

## ARAŞTIRMA / ARTICLE

# Park et-Devam et Sistemlerinin Türkiye'de Uygulanabilirliğine Yönelik Bir Kavramsal Model Önerisi

## *A Conceptual Model Proposal for the Applicability of Park and Ride Systems in Turkey*

 Hatice Gül Önder,<sup>1</sup>  Hülagü Kaplan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi Tapu Kadastro Yüksekokulu, Emlak ve Emlak Yönetimi Bölümü, Ankara

<sup>2</sup>(emekli) Gazi Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara

### ÖZ

Kentsel yolculuk amaçlarının farklılaşmasının yanı sıra, yolculuk taleplerinde yaşanan artış, kentlerin büyüklüğüne bağlı olarak taşıt hareketliliğinin daha uzun mesafeler arasında yapılmasını gerekli kılmıştır. Farklı kent büyüklükleri, hızlı ulaşımın amaçlandığı günümüzde, özel otomobil kullanımı odaklı önlemlerin alınmasına neden olarak kentsel ulaşım ağını şekillendirmiştir. Her kentlinin farklı ulaşım talepleri, kentsel ulaşım sisteminde alternatif ulaşım türlerinin hizmete girmesini gerektirmiştir. Böylesi bir durumda, büyükşehir ya da küçük ve orta ölçekli her kentin ulaştırma altyapısının ve kentin ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulduğu bir model üretilmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Bu model vasıtasıyla, kentin ulaşım yapısı çözümlenir, kentlinin değişen yolculuk taleplerine göre kurgulanacak ulaşım sistemi ve çeşitli ulaşım türleri arasında yolculuk yoğunluğuna göre nasıl seçim yapılacağına ilişkin öngörülerde bulunulur. Bu çalışma kapsamında, temelde Varlık-İlişki modeli olarak adlandırılan bir kavramsal model çerçevesi oluşturulmuştur. Bu kavramsal model, kentsel ulaşım sistemlerinin ve alternatif ulaşım türlerinin belirlenmesinde, teorik altyapıyı pratik uygulamaya dönüştüren kuramsal bir temel oluşturmayı amaçlamıştır. Bu çalışmada, Türkiye'de farklı nüfus büyüklüğüne sahip farklı boyutlarda kentler için alternatif bir ulaşım türü olan P+D sistemlerinin, kent merkezi çeperi ve kent bütününde konumlandırılmasında kurgulanan Varlık-İlişki modelinin üretildiği bir kavramsal model önerisi geliştirilmiştir.

Anahtar sözcükler: Kavramsal model; ulaşım modeli; park et-devam et; varlık-ilişki modeli.

### ABSTRACT

In addition to the differentiation of urban travel objectives, the increase in travel demands made it necessary to make vehicle mobility between longer distances depending on the size of the cities. Different urban sizes have shaped the urban transportation network by taking measures focused on the use of private cars today, where rapid transportation is aimed. Different travel demands of each inhabitant required alternative modes of transportation to be put into service in the urban transportation system. In such a situation, the need to produce a model that takes into account the transportation infrastructure of the metropolitan or small and medium-sized city and the needs of the city has emerged. With this model, the transportation structure of the city is analyzed and forecasts are made regarding the transportation system to be designed according to the multiple journey demands of the city and how to choose among the various transportation types according to the travel density. In this study, a conceptual model framework, basically called the Entity-Relationship Model, has been created. This conceptual model aims to create a theoretical basis that transforms the theoretical infrastructure into practical application in determining urban transportation systems and alternative modes of transportation. In this study, for cities of different sizes with different population sizes in Turkey an alternative transportation modes with a P + D systems, town walls and the city a conceptual model is proposed for the production of remixed Entity-Relationship model in the positioning of the whole it has been developed.

Keywords: Conceptual model; transport model; park and ride; entity-relationship model.

Geliş tarihi: 10.02.2020 Kabul tarihi: 18.08.2021

Online yayımlanma tarihi: 31.05.2022

İletişim: Hatice Gül Önder

e-posta: gul.onder@hbv.edu.tr



## Giriş

Kentler yayıldıkça ve hane halkı gelir düzeyleri yükseldikçe, bireysel taşıt sahipliğindeki artış kaçınılmaz olmaktadır. İstenilen yere, istenilen zamanda hareket edebilme özgürlüğü, uzak mesafelere hızlı erişimde özel otomobili kent yaşamının vazgeçilmez bir unsuru haline getirmiştir. Bu durum, birçok kentte yerel yönetimlerin özel otomobil odaklı ulaşım planlaması yaklaşımını benimsemesine ve kentsel mekânda taşıt odaklı arazi kullanım kararları üretilmesine neden olmaktadır. Böylece kentin birçok bölgesinde trafik sıkışıklığı, gürültü ve hava kirliliği, ulaşım maliyetlerinde artış, zaman kaybı gibi sorunları gündeme gelmektedir. Bu sorunlardan uzaklaşmak isteyen kentliler, kentin çeperinde yerleşmeyi tercih etmektedir. Uzak mesafeler arasında hızlı erişim talebi ve kentsel hareketliliğinin bir sonucu olarak daha çok bireyin taşıt sahibi olmak istemesi, bir kısır döngü haline gelerek, yeniden kentsel yayılmayı desteklemektedir.

Taşıt kullanımı kişisel hak ve özgürlükler çerçevesinde engellenemez, ancak bazı caydırıcı önlemlerle kısıtlanabilir, hatta bireyler, kentin belirli bölgelerine yapılacak yolculukların bir kısmındaki özel otomobil kullanımından vazgeçirilebilir. Bunun için öncelikle güvenilir, dakik ve konforlu bir toplu taşıma hizmetinin sağlanması ve özel otomobil ile bu toplu taşıma hizmetinin bütünleştirdiği sistemlerin kentsel ulaşım ağında yer alması gerekmektedir. Bu sistemler dünya kentlerinde Park et-Devam et (P+D) sistemleri olarak hizmet vermektedir. Türkiye’de, 14 Haziran 2014 tarih 29030 sayılı Resmi Gazete ’de yayınlanan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği’nin İmar Planı İlkeleri bölümü Madde 21/12’de “İmar planlarında araç trafiğinin azaltılması, toplu taşıma ve yaya öncelikli bir ulaşım sisteminin kurgulanması esastır. Toplu taşıma araçlarının kullanımının teşvik edilmesi amacıyla park et-devam et sisteminin yaygınlaştırılmasına ve toplu taşıma duraklarının veya istasyonlarının bulunduğu etki alanında otopark alanları ayrılması ve birbirine entegre olmasına ilişkin imar planlarında kararlar getirilir” maddesi ile kentlerimizde taşıt trafiğinin azaltılmasının yanı sıra P+D sistemi ile toplu ulaşımın teşvik edilmesinin önemi vurgulanmıştır.

P+D sistemi, kentsel ulaşımın sürdürülebilirliği açısından kentlileri, özel otomobil kullanımından toplu taşıma kullanımına yönlendiren alternatif bir ulaşım sistemi olarak görev yapar. P+D sisteminin temel amacı kentlerin belirli bölgelerine yapılan özel otomobil yolculuklarını azaltıp toplu taşımayı teşvik etmek, trafik sıkışıklığını engellemek, fosil yakıt kullanan özel otomobil kaynaklı emisyon ve çevre kirliliğini azaltarak kentsel yaşam kalitesini yükseltmektir. P+D sistemi, özel otomobil, metro, tramvay, banliyö, otobüs, taşıt paylaşımı, taşıt havuzu, motosiklet ve bisiklet gibi farklı ulaşım türleriyle bütünleşebilmektedir.

Kırmızı, Kolağasıoğlu ve Çalışkan’a göre (2012: 119) P+D sistemi, temel olarak toplu taşımaya destek vermeyi ve toplu taşıma kullanımının teşvik edilmesini amaçlayan, özel otomobil kullanıcılarının taşıtlarını P+D sistemi otoparklarına park ederek sisteme katılabileceği bir ulaşım sistemi olarak tanımlanmaktadır. Otobüs ya da raylı sistem hat ve güzergâhlarını besleyerek, bunlara bütünleşik olarak tasarlanmış bir sistemdir. P+D sisteminin işleyişinde temel unsurlar özel otomobil ve P+D sistemiyle uyumlu otoparklardır. P+D sistemi, sürücünün özel otomobiliyle bir toplu taşıma istasyonu, durağı ya da taşıt paylaşım alanına giderek aracını otoparka park edip, sonrasında varış noktasına toplu taşıma sistemi, taşıt paylaşımı ya da yürüyerek erişiminin amaçlandığı bir sistemdir (Rodrigue, Comtois ve Slack, 2006: 269). Daha kapsamlı bir tanımlama yapılacak olursa, P+D sistemi, yolcu hareketliliğini artıran, yolcuların ulaşımında harcadıkları zamanı azaltan, özel otomobilde geçirilen yolculuk süresini ve trafik sıkışıklığını azaltan, sera gazı miktarını azaltarak ulaşım kaynaklı hava kirliliğini önleyen çevre dostu alternatif bir ulaşım sistemidir (Caltrans, 2010).

P+D sisteminin kullanımının kentsel ulaşımına katkıları şöyledir (Turnbull, Pratt, Evans ve Levinson, 2004: 13,42; Borhan, İsmail, Rahmat ve Amrak, 2011: 304; Simpson, 2000; JTA, 2009: 2; Spillar, 1997);

- Trafik sıkışıklığını azaltır
- Yolculuk süresini kısaltır
- Zirve saat trafik yoğunluğunu azaltır
- Taşıtla yapılan kilometreyi azaltır
- Ulaşım maliyetlerini azaltarak ekonomik kayıpları önlenir
- Pahalı kent merkezi otoparklarına alternatif otopark alanları vardır
- Egzoz emisyon yoğunluğunu azaltarak hava kalitesini korur
- Merkezi İş Alanı’nda (MİA) özel otomobile otopark bulma telaşını önler
- MİA’yı taşıtın olumsuz etkilerinden korur
- Kentsel çevrenin korunmasını sağlar
- Toplumsal açıdan daha iyi ilişkilerin kurulmasını sağlayarak sosyal yapıyı güçlendirir
- Toplu taşımanın kullanımını artırır; aktarma imkânları ile toplu taşımanın diğer türlerinin de kullanımını teşvik eder
- Yolcuların toplu taşımayı kullanırken taşıtlarını güvenle bırakılabileceği alanlar sunar
- Sıkışıklığın ücretlendirilmesinde kullanıcılar açısından kazanç sağlar
- Aktarma noktalarına yürümeyi, bisiklet ve taşıt paylaşımının kullanımını teşvik ederek, sürdürülebilir kentsel ulaşımı destekler.

P+D sistemi, tesis alanı ve otopark alanları ile bir bütündür. Tesis alanının yer seçimi temelde yolculuk talebi ile ilişkilidir. P+D tesisi için yer seçiminde temel kriterler şöyledir (Turnbull ve diğ., 2004: 17–20–48; JTA, 2009: 20,40; Holguin-Veras, Reilley ve Aras-Vera, 2012: 34);

- Kent makroformu uygun ve arazi bedelleri düşük olmalı
- 5–10 dakika sıklıkla otobüs hizmeti sunulmalı
- Toplu taşıma türleri ile bütünleştirilebilmeli
- Aktarma noktaları arası yaya yürüme mesafesi az olmalı
- Tamamlayıcı ve caydırıcı ulaşım politikalarıyla desteklenebilmeli
- Birincil hız yolu ve ana arterlere doğrudan erişebilir olmalı
- Sulak alanlar, drenaj noktaları, nesli tehlike altında olan türlerin yaşadığı yerler vb. çevresel açıdan sorun oluşturabilecek alanlara uzak olmalı
- Yüksek konut yoğunluğunun olduğu alanlara yakın olmalı
- Ortalama 300–500 araç kapasiteli otopark tesis alanı bulunmalıdır.

Türkiye’de 6 Aralık 2012 tarih ve 28489 Sayılı Resmi Gazete’de yayınlanan 6360 Numaralı On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun<sup>1</sup> ile kent merkezinden 10 km yarıçap içindeki nüfusu 750.000 ve üzeri olan şehirler, Büyükşehir statüsüne kavuşmuştur. Diğer şehirler ise küçük ve orta ölçekli şehirler olarak adlandırılmaktadır. Türkiye’deki nüfusa göre kent boyutu tanımlamaları dikkate alındığında ve P+D sistemlerine ilişkin literatür incelendiğinde; farklı kentsel büyüklükler, kullanılan ulaşım türü ve yolculuk taleplerindeki farklılığa göre, P+D sistemlerinin Türkiye’de uygulanabilirliğine yönelik bir P+D sistemi kurgusuna ihtiyaç duyulacaktır. Çalışma kapsamında, kent merkezi çeperi ve kent bütününde P+D Sistemi olarak iki farklı kurgunun oluşturulması, hem kent bütününde hem de kent merkezi çeperinde trafiğin yoğunlaştığı noktalardaki özel otomobil yolculuklarının caydırılarak toplu taşımaya aktarılması açısından önem arz etmektedir. Bu iki kurgu göz önünde bulundurularak kavramsal bir modelin üretilmesi ile Türkiye’deki kentler için en uygun sistemin tercih edilmesinde yol gösterici bir bakış açısı sağlanacaktır. Bu bağlamda, bir kavramsal modelin üretilmesinde temel alınacak olan varlık-ilişki modeline yönelik teorik arka planın irdelenmesi gerekmektedir.

### Varlık-İlişki Modeli ve Kavramsal Modele Yönelik Teorik Çerçeve

Kavramsal modeller oluşturulurken, öncelikle farklı araştırmacılar tarafından ortaya atılan görüşlerin ve bu sürece dair önerilerin değerlendirilmesinde fayda vardır. Böylece kavramsal modelin çıkış noktası göz önünde bulundurularak temel çerçevesi iyi algılanabilir. Bir çalışmaya dair toplanan verinin sınıflandırılıp yorumlanmasıyla, kavramsal modelin üretilmesinde kolaylık sağlanmış olur. Burada veri tabanının önemi büyüktür. Zheng’e göre (2010) veri tabanı tasarımında üç düzey bulunmaktadır. Bunlar; kavramsal tasarım, mantıksal tasarım ve fiziki tasarımdır. Kavramsal tasarım, varlık-ilişki diyagram-

larının geliştirildiği düzeydir. Mantıksal tasarım, Varlık-İlişki diyagramlarının tablolarla ifade edildiği düzeydir. Fiziki tasarım ise özellikli bir veri tabanı yönetim sisteminde kavramsal ve mantıksal tasarımın, fiziki unsurlarla desteklendiği, bir bakıma somutlaştırıldığı düzeydir.

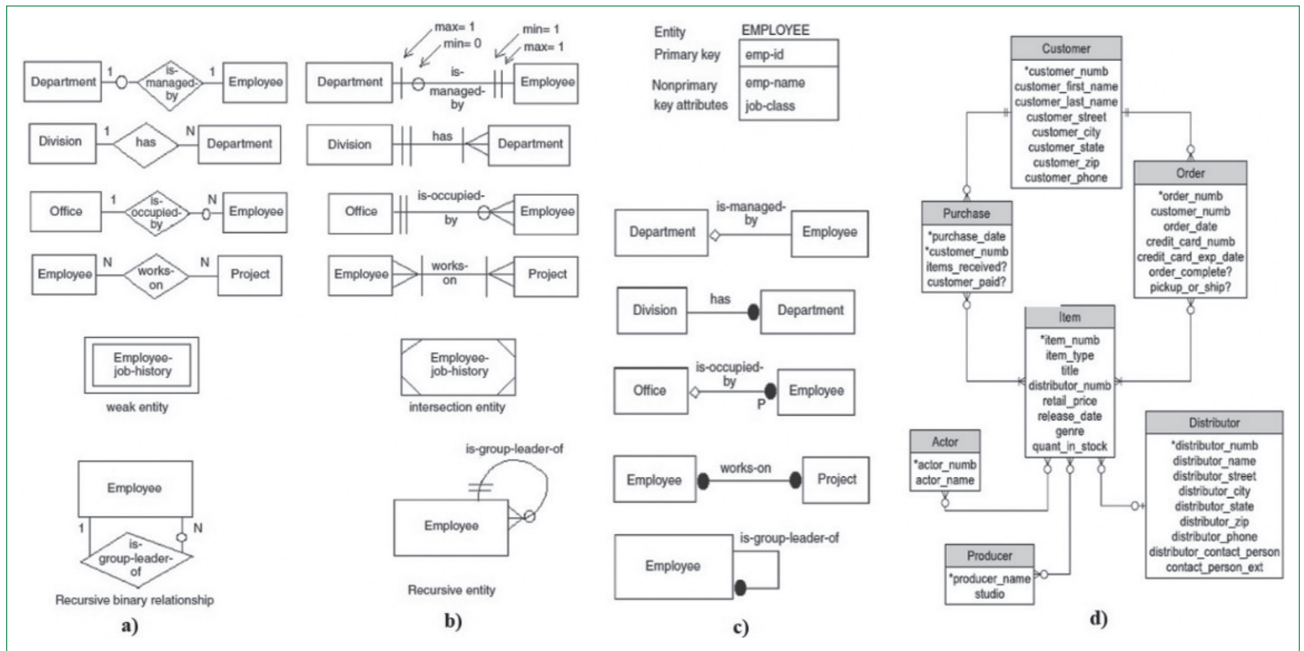
Kavramsal model, ilk olarak veri tabanı sistemi adıyla bilgisayar bilimi alanında ve modelleme dilinde iki farklı öneri olarak ortaya atılmıştır (Chen, Thalheim ve Wong, 2000). Bunlardan biri Abrial tarafından (1974) önerilen semantik model (anlam bilimsel) ve Chen tarafından (1976) önerilen varlık-ilişki (ER-entity-relationship) modelidir. 1970’lerde veri tabanı tasarımının önem kazanmasıyla birlikte Chen tarafından kavramsal modelin temelini oluşturan varlık-ilişki modeli üretilmiştir. Temelde varlıklar ve bu varlıkların birbiriyle ilişkisine dayanarak model oluşturmak amacıyla kullanılır. Varlık-ilişki modeli kavramsal modellemenin temel taşıdır ve bilgi sistemleri tasarımı alanında önemli bir adımı oluşturmaktadır (Robinson, 2014). Chen’e göre (2004) varlıklar ve ilişkiler, fiziksel şeyleri ve bilgileri organize etmenin en doğal yoludur, çünkü gerçek dünya da varlıklar ve ilişkilerden oluşmaktadır. Chen yaptığı çalışmada varlık-ilişki modelini tanımlarken, çok katmanlı verilerle modelinin genel çerçevesini çizmektedir (Chen, 2001). Zamanla, varlık-ilişki modeli ile içerik olarak benzer olmasına rağmen, gösterim açısından farklılıklar içeren alternatif kavramsal model gösterimleri geliştirilmiştir. Halpin’in değerlendirmesine göre (2001: 315,332) bu gösterimler; *Information Engineering* (IE) ya da *Crow’s Foot Notasyonu*, *IDEFIX Notasyonu* ve *Unified Modeling Language (UML)* olarak adlandırılmaktadır. Şekil 1’de varlık-ilişki modelinin farklı gösterimlerine ait şemalar yer almaktadır.

Chen’in varlık-ilişki modeli, veri çözümleme ve modellemede ilişkilerin ortaya koyulması amacıyla kullanılır ve kavramsal modellemede en çok tercih edilen model türüdür. Bu model *varlık*, *nitelik* ve *ilişki* olmak üzere üç temel ögeye sahiptir.

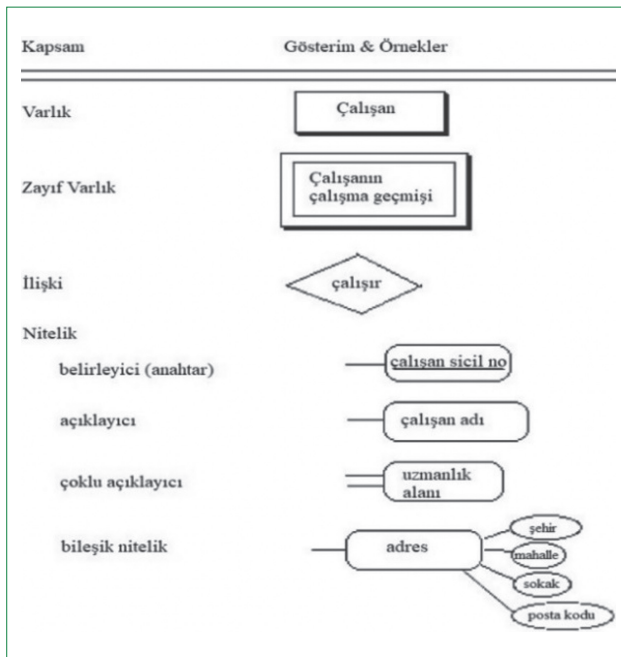
- *Varlık*, modelin en temel ögesidir. Bir alan içerisinde diğer varlıklardan ayırt edilebilen, hakkında bilgi edinilecek/toplanacak şey “thing” ya da nesne “object” olarak tanımlanır.
- *Nitelik*, varlıkların her birinin sahip olduğu özellikleri ifade eder. Nitelikler, *belirleyici* (identifier) ve *açıklayıcı* (descriptor) *nitelik* olarak ikiye ayrılır.
- *İlişki*, birden fazla varlığın arasındaki bağıntı olarak tanımlanmaktadır. *Derece* (degree), *katılım* (existence) ve *bağlanabilirlik* (connectivity) olarak üç farklı ilişki ifade yöntemi vardır (Chen, 2004; Teorey ve diğ., 1986: 16–18; Zheng, 2010).

Şekil 2’de bir kavramsal modelde yer alan üç temel öge ve alt öğelerinin, Şekil 3’te ise ilişki türlerinin detaylı şematik gösterimleri verilmektedir.

<sup>1</sup> 14/3/2013 tarihli ve 6447 sayılı Kanununun 1 inci maddesiyle, bu Kanunun başlığında yer alan “On Üç” ibaresi “On Dört” olarak, “Yirmi Altı” ibaresi “Yirmi Yedi” olarak değiştirilmiş ve 1 inci maddesinin birinci fıkrasında yer alan “Muğla,” ibaresinden sonra gelmek üzere “Ordu,” ibaresi eklenmiştir.



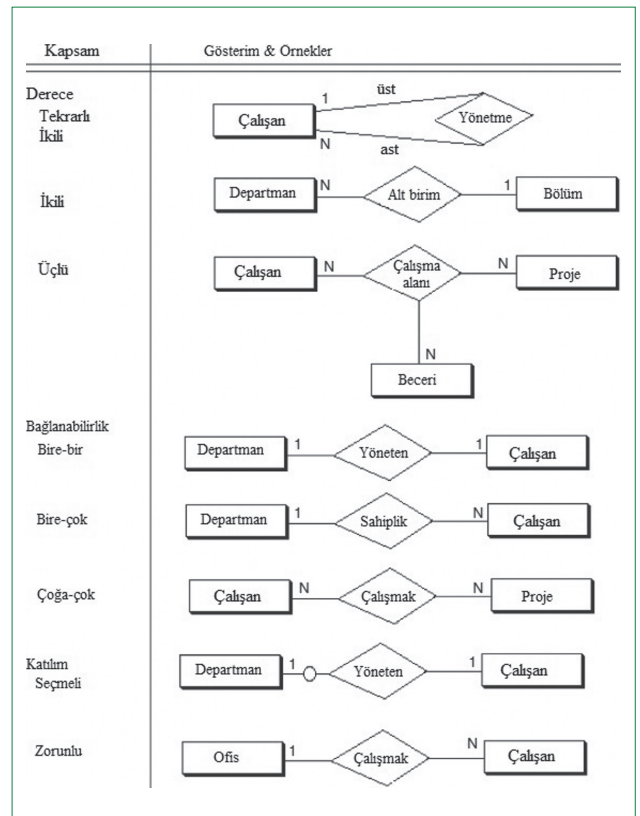
Şekil 1. Chen'in varlık-ilişki modeli ile diğer model gösterimlerinin karşılaştırılması (Harrington, 2016:71; Teorey, Yang ve Fry, 1986:24-26) (a)Chen'in varlık-ilişki modeli, (b) IE/Crow's Foot, (c) IDEFIX, (d)UML.



Şekil 2. Varlık-ilişki diyagramının temel öğeleri (Teorey ve diğ., 1986:16).

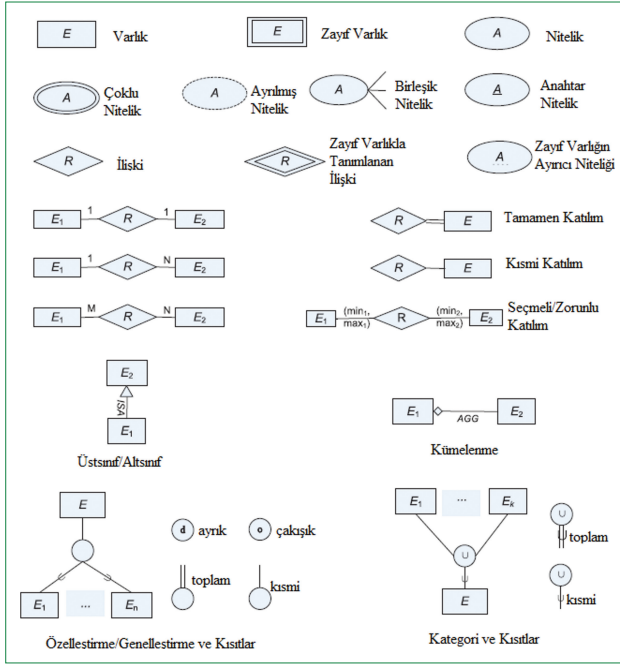
Robinson'un çalışmalarında varlık-ilişki modeline yönelik şemalar 6 basamaktan oluşur (Robinson, 2008a). Bunlar;

1. Varlık türleri ve nitelikleri belirlenir
2. Varlıklar için anahtar nitelik belirlenir
3. İlişki türleri belirlenir
4. Varlık ve ilişki türleri, nitelikler ile birleştirilerek tanımlı hale getirilir
5. İlişki türlerine ait kısıtlar belirlenir



Şekil 3. İlişkinin gösterim yolları (Teorey ve diğ., 1986:17) (1, bir varlığı; N, birden çok varlığı tanımlar).

6. Sınırlılıkları içeren genelleştirme/özelleştirme hiyerarşisinin düzenlemesi yapılır.



**Şekil 4.** Geliştirilmiş varlık-ilişki (EER) modeli gösterimleri (Zhang ve diğ., 2016:13).

Toorey, Yang ve Fry (1986), Markowitz ve Shoshani (1992), Czejdo, Elmasri, Rusinkiewicz ve Embley (1990) gibi araştırmacılar varlık-ilişki modelinin geliştirilmesine yönelik çalışmalarda bulunmuşlardır. Geliştirilmiş varlık-ilişki modeli (Enhanced Entity-Relationship: EER) olarak adlandırılan bu modelde, varlık-ilişki modelinin sahip olduğu bileşenlerin yanı sıra, alt sınıf/üst sınıf, özelleştirme/genelleştirme, kategorize etme ve kümeleme gibi yeni bileşenler de yer almaktadır (Zhang, Ma ve Cheng, 2016: 12). Bu geliştirme, model oluşturulurken bir-biri ile iç içe geçen varlıklar arasındaki ilişkinin gösteriminde daha karmaşık bir yapı sunmaktadır. Şekil 4'de buna yönelik örnek gösterimler yer almaktadır.

Mylopoulos, bilgisayar bilimi alanında yaptığı öncü çalışmalarda bilgisayar dilini, bilgisayar biliminin en temel yapı taşı olarak adlandırmıştır (1992). *Programlama dili* bilgisayar sistemlerinin kurulmasında, *teknik şartname dili* sistemin tanımlanmasında, *modelleme dili* ise gerçek dünyadaki bazı soyut kavramların model girdisi olarak seçilip açıklanması amacıyla kullanılır. Buradaki modelleme dili kavramsal modelin temelini oluşturmaktadır. Kavramsal model oluşturulurken varlık-ilişki modelinin daha çok tercih edilmesinin temel nedeni, bahsi geçen bu üç dil arasındaki ilişkinin analiz edilmesinde önemli rol oynaması ve gelecekte yapılacak araştırmaları yönlendirebilecek ana kurguya sahip olmasıdır (Patig, 2006: 123). Bilimsel değerlendirmeleri temel alan politikaların kullanılarak veri yönetiminin sağlanmasında en önemli adımı, modelin geliştirilmesi oluşturur (Clark ve Schmitz, 2001). Çevresel bağlamda birçok konuda yapılan çalışmanın birbiri ile bütünleştirilmesinde model yol göstericidir ve temel çıkış noktasını belirleyen ana bi-

leşen olma özelliğine sahiptir (Hamilton, ElSawah, Guillaume, Jakeman ve Pierce, 2015). Bu çalışma kapsamında, varlık-ilişki modelinin, kavramsal modelin oluşturulmasında yol gösterici olarak kullanılması tercih edilmiştir.

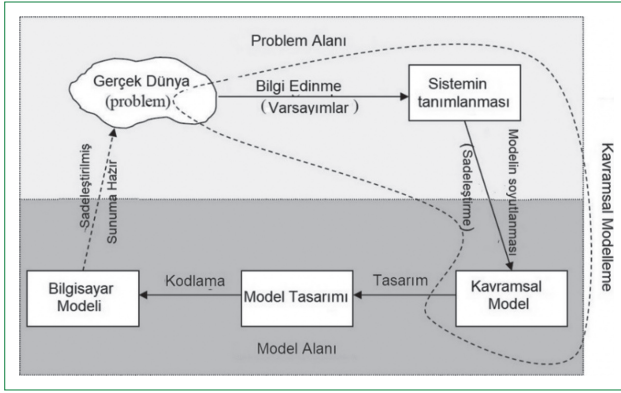
Kavramsal model, karmaşık bir sistemin gerçek hayata uyarlanmadan önce şematik olarak modellenmesine ve benzetimine yönelik, modelin tasarlanma aşamasındaki temel öğe ve ilişkileri tanımlayan soyut modeli ifade eder (Borah, 2002; Pace, 2000). Çeşitli şematik ve grafik unsurlarla düşünce ve problem çözme süreçlerini kullanarak yapılan, kavramsallaştırma, anlamlandırma ve modelleme faaliyetini tanımlar. Gerçek dünyanın soyut ve basit bir şekilde temsilidir ve etkin bir iletişim aracı rolü oynar (Zhou ve Herath, 2017: 437; Furian, O'Sullivan, Walker, Vössner ve Neaubacher, 2015: 82; Anderson ve Woessner, 1991). Kavramsal modeller, hedefleri, fonksiyonel ve davranışsal yeteneklere dönüştürmek için bir araç olarak kullanılan, uygulamadan bağımsız gösterimlerdir (Furian ve diğ., 2015: 83; FEDEP, 2003).

Sargent'e göre (1987) kavramsal model, belirli bir araştırma kapsamındaki problem alanının matematiksel, mantıksal veya sözel gösterimidir. Davis'e göre (1992) uygulamadan bağımsız teorilerin ve algoritmaların formal olarak ifade edilmesidir. Pace ise kavramsal modeli, modelleme gereksinimlerini, bir sistemin oluşturulabileceği detaylı tasarım çerçevelerine dönüştürme aracı olarak tanımlar (Pace, 1999). Balcı, Arthur ve Nance'ye göre (2008) kavramsal bir model, simülasyon modelinin neyi nasıl yapacağını ve neleri içerip içermeyeceğini diyagram, çizim, imge, grafik, görsel, yazı ve animasyon gibi unsurlarla ifade etmeye yarayan modeldir. Varlık-ilişki modelinde kullanılan şekiller, veri tabanının şematik olarak tasarlanarak kavramsal modelin oluşturulmasını sağlar.

Robinson (2006), Karagöz ve Demirörs'e göre (2005) bir kavramsal model;

- Varlıkları, ilişkileri ve etkileşimleri belirtir,
- Hedeflere ve gereksinimlere karşılık gelir,
- Kısıtları ve varsayımları belirtir,
- İşlevsel ve davranışsal yetenekleri tanımlar,
- Mantıksal kararları ve algoritmaları belirtir,
- Kullanıcılar ve geliştiriciler için ortak bir dil tanımlar,
- Uygulamadan bağımsız bir gösterimdir,
- Bilgisayar yazılımından bağımsız bir modeldir ve tek başına da yol gösterici olabilir,

Kavramsal model diyagramları genelde araştırmacıların çalışmalarını basitçe özetleyerek daha kolay anlaşılmasına imkân sağlar (Embley, Liddle ve Pastor, 2011: 4). Kavramsal model, problemin önceden tanımlanan şekli itibarıyla, yapısal ve işlevsel unsurları bütünleştirilerek en kestirme ve kesin yoldan hedefe ulaştırmalıdır. Kavramsal modelin geliştirilme sürecinde dört temel basamak yer alır. Bunlar (Karagöz ve Demirörs, 2011),



Şekil 5. Kavramsal modelleme süreci (Robinson ve diğ., 2015:2818).

1. Problemin tanımlanması,
2. Çalışma hedeflerinin belirlenmesi,
3. Kavramsal modelin sunumu,
4. Uygulama modelinin üretimidir.

Robinson (2008a), Robinson (2012), Robinson, Arbez, Birta, Tolk ve Wagner (2015: 2815), Furian ve diğerlerine göre (2015: 83) kavramsal model, araştırmacının zihninde üretilir; model için hazırlanan dokümanlar ve bilgisayar modeli de bu kavramsal modelin ayrıntılı bir şekilde sunulmasına yardımcı olur. Modelleme, zihinsel idrak ve geliştirme ile ilgili bir süreçtir ve bilgisayar programları vasıtasıyla kodlama da bu süreci detaylandırmaya yarar. Böylece kavramsal model akılda tasarlanan ve üretilen bilişsel soyut bir model olarak da adlandırılabilir.

Kavramsal modelde hedefler iki şekilde belirlenir; genel hedefler ve model hedefleri. Genel hedefler simülasyon modelinin üretilmesi için gereken araçları ifade ederken; model hedefleri, model üretim sürecindeki tüm ana ve alt amaçları tanımlar (Robinson, 2008b). *Girdiler* (veya deneysel faktörler), modelleme hedeflerini karşılamak için problemin durumunu iyileştirmemize veya problemi daha iyi anlamamıza yardımcı olan unsurlardır. *Çıktılar*, modelin sonuçlarını bildirir. Bunun iki amacı bulunur: birincisi, modelleme hedeflerine ulaşıp ulaşılmadığını belirlemek; ikincisi, hedefe ulaşılamama nedenlerini belirlemektir. *Model içeriği*, modelde temsil edilen bileşenlerden ve bunların birbiriyle ilişkilerinden oluşur. *Varsayımlar*, modellenmekte olan gerçek dünya hakkında belirsizlikler olduğunda bazı kabuller yapılmasını gerektirir. Modelin hızlı bir şekilde geliştirilmesi için sadeleştirici unsurlar kullanılarak modelin açıklığı sağlanır (Robinson, 2008a).

Şekil 5'te belirtildiği üzere, oklar dört unsur arasındaki bilgi akışını göstermektedir. *Aktiviteler*; bilgi edinme, modelin soyutlanması, tasarım ve kodlama olarak adlandırılır ve bilgi akışını sağlar. *Sistemin tanımlanması*, problem alanına aittir ve gerçek dünyadaki problemi tanımlayan unsurlardan oluşur. Problemin çözümü için yapılan araştırmaları da kapsayarak, sonuca ulaşılmasını sağlayacak sistemin belirlenmesi aşama-

sıdır. *Problem alanında*, bilirkişilerin, modelleme uzmanlarının ve kamunun, problemin tanımlanmasına yönelik farklı görüşleri olabilir, bu nedenle ortak bir dille iyi bir şekilde tanımlanmalıdır. *Varsayımlar*, gerçek dünya hakkında edinilen bilgiler ile modelin ihtiyacı olan bilgi yapısı arasındaki boşluğu doldurur. *Sadeleştirmelerle* model soyutlanır ve gerçekte nasıl daha basit bir şekilde kurgulanabileceğini seçmeye yönelik düzeltmeleri içerir. *Kavramsal model kısmı*, model alanında yer alır ve bilgisayar (simülasyon) modelinin hangi düzeyde detaylandırılacağını belirler. *Model tasarımı* ile kavramsal modelin seçilen yazılım diline nasıl dönüştürüleceğine yönelik teknik detaylar verilerek bilgisayar modelinin yapısı tasarlanır (veri, bileşenler, modelin işletimi). *Bilgisayar modeli* ise seçilen programın diline özgü kodlamanın gerçekleştirildiği, kavramsal modelin yazılım diline dönüştürülmüş halidir. *Model tasarımı ve bilgisayar modeli*, kavramsal modelin doğrudan bir parçası olmamakla birlikte, model kodlaması aşamasında sürece dolaylı yoldan eklemeler (Robinson ve diğ., 2015: 2818; Furian ve diğ., 2015: 89, Fishwick, 1995).

Kavramsal modele ilişkin literatür değerlendirildiğinde, araştırmacıların, benzer süreçleri ve olguları tanımladıkları, ortak bir görüşün ürünü olarak kavramsal modele ilişkin genel çerçeveyi çizdikleri belirlenmiştir. Bu bağlamda öncelikle problem tanımı yapılır, amaç ve hedefler belirlenir, girdi ve çıktılar ile soyut model üretilerek kavramsal modelin şematik gösterimine geçilir. Ancak bu çalışma kapsamında kavramsal modelin ulaşım açısından değerlendirilmesine gerek duyulmaktadır. Böylece ulaşım sistemi ve kavramsal model ilişkisinin nasıl şekillendiği ortaya koyulacaktır.

## Kavramsal Modelin Ulaşım Bağlamında Değerlendirilmesi

Vuchic'e göre (2005: 160–162) ulaşım projelerinde sistem analizinde üç farklı metodoloji üzerinde durulur. Bunlar, kavramsal model, matematiksel model ve simülasyon modelidir. Kavramsal model, karmaşık bir sistem ya da sürecin analizinde çözümlenme yönteminin, kriterlerin ve analiz sonuçlarının elde edilmesinde önemli rol oynarken; Matematiksel model, kesin sonuçların üretilmesi ve rakamsal ilişkileri formülize eder. Eğer model çok karmaşık ve olasılıksal bir sürecin ürünüyse kurulması ve çözümlenmesi çok daha zor olabilir. Böylesi bir durumda bilgisayar destekli uygulamaların kullanıldığı simülasyon modelleri devreye girerek daha güçlü bir analiz süreci gerçekleştirilir.

Kavramsal model, kent içi ulaşım sistemini etkileyen karmaşık bir problemin çözülmesi, bileşenleri arasındaki ilişkinin kavranması, işletim metodu ve fonksiyonunun belirlenmesi, ulaşım sisteminin diğer sistemlerle ilişkisinin tespiti ve mevcut yapısının analiz edilmesinde kullanılır. Kavramsal modelin kapsamı, sistem bileşenlerini içeren çizelgelere, analiz aşamaları-

na, akış diyagramı veya olay dizisinden oluşan bir yapıya sahiptir. Farklı koşullardaki ulaşım sistemi tercihlerini, bu tercihleri etkileyen-etkilenen unsurları ve fayda-maliyet arasındaki ilişkiyi içerir. Kavramsal model, bütün analiz sürecinin planlanması ve organizasyonunda yol gösterici olarak rol oynar (Vuchic, 2005: 163; Hillier ve Lieberman, 1995).

Matematiksel model yapılandırılırken, öncelikle ulaşım sisteminin amaç ve hedefleri tanımlanmalı ve sonrasında modelin nasıl oluşturulacağına karar verilmelidir. Bu karar mekanizması, ulaşım sisteminin ya da sürecin açık ve net tanımlanmasını gerektirir. Bir sonraki adımda modelin basit yapısı ve gerçek hayatta uygulanması arasındaki ilişkiyi tanımlayan varsayımların seçilmesi yer alır. Varsayımlar seçilirken, analiz edilen ulaşım sisteminin değişkenleri ve parametreleri arasındaki ilişkiyi tanımlayan formülasyon ve eşitlikler üretilir. Bu eşitlikler analiz edilecek ulaşım sisteminin matematiksel modelini oluşturur. Matematiksel modeller, ulaşım sisteminin bileşenlerinin, işletiminin ve özelliklerinin belirlenmesinde rol oynayan, sayısal bir araçtır. (Banks, Carson, Nelson ve Nicol, 2001; Vuchic, 2005: 167).

Simülasyon modeli ise, matematiksel modellemeyle çözülemeyecek kadar karmaşık süreçlerin analiz edilmesinde kullanılan, bilgisayar destekli programlarla sorunlara çözüm üretmeye yarayan bir modeldir. Kavramsal modelin bilgisayar ortamına aktarılmış hali olarak betimlenebilir (Yılmaz ve Ören, 2004). Numerik bir yapıya sahip olduğu için her türden girdi ve uygulama, simülasyona özgü veri tabanına dönüştürülerek sisteme dâhil edilmek zorundadır. Simülasyon modeli ilk olarak problemin ve hedeflerin açıkça belirlenmesi aşamasıyla başlar. Model geliştirilirken girdilerin, sürecin ve beklenen sonucun iyi bir şekilde tanımlanması gerekir. Model, ulaşım altyapısı ve üst yapısı gibi unsurları kullanabilir, ayrıntılı veri toplanmasını gerektirebilir ve çeşitli formülasyonları kullanarak modeli oluşturan süreçler arasında ilişki kurabilir (Law ve Kelton, 2000; Vuchic, 2005: 178).

Bu üç metot değerlendirildiğinde, gerçek dünyadaki ulaşımaya yönelik problemlerin çözümlenmesi amacıyla, matematiksel model ve bilgisayar modeli üretilmeden önce, ilk olarak kavramsal model oluşturularak kuramsal ve kavramsal açıdan problemin şematize edilmesi, böylece daha kolay anlaşılabilir hale getirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma kapsamında, P+D sistemlerinin Türkiye'deki büyükşehirler ile küçük ve orta ölçekli kentlerde uygulanabilirliğine ilişkin, iki farklı kurguyu kapsayan bir kavramsal model üretilmesi gerekli görülmüştür.

## P+D Sistemlerinin Uygulanabilirliğine Yönelik Kavramsal Modelin Oluşturulması ve Bulgular

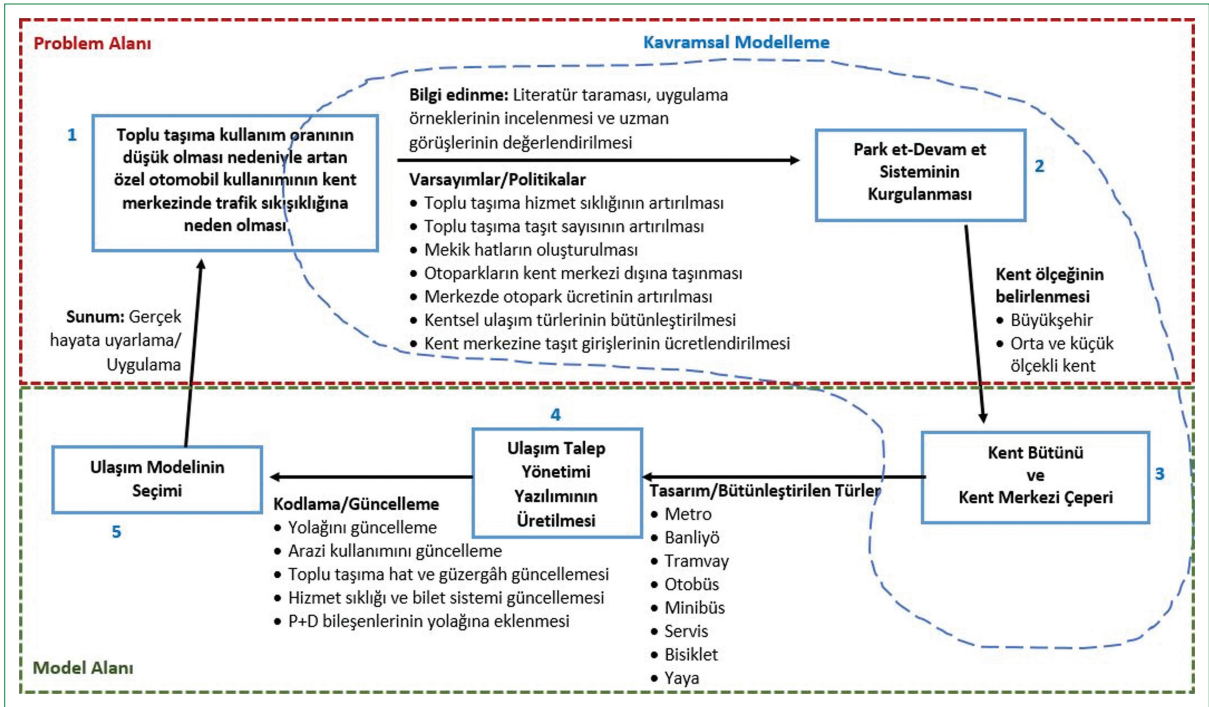
Türkiye'de günümüz itibarıyla 30 büyükşehir ile 51 küçük ve orta ölçekli şehir bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki büyükşehirler ile küçük ve orta ölçekli şehirlerde

P+D sistemlerinin uygulanabilirliğinin irdelenmesinde, kentin nüfus büyüklüğü temel çıkış noktası olarak kabul edilmiş, kent merkezi çeperi ve kent bütününde P+D sistemlerinin uygulanabilirliğine yönelik oluşturulan iki farklı kurguyu ele alan kavramsal model üretilmiştir. Üretilen kavramsal modelin aşamaları genel itibarıyla;

1. Problemin belirlenmesi,
2. Sistemin tanımlanması,
3. Kavramsal modelin özellikleri,
  - a. Destekleyen politikaların belirlenmesi
  - b. Fayda ve maliyetlerin durum tespiti
  - c. Etkilenenler ve kısıtlar
4. Model tasarımı,
5. Bilgisayar modelinin seçimi, basamaklarından oluşmaktadır.

P+D sistemlerinin uygulanabilirliğine yönelik üretilen kavramsal model şeması Şekil 6'da gösterilmektedir. Burada, problem alanı ve model alanını (ulaşım talep tahmin modeli) içeren kavramsal modelin oluşturulmasındaki basamaklar yer almaktadır. Esas kavramsal modelleme süreci problemin belirlenmesi, sistemin tanımlanması ve kavramsal modelin üretilmesini içeren ilk üç basamağa karşılık gelmektedir. Buna göre, birinci basamakta Türkiye'de seçilen herhangi bir kent için öncelikli P+D sistemine yönelik problem belirlenir. Çalışma kapsamında problem, Türkiye'deki bütün kentler göz önünde bulundurularak *toplu taşıma kullanım oranının düşük olması nedeniyle artan özel otomobil kullanımının kent merkezinde trafik sıkışıklığına neden olması* olarak belirlenmiştir. İkinci basamakta, bu probleme çözüm üretmek amacıyla çalışma kapsamında yapılan literatür taraması ve uygulama örneklerinin incelenmesi ile toplu taşıma ve özel otomobil yolculuklarını bütünleştirerek, toplu taşımanın kullanımının artırılmasını amaçlayan, *P+D sistemlerinin kentlerde kurgulanmasının önemi* ortaya koyulmuştur. Üçüncü basamakta ise, P+D sisteminin kullanımını teşvik eden *kent merkezine taşıt girişinin ücretlendirilmesi politikasının* da desteğiyle, özel otomobil yolculuklarının *kent bütününde ve/veya kent merkezi çeperinde* tutularak, burada oluşturulacak P+D otoparklarına taşıtlarını park eden bireylerin, bu otoparklardan ücretsiz faydalanmasını sağlayacak bir sistem kurgulanmıştır. Diğer iki basamak da *ulaşım talep yönetimi yazılımının üretilmesini içeren model tasarımı* ve *ulaşım modelinin seçimini kapsayan ve talep tahminlerinin yapılacağı Bilgisayar Modelinin Seçilmesi* basamakları yer alır.

Model tasarımı basamağında, kentin makroformu, nüfus, ulaşım veri tabanı, toplu ulaşım bilet sistemi, işletimi ve kentlerin mevcut ulaşım yapısına göre P+D sistemi ile bütünleştirilecek ulaşım türleri belirlenir. Metro, banliyö, tramvay, otobüs, minibüs, servis gibi ulaşım türleri ile özel otomobilin bütünleştirilmesinin hangi tür P+D sistemi vasıtasıyla yapılacağına seçimi gerçekleştirilecektir. Kentlerin büyüklük ve özelliklerine göre havayolu-denizyolu ulaşım taşıtları, funiküler, hızlı tren, tren ve teleferik gibi farklı ulaşım türlerinin de bu sisteme dâhil edilmesi öngörülebilir.



Şekil 6. Kavramsal modele ilişkin kurgusal şema.

Model tasarımından bilgisayar talep tahmin modeline geçiş yapılırken kentin ulaşım talebinin ve yapısının yazılım diline dönüştürülmesinin sağlandığı *modelin kodlanması* kısmı yer almaktadır. Bu kısım, kentin arazi kullanımı verisi ve ulaşım ağı'nın güncellenerek yazılım diline dönüştürüldüğü ara basamağı oluşturur. Burada, toplu taşıma hat ve güzergâh güncellemesi, hizmet sıklığı, bilet sistemi güncellemesi ve P+D bileşenlerinin yolağına eklenmesi gibi modeli yönlendirecek ulaşım yapısı sisteme dâhil edilir.

Model seçimi basamağında, bilgisayar modelinin seçildiği ve model tasarımının seçilen bu modele aktarılacağı kısım yer alır. Dünyada ve Türkiye'de ulaşım planlaması alanında kullanılan birçok ulaşım talep yönetimi yazılımları bulunmaktadır. Bunlar, AimSun, CUBE, ChemFlux, Emme, GoldSim, INRO, MATSim, TransCAD, VISUM gibi yazılımlardır. Bu yazılımlar motorlu ve motorsuz ulaşım sistemleri için geliştirilmiştir ve bu nedenle ulaşım talebinin yönlendirileceği program seçilirken öncelikle kentin ulaşım ağı, sistematığı ve ulaşım türlerine göre bir değerlendirme yapılmalı, diğer taraftan kentlerin nüfus ve makroform açısından büyüklüğü, gelişimi, arazi kullanımı, toplanan verinin programda kullanılabilirliği, ulaşım türü alternatifleri ve kentin ulaşımından beklediği talebi karşılayıp karşılamadığına göre de program seçimi yapılabilir.

Sistemin tanımlanmasının hemen ardından modelin soyutlanarak kavramsal model haline dönüştürüldüğü basamağa geçiş yapılmaktadır. Şekil 7'de kavramsal modelin oluşturulmasına yardımcı olacak politikaların belirlenmesi, bu politikaların se-

çimi ile etkilenecek kesim (işletme, yolcular ve kent), modelin kurgulanmasındaki kısıtlar, fayda ve maliyetlerin durum tespiti yönelik yapı görselleştirilmiştir.

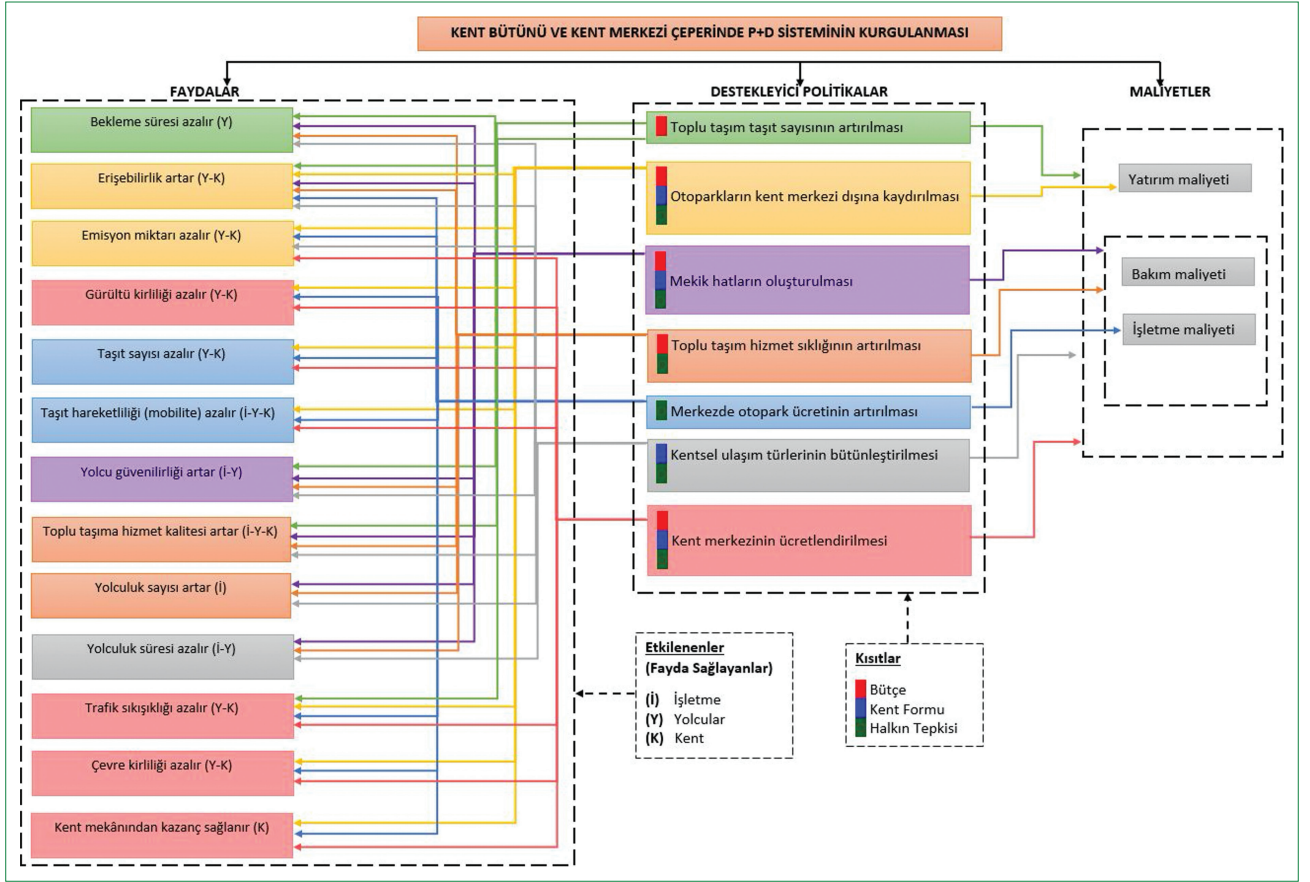
Kent bütünü ve kent merkezi çeperinde kurgulanacak ve P+D sisteminin kullanımını artıracak politikalar şöyledir;

- Toplu taşıma hizmet sıklığının artırılması,
- Toplu taşıma taşıt sayısının artırılması,
- Mekik hatların oluşturulması,
- Otoparkların kent merkezi dışına taşınması,
- Merkezde otopark ücretinin artırılması,
- Kentsel ulaşım türlerinin bütünleştirilmesi (yaya ve bisiklet dâhil),
- Kent merkezine taşıt girişlerinin ücretlendirilmesi, olarak belirlenebilir.

Politikaların seçiminde yatırım, işletme ve bakım maliyetlerinden dolayı *bütçe*, kentin makroformu ve nüfusun büyüklüğünden dolayı *kent formu-yapısı*, bu sistemin kentlerde uygulanabilirliği için halkın katılımı ve desteğinin sağlanması bağlamında *halkın tepkisi*, bu politikaların kabul edilebilirliğine yönelik kısıtları oluşturur.

*Yolcular*, toplu taşıma *işletmesi* ve sistemin kurgulanacağı *kent* bu politikaların seçiminden etkilenecek ve fayda sağlayacak başlıca üç ana unsuru oluşturur. Buna göre, toplu taşıma hizmet sıklığının artırılması ile yolcuların durak veya istasyonda bekleme süresi azalacak, toplu taşıma hizmetine olan güvenilirlik, hizmet kalitesi ve erişebilirlik artacaktır. Yolculuk süresi azalacak ve bu





**Şekil 7.** Problem alanındaki aktivite sürecinin detaylandırılması (bilgi edinme ve politika üretimi aktivitesi).

sürenin azalmasına bağlı olarak da daha hızlı ulaşım imkânının sağlanmasına olan güvenden dolayı daha çok yolcu toplu taşımayı tercih eder hale gelecektir. Böylece hem yolcular hem de işletmenin fayda sağlayacağı bir ulaşım yapısı oluşacaktır.

*Toplu taşıma taşıt sayısının artırılması* ile ilk etapta yolcular fayda sağlayan taraf olur ancak yüksek yatırım maliyetleri gerekebilir; işletme ve bakım giderlerinin artışı ile toplu taşıma işletmecilerinin kar oranında düşüş yaşanabilir. Daha çok taşıt, dolaylı yolarla daha sık ve kaliteli ulaşım hizmeti sunumunu getirir. Bu nedenle yolcuların bekleme süresi azalır, erişebilirlik ve toplu taşıma sistemine olan güven yeniden artacaktır. Toplu taşıma taşıt sayısının artırılması, artan güvenle birlikte toplu taşıma kullanımında artışla birlikte özel otomobil kullanımından toplu taşımayı kullanmaya kayışları beraberinde getirerek, kentsel yol ağında trafik sıkışıklığının azalmasına dolaylı katkı sağlayabilir.

*Otoparkların kent merkezi dışına kaydırılması ve merkezde otopark ücretlerinin artırılması* ile en fazla faydayı yolcular ve kent sağlar. Kent merkezinden taşınan otoparklar ile azalan taşıt sayısına bağlı olarak trafik sıkışıklığında, emisyon miktarında, gürültü ve çevresel kirliliklerde azalma yaşanır. Kent merkezinin erişebilirliği artar, kent mekânının kalitesi ve ulaşımın denetimi açısından fayda sağlanırken, aynı zamanda kent mekânı daha

az tüketilmiş olur. Mecburi koşullardan dolayı kent merkezine park etmek isteyen taşıt sürücülerini için belirlenen yol boyu ve yol dışı otopark bedellerinin ciddi miktarlarda yükseltilmesi ile kent içindeki parklanma talebinin kent merkezi dışına kaydırılmasına fırsat yaratılacaktır.

*Kentsel ulaşım türlerinin bütünleştirilmesi* ile özel otomobil ve toplu taşıma taşıtlarının yanı sıra bisikletin de P+D sistemi ile fiziki olarak bütünleştirilmesine ek; bilet sistemi, otopark, hatdurak/istasyon ve işletme sistemindeki bütünleştirme ile yolculuk süresi ve durakta/istasyonda bekleme süresi azalacaktır. Bu durum toplu taşıma hizmet kalitesi ve güvenirliliği artırarak yolcular ve işletmeler açısından hem zamandan hem de mali açıdan fayda sağlayacaktır. Birbirine bütünleştirilen bu sistemler ile ulaşım yapısının sürekliliği sağlanacak, daha az emisyon, gürültü ve çevre kirliliği üretimi ile ulaşımında sürdürülebilirliğe katkı sağlanacaktır.

*Kent merkezine girişin ücretlendirilmesi* ile hem yolcu, hem işletme hem de kent fayda sağlayacaktır. Kent merkezine girişin ücretlendirilmesi ile bu alana giriş yapacak taşıt sayısının, merkezdeki taşıt hareketliliğinin ve trafik sıkışıklığının azalmasına bağlı olarak daha az emisyon üretilecek, gürültü ve çevre kirlili-

liği önlenecek, taşıtların bu alana girişleri kısıtlanacak ve böylece kent mekanının tüketiminin önüne geçilerek kent açısından fayda sağlanmış olacaktır.

*Yolculukların toplu taşımaya kayması* ile özel otomobil sahipleri taşıtlarının yakıt, bakım ve onarım giderlerinin azalması ile bütçelerini koruyabilecek, trafiğin yarattığı sinir, stres ve hareket-sizliğe bağlı sağlık problemi yaşayan yolcuların yaşam kalitesinin yükselmesi kaçınılmaz olacaktır. Ayrıca azalan taşıt sayısına bağlı olarak kent merkezi yolcular için daha erişilebilir ve sakin hale gelecektir. Daha az taşıtın ulaşım ağını işgali ile yolağı yaya ve taşıt her iki trafik için de rahatlayacak, toplu taşıma işletme hızı artış göstererek azalan yolculuk süresine bağlı olarak yolculuk sayısında artış işletmeye mali açıdan fayda sağlayacak ve toplu taşıma işletme gelirlerinde artış yaşanacaktır.

Kavramsal modelin oluşturulmasına yardımcı olacak politikaların değerlendirilmesinin ardından, varlık-ilişki modeli kullanılarak, kavramsal model şeması üretilmektedir. Çalışma kapsamında kavramsal model üretim basamakları şu şekildedir;

1. Öncelikle kent büyüklüğü belirlenir,
2. P+D sisteminin teşvik edilmesi amacıyla uygulanacak destekleyici politikalar seçilir,
3. Seçilen politikaların kentsel karar odakları ve yerel yönetimler için maliyetleri gruplandırılır,
4. Politikaların uygulanmasındaki kısıtlar; bütçe, kent formu ve kamunun tepkisi olarak sınıflandırılır,
5. Politikaların uygulanması ile işletme, yolcular ve kent açısından birincil ya da doğrudan ne tür faydalar sağlanacağı belirlenir ve dolaylı faydalar da bunun altında değerlendirilir, böylece farklı kent büyüklükleri için uygulanacak temel çerçeve belirlenmiş olur.

P+D sisteminin kurgulanmasında kent nüfusu üzerinden yola çıkılarak, nüfusu 750.000 ve üzerindeki büyükşehirler ile bu kriter dışında kalan küçük ve orta ölçekli şehirlere göre iki farklı kurgu oluşturulmaktadır. Büyükşehirler, uzmanlaşmış ve yoğun bir kent merkezi veya daha az yoğun ama yine uzmanlaşmış alt merkezlere sahip olduğu için hem kent merkezi çeperinde hem de kent bütününde belirli alanlarda trafiğin tutulmasının amaçlandığı iki P+D kurgusunu da içermektedir. Küçük ve orta ölçekli kentler ise görece daha kompakt ve tek merkezli kent yapısıyla trafiğin kent bütününde belirli alanlarda tutulduğu bir P+D kurgusunu gerektirmektedir. Şekil 8'de bu iki kurguya yönelik akış şeması yer almaktadır. Bu kurgudaki *varlık* özel otomobil olarak belirlenmiştir. Her bir özel otomobilin bir sürücüsü vardır ve bu durumda sürücü adı *anahtar nitelik* olarak adlandırılır. Özel otomobilin yakıt türü, motor hacmi ve taşıt yaşı toplu taşımaya kıyaslanmasını gerektiren ve toplu taşıma yolculuğu ile özel otomobil yolculuğu arasındaki kazanç durumuna bağlı ulaşım türü seçimini belirleyecek diğer niteliklerini oluşturur. Eğer özel otomobil ile yolculuk süresi,

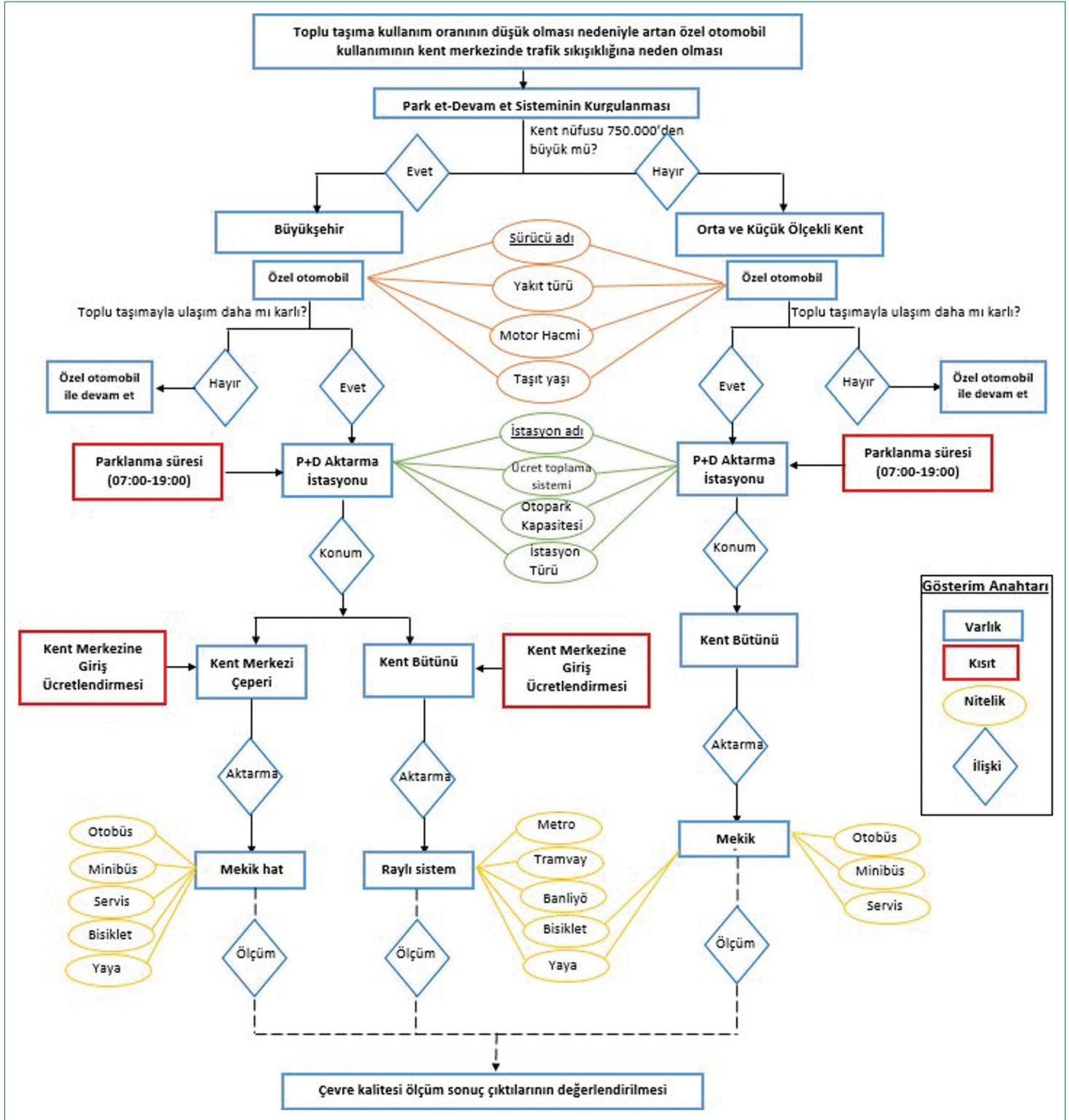
erişebilirlik, maliyet açısından ve özel sebeplerden dolayı daha kazançlı ise sürücü özel otomobilini kullanmaya devam edecektir. Ancak toplu taşımaya kullanımı daha kazançlı ise P+D sistemi vasıtasıyla özel otomobil yolculuğundan vazgeçip toplu taşımayı tercih edecektir.

P+D sistemini tercih edecek kullanıcılar için parklanma süresi bir kısıt olabilir ve hem teşvik edici hem de caydırıcı olarak rol oynar. Bu çalışma kapsamında, Türkiye'deki mesai saati kavramını temel alacak şekilde parklanma süresi için 07:00–19:00 saat aralığı kabul edilmiştir. Eğer yolculuk yapan kişi kentlerin zirve saatlerine göre değişkenlik gösterecek P+D istasyonundaki parklanma süresi içinde bu alanlara park edip yolculuğunu herhangi bir park ücreti ödmeden toplu taşıma ile devam ettirecek ise avantajlıdır. Ancak parklanma süresi dışında da aracı burada kalacaksa cezai yaptırımların uygulanması neticesinde caydırıcı sonuçlar ortaya çıkabilecektir. Bu durumda, kent merkezine girişin ücretlendirilmesi politikasının uygulanması ile sürücülerin maliyeti minimize etmek için yeniden P+D sistemi vasıtası ile toplu taşımaya yönelmesi durumu ortaya çıkacaktır. Burada P+D sisteminin *anahtar niteliği istasyon adı, diğer nitelikleri de ücret toplama sistemi, otopark kapasitesi ve istasyon türü* olarak belirlenmiştir.

Kent merkezine yapılacak yolculuklarda özel otomobilin büyükşehirlerde hem kent bütününde hem de kent merkezi çeperinde tutulması amacıyla iki tür P+D sistemi kurgusu belirlenmiştir. Kent merkezi çeperinde park edecek özel otomobil için toplu taşıma yolculuğu otobüs, minibüs veya servis gibi mekik hatlar ile sürdürülecek; kent bütününde park edecekler için ise kentin büyüklüğü ve toplu taşıma imkanlarının durumuna göre metro, tramvay veya banliyö ile sürdürülecektir. Eğer varış noktası aktarma istasyonlarının yakın çevresinde ise bisikletle ve yaya olarak da yolculuk devam ettirilebilecektir. Küçük ve orta ölçekli kentlerde ise özel otomobil yolculuklarının kent bütününde belirli alanlarda tutulacağı P+D sistemi kurgusu belirlenmiştir. Buradaki yolculuklar, kent çeperinin kent merkezine daha yakın olması nedeniyle otobüs, minibüs veya servis gibi mekik hatların yanı sıra bisiklet veya yaya olarak da gerçekleştirilebilecektir. Şekil 8'deki akış şemasında yer alan çevre kalitesi ölçüm çıktıları, emisyon kaynaklı hava kirliliği, gürültü kirliliği ve çevre kirliliğine göre bu üç sistemin ayrıca değerlendirilebileceğini göstermektedir.

## Sonuç ve Öneriler

Kentlerde gün geçtikçe artan trafik kaynaklı problemlere, yeni yollar açılması ve yol genişletmesi gibi geleneksel çözümlerin yerine, toplu taşıma ve bireysel yolculuklar odaklı alternatif ulaşım sistemleriyle çözüm üretilmesi, kent yöneticilerinin öncelikle üzerinde durması gereken konular arasında yer almaktadır. P+D sistemleri, trafik sıkışıklığı ve ulaşım kaynaklı problemleri çözmede, Türkiye için yeni ve etkili bir araç olarak görülmektedir.



Şekil 8. P+D sisteminin kurgulandığı kavramsal model şeması.

Ülkemiz kentleri, farklı coğrafi koşullara, farklı kentsel gelişim sürecine ve farklı nüfus büyüklüklerine sahip olması nedeniyle, her kent için üretilecek P+D sistemi çözümleri de farklı olacaktır. Bunun için, P+D sistemi kurgusunun, tüm kentlerimizi temel alan bir kavramsal model çerçevesinde, nasıl organize edilebileceğinin araştırılması önem arz etmiştir. Bu bağlamda, yolculuk üretiminin kent nüfusunun artışıyla ve kentsel gelişimle birlikte artış göstermesi temel alındığında, P+D sistemlerinin uygulanabilirliğinin öncelikle nüfus açısından ele

alınması uygun görülmüştür. Bu bağlamda, P+D sistemlerinin büyükşehirler ile küçük ve orta ölçekli kentlerde uygulanabilirliğinin belirlenmesinde iki farklı kurgu oluşturulmuştur. Kent merkezi çeperi ve kent bütününde kurgulanan P+D sistemleri ile kentlerdeki özel otomobilli yolculukların azaltılarak toplu taşımaya yönlendirilmesi sağlanacaktır. Burada P+D sisteminin mevcut ulaşım altyapısına dâhil edilmesinde ve P+D sistemine olan talebin belirlenmesinde, talep tahmin modelleri ve bilgisayar modelleri kullanılır. Bu sürecin başında ise, P+D sis-

temlerinin kentlerde uygulanabilirliğine temel dayanak noktası olacak Kavramsal Modelin üretimi yer almaktadır.

Bu çalışma kapsamında büyükşehirler ile küçük ve orta ölçekli şehirler için genel bir değerlendirme yapılırsa;

1. Büyükşehirde, iki tür P+D sistemi kurgulanabilir; *kent merkezi çeperi ve kent bütünü*. Burada kentin geniş makroformu ve çoklu ulaşım talepleriyle şekillenen bir ulaşım sistemine olan ihtiyaç neticesinde iki farklı kurgu üzerinde durulmuştur.
2. Küçük ve orta ölçekli şehirlerde kurgulanacak P+D sistemi kentte daha kısa mesafeli yolculuk talebinin oluşması göz önünde bulundurulduğunda, *kent bütünü* olarak kurgulanmıştır.
3. Politika seçimi, her kentin, kentsel özelliklerine ve ulaşım yapısına göre değişkenlik gösterebilir. Buna göre;
  - a. Toplu taşıma taşıt sayısının artırılması politikasının; yatırım, işletme ve bakım maliyetlerinden dolayı yerel yönetimlerce tercih edilme oranı çok düşüktür. Bu nedenle büyükşehirler dışındaki kentlerde yolculuk talebinin düşük olması nedeniyle çok fazla talep görmez.
  - b. Toplu taşıma hizmet sıklığının artırılması politikası; toplu taşıma taşıt sayısının artırılmasına kıyasla daha çok tercih edilebilir bir politikadır. Yerel yönetimler için sadece işletme maliyeti ekstra bir yük getirebilir. Ancak yolculuk talebinin az olduğu güzergâhlarda uygulanabilirliği oldukça düşüktür.
  - c. Otoparkların kent merkezi dışına kaydırılması politikası; Otoparkların yatırım maliyeti yüksektir ve kentin formuna göre kaydırılacağı nokta değişkenlik gösterebilir. Ayrıca otoparkların kent merkezi dışına kaydırılacağı noktada yaşayan meskûnların tepkisi iyi irdelenmelidir.
  - d. Merkezde otopark ücretlerinin artırılması politikası; kent merkezine özel otomobille ulaşım sağlayacaklar için caydırıcı etkiye sahiptir. Otoparkların işletme maliyeti yüksektir, kent merkezini kullanacak kişilerin yükselen otopark fiyatları nedeniyle özel otomobil kullanımından vazgeçme oranları, kentin farklı bölgelerinde değişiklik gösterebilir.
  - e. Kent merkezine girişin ücretlendirilmesi politikasının; yatırım, işletme ve bakım maliyeti yüksektir, kentin formuna göre değişkenlik gösterir, eğer tek bir merkez varsa ücret toplama noktalarının oluşturulması daha kolay olacaktır. Ancak kent merkezini kullanacak kentliler tarafından ücretlendirmenin kabul edilebilirliğinin çeşitli anketler ve talep tahminleri yapılarak önceden ölçülmesi gerekir.
  - f. Kentsel ulaşım türlerinin bütünleştirilmesi politikasının; işletme maliyeti yüksektir, kentin formuna göre değişkenlik gösterir, kullanım oranının artırılması için kentlilerin talebine göre farklı ulaşım türleri birbiriyle bütünleştirilmelidir.
  - g. Mekik hatlar oluşturulması politikasının; işletme ve bakım maliyeti yüksektir, kentin formuna göre mekik hat

güzergâhının hangi bölgeler arasında belirleneceği değişkenlik gösterebilir, kullanım oranının artırılması için kentlilerin talebine göre farklı ulaşım türleri birbiriyle bütünleştirilmelidir.

Bu çalışma, Türkiye'deki kentlerde P+D sistemlerinin uygulanabilirliğine yönelik oluşturulan kent merkezi çeperi ve kent bütünü kurgusu ile Türkiye'de henüz bir planlama süreci kapsamında değerlendirmeye alınmamış olan P+D sistemi; destekleyici politikalar, ulaşım türü ve tesis yer seçimine yönelik; araştırmacılara, yerel yönetimlere, akademisyenlere ve konunun uzmanlarına farklı bir bakış açısı sunmak amacıyla geliştirilmiştir. Bu çalışmanın bir diğer ayağı da, P+D sistemlerinin planlama süreci bağlamında değerlendirilmesi ile zenginleştirilerek, bu sistemlerin Türkiye'deki kentsel ulaşımın iyileştirilmesindeki rolüne katkı sağlaması bağlamında konunun uzmanları ve ilgi duyan araştırmacılar açısından ilgi uyandıracaktır.

Çalışma kapsamında nüfus, kentsel ulaşım sistemi, ulaşım alt-yapısına yönelik özellikler ve P+D sistemi için ortaya koyulan destekleyici politikalar göz önünde bulundurulmuştur. Sosyal yapı, kapsamlı kentsel fiziksel koşullar ve ekonomik durumlar değerlendirmeye tabi tutulmamıştır. Kentlerin soyo-kültürel yapısı, araç sahipliği, kentsel yapı, genel yolculuk eğilimleri, farklı kentsel bölgelerdeki yolculuk talep değişimleri, eğitim ve gelir düzeyi farklılıkları, topoğrafya/eğim ve diğer sosyal-fiziksel-ekonomik koşullarının da dikkate alındığı bir çalışma başka bir makalenin konusu olarak ele alınabilir. Böylece bahsi geçen değişkenlerin de hesaba katılarak kavramsal modelin uygulanabilir fiziki bir model çerçevesinde sunulma olasılığı da bulunmaktadır.

## Kaynaklar

- Abrial, J.R. (1974). *Data Semantics*, Klimbie J.W. ve Koffemans K.L. (ed.) Database Management Systems, North-Holland, Amsterdam.
- Anderson, M.P. ve Woessner, W.W. (1991). *Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport*, Academic Press, San Diego, CA.
- Balci, O., Arthur J.D., ve Nance R.E. (2008). *Accomplishing Reuse with a Simulation Conceptual Model*, Winter Simulation Conference, (editörler: S. J. Mason, R. Hill, L. Moench, and O. Rose), New Jersey, ss.959-965.
- Banks, J., Carson, J.S., Nelson B.L. ve Nicol D.M., (2001). *Discrete-Event System Simulation*, New Jersey: Prentice-Hall.
- Borah, J.J. (2002). *Conceptual Modeling- The Missing Link of Simulation Development*, Spring Simulation Interoperability Workshop.
- Borhan, M. N., Ismail, A., Rahmat, R. A., Amrak, K. (2011). *Effect of Transport Policies to Shifting Private Car Users to Park and Ride in Putrajaya-Malaysia*. Australian Journal of Basic and Applied Science, 5 (3), ss. 303-308.
- Caltrans (2010). *Park and Ride Program Resource Guide 2010*. California Department of Transportation.
- Chen P.P. (1976). *The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data*, ACM Digital Transactions on Database Systems 1 (1) ss. 9-37.
- Chen P.P., Thalheim B., Wong L.Y. (2000). *Future Directions of Conceptual Modeling*, Louisiana State University, USA.
- Chen P.P. (2001). *Entity-Relationship Modeling: Historical Events, Future Trends, and Lessons Learned*, Louisiana State University, USA.
- Chen P.P. (2004). *The Need for ER Databases and More*, Marianne Winslett: Peter Chen Speaks Out on Paths to Fame, SIGMOD Record, 33 (1).
- Clark W.R., Schmitz, R.A., (2001). *When Modelers and Field Biologists Interact: Progress in Resource Science. Modeling in Natural Resource Management: Development, Interpretation, and Application*. Washington DC: Island Press, ss.197-208.
- Czejdo, B., Elmasri, R., Rusinkiewicz, M. Ve Embley, D. (1990). *A Graphical Data Manipulation Language for an Extended Entity-Relationship Model*, IEEE Computer Society, 23 (3) ss.26-35.
- Davis, P.K. (1992). *Generalizing Concepts and Methods of Verification, Validation and Accreditation (VV&A) for Military Simulations*, Santa Monica, CA.
- Embley, D W, Liddle, S W, Pastor, O. (2011) *The Handbook of Conceptual Modelling: Theory, Practice and Research Challenges*, D.W. Embley ve B. Thalheim (editörler), Springer.
- FEDEP-Federation Development and Execution Process, (2003). IEEE 1516.3 Recommended Practice for High Level Architecture, IEEE Computer Society.
- Fishwick, P.A. (1995). *Simulation Model Design and Execution: Building Digital Worlds*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Furian, N, O'Sullivan M, Walker C, Vössner S, Neubacher D (2015). *A Conceptual Modeling Framework for Discrete Event Simulation Using Hierarchical Control Structures*, Simulation Modelling Practice and Theory, 56, ss.82-96.
- Hamilton, S.H., ElSawah, S., Guillaume, J.H.A., Jakeman, A.J., Pierce, S.A., (2015). *Integrated Assessment and Modelling: Overview and Synthesis of Salient Dimensions*. Environmental Modeling Software. 64, ss.215-229.
- Halpin, T., (2001). *Chapter 8 - Entity-Relationship Modeling*, Data Management Systems, San Diego: Academic Press, ss.313-348.
- Harrington, J.L., (2016). *Chapter 4 - Entities and Relationships*, In Relational Database Design and Implementation, Boston: Morgan Kaufmann, ss.55-88.
- Hillier F.S. ve Liberman G.J., (1995). *Introduction to Mathematical Programming*. İkinci Baskı, New York: McGraw-Hill.
- Holguin-Veras, J, Reilley J. ve Aras-Vera F. (2012). *New York City Park & Ride Study*, Rensselaer Polytechnic Institute, University Transportation Research, 2, 10.
- JTA, (2009). *P&R Study Final Draft*, Jacksonville Transport Authority Regional Transportation Solutions, Reynolds Smith and Hill Inc.
- Karagöz, N.A. ve Demirörs, O. (2005). *Simülasyon Sistemleri İçin Kavramsal Model Geliştirmeye Model Tabanlı Bir Yaklaşım*, USMOS-05, Ankara.
- Karagöz N. ve Demirörs O. (2011) *Conceptual Modeling Notations and Techniques*, Conceptual Model. Discrete-Event Simulation, ss.179-209.
- Kırmızı Z., Kolağasıoğlu M.Ş., Çalışkan F.T., (2012). *Kentiçi Ulaşım Terimleri Sözlüğü*, İstanbul: Cinius Yayınları.
- Law A.M. ve Kelton W.D., (2000). *Simulation Modelling and Analysis*, Üçüncü Baskı, New York: McGraw-Hill.
- Markowitz V. ve Shoshani A, (1992). *Representing Extended Entity-Relationship Structures in Relational Databases: A Modular Approach*, ACM Digital Transactions on Database Systems 17 (3) ss.423-464.
- Mylopoulos J., (1992). *Conceptual Modeling and Telos*, Conceptual Modeling, Databases and CASE: An Integrated View of Information Systems Development, New York: Wiley, ss.49-68.
- Pace, D.K. (1999). *Conceptual Model Descriptions*, Proceedings of the Simulation Interoperability, Workshop.
- Pace, D.K. (2000). *Conceptual Model Development for C4ISR Simulations*, 5th International Command and Control Research and Technology Symposium, ss.24-26.
- Patig, S. (2006). *Evolution of Entity-Relationship Modelling*, Data & Knowledge Engineering, (56) ss.122-138.
- Robinson S, (2006). *Conceptual Modeling for Simulation: Issues and Research Requirements*, Proceedings of the 38th Conference on Winter Simulation, Winter Simulation Conference 2006, ss.792-800.
- Robinson, S. (2008a). *Conceptual Modeling for Simulation Part I: Definition and Requirements*, Journal of the Operational Research Society, 59 (3) ss.278-290.
- Robinson, S. (2008b). *Conceptual Modelling for Simulation Part II: A Framework for Conceptual Modelling*, Journal of the Operational Research Society, 59 (3) ss. 291-304.
- Robinson, S. (2012) *Tutorial: Choosing What to Model - Conceptual Modeling for Simulation*, Winter Simulation Conference, ss.1-12.
- Robinson, S. (2014). *Simulation: The Practice of Model Development and Use*. 2. Baskı. London: Palgrave Macmillan.
- Robinson, S., Arbez, G., Birta, L. G., Tolk, A., ve Wagner, G. (2015). *Conceptual modeling: definition, purpose and benefits*. 2015 Winter Simulation Conference (WSC), ss.2812-2826.
- Rodrigue J. P, Comtois C. ve Slack B, (2006). *The Geography of Transport Systems*, Routhledge: New York: Taylor ve Francis Group.
- Sargent, R.G. (1987). *An Overview of Verification and Validation of Simulation Models*, Winter Simulation Conference.
- Simpson B. (2000) *Two Reasons Why Park and Ride can Backfire*, Highways&Transportation.
- Spillar, R.J. (1997). *Monograph 11: Park and Ride Planning and Design Guidelines*, New York: Parsons Brinckerhoff Quade & Douglas Inc.
- Teorey T., Yang D. ve Fry J, (1986). *A Logical Design Methodology for Relational Databases Using The Extended E-R model*. ACM Computing Surveys, 18(2) ss.197-222.
- Turnbull, K.F, Pratt, R.H, Evans IV J.E, ve Levinson H.S, (2004). *TCRP Report 95: Traveler Response to Transportation System Changes Handbook*, Chapter 3: *Park-and-Ride/Pool-Traveler Response to Transpor-*

- tation System Changes. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.
- Vuchic, R. V. (2005). *Urban Transit Operations, Planning and Economics*, John Wiley and Sons Inc.
- Yılmaz L. ve Ören T.I., (2004). A Conceptual Model for Reusable Simulations Within a Model-Simulator-Context Framework, *Conference on Conceptual Modeling and Simulation*, ss.28-31.
- Zhang F, Ma Z.M. ve Cheng J., (2016). Enhanced Entity-Relationship Modeling With Description Logic, *Knowledge-Based Systems*, (93), ss.12-32.
- Zheng, J.G. (2010). *Designing and Managing Data, Entity Relationship Diagram: Basics*, Georgia State University.
- Zhou, Y. ve Herath H.M.P.S.D. (2017). Evaluation of Alternative Conceptual Models for Groundwater Modelling, *Geoscience Frontiers*, 8, ss.437-443.
- 6 Aralık 2012 tarih ve 28489 Sayılı Resmi Gazete 'de yayınlanan 6360 Numaralı On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması İle Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun.
- 14 Haziran 2014 tarih ve 29030 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği.