TOPLU TAŞIMA GÜZERGÂHLARININ BELİRLENMESİNDE CBS OLANAKLARININ KULLANILABİLİRLİĞİ

Abdullah ÖZDEMİR¹, Arzu ÖZDEMİR²

¹Çevre Yüksek Mühendisi Ordu Büyükşehir Belediyesi CBS Şube Müdürlüğü, abdullahozdemir@ordu.bel.tr

²Harita Mühendisi. Ordu Büyükşehir Belediyesi Harita Zemin Şube Müdürlüğü, arzuozdemir@ordu.bel.tr

ÖZET

Hızla artan nüfus, işgücü ve araç sahipliği gibi etkenler, günümüzde önemli bir sorun olan kent içi ulaşımın çevre, enerji, sürdürülebilirlik, sosyal denge gibi konular dikkate alınarak öncelikle büyük şehirlerde olmak üzere bilimsel yöntemlerle çözümlenmesi ve düzenlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede kent içi ulaşımın sadece bu günü değil geleceği de kapsayacak şekilde planlanması ve uygulanması gerekmektedir. Kent içi trafik yükünü azaltabilmek için toplu taşıma sistemlerine ve yaya/bisiklet gibi çevre dostu ulaşım biçimlerine öncelik verilmesi gerekmektedir. Çok bileşenli, çok parametrelili ve etkileşimli yapısı nedeniyle toplu taşıma sistemlerinin klasik anlayışlarla planlanması pek mümkün olamamaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan planlamaların geldiği noktayı her birimiz yaşadığımız kentlerde deneyimlemekteyiz.

Karadeniz Bölgesinin çekim merkezi haline gelen Ordu'nun artan kent içi trafik sorununu çözmek amacıyla Ordu Büyükşehir Belediyesi tarafından toplu taşıma sisteminin kente kazandırılması kararı alınmıştır. 2018 yılında hayata geçirilen bu sisteme ilişkin olarak yapılan durak yerleri ve hat güzergâhlarının belirlenmesine ilişkin olarak yapılan analizler bu bildirinin konusunu oluşturmaktadır. Pek çok ölçütün birlikte değerlendirilmesini zorunlu kılan karmaşık yapısı ile olayın bir mekânda cereyan ediyor olması nedeniyle Coğrafi Bilgi Sistemlerinin, önceliklendirme, ağırlıklandırma gibi istatistiksel yöntemlerin birlikte kullanılması ile alternatif senaryolar oluşturulmuş ve değerlendirilmek üzere karar vericilere sunulmuştur. Toplu taşıma güzergâhlarının planlanmasında; güvenlik, konfor, hız, kolay erişilebilirlik gibi vatandaş odaklı beklentilerin yanı sıra durak, araç, sefer ve yolcu optimizasyonu gibi operasyonel gereklilikler de göz önünde bulundurulmuştur. Operasyonel zorunlulukları unutmadan vatandaş memnuniyetini odağına alan bir toplu taşıma sistemi geliştirmek olarak ortaya konulan probleme akılcı ve ikna edici çözümler üretebilmek adına CBS'nin sunduğu eşsiz olanaklardan yararlanılmaya çalışılmıştır. Problemin ortaya konulmasından sonra karar verme sürecinde gereksinim duyulacak bilgiler ile bu bilgilere ulaşmayı sağlayacak veriler temin edilmiştir. Bu veriler; ulaşım ağı, yol genişliği, şerit sayısı, kaplama cinsi, ortalama yol hızı, trafik yoğunluğu, trafik akış yönü, akıllı bisiklet güzergâhları, trafik ışıkları, cadde sokak bazında nüfus bilgileri, yaş gruplarına göre nüfus bilgileri, sağlık ve kamu kurumları gibi genel hizmet veren önemli yerler, yaşlı ve bakıma muhtaç kişiler gibi handikaplı gruplara hizmet veren yerler, hastaneler, okullar, alışveriş merkezleri olarak sayılabilir. Tamamına yakını konumla ilişkili olarak verinin göz önünde bulundurulması gereken bir planlamada CBS'nin sunduğu konumsal analizlerin kullanılmasıyla güzergâh planlaması farklı alternatiflerin aynı anda değerlendirilmesine de olanak sağlamış, karar vermeyi kolaylaştırmıştır. Planlama çalışmalarına ulaşım ağının sayısallaştırılmasının ardından oluşturulan ağ veri seti ile en yakın yol, servis alanı, konum tahsis gibi ağ analizleri ile birlikte kapsama, yoğunluk analizleri sonucunda oluşturulan değer rasterları gibi karar verme süreçlerini doğrudan etkileyecek veri setlerinin hazırlanmasıyla başlanılmıştır. Belirlenecek farklı önceliklere göre oluşan sonuçlar alternatif senaryolar olarak raporlanmış, yapılacak seçimlerin olası sonuçları senaryolaştırılarak karar vericilerin bilgisine sunulmuştur. Sürecinin herhangi bir aşamasında herhangi bir parametreye müdahale ederek alternatif senaryoların anlık ve dinamik üretilebiliyor olmasının, üstelik bu sonuçların herkes tarafından kolayca anlaşılacak görsellere dönüştürülebilmesinin, gerek planıcı ve analistlere gerekse de karar vericilere büyük kolaylıklar sağladığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: analitik hiyerarşik yöntem, CBS, konumsal analiz, toplu taşıma

ABSTRACT

Factors such as rapidly increasing population, labor force and vehicle ownership necessitate the solution and regulation of urban transportation, which is an important problem today, with scientific methods, primarily in big cities, taking into account such issues as environment, energy, sustainability and social balance. Within this framework, intra-city transportation needs to be planned and implemented not only including today but also the future. Priority should be given to public transport systems and eco-friendly modes of transportation such as pedestrian / bicycle to reduce the urban traffic load. Because of its multi-component, multi-parameter and interactive structure, it is not possible to plan public transportation systems with classical understandings. We are experiencing the points that the plans made with traditional methods come from in cities where we live in each unit.

The Ordu Metropolitan Municipality decided to acquire the public transportation system to the city in order to solve the increasing urban traffic problem of Ordu, which became the center of attraction of the Black Sea Region. Analyzes made on the determination of the stop locations and route routes made in relation to this system, which was misinterpreted in 2018, constitute the subject of this declaration. Because of the complicated structure that is required to be evaluated together with many gauges, the statistics are presented to the decision makers by creating alternative scenarios by using the methods

provided by the Geographical Information System with methods such as prioritization and weighting. In the planning of public transport routes; In addition to citizen-focused expectations such as safety, comfort, speed and ease of access, operational requirements such as stop, vehicle, voyage and passenger optimization are also considered. The problem presented as developing a public transport system that focuses on citizen satisfaction without forgetting the operational imperatives has benefited from the unique possibilities offered by GIS in order to produce rational and persuasive solutions. After the problem has been set out, the necessary information is provided in the decision-making process and the data to enable this information to be obtained. This is; such as transportation network, road width, number of lanes, coating type, average road speed, traffic intensity, direction of traffic flow, intelligent bicycle route, traffic lights, street street-based population information, population information by age groups, places that serve handicapped groups such as important places, old and needy people, hospitals, schools, shopping centers etc. The use of spatial analysis provided by the GIS in planning a route that should be taken into account has provided considerable benefits. Following the digitization of the transportation network, the network dataset created, the network analysis such as the nearest road, the service area, the location allocation, as well as the value rasters created as a result of the coverage and density analyzes were created. A model was created in which the results changed automatically as the inputs changed. In this model created, alternative scenarios were created by giving each weight determined criteria as an input by Analytical Hierarchical Method. Interaction of any parameter at any stage of the process allows instantaneous generation of alternative scenarios and these results can be easily understood by everyone, providing the planners and analysts with great facilities for decision makers.

Keywords: analytic hierarchical method, GIS, spatial analysis, public transport

1. GİRİŞ

Analitik Hiyerarşi Yöntemi (AHY) ile Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) olanaklarının birlikte kullanılması, karar verme süreçleri için benimsenen ve güvenilir bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Erden, vd., 2003; Marinoni, 2004; Malczewski, 2006; Erden, vd., 2011; Ozturk, vd., 2011; Yıldırım, vd., 2013; Toraman, vd., 2014). Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle ölçütlerin amaca uygun olarak belirlenmesi ve kendi içlerindeki hiyerarşinin kurulmasının ardından bu ölçütlerin birbirlerine görece önemleri belirlenmekte ikili karşılaştırma matrisleri ile hesaplanmaktadır. Böylece pek çok ölçüt birlikte ve göreceli olarak değerlendirilmektedir. Değişken öneme sahip birçok ölçütün göz önünde bulundurularak alternatifler oluşturulması esasına dayanan AHY bunu ölçütlerin her birinin diğerine göre önemini ortaya koyabilmesiyle sağlamaktadır. AHY sorunun tanımlanmasıyla başlar ve sonuçların değerlendirilmesiyle son bulur. Başlangıçta amaçların belirlenmesi ölçütler ve alternatiflerle ilgili iki adıma ayrılır. Amaçlar oluşturulurken ilk adım ölçütlerin belirlenmesi, ikinci adım seçeneklerin belirlenmesidir. Seçenekler ölçütlerle birlikte değerlendirilerek kullanıcının tercihlerine göre ölçütlere atanacak ağırlıklar tespit edilir. Ağırlıklandırma işlemi birden çok yöntem kullanılabilir. Konuyla ilgili uzman kişilerle yapılan anket çalışmaları bunlardan biridir (Malczewski, 1999). Özetle AHY, birbiri ile çelişen ölçütlere göre değerlendirilen seçenekler arasından en uygun olanı tercih etmek için geliştirilen matematiksel bir modeldir. (Saaty, 1980) AHY’de karar problemi hiyerarşik bir şekilde yapılandırılır ve önceliklendirilir. Amaç-ölçütler-alt ölçütler-seçenekler hiyerarşisi oluşturulur. AHS, problemi parçalara ayırma-hiyerarşi oluşturma, üstünlüklerin belirlenmesi ve sayısal tutarlılığın sağlanması olarak üç temel bileşenden oluşmaktadır. (Malczewski, 1999)

Çizelge 1. Analitik Hiyerarşi Yöntem İşlem Adımları.

Belediyeler, genel karar organları seçimle göreve gelip seçimle değişen kurumlardır. Bu da, belediyeleri kamu kurumlarının diğer kesimlerine göre, halkın istek ve dileklerine daha duyarlı kılmaktadır. Belediyeler halkın günlük yaşantısıyla ilgili konularla iç içe oldukları için çoğu zaman küçük gecikmeler ve aksaklıklar bile halk

tarafından büyük tepkiler alabilmektedir. Yönetimi halk tarafından seçilen, kent halkının desteği ve ilgisine ihtiyaç duyan belediyeler için vatandaş memnuniyeti ve buna bağlı olarak toplumsal destek en önemli etkenlerdir. Belediyeler tarafından yapılan her hizmette, yürütülen her faaliyette temel çıkış noktası; vatandaş ve onun beklentilerinin karşılanmasıdır. Toplu taşıma gibi yüksek maliyetli bir operasyonun sürdürülebilir olması durak yerlerinden hat güzergâhlarına, araç sayılarından modellerine kadar pek çok ölçütün birlikte değerlendirilmesiyle mümkün olmaktadır. Bu nedenle toplu taşıma güzergâhlarının planlanmasında; güvenlik, konfor, hız, kolay erişilebilirlik gibi vatandaş odaklı beklentilerin yanı sıra durak, araç, sefer ve yolcu optimizasyonu gibi operasyonel gereklilikler de göz önünde bulundurulmuştur.

Toplu taşıma sistemlerinin çok bileşenli, çok katmanlı ve etkileşimli yapısı, vatandaş beklentileri ile işletme zorunluluklarının dayattığı koşulların tezatlığı, yapılan tercihlerin vatandaşın yaşamını doğrudan etkileyecek olması, farklı alternatif ve senaryoların oluşturulma gerekliliği, yapılacak seçimlerin olası sonuçlarının önceden bilinmesi gibi gereksinimlerle birlikte sürecin tamamının bir mekânda gerçekleşecek olması, CBS'yi son derece kullanışlı bir araç haline getirmiştir.

2. UYGULAMA

2.1 Uygulama İşlem Adımları

1. Problemin ortaya konulması
2. Ölçütlerin belirlenmesi
3. AHY ile ölçütlerin öncelik ve ağırlıklarının belirlenmesi
4. İhtiyaç duyulan verilerin belirlenmesi
5. Verilerin temin edilmesi
6. Kullanılacak analiz yöntemlerinin tespiti
7. Verilerin analize hazır hale getirilmesi
8. Analiz modellerinin oluşturulması
9. Modellerin çalıştırılarak alternatiflerin üretilmesi
10. Alternatiflerin ilgilerle tartışmaya açılması
11. En uygun sonuç elde edilene kadar modelin çalıştırılması
12. Ölçütleri ve ağırlıklarını değiştirerek en uygun çözüm elde edilene kadar modelin çalıştırılması
13. Elde edilen sonuçların raporlanması

2.2 Verilerin Hazırlanması

Planlamanın yapılacağı alan içerisindeki tüm yollar ücretsiz bir masaüstü CBS yazılımı olan QGIS ile çizilmiştir. Sayısallaştırılan yollara ilişkin genişlik, şerit sayısı, gidiş yönü ve kaplama cinsi gibi öznitelik verileri tanımlanmıştır. Trafik ışıkları ve önemli noktaların yerleri Google Earth programı ile elde edilmiş, eksik kalan veriler ücretsiz bir mobil CBS yazılımı olan OruxMaps ile sahadan toplanmıştır.

Nüfusa ilişkin veriler ise Nüfus ve Vatandaşlık İşleri Genel Müdürlüğü tarafından sunulan Adres Kayıt Sistemi servislerinden alınarak PostgreSQL veri tabanına aktarılmıştır. Binada oturan bilgilerinden Cadde Sokak düzeyinde nüfus bilgileri elde edilmiş, ayrıca veriler yaş gruplarına göre de sınıflandırılmıştır. Elde edilen bu sözle bilgiler cadde sokak grafikleriyle birleştirilmiştir. Diğer öznitelik alanlarının eklenmesi (min, max, ortalama hız v.b), topolojilerinin kurulması, Ağ veri setinin oluşturulması, uydu görüntülerinin ve trafik yoğunluk haritalarının çalışma sınırlarına göre kesilmesi gibi işlemler sonucunda toplanan veriler, yapılacak analizler için hazır hale getirilmiştir.

Şekil 1. Yolların Sayısallaştırılması.

Şekil 2. Ağ Veri Setinin Oluşturulması.

Şekil 3. Trafik Akış Hızlarının Atanması.

Şekil 4. Önemli Yerlerin Veri Setine Eklenmesi.

Her bir yol için yolun kaplama cinsi, yolun genişliği ve yolun geometrisi gibi parametreler göz önünde bulundurularak her bir yol için minimum, maksimum ve ortalama hız değerleri tespit edilmiştir. Yol uzunluğu ve ortalama hız değerleri kullanılarak her bir yola ait geçiş zamanı değeri saniye cinsinden hesaplanmıştır.

Trafik ışıkları ve ışıklardan kaynaklı gecikmeler ilgili yollara eklenmiştir. Her bir trafik ışığına 150 metre mesafedeki her bir yol için 15 saniye gecikme değeri, 30 metreden kısa mesafede dönüş olan yollara her bir dönüş için ise 5 saniye gecikme süresi eklenmiştir. Böylece her bir yol için ortalama hız, sinyalizasyon ve dönüşlerden kaynaklı gecikme zamanlarının toplamıyla tüm yollar için ortalama geçiş zamanları hesaplanmıştır.

2.3. Yapılan Analizler

Şekil 5. Nüfus Yoğunluk Haritalarının Üretilmesi.

Şekil 6. Cadde Sokak Bazında Yoğunluk Haritaları.

Coğrafi Bilgi Sistemleri uygulamalarında kullanılan konumsal analiz yöntemlerinden olan ağ analizi (Network Analysis) yapılabilmesi için Konumsal Ağ Veritabanı (Network Dataset) oluşturulmuştur. Hazırlanan bu veri seti kullanılarak mevcut her bir ASHİ için bir başka konumsal analiz yöntemi olan Servis Alanı (Service Area) analiz yöntemi kullanılarak erişim zaman haritaları hazırlanmıştır.

Şekil 7. Kapsama Haritalarının Oluşturulması.

Şekil 8. En Yakın Yol Analizlerin Yapılması.

Şekil 9. Konum – Tahsis Analizlerin Yapılması.

Nüfus yoğunluk haritaları baz alınarak en yakın yol analizleri yapılmış en yakın güzergahlar ve ortalama ulaşım süreleri hesaplanmıştır. Huzur evi, yaşlılar evi, bakım evi gibi handikaplı grupların 150 m mesafede erişebileceği durak yerleri sabit durak olarak tanımlanmış aday durak noktalarını belirleyebilmek “Konum - Tahsis Analizleri” (Location-Allocation) yapılmıştır. Aday durak noktaları nüfus yoğunluk haritaları ile çakıştırılarak yaklaşık durak yerleri belirlenmiştir. Önemli yerler olarak tanımlanan yerler etrafından 50,100 ve 150 m çapında oluşturulan halka tamponlar üretilmiştir. Her bir mesafedeki halka için AHP ile belirlenen puanlar atanmıştır. Önemli yerler de kendi içerisinde AHP’ye göre önceliklendirilmeye tabi tutularak her bir önemli yer için ağırlık puanları oluşturulmuştur. Önemli yerlerin kendi puanları ile tampon bölgelerden getirdiği ağırlıklı puanların bileşkesi Önemli yerler toplam puanı olarak belirlenmiştir. Yaklaşık durak yerleri güzergahlara üzerinde oluşturulan 50, 100 ve 150 m’lik tampon bölgelerle çakıştırılarak duraklar puanlanmıştır. Ağırlıklı puanlara göre belirlenen durak yerleri, maksimum durak sayısı, duraklar arası minimum ve maksimum mesafe ve zaman süreleri de dikkate alınarak yeniden optimize edilmiştir.

Bu analiz sonunda elde edilen veriler bu kez de farklı durak sayılarına göre yeniden hesaplanmak üzere Konum - Tahsis Analizleri’ne sokularak alternative durum senaryoları oluşturulmuştur. Her bir senaryo için oluşan durak sayısı, hedef yolcu sayısı, önemli yerleri kapsayıcılık, seyahat süresi gibi parametreler öznitelik olarak tanımlanmış ayrıca raporlanmıştır.

Şekil 10. Ağırlıklandırılmış Rasterların Oluşturulması.

Şekil 11. Alternatifli Değer Rasterlarının Oluşturulması.

Analizler sonucunda oluşturulan her bir harita “Raster” formatına dönüştürülmüş, karşılaştırma analizleri uygulanmıştır.

Şekil 12. Durak Sonuç Rasterinin Oluşturulması.

Şekil 13. Durak Yerlerinin Belirlenmesi.

Raster haritaları, raster hesaplayıcı (Raster Calculator) yöntemiyle birleştirilerek tek bir “Değer Raster” oluşturulmuştur.

Şekil 14. Güzergâhların Belirlenmesi.

Şekil 15. Güzergâhların Araç/Yolcu Sayılarına Göre Optimize Edilmesi

Şekil 15. Güzergâhların Araç/Yolcu Sayılarına Göre Optimize Edilmesi.

Analizlerle elde edilen güzergâhlar, ilgililere sunulmuş, araç, sefer ve yolcu sayısını optimize edecek şekilde yapılan iterasyonlar sonucunda en uygun güzergâhlar belirlenmiştir.

Şekil 16. Yapılan İterasyonlar Sonucunda En Uygun Çözümün Elde Edilmesi.

3. SONUÇ

Günden günde artan nüfus ve araç sayılarının oluşturduğu trafik yoğunluğu kent yaşamını her geçen gün daha da zorlaştırmaktadır. Kent içi ulaşım acilen çözülmesi gereken bir sorun haline gelmektedir. Kent içi trafik yükünü azaltılabilmenin en etkili yollarından birisi kuşkusuz toplu taşıma sistemleridir.

Çok bileşenli, çok parametrelili, grift ve etkileşimli yapısı nedeniyle toplu taşıma sistemlerinin klasik anlayışlarla planlanması pek mümkün ol(a)mamaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan planlamaların geldiği noktayı her birimiz yaşadığımız kentlerde deneyimlemekteyiz.

Toplu taşıma güzergâhları planlanırken pek çok ölçütün aynı anda değerlendirilmesi gerekmektedir. Güvenlik, konfor, hız, kolay erişilebilirlik gibi vatandaş odaklı beklentilerin yanı sıra durak, araç, sefer ve yolcu optimizasyonu gibi operasyonel gerekliliklerin de aynı anda göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Birbiriyle zaman zaman çelişen bu ölçütlerin ağırlıkları Analitik Hiyerarşik Yöntemle belirlenmiş, bu veriler konumsal analizlerde kullanılmıştır. Toplu taşıma güzergâhlarının belirlenmesinde Analitik Hiyerarşik Yöntem ile konumsal analizlerin birlikte kullanılmasının, problemin ortaya konulmasından çözüme ulaşılmasına kadar geçen süreçteki tüm işlem adımlarının hızlı, kontrol edilebilir ve herkes tarafından anlaşılabilir olmasını sağladığı görülmüştür. Yapılan konumsal analizler, çözümü üretmekle kalmamış, çözüm dışındaki alternatiflerin ve yapılacak seçimlerin olası sonuçlarını da ortaya koymuştur.

Yapılan analiz ve elde edilen bulgular ışığında, toplu taşıma sistemi durak yerlerinin ve hat güzergâhlarının belirlenmesinde CBS'nin sunduğu olanakların, karar vericilerin karar verme süreçlerindeki en önemli yardımcısı olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Bagli, S., Geneletti, D. ve Orsi, F., 2011, Routeing of power lines through least-cost path analysis and multicriteria evaluation to minimise environmental impacts, *Environmental Impact Assessment Review*, 31 (3), 234-239.

Coria, J., Bonilla, J., Grundstrom, M. ve Pleijel, H., 2015, Air pollution dynamics and the need for temporally differentiated road pricing, *Transportation Research Part a-Policy and Practice*, 75, 178-195.

Hassan, O. ve Effat, H., 2013, Designing and evaluation of three alternatives highway routes using the Analytical Hierarchy Process and the least –cost path analysis, application in Sinai Peninsula, Egypt, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences*, 16 (141-151).

Kara, F. ve Usul, N., 2012, Highway Route Design Through The Use of GIS and Multicriteria Analysis: A Case Study Of Istanbul, *Ozean Journal of Applied Sciences*, 5 (1), 71-84.