinin hacmine, araç aktivite seviyelerine ve gözlemlenen araçların yakıt tiplerine bağlı olarak, ilgili emisyon faktörleri, denklem (2) ve denklem (1) her bir araç kategorisi için, tek bir gün için tahmin edilmiştir. Bu veriler daha sonra, bir yıllık ortalama gün sayısı ile her bir çalışma alanı için günlük değerlerin çarpılmasıyla günlük toplam kirletici emisyon değerine dönüştürülmüştür.

4. BULGULAR

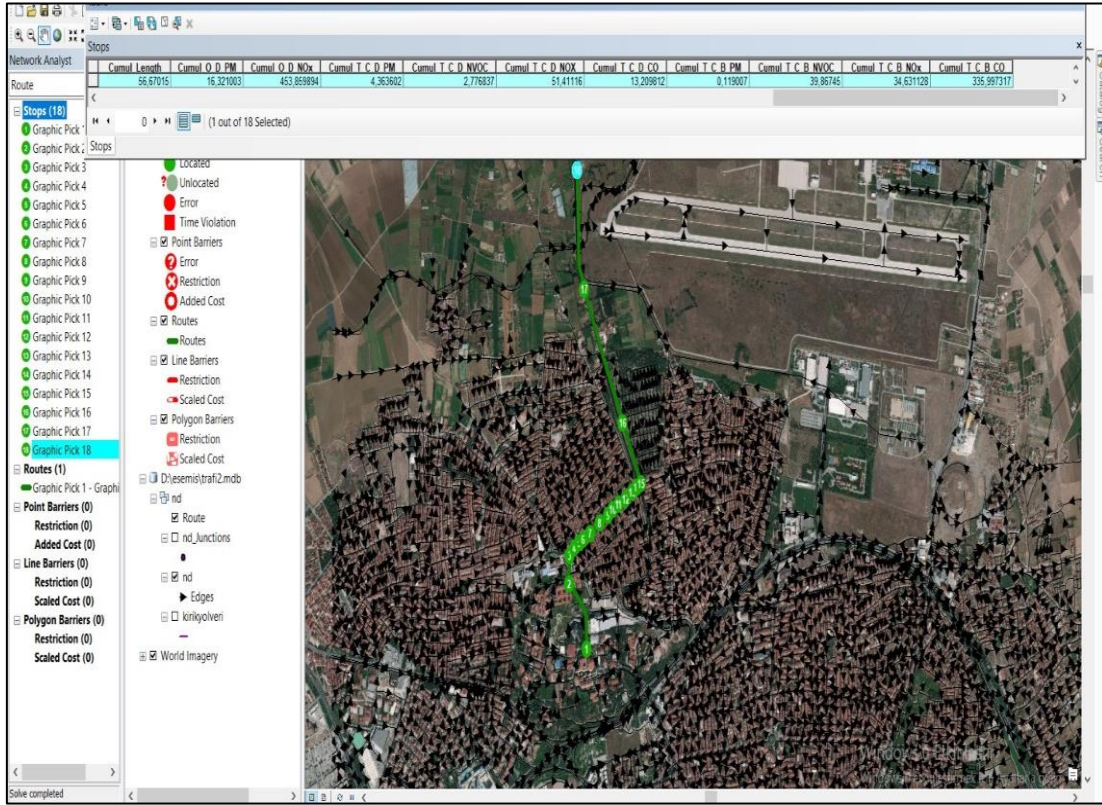
Çalışma alanı olan Eskişehir Teknik Üniversitesi ulaşım yolları için otomobil ve belediye otobüslerine 2 ayrı rotada Network analizi yapılmıştır. Network analizi ile her iki rota için bu araçlardan kaynaklanan toplam günlük emisyon değerleri g/km cinsinden hesaplanmıştır. Çalışma alanında yapılan ARC GIS Network Analizi Şekil. 3 de gösterildiği gibidir. Şekil-4 ve Şekil-5’te güzergahlar gösterilmiştir.



Şekil 3. Network analizi



Şekil 4. Anadolu Üniversitesi-ESTÜ Mavi-4 normal güzergah (ROTA-1) için Network analiz



Şekil.5. Anadolu Üniversitesi-ESTÜ Mavi-4 yeni güzergah (ROTA-2) için Network analizi

Rota-1 ve Rota-2 için, otomobil ve belediye otobüsü, kullanılan yakıt türüne göre günlük toplam emisyonlar Tablo-3 ve Tablo-4 'te gösterildiği gibidir.

Tablo 3. Yakıt türü ve güzergaha göre bir otomobilin emisyon sonuçları

	NOx (g/kg yakıt)	CO (g/kg yakıt)	PM (g/kg yakıt)	NVOC (g/kg yakıt)
Rota-1 (Dizel)	90.54	23.26	7.68	4.89
Rota-1 (Benzin)	60.99	591.73	0.21	70.21
Rota-2 (Dizel)	51.41	13.21	4.36	2.78
Rota-2 (Benzin)	34.63	335.10	0.12	39.87

Eskişehir Teknik Üniversitesi'ne mevcut otoparka kabul edilen araç sayısı ile ilgili toplam emisyon miktarları aşağıdaki gibidir:

- Buna göre 1014 otomobilin tamamının dizel yakıtlı olması durumunda Rota-1 için NO_x, CO, PM ve NVOC miktarları sırasıyla 92; 24; 8; 5 kg/kg yakıt-gün
- 1014 otomobilin tamamı benzin olması durumunda Rota-1 için NO_x, CO, PM ve NVOC miktarları sırasıyla: 62; 600; 0.2 ve 71 kg/kg yakıt-gün
- 1014 otomobilin tamamı dizel olması durumunda Rota-2 için NO_x, CO, PM ve NVOC miktarları sırasıyla: 52; 13; 4.4 ve 2.8 kg/kg yakıt-gün
- 1014 otomobilin tamamı benzin olması durumunda Rota-2 için NO_x, CO, PM ve NVOC miktarları sırasıyla: 35; 340; 0.12 ve 40 kg/kg yakıt-gün

Dizel yakıtlı araçlar her iki rota için de NO_x emisyonunu artmıştır. Rota-2 tüm emisyon değerleri dikkate alındığında daha uygundur. Burada, Rota-2'nin mevcut yola alternatif olarak sunulmasının nedeni emisyon miktarının bu yolda daha az olmasıdır.

Tablo 4. Dizel yakıtlı bir belediye otobüsünün emisyon sonuçları

	NO _x (kg/kg yakıt)	PM (kg/kg yakıt)
Rota-1	0.8 (46)*	0.028 (1.6)
Rota-2	0.45 (26)	0.016 (0.928)

*Parantez içindeki değerler kümülatif miktarları vermektedir.

Belediye otobüslerinin tümü dizel yakıtlıdır. EPA'da dizel yakıtlı LHV (otobüs vd) araçlar için sadece NO_x ve PM emisyon faktörleri yer almaktadır (EPA, 2016). Dolayısıyla emisyon hesaplamaları bu iki parametre için yapılmıştır. Diğer parametreler hesaplanmamıştır. Tablo-4 teki, günlük emisyon miktarlarına göre karşılaştırıldığında Rota-2 otobüs güzergahı Rota-1'e kıyasla daha uygundur.

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışma Eskişehir Teknik Üniversitesi İki Eylül Kampüsü'ne ulaşım amacıyla kullanılan araçların sebep olduğu karayolları ulaşım araçları kaynaklı hava kirliliğinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla kampüs içinde trafiği temsil edecek şekilde mevcut giriş kapısından Anadolu Üniversitesi Yunusemre Kampüsü ile İki Eylül Kampüsü arasında sefer yapan belediye otobüsü, ve aynı güzergah için otomobillerden kaynaklanan emisyon hesapları yapılmıştır. Mevcut kullanılan güzergaha alternatif olarak yeni bir güzergah olan Yunusemre Kampüsü-Yeşiltepe-İki Eylül Kampüsü arasındaki güzergah ile mevcut güzergahın emisyonları network analizi ile hesaplanmıştır. Analiz sonuçlarına göre mevcut güzergaha alternatif olarak belirlenen yeni güzergahın, emisyon miktarlarının daha düşük olması göz önünde bulundurulduğunda daha uygun olduğu görülmüştür. Emisyon miktarları iki güzergah için karşılaştırma yapıldığında dizel yakıtlı otobüslerde NO_x ve PM miktarları yeni güzergahta daha düşük olduğu belirlenmiştir. Her iki güzergah için otomobilden kaynaklanan tüm kirlenitler bazında karşılaştırma yapıldığında yeni güzergahın daha uygun olduğu belirlenmiştir.

Emisyon hesaplarında yalnızca taşıt sayıları ve taşıtların katettiği mesafe de aynı oranlarda sonuçlara etki etmektedir. Emisyon envanterinin daha sağlıklı yapılabilmesi için araçların hızları, teknik özellikleri gibi verilerin temin edilmesi gerekir. Ayrıca, belediye otobüsleri için durak ve trafik ışıklarında bekleme süreleri sırasında emisyon salımları hesaplanması gerekmektedir. Otomobil için de trafik ışıklarında beklediği süre zarfında yaymış olduğu kirlenici emisyonlar da dahil edilmelidir.

Çalışmada hiçbir araç için aracın yaşını belirlemek ya da kullandığı yakıt ayırımını yapmak mümkün değildir. Oysa emisyon faktörleri araç türlerine ve yaşlarına göre ciddi değişiklikler göstermektedir.

EMEP/CORINAIR emisyon faktörü veri tabanından taşıt kategorilerine, motor teknolojisine ve yakıt türlerine göre uygun emisyon faktörleri seçilen çalışmada, seçilen emisyon faktörleriyle otobüs seferleri ve şahsi araç sayıları kullanılarak trafikten kaynaklı hava kirlenici emisyon miktarları network analizi ile tahmin edilmiştir. CBS ortamında ağ analizi yapılan simülasyon ile yol tasarımı ve gelişimi konularında fikir geliştirilebilir, mevcut altyapı ve teknoloji gözetilerek araç tipi, sefer sayısı, rota optimizasyonu gibi kararlar, ekonomik unsurları ve kümülatif kirliliğe maruz kalma miktarı gibi çevresel etkileri minimize edecek şekilde optimal kararlara erişilebilecektir.

Ayrıca çalışma, ulaşımda kullanılan araçların sıfır emisyon değerine sahip elektrikli otobüs ve tramvay gibi araçlarla değiştirilmesi durumunda, oluşturulan rota alternatiflerinde kirliliğin ne kadar azalacağını gösterme konusunda yardımcı olacaktır. Özetle, bu çalışmada CBS ile yapılan simülasyonlarla geri dönüşü mümkün olmayan hataların önlenmesine katkı sağlanabileceği, sınırlı kaynakların etkin kullanımı, çevre sağlığı, halk sağlığı gibi konuları kapsayan sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyici kararların alınmasında önemli katkılarının olabileceği gösterilmeye çalışılmıştır.

KAYNAKÇA

- Ahn, K, Rakha, H. (2008). The effects of route choice decisions on vehicle energy consumption and emissions *Transp. Res. Part D: Transp. Environ.*, 13 (3) pp: 151-167.
- Alkaya, B. ve Yıldırım, M. (2000). Taşıt Kaynaklı Kirlenicilerin Azaltılma Yöntemleri, *ÇEV-KOR Ekoloji Çevre Dergisi*, 9, 34, 15 – 20.
- Appleyard, B., Mckinstry, J. and Frost, A.R. (2016). Calculating the Campus CarbonFootprint: Measuring University Associated Greenhouse Gas Emissions from Transport. *Transportation Research Record*,
- ArcGIS Network Analyst | Overview. 6
<http://www.esri.com/software/arcgis/extensions/networkanalyst/>. Accessed Dec. 22, 2018.
- Bektas,T and Laporte,G. (2011). The pollution-routing problem, *Transp. Res. Part B Methodol.*, 45 (8), 1232-1250.

- Carins, S. (1999). The home delivery of shopping: the environmental consequences. TSU Working paper, ESRC Transport Studies Unit, University of London, London.
- Davies, G. and Whyatt, J.D., (2014). A network-based approach for estimating pedestrian journey-time exposure to air pollution, *Science of The Total Environment*, V. 485–486, 62-70.
- Desouky, M., Rahimi, M. and Weidner, M. (2003). Jointly optimizing cost, service and environmental performance in demand-responsive transit scheduling, *Transportation Research:Part D*, 8(6), pp: 433-465.
- Dreier, D., Silveira, S., Khatiwada, D., Fonseca, K.V.O., Nieweglowski, R., Schepanski, R. (2018). Well-to-Wheel analysis of fossil energy use and greenhouse gas emissions for conventional, hybrid-electric and plug-in hybrid-electric city buses in the BRT system in Curitiba, Brazil *Transport. Res. Part D Transport Environ.*, 58, pp: 122-138.
- EEA (European Environment Agency) (2016). EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook–2016,
<https://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>
- Ehmke, J.F., Campbell, A.M., and Thomas, B.W. (2016). Vehicle routing to minimize time-dependent emissions in urban areas, *European Journal of Operational Research*, (251), pp: 478-494.
- Ericsson, E. Larsson, H. Brundell-Freij, K. (2006), Optimizing route choice for lowest fuel consumption–potential effects of a new driver support tool *Transp. Res. Part C: Emerg. Technol.*, 14 (6), pp: 369-383.
- Figliozzi, M.A. (2010). Vehicle routing problem for emissions minimization, *Transportation Res Rec* 2197, pp: 1-7.
- Kesik, O. A., Aydınoglu, A. Ç. ve Taştan B. (2015). Ağ Analizi Tekniklerini Kullanarak Afetlerle Başa çıkabilmede Erişebilirlik: İstanbul Fatih İlçesi Örneği, *Eastern Geographical Review* – 36
- Koca, H. ve ELBİR, T. (2013). Bir Üniversite Yerleşkesi İçinde Karayolu Trafiğinden Kaynaklanan Hava Kalitesinin Belirlenmesi, *Hava Kirliliği Araştırmaları Dergisi (HKAD)* 2, 45-54.
- Kono, T., Fushiki, T., Asada, K., Nakano, K. (2008). Fuel consumption analysis and prediction model for “Eco” route search 15th World Congress on Intelligent Transport Systems and ITS America’s 2008 Annual Meeting.
- Lajunen, A., Lipman T. (2016). Lifecycle cost assessment and carbon dioxide emissions of diesel, natural gas, hybrid electric, fuel cell hybrid and electric transit buses, *Energy*, 106, pp: 329-342.

- Li, H.C., Chiuch, P.T., Liu, S.P. Huang, Y.Y. (2017). Assessment of different route choice on commuters' exposure to air pollution in Taipei, Taiwan, *Environ. Sci. Pollut. Res.* (24), pp: 3163-3171.
- Mahmoud, M., Garnett, R., Ferguson, M., Kanaroglou, P. (2016). Electric buses: a review of alternative powertrains *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 62, pp: 673-684
- Mathez, A., K. Manaugh, V. Chakour, A. El-Geneidy, and M. Hatzopoulou (2013). How can we alter our carbon footprint? Estimating GHG emissions based on travel survey information. *30 Transportation*, Vol. 40, No. 1, pp: 131-149.
- Naderipour, M. and Alinaghian, M. (2016). Measurement, evaluation and minimization of CO₂, NO_x, and CO emissions in the open time dependent vehicle routing problem, *Measurement*, (90), pp: 443-452.
- Palmer, A. (2007). The Development of an Integrated Routing and Carbon Dioxide Emissions Model for Goods Vehicles, Ph.D. thesis Cranfield University.
- Sbihi, A and Eglese, R. (2007). Combinatorial optimization and green logistics *4OR: Q. J. Oper. Res.*, 5 (2), pp: 99-116.
- Uçarol, H., Kural, E., Bahar, D. M., Özsu, E. ve Elcik, E. (2009). Hibrid Ve Elektrikli Araçlar Ulaşımında Enerji Verimliliği İçin Bir Alternatif, TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Enerji Enstitüsü.
- Van Woensel, T., Creten, R., Vandaele, N. (2001). Managing the environmental externalities of traffic logistics: the issue of emissions, *Prod. Oper. Manage.*, 10 (2), pp: 207-223.
- Varol, S., Öztürk, Z. ve Öztürk, O. (2018). İstanbul'da Karayolu Yolcu Taşımacılığında Elektrikli Araç Kullanımının İncelenmesi, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi* Vol: 5, No: 2, 367-386.
- Wygonik, E, Goodchild, A. (2011). Evaluating CO₂ emissions, cost and service quality trade-offs in an urban delivery system case study, *IATSS Research* (35), pp: 7-15.
- Yomralıoğlu, T. (2000). Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar.
- Zeng, W., Miwa, T., Morikawa, T. (2016). Prediction of vehicle CO₂ emission and its application to eco routing navigation. *Transportation Research Part C* (68), 194-214.
- Zhang, Y., Wang, X., Zeng, P. ve Chen, X. (2011). Centrality Characteristics of Road Network Pattern of Traffic Analysis Zones. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2256, 16-24.

GSJ JOURNALS SERIE C: ADVANCEMENTS IN INFORMATION SCIENCES AND TECHNOLOGIES

Volume: 1, Issue: 2, p. 58-65, 2019

OYUNLAŖTIRMA İLE EĞİTİM ANDROİD UYGULAMASI

Pınar KIRCI¹

M. Oğuzhan KAHRAMAN²

(Received 02.12.2018 Published 27.02.2019)

Abstract

Teknoloji günümüzde gittikçe gelişmektedir. Kişisel bilgisayarların ve mobil cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte birçok konuda değişik uygulamalar yapılmaktadır. Eğitimde bu alanların en önemlisidir. Bu çalışmada, oyunlaştırma kavramı ile birlikte oyunlaştırma unsurları, oyuncu tipleri, kuramsal altyapısı, tasarım süreci ve diğer anahtar kavramlar sunulmuştur. Projenin amacı, ilköğretim öğrencileri için mobil bir eğitim platformu sunmaktır. Bunun için android işletim sistemi üzerinde oyunlaştırma prensiplerini kullanarak ilgi çekici bir uygulama tasarlanmıştır. Sunulan uygulamada, android SDK yazılımı, Eclipse ADT eklentisi, java programlama dili ve SQLite yazılımı kullanılmıştır. Projenin en önemli aşamaları soru-cevap havuzu oluşturmak ve bunları seviyeye göre kullanıcıya sunmaktır. Uygulama sayesinde online eğitim konusunda ilköğretim öğrencilerini hedef alan ve onların motivasyonunu kolaylaştıran bir ders platformu oluşacaktır.

Keywords: Eğitim teknolojileri, Mobil öğrenme, Android, Oyunlaştırma, Oyun

¹ Ph.D., Engineering science department, Istanbul University-Cerrahpaşa, Istanbul, Turkey,
pkirci@istanbul.edu.tr

² Computer engineering department, Istanbul University- Cerrahpaşa, Istanbul, Turkey

1. GİRİŞ

Eğitim süreci hayatımızın önemli bir parçasıdır. Online eğitim platformları ve uygulamaları da gittikçe yaygınlaşmaktadır. Bunlar ilk zamanlarda online eğitim siteleri tarzı olmaktadır. Ancak daha sonra videolu ders anlatımları, uygulamalar şeklinde ve mobil cihazların da gelişmesiyle çeşitli android uygulamaları şeklinde devam etmektedir.

Eğitim sürecinin yanısıra oyunlar da günlük hayatımızın büyük bir parçasıdır. İyi tasarlanmış oyunlar ve oyun benzeri uygulamalar da iyi bir eğlence ve motivasyon kaynağıdır. Oyun dinamiklerinin günlük hayata uygulanması konusu çeşitli araştırmacılarının ilgisini çekmiştir. Bu konu üzerine çalışmalar yapmışlardır. Eğitim alanında da oyun dinamikleri ve bileşenlerinin kullanılması üzerine çalışmalar bulunmaktadır.

Android ve mobil cihazlarda geliştirilen birçok uygulamada oyunlar ve oyunlaştırma prensipleri kullanılmaktadır. Ayrıca android platformunda birçok eğitim uygulaması da bulunmaktadır.

Bu çalışmada, oyunlaştırma kavramı ile birlikte oyunlaştırma unsurları, oyuncu tipleri, kuramsal altyapısı, tasarım süreci ve diğer anahtar kavramlar sunulmuştur. Projenin amacı, ilköğretim öğrencileri için mobil bir eğitim platformu sunmaktır. Bunun için android işletim sistemi üzerinde oyunlaştırma prensiplerini kullanarak ilgi çekici bir uygulama tasarlanmıştır. Bu projenin amacı oyunlaştırma yönteminden faydalanarak ilköğretim öğrencileri için faydalı ve onların ilgisini çekebilecek verimli bir mobil eğitim uygulaması sunmaktır. Bunun için derslere yönelik içerik sağlanacak ve kolay kullanıcı arayüzüyle bunlara erişilecektir. Ayrıca oyunlaştırma unsurları da kazanma isteği ve motivasyon sağlama için teşvik edici unsur olarak kullanılacaktır. Böylece sunulan uygulama, e-eğitim konusunda yapılan çalışmalara temel örnek olarak gösterilebilecek bir uygulama olacaktır.

Sunulan uygulamada, android SDK yazılımı, Eclipse ADT eklentisi, java programlama dili ve SQLite yazılımı kullanılmıştır. Projenin en önemli aşamaları soru-cevap havuzu oluşturmak ve bunları seviyeye göre kullanıcıya sunmaktır. Kullanıcı arayüzü kolay kullanılabilir olarak tasarlanmıştır ve butonlarla kullanıcı kendi isteğine göre yönlenebilecektir. Oyunlaştırma unsurlarından birkaçı kullanılacak ve görsel olarak hedef kullanıcı kitlesine uygun olması için görsel olarak ayarlanacaktır. Projede kullanılacak görseller ve ikon resimleri çizim programıyla uygun şekilde çizimi gerçekleştirilmiştir. Uygulama sayesinde online eğitim konusunda ilköğretim öğrencilerini hedef alan ve onların motivasyonunu kolaylaştıran bir ders platformu oluşacaktır. Bilgisayar teknolojilerinin sürekli geliştiği ve eğitimin de teknolojiye adapte edildiği günümüzde sunulan bu uygulamanın faydalı uygulamalardan biri olabileceği tahmin edilmektedir.

2. OYUNLAŞTIRMA

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte bilgisayarlar ve mobil cihazlar hayatımızın vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Artık hayatın her alanında bilgisayarlar ve mobil cihazlar her konuda kullanılmaktadır. Bu teknolojik gelişmelerle beraber büyüyen ve teknolojiyi hayatının vazgeçilmez bir parçası yapan bir nesil yetişmiştir. Generation G(G nesli) olarak da isimlendirilen bu nesil oldukça aktif olarak internet ve sosyal ağlar kullanmaktadır[1]. Bunları kullanırken de sıklıkla oyunlaştırma prensipleriyle karşılaşmaktadır. Bu nesil günümüzde ortalama on bin saatten fazla oyun oynamaktadır [2] ve oyun oynamak öncelikli etkinliklerdendir [1]. Bu nedenle oyun mantığının nasıl çalıştığına ve oyunların işleyişlerine dair deneyimlerle derin bilgi sahibidirler [3].

Dijital oyunlara olan ilginin bu derece fazla olması bu konudaki çalışmalarını arttırmış ve ekonomi, pazarlama, halkla ilişkiler, eğitim gibi konularda oyun odaklı çalışmalar yapılmasını sağlamıştır. Bunun bir sonucu olarak da bir yöntem olarak oyunlaştırma ortaya çıkmış ve çeşitli prensiplerle birlikte birçok farklı alanda uygulanmıştır.

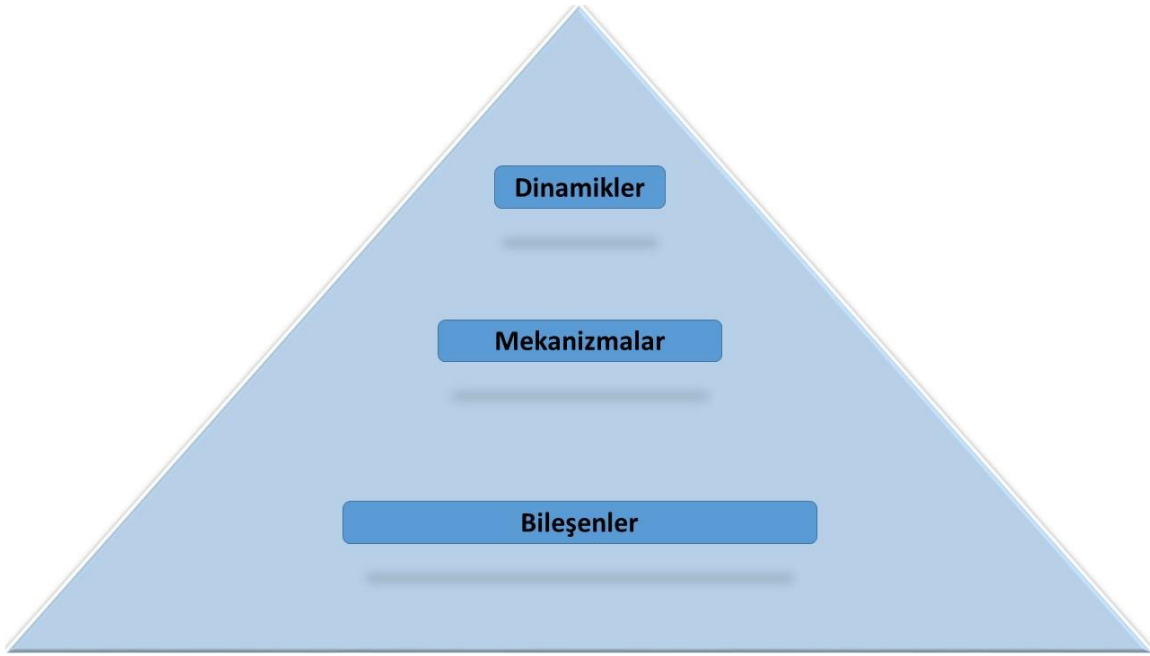
Gelişen teknolojinin tüm hayatımızı etkilemekle birlikte etkilediği önemli alanlardan birisi de eğitimidir. Teknolojinin gelişmesiyle ve mobil cihazların yaygınlaşmasıyla birlikte bilgiye ulaşım kolaylaşmış ve teknoloji eğitimin içine daha çok girmeye başlamıştır. Bununla birlikte giderek daha fazla eğitim siteleri ve eğitim uygulamaları, konu anlatımlı videolar, bir konu hakkında anlatım ve pratik imkanı sunan ortamlar yaygınlaşmıştır. Özellikle android cihazların hayatımıza girmesi ve yaygınlaşması çok önemlidir. Android cihazlarla birlikte bilgiye ulaşmaktaki mobilite ve pratiklik artmış, hayatımızı kolaylaştıran birçok uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulamalarda özellikle insanların kullanımını arttırmak ve uygulamaları eğlenceli hale getirmek için oyunlaştırma prensipleri kullanılmaktadır.

Oyunlaştırma prensipleri birçok farklı alanda uygulanabilir. Eğitim alanında kişilerin motivasyonunu arttırmak, odaklanmasını sağlamak ve öğrenim sürecini zevkli hale getirmek için oldukça faydalı bir yöntemdir. Özellikle eğitim uygulamalarında puanlama, görevler, seviye atlama vs gibi oyunlaştırma örnekleri görülmektedir.

Oyunlaştırmanın birçok değişik tanımı bulunmaktadır. Yapılan tanımların ortak noktası bireylerin motivasyonunu arttırarak bir işin sürecine dahil olma isteğini arttıran ve süreci çekici hale getiren uygulamalar olmasıdır[4]. Oyunlaştırma için yapılan en kapsamlı ve en çok kabul gören tanım ise oyun tasarım unsurlarının oyun dışındaki durumlarda kullanılması şeklindedir [5].

3. OYUNLAŞTIRMA MODELİ

Werbach ve Hunter [6] oyunlaştırma yaklaşımını açıklamak için üç kategoriden oluşan oyunlaştırma modeli geliştirmiştir. Bu kategorileri oluşturan oyunlaştırma unsurları; dinamikler (dynamics), mekanizmalar (mechanics) ve bileşenler (components) olarak adlandırılmış ve piramit şeklinde bir yapıyla şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Oyunlaştırma modeli ve bileşenleri[6]

Bu modele göre oyun tasarım süreci ihtiyaca yönelik temel dinamiklerin seçilmesiyle başlayıp seçilen dinamiklere göre mekanizmaların ve yine mekanizmalara bağlı olarak bileşenlerin belirlenmesiyle devam eder. Tüm unsurların bir oyun tasarımında kullanılmasına gerek yoktur. Bunun yerine oyun tasarımı amaca göre ve ihtiyaca göre gerekli dinamikleri, mekanizmaları ve bileşenleri belirleyebilmeyi gerektirir.

4. OYUNLAŞTIRMADA KURAMSAL YAKLAŞIMLAR

Oyunlaştırma tasarımının temel unsuru motivasyon ve motivasyon sonucu ortaya çıkan davranışlardır. Bu kapsamda Fogg davranış modeli ve Öz Kararlılık kuramı incelenmesi gereken temel yaklaşımlardır.

Fogg Davranış Modeli (Fogg Behavioral Model):

Bu modele göre davranış değişikliği olabilmesi için motivasyon (motivation), beceri (ability) ve tetikleyici (trigger) unsurları aynı anda bir araya gelmelidir [7]. Eğer oyunlaştırma tasarımı çalışmıyorsa bu üç unsur tekrar değerlendirilip hangi unsur değişikliğe ve geliştirilmeye ihtiyaç duyuyorsa buna göre yeniden düzenlenmelidir [4].

Öz Kararlılık Kuramı (Self-determination Theory): Motivasyonu olumlu veya olumsuz yönde açıklayan içsel ve dışsal faktörleri açıklar [8]. İçsel motivasyon kaynağı kişinin kendisinden, dışsal motivasyon kaynağını dış dünyadan alan motivasyon çeşididir [9].

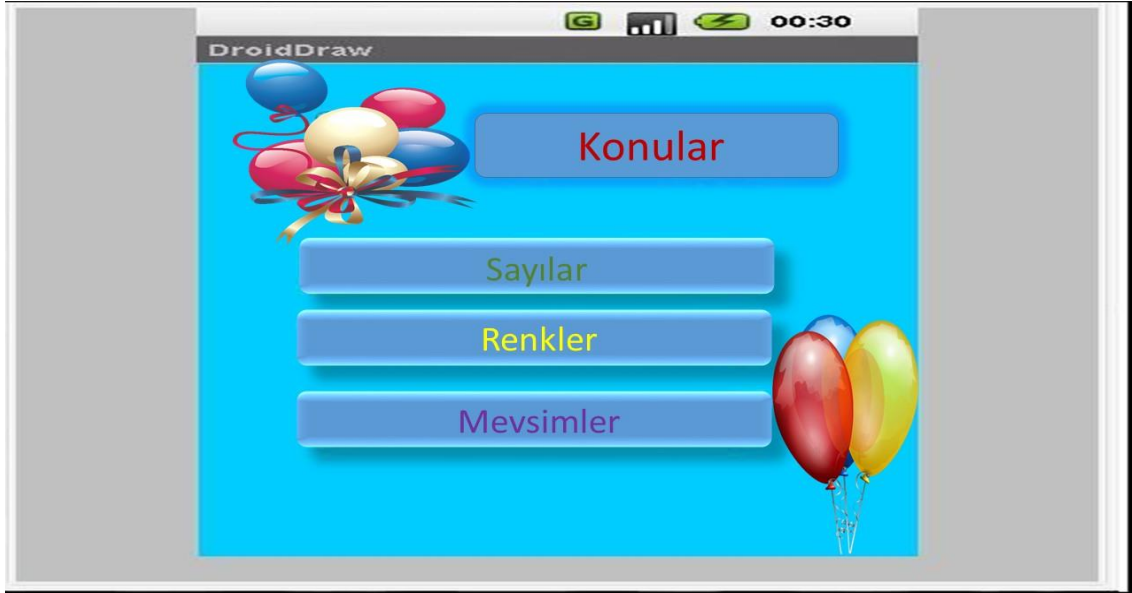
5. OYUNLAŞTIRMA VE EĞİTİM

Oyunlaştırma eğitim uygulamalarında da kullanılabilen eğitim sürecini daha çekici bir hale getirmeyi amaçlayan bir yaklaşımdır. E-öğrenme ortamlarında öğreten kişiyle doğrudan iletişim kurulamaması, öğretmenin duygularını aktaracak yapı olmamasından dolayı duyuşal eksiklik söz konusudur. Bu eksikliği gidermek, öğrenenleri öğrenme sürecine katabilmek, öğrenenlerin motivasyonunu arttırıp sürdürebilmek amacıyla oyunlaştırma yöntemi oldukça faydalı bir yaklaşımdır. Oyunlaştırma yarışma içgüdüsünü tetikleyerek öğrenenlerin üretken davranışlar göstermelerini sağlar, ayrıca işbirliğine dayalı çalışmaları da desteklemektedir [10]. E-öğrenme ortamlarının öğrenenin gelişim sürecini analiz edebilecek ve anında sonuç verebilecek bir yapısı olması, dijital ortamlarda tasarlanması, oyunlaştırma uygulamaları için çok uygun ortamlar olduğunu göstermektedir. Ek olarak e-öğrenme sistemleri için oyunlaştırma unsurlarının arayüz üzerinde görselleştirilerek somutlaştırılabilmesi oyunlaştırma yaklaşımının sahip olduğu başka bir üstünlüktür.

6. UYGULAMA

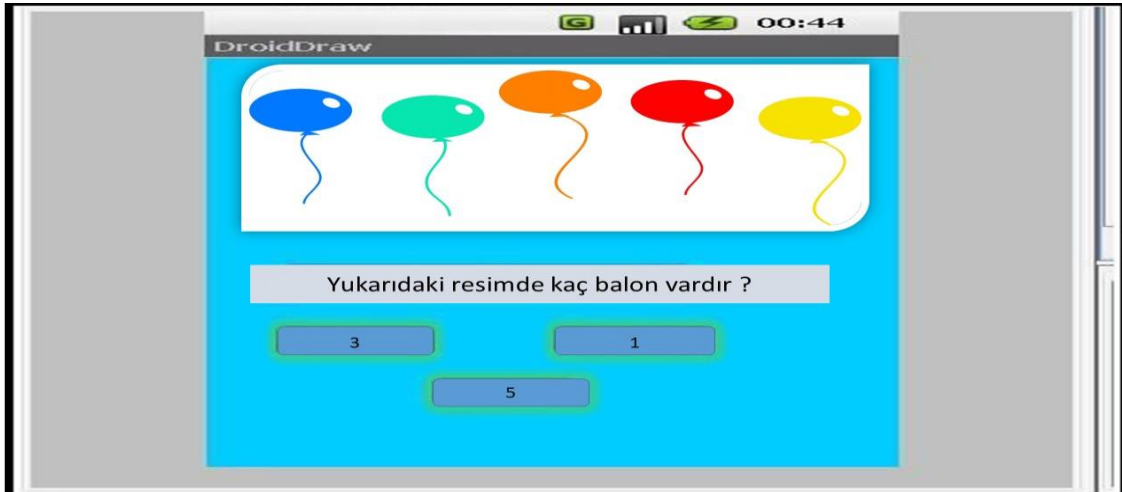
Uygulamamız bir android projesi olacağından android SDK üzerinde çalışacaktır. Eclipse idesinin ADT eklentisi kullanılarak kodlanacaktır. Programlama dili Javadır. Veritabanı olarak SQLite kullanılacaktır.

Projenin en önemli aşamaları soru-cevap havuzu oluşturmak ve bunları seviyeye göre kullanıcıya sunmaktır. Kullanıcı arayüzü kolay kullanılabilir olacak ve butonlarla kullanıcı isteğine göre yönlenecektir. Oyunlaştırma unsurlarından birkaçı kullanılmış ve görsel olarak hedef kullanıcı kitlesine uygun olması için görsel olarak ayarlanmıştır.



Şekil 2. Ders seçimi

Öğrencinin programa girişinden sonra, öğrenci kendi sınıfını seçer. Daha sonra öğrenci kendi sınıfına ait şekil 2’de listelenen dersler arasından çalışmak istediği dersi seçer.



Şekil 3. Ders ile ilgili gelen soru

Soru havuzundan ders ile ilgili soru şekil 3’de gösterildiği gibi öğrenciye şıkları ile birlikte sunulur. Devamında öğrencinin soruları bilmesi durumunda, sorular zorlaşarak devam eder. Öğrencinin soruyu bilememesi durumunda aynı seviyede sorular gelmeye devam eder. Ayrıca her on soruda bir öğrencinin bildiği soru sayısına göre hangi seviyede olduğu öğrenciye eğlendirici çizgi karakterler eşliğinde sunulur.

7. SONUÇ

Android cihazlar ve mobil uygulamalar gittikçe yaygınlaşmaktadır. Android cihazlar günümüzde hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Bu cihazlar sayesinde hayatlarımız kolaylaşmakta birçok bilgiye kolayca erişim imkanı olmaktadır. Yakın gelecekte android platformunun farklı ortamlara adapte edilecektir.

Oyun felsefesi hayatımızın her anında olan ama çoğu zaman farketmediğimiz bir olgudur. Oyunlaştırma ile doğru tasarlanmış bir sistem içinde kullanıcıların sistemi kullanmaya yönelik motivasyonları artmakta, daha eğlenceli deneyimler yaşamaları mümkün olmaktadır. Günümüzde öğrenenlerin karakteristik özelliklerinde değişiklik olmuş ve eğitimcilerin yeni neslin öğrenme mekanizmalarına yönelik olarak oyunlaştırma yaklaşımı ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak, oyunlaştırma yaklaşım, öğrenenlerin öğrenme sürecine katılımlarını ve motivasyonlarını arttıran; öğrenme sürecini daha etkili, verimli, çekici, eğlenceli ve sürdürülebilir hale getiren yenilikçi bir yaklaşım olmaktadır.

REFERANSLAR

- Zicherman, G. & Linder, J. (2010). *Game-based Marketing: Inspire Customer Loyalty Through Rewards, Challenges and Contests*. John Wiley & Sons, Inc.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is Broken: Why Games Make Us Better and How They Change The World*. Penguin Books.
- Kuutti, J. (2013). *Designing Gamification*. University of Oulu, Oulu Business School, Master Thesis.
- Xu, Y. (2011). *Literature Review on Web Application Gamification and Analytics*. CSDL Technical Report 11-05.
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *Part 2-Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 2425-2428). ACM.
- Werbach, K., & Hunter, D., (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.
- Fogg, B. J. (2009). A behavior model for persuasive design. In *Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology* (pp. 40). ACM.
- Ryan, R. M., Rigby, S. C., & Przybylski, A., (2006). The motivational pull of video games: A self-determination theory approach. *Motivation and Emotion*. 30(4), 344-360.

Kırcı, P. & Kahraman, M. O. (2019). Oyunlaştırma ile Eğitim Android Uygulaması. GSI Journals Serie C: Advancements in Information Sciences and Technologies, 1 (2): 58-65.

Zicherman, G., & Cunningham, C. (2011). Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps. O'Reilly Media.

Glover, I. (2013). Play as you learn: gamification as a motivating learners. In: Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2013. AACE, Chesapeake, VA, 1999-2008

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından BYP-2018-28477 numaralı proje ile desteklenmiştir.