

Mekansal ve Ağ Analiz Yöntemleri İle Optimum Toplu Ulaşım (Minibüs, Otobüs) Politikalarına Dayalı Güzergah Belirlenmesi; Konya Örneği

Emra SERT¹, Nurullah OSMANLI², Rezzan ERUÇ³

Özet

Toplu ulaşım planlaması ve uygulaması içerik olarak birçok kritere dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Sadece kent sakinlerinin talepleri ve şehir yöneticilerinin kararlarına göre toplu ulaşım kararlarının alınması ve uygulanması; uzun vadeli toplu ulaşım planlaması ve politikalarının oluşturulmasında engel oluşturmaktadır. Talepler ve yöneticilerin kararları ulaştırma planlamasında önemli iki faktör olmakla beraber kent sakinleri ve kentin karakteristik özellikleri de planlama açısından ayrıca bir öneme sahip bulunmaktadır. Bu özellikler ile mekansal ve ağ analizleri arasında ilişkisel yapının belirlenmesi, bu duruma göre toplu ulaşım politikalarının oluşturulması gerekmektedir. Bu sistematikte kent sakinlerinden gelebilecek taleplerin değerlendirilmesi ve işletme sürecinde yöneticilerin toplu ulaşım kararlarını oluşturma ve uygulamalarını daha hızlı ve etkin duruma getirecektir.

Anahtar Sözcükler

Ağ analizi, Mekansal analiz, Ulaşım, Araç Rotalama Problemi

Abstract

The Determination Of Transportation Line Based On The Optimal Public Transportation Policies With Spatial Analysis And Network Analysis Methods; The Case Of Konya

Public transportation planning and application as the content is carried out based on several criteria. According to only demands of citizen's and decisions of city managers obstruct for public transportation planning also taking policy in the long time period. Citizen's demands and city manager's decisions important factors in transportation planning but the other important factors; city's and citizen's characteristic features. Relational structure to be determine between spatial and network analysis with these features, according to this situation necessary making transportation policies. Citizen's demands consideration and managers making transportation decisions and application in business process will quickly and more effective optimization with this systematically.

Key Words

Network Analysis, Spatial Analysis, Transportation, Vehicle Routing Problem (VRP)

1. Giriş

Hızlı ve plansız kentleşme, büyük kentlerde yaşanan yüksek nüfus artışı ve motorlu taşıt sahipliğindeki artış sonucunda; kentiçi ulaşımında yaşanan fazla yakıt tüketimi, çevre kirlenmesi, kazalar ve trafik tıkanıklığı problemlerinin artarak devam etmesine neden olmaktadır. Yerleşimin yoğun olduğu büyük kentlerde altyapı yapım maliyetlerinin yüksekliği ve mali kaynakların yetersizliği nedenleriyle gerekli yatırımlar yeterli ölçüde yapılamamakta, toplu taşıma hizmeti iyileştirilememektedir (DPT 2006). Mekansal analiz yeteneklerinden uzak, sadece temel girdiler ile gerçekleştirilen ve gerekli projeksiyon ön görüleri yapılmadan oluşturulan veya uyulmayan ulaşım planları; gelecek açısından hem şehir planları ile hem de kent sakinlerinin günlük kentsel hareketliliği ile örtüşmemektedir. 9. Kalkınma Planında gerekli altyapının oluşturulmasına yönelik olarak hedefler belirlenmiştir; Ulaştırma etütlerine temel oluşturması açısından, kentlerdeki mevcut ulaşım sistemi ile yolculuk talebine ilişkin verilerin toplandığı ve düzenli olarak güncellenen Kent Bilgi Sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması sağlanacaktır. Bu sistemler vatandaşların bilgi talebini karşılayacak şekilde geliştirilecektir. AB'ye uyum sürecinde sürdürülebilir bir kent içi ulaşım sistemi oluşturmaya yönelik olarak yaya ve bisiklet ulaşımı ile toplu taşımaya öncelik verilecek ve bu türlerin kullanımı özendirilecektir (DPT 2006). Toplu ulaşım hizmetinin karşılanması açısından 9. Kalkınma Planının hedefine uygun olarak mekansal analiz platformunun oluşturulması, kullanımı ile yönetici ve işletmenler için gerekli olacak ekonomik ve stratejik kararların alınmasını beraberinde getirecektir. Bu makale ile mekansal ve ağ analizlerine dayalı çalışma gerçekleştirilerek içeriği iki farklı toplu ulaşım aracı ele alınarak; her iki başlık altında da toplu ulaşım planlamasında gerekli optimum politikaların oluşturulması sürecini mekansal analiz ve ağ analizleri ile ortaya konmaya çalışılmıştır. İlk çalışmada toplu ulaşım türlerinden "minibüs taşımacılığı" kent geneli açısından değerlendirilmiş, konut-ulaşılabilirlik ilişkisi içerisinde ulaşım politikaları oluşturulmaya çalışılmıştır. İkinci bölümde "otobüs taşımacılığı" kentin kuzey aksı için değerlendirilmiş ve mekansal analiz-ulaşılabilirlik ilişkisi içerisinde ulaşım politikaları oluşturulmaya çalışılmıştır. Makalenin son bölümünde ise her iki çalışma yaklaşımı dahilinde olması gereken ulaşılabilirlik politikaları için olması gereken öngörüler oluşturulmaya çalışılmıştır. Bilindiği üzere toplu ulaşım hizmetinin etkin olarak verilebilmesi için yolculuk sayım ve etütlerinin gerçekleştirilmesi ve güncel tutulması büyük önem arz et-

¹Konya Büyükşehir Belediyesi, Yük. Şeh. Plan. 42070 Konya emrasert@konya.bel.tr,

²Konya Büyükşehir Belediyesi, Kent Bil. Sis. Şb. Müd., Har. Müh. 42070 Konya nurullahosmanli@konya.bel.tr,

³Konya Büyükşehir Belediyesi, Şeh. Plan. 42070 Konya rezzaneruc@konya.bel.tr

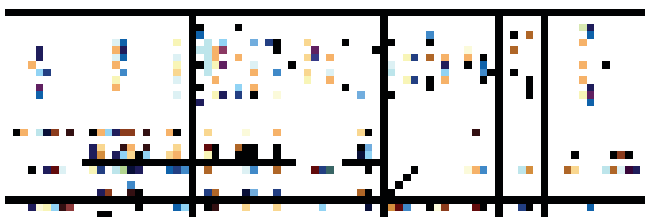
mektedir. Toplu taşıma araçlarında gerekli veriler ile birlikte kalabalık faktörünün mutlak suretle oluşturulması, karar verme mekanizmasının daha etkin çalışmasını sağlayacaktır. Kalabalık faktörü; bir araç içinde oturma yerlerinin sayısı "P", araçta o anki tüm yolcu sayısı "N" ile ifadelendirildiğinde "N/P" kalabalık faktörünü oluşturmaktadır. Bu değer durak ve zaman bazında değişkenlik göstermektedir. Kalabalık faktör değerlerinin servis yeterliliği ile kıyaslanması ilgili lokasyonda toplu taşıma için alınması gereken önlemleri gösterecektir. Servis yeterliliği için; her araçtaki yolcu sayısının, yolun uzunluğu ile çarpımı P, araçtaki yer sayısının yol km'si ile çarpımı Q değeri aldığında P değerinin Q değerine yakın olması beklenmelidir, $Q > P$ ise boş sefer, $P > Q$ ise ek sefer olarak görülmektedir (ÖZDİRİM 2003). O-D (Origin-Destination) Matris v.b. sayısal modellerinde kullanıldığı toplu ulaşımında etkin olarak mekan faktörünün değerlendirilmesi, trafik-yolcu ölçüm değerlerinin Coğrafi Bilgi Teknolojileri ile değerlendirilmesi ve analiz edilmesi gerekmektedir. CBS tabanlı gerçekleştirilecek analiz yaklaşımları toplu taşıma planlamasının sağlanmasına yönelik yeni yaklaşımları da beraberinde getirecektir. Örnek olarak ortopedik özürülülerin mekansal anlamda dağılımı toplu taşıma için büyük önem arz etmektedir. "Özürülülere yönelik olarak duraklara erişimde yaşanan sorunlar, bu hizmetlerin yeterince duyurulmaması ve özürülülerin farklı yerleşme kesimlerinde ikamet etmesi gibi nedenlerle toplu taşıma kullanım sıklığı istenen düzeyde olamamıştır (ÖİB 2009)." Bu ve benzeri kaynaklarda da ifade edildiği üzere toplu taşıma kullanıcılarının sosyo-ekonomik yapısı, demografik yapısı, sağlık durumu, v.b. unsurlar mekansal anlamda değerlendirildiğinde toplu ulaşım için tamamlayıcı veriler ile birlikte kalıcı, etkin ve tercih sebebi olabilecek taşıma sistemi geliştirilmiş olacaktır.

2. Mevcut Durum ve Analiz Çalışmaları

2.1. Konya'da Toplu Ulaşım Sistemi

Konya Büyükşehir Belediyesi hizmeti kapsamında tramvay, otobüs ve minibüs (özel) ile toplu ulaşım ihtiyaçları karşılanmaktadır. Toplu ulaşım türlerinin sayısal hizmet dağılımı mevcut hali ile Tablo 1'de ifade edilmiştir. Üniversite eğitim dönemi içerisinde kuzey tramvay aksı ve güney batı minibüs ve otobüs hatları yoğun olarak kullanılmaktadır. Sezon içerisinde tramvay için günlük yolcu sayısı ortalama 90.000 kişi olarak tespit edilmiştir. Günlük yolcu sayılarını durak bazında detaylı temin etme çalışmaları el-kart sistemi ile devam etmektedir.

Tablo 1: Toplu Ulaşım Türlerine Göre Mevcut Durum (KBB-ULAŞIM 2011)



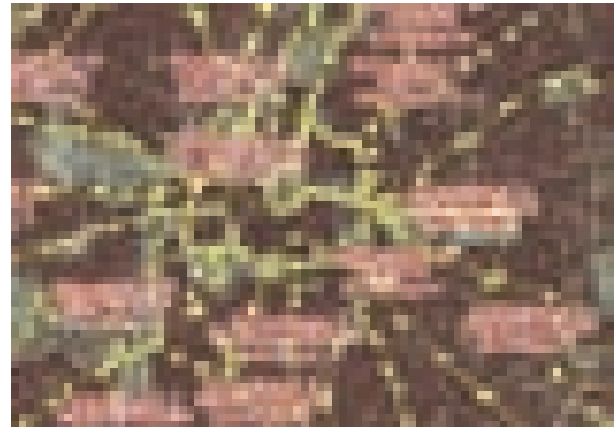
Toplu ulaşım altyapısı açısından Konya'da kuzey aksı için baskın olarak tramvay kullanımı ve minibüs kullanımı görülmekte olup kuzeyde hareket eden otobüs hatları da bulunmaktadır. Tramvay hattı şehir merkezine kuzey-güney doğrultusunda hareket etmektedir. Otobüs ve minibüs hareketliliği de yoğun ölçüde şehir merkezine olmakta, merkez tabanlı kompakt ve lineer gelişme gözlemlenen Konya'da şehir merkezi trafiği bu hareketlilikten ciddi anlamda etkilenmektedir.

2.2. Mekansal Analiz Parametreleri

Mekansal analiz parametreleri anlamında; Kent Bilgi Sistemi çalışması bünyesinde gerçekleştirilen "Sosyal Doku Analizi" altyapısı kullanılmıştır. Bu çalışma özet olarak bütün hanelere gidilerek bilgi toplama ve kente ait şehirlilik bilgi altyapısı oluşturmaya dayanmaktadır. Hanelerde sorulan sorulara alınan cevaplar dahilinde doğrudan ve çapraz analizler gerçekleştirilerek bir çok sosyal projede kullanılmıştır. Bu kapsamda özürülülerin, çalışanların, araç sahibi olanların, toplu ulaşım hizmetine ihtiyacı olanların mekansal dağılımı gerçekleştirilerek ulaşım açısından girdi olarak kullanılmıştır. Bu verilerin dışında yol dağılımı, ikamet eden nüfusun yoğunluk dağılımı, kentteki önemli noktaların dağılımı ve değerlendirmesi de analiz parametresi olarak kullanılmıştır. 212 adet mahalleye sahip Konya'da mücavir saha içerisinde yerleşik olarak 1073791 kişi yaşamaktadır (TUİK 2011). İmar durumu açısından şehir; baskın olarak kuzey aksında gelişim göstermekle birlikte doğu ve güney akslı büyümede gözlemlenmektedir.

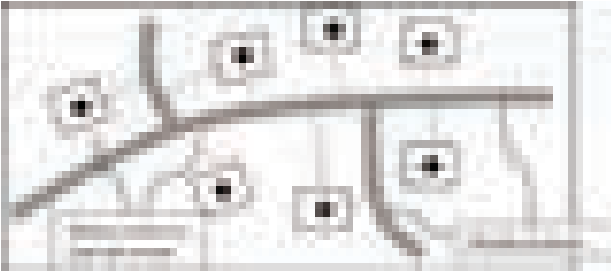
2.3. Kent Genelinde Minibüs Taşımacılığı ve CBS Destekli Ulaşılabilirlik Parametresinin Üretimi

Toplu ulaşım türlerinden minibüs taşımacılığı ile kent sakinleri bazında yeterlilik düzeylerini analiz etmek ve alternatif güzergahları sunmak amaçlanmıştır. Minibüs hatlarının yeterlilik düzeyini belirlemek için coğrafi olarak binalarda yaşayan kişi sayısı ve minibüs güzergahlarının geçmiş olduğu yol hatları belirlenmiş ve gerekli veritabanı bilgileri işlenmiştir (Şekil 1). Kent genelinde 28 minibüs hattında 530 minibüs çalışmakta ve 751 km'lik güzergah uzunluğu bulunmaktadır. Minibüs hatları kent genelinde 2 hareket merkezinden (HM) hizmet vermekte olup, kent merkezinde bulunan HM'lerinden güzergah sonlarında bulunan 26 toplanma noktasında sonlanarak hareketlerini tamamlamaktadır.



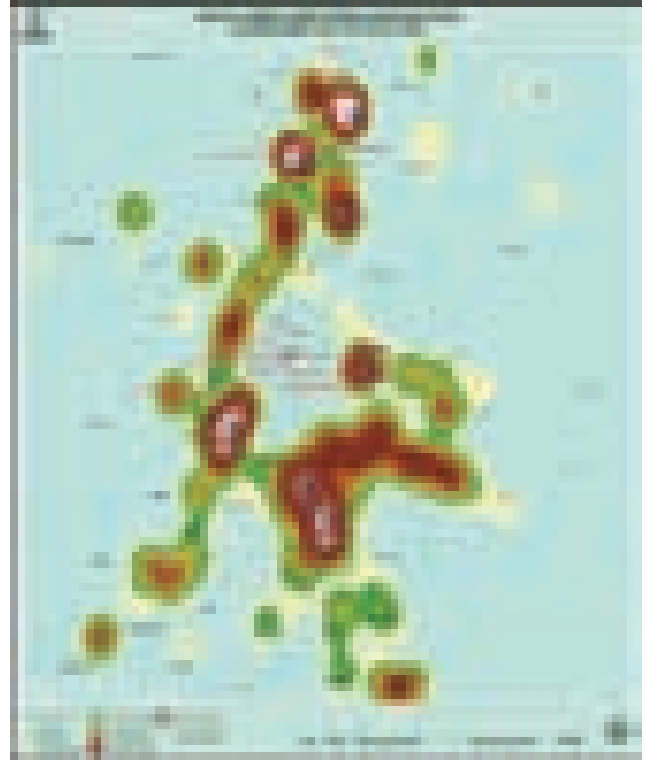
Şekil 1: Mevcut Minibüs Hatları (KONYA-KBS 2011)

Çalışmada her binaya minibüs hizmetlerinden faydalanabilme değeri belirlemek için güzergahlara 300 metrelik erişebilirlik mesafesi; en uygun hizmet mesafesi olarak belirlenmiştir. Güzergahlara etkin hizmet mesafesi içerisinde en yakın kaynağa düz çizgi mesafesi analiz (Straight Line) yöntemi ile güzergahların etki alanı belirlenmiştir. 300 metrelik etki alanı içerisinde kalan binalar hizmet alma derecelerine göre sınıflandırılmış, dışında kalanlar ise minibüs ulaşımı hizmetinden yeterli düzeyde yararlanamayan nüfus olarak belirlenmiştir. CBS destekli ulaşılabilirlik parametresinin üretilebilmesi için izlenen metot; minibüs güzergahlarının bulunduğu yol parçalarından geçen toplam minibüs sayısı (p) ve günlük yapılan toplam sefer sayısı (q) veritabanına işlenmiş, bir minibüsün yolcu kapasitesinin 14 kişi olduğundan hareketle; ilgili yol parçasından günlük kaç kişinin minibüs ile taşınabileceği hesaplanmıştır ($pxqx14$). Binalara en yakın olan ve minibüs hattı bulunan yol bilgileri bina veritabanına yakınlık yöntemi (dik mesafe) ile işlenmiş, binada yaşayan kişi sayısı taşınabilen yolcu sayısına oranlanarak her bina için bir katsayı belirlenmiştir. Binalar için belirlenmiş olan katsayıda güzergahların etki alanındaki binalar ile dışında kalanlar birbirinden ayrılmış, dışında kalan binaların katsayı değerini sıfır olarak değerlendirilmiştir. Etki alanı içerisinde hatların kesişimine yakın olan binalarda ise dik mesafe ile en yakın olduğu güzergahın bulunduğu yol değerleri formülde kullanılmıştır. Şekil 2’de yer alan binalarda kırmızı renkle gösterilmiş olan en kısa dik mesafeyi temsil etmekte olup ilgili yollardan taşınabilen yolcu sayıları parametre olarak bina katsayısı belirlemede kullanılmıştır.



Şekil 2: Minibüs Hatlarına Göre Binaların Dik Mesafe Yakınlık Durumu (KONYA-KBS 2011)

Konya geneli (gece) nüfus verileri kullanılarak Kernel Yöntemi ile nüfus yoğunluğu haritası oluşturulmuştur. Binalar için elde edilen katsayı ile nüfus yoğunluğunun çaprazlanması gerçekleştirilmiştir. Nüfus yoğunluk haritası ile ulaşım katsayısı yoğunluk haritası üst üste getirildiğinde; kentin kuzeyini oluşturan Selçuklu Bölgesinde yeni yüksek yapılaşmanın yoğunlaşması ile Bosna, Yazır Mahallelerinde yüksek nüfusa rağmen ulaşım katsayısının düşük olduğu görülmektedir. Kentin güney ve batısında yer alan Meram Bölgesinde yine Gülbahçe ve Lalebahçe Mahallelerinde nüfus ile ulaşım katsayısı değerleri arasındaki farkın daha yüksek olduğu görülmektedir. Genel nüfus yoğunluğunun yüksek ulaşım katsayısının düşük olduğu bölgelerin birbirinden farkı alınarak ilgili bölgede kalan binalar da yoğunluk analizi yapılmış, öncelikli hizmet gitmesi gereken bölgeler ortaya çıkmıştır (Şekil 3).



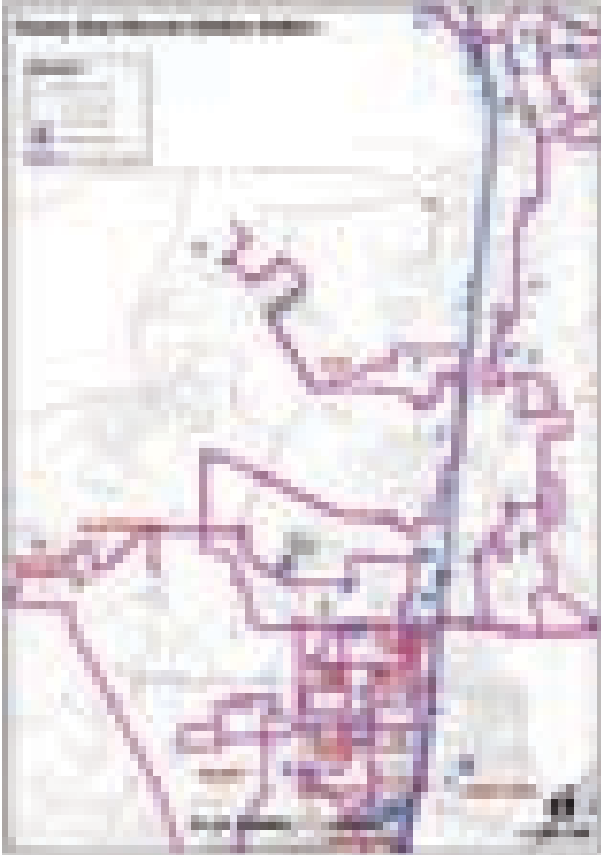
Şekil 3: Öncelikli Minibüs Hizmeti Gitmesi Gereken Bölgeler (KONYA-KBS 2011)

2.4. Kuzey Aksı Otobüs Hatlarının Mevcut Durumunun Değerlendirilmesi, Mekansal ve Ağ Analiz Yöntemleri Alternatif Hat Üretimi

Kentin kuzey aksı içerisinde toplam 57,3 km’lik toplam sefer güzergahı ile mevcut otobüs hatları işletimde bulunmaktadır. Mevcut otobüs hatları kent sakinlerinden gelen talepler ve öngörülen güzergahlar doğrultusunda planlanmış bulunmaktadır. Hatlar incelendiğinde kuzey aksı içerisinde mavi hat ile hizmet vermekte olan ve baskın olarak kuzey aksı içerisinde kullanımı tercih edilen tramvay hattı ile bazı güzergahlarda paralel hareket ettiği görülmektedir (Şekil 4). Hareket merkezinden hat seferine başlayan otobüs hatlarından bazıları hareket güzergahı boyunca hareket ederken; gelen taleplere göre hareket yönünün tersine de hareket ederek aynı güzergah üzerinde iki defa git-gel hareketi sağlamakta, bu durum talebe cevap vermesine rağmen işletme ve ekonomik durum açısından olumsuzluklar meydana getirmekte, hattın tarifini önlemektedir.

Mevcut kuzey aksı otobüs hatları; 16 adet farklı hat seçeneği ile hizmet vermekte olup bu hatlar; 6 adet şehir merkezi, 8 adet tramvay hattı, 2 adet Organize Sanayi ve Meram Tıp Fakültesi’ne gitmek üzere hizmet vermektedir, şehir merkezine giden hatlar Alaeddin Tepesi ve Eski Garaj olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kuzey aksı içerisinde 2 adet hareket merkezi bulunmaktadır. 2 farklı lokasyondaki hareket merkezinden başlayan otobüsler hafta içi pik saatlerde (06.30-10.00/16.00-20.00) körüklü otobüs ve gerektiğinde ek seferler ile desteklenerek hizmet vermektedir. Kentin kuzey aksı şehir planlaması açısından oldukça hareketli, yeni yüksek yoğunluklu yapılaşma ve ikincil merkezin oluşmaya başladığı alanları kapsamaktadır. Kuzey aksı için baskın kentsel do-

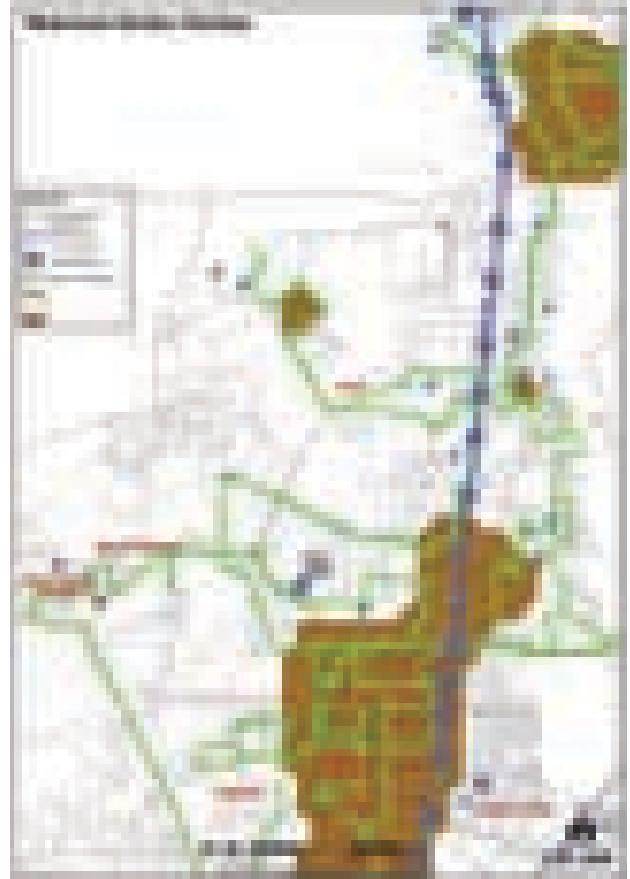
natılar; Konya Otogarı, Selçuklu Belediyesi, Real-Praktiker AVM, Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Alanları, Selçuk Üniversitesi Alaeddin Keykubat Kampusu, Beyhekim Devlet Hastanesi olarak sıralanabilir. Konut alanlarının da yoğun olarak yer aldığı kuzey aksı içerisinde ortalama kat yüksekliği belirgin alanlar hariç 4 kat ve üzerinde bulunmaktadır. Yapılaşmanın hızlı olduğu kentin kuzey bölgesi kentsel donatı alanı kullanımı açısından ikincil derecede kent merkezi olabilecek mekan ve plan kararları içermektedir. Ağ analizi altlığında kullanılmak üzere; sınıflandırması gerçekleştirilmiş sosyal doku ve demografik analizlerin yüksek yoğunluk değerlerine yaklaşılarak gerçekleştirilen çapraz analizi sağlanmış, üretilen sentez altlık ağ analizi türlerinden Araç Rotalama Problemi'ne (Vehicle Routing Problem-VRP) girdi olarak hazırlanmıştır.



Şekil 4: Kuzey Aksı Mevcut Otobüs Hatları (KONYA-KBS, 2011)

Şekil 5'de gösterilmiştir. Sentez haritası detay içeriği nüfus yoğunluğunun orta seviyenin üstünde olanlar, ortopedik engelliler az yoğunlukta fazla olanlar, toplu ulaşım ihtiyacı az yoğunlukta fazla olanlar ve çalışan yoğunluğunun orta yoğunlukta yüksek olanlara göre oluşturulmuştur. Kahverengi olarak görülen bölgeler sentez harita içeriğindeki kriterlerin kesişimine uygun olan bölgeleri göstermektedir. VRP kapsamında analize girdi oluşturacak ilk altlık mekansal sentez haritası olarak kullanılmıştır. 2. Etap analiz grubu olarak; kuzey aksı içerisinde yapılaşmanın gerçekleştiği alan göz önünde bulundurularak şehir planlama normları dahilinde tramvay hattının etkin hizmet mesafesi 3 km olarak kabul edilmiş, aktif kullanılabilirlik mesafesi 300 metre olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda tramvay hattı boyunca 300 metrelik tampon

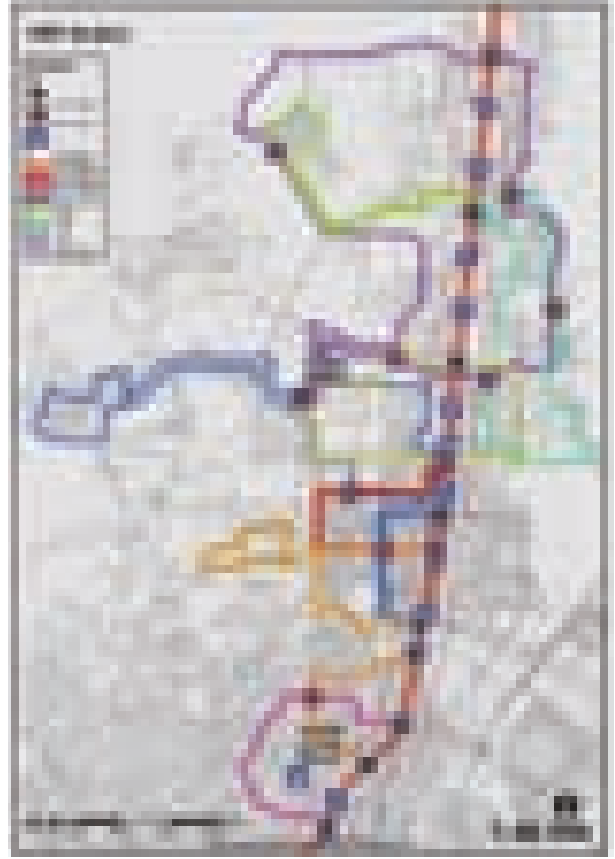
alan otobüsün sadece tramvay hattına aktarma için girebileceği, şehir merkezi ve önemli donatı alanlarının birbirine aktarımı için giremeyeceği bölge olarak belirlenmiştir. Bu şekilde otobüs işletmeciliğinin tramvay işletme altyapısı ile rekabet etmesi değil tramvay ulaşımını desteklemesi sağlanmıştır. Normal koşullarda tramvayın kentin kuzeyinden şehir merkezine kadar olan yolculuk süresi 40-45 dakika arasında değişmektedir. Bu süre otobüs ile gerçekleştirildiğinde 60-70 dakika civarında olmakta, bu süre 3 km'lik mesafeden tramvaya aktarımın maksimum 20 dakika olduğu düşünüldüğünde tramvay ile kent merkezine yolculuk hareketinin sağlanması daha verimli olacaktır. Tramvay hattının etkin 300 metrelik aktif hizmet alanının dışında, 3 km'lik hizmet alanı içerisinde kalan bölgeler için otobüs taşımacılığının tramvay hattına yolcu aktarımı için kullanımı analizler kapsamında kabul edilmiştir. Bu etki alanı içerisinde kalan bölgeler için otobüs taşımacılığı açısından herhangi bir yoğunluk değişimi gözlemlenmediği durumlarda şehir merkezine direk yolculuk hareketleri tramvay ile sağlanacaktır. 3 km'lik etki alanı dışında kalan bölgeler için yolcu yoğunluklarına dayalı olarak ring otobüs seferleri veya direk şehir merkezine hareket şeklinde otobüs hattı planlaması işletme ve toplu ulaşımın etkin kullanımı açısından verimli olacaktır.



Şekil 5: Sentez Haritası (KONYA-KBS, 2011)

Mekansal analizlere göre oluşturulan sentez haritası Tramvay hattına ait 300 metrelik etki alanı VRP analizinde sınırlandırıcı unsur olarak kullanılmıştır. Kentsel donatıların kuzey aksına dağılımı incelendiğinde toplu ulaşımı doğrudan yönlendirecek birçok donatıyı bünyesinde barındırmaktadır. Sanayi sitelerine yönelik hafta sonunda yoğunluk görülme-

mekle birlikte kampus ve hastane dışındaki diğer kentsel donatılarda hafta sonu yoğun toplu ulaşımı (genellikle tramvay ile) görülmektedir. 3. Etap analiz grubunda; kentsel donatıların sahip oldukları fonksiyonları itibariyle puanlama gerçekleştirilmiş bu puanlama neticesi Kernel yoğunluk analizi yöntemi ile mekansal analiz haline getirilmiştir. Puanlama 3 kategoride gerçekleştirilerek puanların kendisi analiz kapsamında ağırlık verisi olarak kullanılmıştır. Kuzey Aksı kentsel donatılarının puanlamasında yüksek puan türü en çok ziyaret alabilecek donatı olarak düşünülmüş bu doğrultuda donatı kategorilerine göre puanlama gerçekleştirilmiştir. AVM, Belediye, Dispanser, Elektrik İdaresi, Otogar, Hastane, Ortaöğretim Okulu, Sosyal Yardım Kurumları, Su İdaresi, Telekom, Üniversite, Yurt için 30 puan, İlköğretim Okulu, Postane, Resmi Kurum için 20 puan, Askeri Sağlık Kurumu, Emniyet, Fuar, Kültür Merkezi, Kütüphane, Muhtarlık, Karakol için 10 puan olarak puanlama belirlenmiştir. Kentsel donatıların puan türlerine göre gerçekleştirilen yoğunluk analizi ile çaprazlama ile oluşturulan sentez haritasının bölgesel olarak örtüştüğü görülmektedir. VRP analizinde kullanılmak üzere imar planında toplu ulaşım etki edebilecek birincil faktörler; yapılaşma yoğunluğu 0,9 ve üzerinde olan konut alanları, sağlık tesisleri, eğitim tesisleri, belediye hizmet alanı, salt ticaret alanları değerlendirilerek harita altlığı oluşturulmuştur. Mekansal analiz kapsamında oluşturulan altlıklar ile birlikte VRP analizi için girdiler oluşturulmuş bu girdiler kapsamında olması gerekli hat güzergahı değerlendirilmiştir. VRP analizi içerik olarak; merkezi bir depoda bulunan sınırlı kapasiteye sahip araçlar için depoyu içeren bir coğrafi alanda değişik noktalara dağılmış tüm müşterilere en az maliyetle servis yapacak rotaların bulunmasıdır. Maliyetin az olması, aracın kat ettiği yolun en kısa olmasını gerektirmektedir. Bir noktadan başka bir noktaya gidilirken en kısa yolun tercih edilmesi maliyetin azaltılmasını amaçlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımı araç rotalarının tespitinde en kısa yol yaklaşımı olarak adlandırmak mümkündür (ARSLAN 2007). Bu tanımdan hareketle toplu ulaşım için VRP analiz yöntemi; otobüsün hareket merkezinden çıkışı, belirli bir rota üzerinden hareketi ve önceden yeri belirlenmiş duraklarda yolculuk hareketlerinin sağlanması şeklinde uyarlanmıştır. Analiz ile yol ağlarının geometrik olarak en kısa olacağı mesafe ve genellikle cadde tabanlı hareket modelinin olması koşulu ile otobüs rotalarının otomatik olarak oluşturulması sağlanmıştır. Analiz içeriğinde; sınırlandırıcı faktör olarak tramvayın aktif 300 m'lik etki alanı kullanılmış bu alana sadece tramvay aktarmaları için otobüslerin girmesi sağlanmıştır, otobüs hatları olabilecek en yakın yoldan geçmek üzere; sentez haritası içeriğini, ortopedik özürülülerin yoğun olduğu bölgeleri, imar planında yapı yoğunluğunun yüksek olduğu bölgeleri kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Analiz öncesi 153,2 km olan kuzey aksı toplam otobüs rotası uzunluğu mekansal analiz tabanlı VRP analizi ile birlikte 86,7 km'ye düşmüştür (Şekil 6).



Şekil 6: Araç Rotalama Problemi (KONYA-KBS, 2011)

Öncesinde şehir merkezine ve tramvay hattına giden yolculuklar; kendi içerisinde ring yapan ve tramvay hattına aktarılan aktarma merkezi tabanlı yapı önerilmiştir. Tramvay sefer sıklığı altyapısı itibariyle 2 dakikalık süreyi desteklemektedir. Yolculuk zamanlarına dayalı kalabalık faktörünün değişimi işletme içerisinde tramvay sürelerinin daha esnek tutulmasını da beraberinde getirecektir. Bu yapı ile tramvay donanımının modifiye veya yenilenmesi kalıcı tramvay yolculuklarının yapılmasını beraberinde getirecektir. Kaba bir maliyet hesabı ile önceki durumunda sadece tek sefer için orta büyüklükteki bir otobüsün Belediye ye maliyeti 505,56 TL olurken mekansal ve ağ analiz yöntemi ile yaklaşım içerisinde maliyet 286,11 TL olmaktadır. Analizin mekansal anlamda düzenlemelerinin gerçekleştirilmesi ve detay otobüs bilgilerinin (yolculuk başlangıç-bitiş saati, yolcu kapasitele-ri, araç türü, durak uğrama saatleri, reel hızı,v.b.) girilmesi ile tekrarlı kalibrasyonu yolculuk maliyetini önemli ölçüde düşürecek bu durum işletmeyi daha etkin kılabilceği gibi toplu taşıma kullanıcıların daha ucuz yolculuk edebilmelerini sağlayacaktır. VRP analizi ile birlikte aktarma merkezlerinin oluşması; imar planında gerekli düzenlemeler ile alt merkezlerin tespit edilebilmesini diğer planlama unsurları ile birlikte sağlamaktadır.



Şekil 7: VRP Analizine Göre Toplu Ulaşım Hareketi (KONYA-KBS, 2011)

2.5. Bulgular ve irdelemeler

Minibüs taşımacılığı açısından kent genelinde yeterlilik çalışması yapılırken mevcut güzergahlarda 300 metre yürüme mesafesi toplu ulaşım aracına ulaşılabilirlik açısından en uygun mesafe olarak belirlenmiş ve bu mesafeye göre binalarda yaşayan kişi sayılarına göre çalışma şekillendirilmiş ve alternatifler üretilmiştir. Toplu ulaşım hizmetlerinden Minibüs taşımacılığının yetersiz olduğu tespit edilen bölgelerde iki yaklaşımla alternatifler üretilmiştir; birinci yaklaşım 300 metre mesafe içerisinde nüfus yoğunluğu fazla, ulaşım hizmeti az olan bölgelerde mevcut hatların revizyonu, ikinci yaklaşım ise yürüme mesafesi dışında kalan bölgelerde var olan ve minibüs geçmeyen caddelerin bulunarak yeni minibüs hatlarının oluşturulması şeklinde olmuştur. Birinci yaklaşıma göre son durak noktalarının yerleri değiştirilmiş, mevcut çalışan hatta yeni güzergah ilave edilmiş ya da her iki işlem birlikte kullanılmıştır. İkinci yaklaşıma göre ise nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde minibüs geçmeyen geniş caddeler tespit edilerek yeni hatlar oluşturulmuştur. Otobüs çalışması kapsamında oluşturulan VRP analizi ile yolculuk hareketi tanımı şu şekilde gerçekleşmektedir; otobüs için her koşulda başlangıç noktası gerekli bakım ve onarımın gerçekleştirildiği yer HM olmaktadır. HM'den hizmete başlayan otobüsler için 2 durum söz konusudur; ring olarak hizmet verecek otobüs hatları ya da tramvay duraklarına aktaracak otobüs hatlarıdır. Bu iki hat için güzergahları üzerindeki kesişim noktalarının merkez niteliği taşıyabilecek bölgelere otobüs aktarma noktaları, yoğun olarak kullanılan tramvay durakları ile kesişen bölgelerde tramvay aktarma noktalarının oluşturulması öngörülmüştür. Ring sefer yapan hatlar için başlangıç ve bitiş noktası HM, tramvay hattı için nüfusun yoğun olduğu, yolculuk hareketliliğinin mevcut durumdan hareket ile yoğun olduğu yerden tramvay durağına doğru olması öngörülmüştür. Mevcut düzeni ile gerekli hizmeti karşılamakta olan otobüs hatlarının mekansal ve ağ analiz destekli yaklaşım ile birlikte; kamu lehine ve işletmedeki karar-destek yapısını daha etkin kılacağı öngörülmektedir (Şekil 7).

3. Sonuçlar

Bu çalışma ile mekansal ve ağ analizlerinin etkin kullanımını otobüs ve minibüs taşımacılığını rehabilite etme açısından

önemli bir girdi oluşturduğu görülmüştür. Talep kavramının toplu ulaşımın en önemli girdisini oluştururken sadece talep veya karar vericilerin öngörülleri dahilinde toplu ulaşımın ele alınması zaman içerisinde bir çok problemi beraberinde getirecektir. Toplumun demografik ve sosyo-ekonomik yapısının mekansal dağılımı bilinmeden gerçekleştirilen toplu ulaşım politikaları zaman içerisinde çözülmeye başlayacaktır. Bu çalışma da gerçekleştirilen analizler ve sentezler toplu ulaşımında etkin olarak kullanılan tramvay, minibüs ve otobüs için alternatif uygulanabilirliği beraberinde getirmiştir. Gelişen kentlerde her evin önünden bir toplu ulaşım aracının geçmesi işletme ve ekonomik açıdan sorun oluşturacağı aşıkardır, bu doğrultuda büyükşehirlerde yaşamanın bir bedeli oluşmaktadır. Söz konusu bedel her evin önünden toplu ulaşım aracının geçmesi değil, bütün yaşayanların kullanabileceği mesafede toplu ulaşım araçlarının hizmet vermesidir. Bu durumun sağlanması birçok girdinin yanında nüfusun karakteristik özelliklerinin bilinmesi ile mümkündür.

Kaynaklar

- ARSLAN S., 2007: **Araç Rotalama Problemi ve Bir Uygulama - Yüksek Lisans Tezi**, T.C. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, ANKARA. Sf. 3
- DPT, Devlet Planlama Teşkilatı, 2006: **Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013)** - DPT Yayınları, ANKARA.
- KBB-ULAŞIM 2011: **Konya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Planı ve Raylı Sistem Dai. Bşk. Ulaşım Verileri** - KONYA.
- KONYA-KBS 2011: Konya Büyükşehir Belediyesi Kent Bilgi Sistemi Merkezi, **Kent Bilgi Sistemi Veritabanı** - KONYA.
- ÖİB 2009: T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı, **Yerel Yönetimler İçin Ulaşılabilirlik Temel Bilgiler Teknik El Kitabı** - T.C. Başbakanlık Özürlüler İdaresi Başkanlığı Yayınları, ANKARA. Sf. 75
- ÖZDİRİM M., 2003: **Trafik Teknolojisi-1 (Trafik-Etüt-Kapasite)**, T.C. İçişleri Bakanlığı, Jandarma Genel Komutanlığı, Jandarma Okullar Komutanlığı Yayınları, ANKARA. Sf. 31,32,33
- TÜİK Türkiye İstatistik Kurumu, 2011: **Nüfus Sayım Sonuçları, 2011**, <http://tuikapp.tuik.gov.tr/adnksdagitapp/adnks.zul> (son giriş tarihi: 15.09.2011).