

**KARMAŞIKLIK KURAMI VE KAMU YÖNETİMİNDE UYGULANMASI:
YALOVA KENT İÇİ ULAŞIM HİZMETLERİNİN
DİJİTAL MODELLEME VE SİMÜLASYONU**

**COMPLEXITY THEORY AND APPLICATION IN PUBLIC
ADMINISTRATION: DIGITAL MODELING AND SIMULATION OF
YALOVA CITY TRANSPORTATION SERVICES**

Murat KÖYLÜ*, Murat ÖNDER,**

* Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi SBKY Doktora Öğrencisi, (40muratkoylu@gmail.com)

** Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi SBKY Öğretim Üyesi, Prof. Dr. (monder@ybu.edu.tr)

ÖZ

Kamu yönetimi ve politikalarının analiz ve iyileştirme süreçlerinde son yıllardaki bilimsel yöntem ve yaklaşımlar arasında "Karmaşıklık Kuramı" (Complexity Theory) oldukça belirgin bir yer tutmaktadır. Bilimsel gelişmeler, nüfus, teknoloji ve ulaşım gibi güncel gerçekliklerin zorlaması ve katkısı ile artan toplumsal ve küresel olguların giderek karmaşıklaşan doğasına yönelik yeni çözüm arayışlarına, karmaşıklık kuramı ve yöntemleri bazı öneriler sunmaktadır. Karmaşıklık kuramı doğa bilimelerindeki "Karmaşık Sistemler" tanımlamasına toplumsal olgu ve ilişkileri de dâhil ederek başarılı analiz imkânları da sunmaktadır. Sosyal Ağ Analizi – SAA (SNA-Social Network Analysis) ve Etmem Temelli Modelleme ve Simülasyon - ETMS (ABMS, Agent Based Modeling and Simulation) karmaşıklık araştırmacılarının en sık kullandığı yöntemler arasındadır. Bu araştırmada, karmaşıklık kuramı ETMS araştırma yönteminin kamu yönetimi alanına yönelik bir uygulaması olarak Yalova Belediyesinin kent içi ulaşım hizmetleri örneğinde "ANYLOGIC" paket programı ile analiz edilmektedir. Araştırma, tek başına bir çözüm önerisi yerine, kamu yönetimi karar süreçlerinde ETMS yönteminin kullanılabilirliğini örneklemeyi hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: Karmaşıklık Kuramı, Yerel Kamu Hizmetleri, Modelleme, Simülasyon, ETMS

Jel Kodları: B16, C53, C63, H83, R4, Z18

ABSTRACT

"Complexity Theory" is very significant among the scientific methods and approaches in the analysis and improvement processes of public administration and policies in recent years. Complexity theory and methods offer some solutions for the search for new solutions to the increasingly complex nature of increasing social and global phenomena with the enforcement and contribution of current realities such as scientific developments, rapidly increasing population, technology and transportation. Complexity theory also provides opportunities for successful analysis of social life by including social phenomena and relations in the definition of "Complex Systems" in the natural sciences. Social Network Analysis (SNA) and Agent Based Modeling and Simulation (ABMS) are among the most frequently used methods of complexity researchers. In this research, the complexity theory is analyzed by the ANYLOGIC package program, an application of the ABMS method of research to public administration, in the case of the urban transportation services of Yalova Municipality. The research seeks to illustrate the utility of the ABMS method in public administration decision processes, rather than a stand-alone solution proposal.

Keywords: Complexity Theory, Local Public Services, Modelling, Simulation, ABMS

Jel Kodları: B16, C53, C63, H83, R4, Z18

1. GİRİŞ

Yerel demokrasinin en belirgin özelliklerinden olan temel kamu hizmetleri vatandaş ihtiyaçları ile uyum halinde katılımcı bir bakışla belirlenmesi ve sunulmasıdır. Yerel hizmetlerin daha etkin sunumu için daha fazla ölçütün ve verinin incelenmesi ve karar alma süreçlerinde salt nedensel ilişkilerin ötesinde bütün etmenlerin karmaşık ilişkilerinin modellenmesi sonuçlarına göre kararlar alınması ve hizmet türü ve konumu yanında tüm detayların uygulama öncesi planlanması gerekir / önem arz eder.

Yeni hizmet sunumunun planlanması ya da mevcut hizmetlerin verimliliğinin artırılması süreçlerinde önceden öngörülemeyen faktörlerin ve hizmet sunumundaki verimliliğin geleneksel analiz yöntemleri ile tahmini düzeyde analiz edilmesi, gerçekleştirme aşamasında zaman ve maddi kayıpların oluşmasına neden olabilir. Hizmet altyapılarının inşası öncesinde başlayarak hizmetlerin sunum süreçlerini de kapsayan çok detaylı bir süreç analizi yapabilmek için nicel verilerin salt istatistikî analizleri yeterli olmayacaktır. Bütün süreçlerin karşılıklı ve çoklu ilişkilerinin network analizi ile belirlenmesi bile gerçek karmaşık ilişkilerin etkileşim düzeylerini, yönlerini, frekanslarını belirlemede ve süreçlerin iyileştirilmesine dâhil edilmesinde yeterli olamazlar.

Yerel yönetimlerde halkın ihtiyaçlarını karşılayacak kamu hizmetlerinin sunumuna yönelik yapılan çalışma ve iyileştirmeler memnuniyet odaklıdır. Bu çalışmaların daha etkin sonuçlar verebilmesi için; sunulan yerel hizmet türleri, hedef kitlelerin demografik özellikleri, kültürel etkenler, coğrafi şartlar ve ekonomik imkânları gibi pek çok başat etmen kullanılmaktadır. Bu etmenlerin yanında daha az dikkat çeken ancak etkileri göz ardı edilmediğinde daha olumlu sonuçlar alınmasına ya da olumsuz sonuçların ortadan kaldırılmasına yardımcı olabilecek bütün etmenler ancak teknoloji temelli araştırma yöntemlerinin kullanımı ile daha fazla verinin analiz ve

değerlendirmelere dâhil edilmesi ile mümkün olabilir.

Karmaşıklık kuramı; geleneksel/klasik (Newton'cu) bilim anlayışının sadece neden-sonuç ilişkisine dayalı indirgemeci ve doğrusal ilişkiler analizini zenginleştirirken, doğrusal olmayan çok sayıda etmen ilişkilerine yönelik daha fazla verinin karmaşık olarak bilgisayar yazılımı ile kolayca analizini ve fiili uygulama öncesinde karar, politika ve yatırımların verimlilik ve etkinlik analizine imkân tanıyacak metodların yanı sıra karar destek imkanı sunan simülasyon imkanı da sağlamaktadır.

Karmaşıklık araştırmaları doğa bilimlerinde olduğu gibi araştırılan olgu ve karmaşık sistemlerin farklı bilim anlayışlarının birlikte disiplinler arası işbirliği ile kullanılmasını gerektirir. Doğadaki diğer canlı türlerinin ya da doğa olaylarının etkileşim ve ilişkilerinin gözlem sonuçları, insan topluluklarının ya da başka sosyal toplulukların sosyal ilişkilerinin modellenmesinde yapısal ya da süreçler açısından modellenebilir. Doğa olayları kadar sosyal olguların da farklı bir bakış açısı ile ele alınmasına kuramsal altyapı oluşturan "Karmaşıklık Kuramı" devam eden kısımlarda kuramın gelişimi ve özellikleri açısından özetlenecektir. Karmaşıklık kuramı ve kamu yönetimi ilişkisi kavramsal olarak ortaya konulduktan sonra bu araştırmada, karmaşıklık kuramı ETMS araştırma yönteminin kamu yönetimi alanına yönelik bir uygulaması olarak Yalova Belediyesinin kent içi ulaşım hizmetleri örneğinde "ANYLOGIC" paket programı ile analiz edilmektedir. Araştırma, tek başına bir çözüm önerisi yerine, kamu yönetimi karar süreçlerinde ETMS yönteminin kullanılabilirliğini simülasyon ile örneklemeyi hedeflemektedir.

2. KARMAŞIKLIK KURAMININ GELİŞİMİ VE TARİHÇESİ

Karmaşıklık kavramı bilim tarihi boyunca sürekli var olmuştur. Ancak bilimsel

gelişmişlik düzeyindeki bazı yetersizlikler ya da farklı bakış açıları karmaşık olayların yakın zamanlara kadar indirgenerek ve basit kurallar ile tanımlanarak açıklanmasına sahne olmuştur. Newton'cu bilim tarihinde karmaşıklığın arkasında basit kuralların bulunduğu ve bu kuralların matematiksel formüller ile tanımlanabilir ve çözümlenebilir olduğu varsayılır. Ancak bu basit formüller olarak karşımıza çıkan evrensel ilişkilerin kurallarının Einstein ve Newton gibi bilim adamları tarafından bulunması on yıllar almıştır (Morçöl, 2014:90-91).

Geleneksel bilim anlayışında olayların neden ve sonuçlarını oluşturan değişkenler arasındaki ilişkiler “anlama-açıklama” ve “tahmin-kontrol” yöntemleri ile ele alınır. Bu ilişkilerin analizleri ise İndirgemeci, Stokastik ya da Korelasyon yöntemleri ile yapılır. İndirgemeci ilişki analizinde bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerindeki etkileri yeterli veri oluşturur. Stokastik ilişki analizinde ise değişkenler arasında ilişkilerin zaman zaman rastlantısal olabileceği kabul edilir. Korelasyon ilişki analizinde ise değişkenlerin hangisi bağımlı ya da bağımsız bakılmadan, birlikte değişimleri incelenir (Gürsakal, 2007:28). Kamu yönetimi alanında kullanılan bilimsel kuramlardan birisi olan “Yönetişim Kuramı” araştırmacılar tarafından farklı bakış açıları ile ele alınmıştır (Ayhan ve Önder, 2017:19-20). Yönetişim kamu yönetimi alanındaki karmaşıklıkları anlamamız için de destek olabilir (Osborne, 2010). Karmaşıklık kuramının yönetim bilimleri ile yakın teması araştırmacılara örgütlerin analiz ve anlaşılmasında bilimsel temellere dayalı oldukça etkin imkanlar sunar (Allen vd., 2011).

Olguların insan beyni tarafından algılanması ve gerekli şekilde anlamlandırılması ve reaksiyon gösterebilmesi için, özünde karmaşık olan bir sürecin, aynı zamanda basitleştirilerek ya da indirgenerek te yorumlanmasına ihtiyaç duyulur. Karmaşıklık kuramı bu ikilem arasındaki gizemi daha görülür ve bilinir kılma yolunda önemli ve yeni bir araç olarak değerlendirilebilir.

Karmaşıklık kuramı için, 19 yy da görülen ve Newton'cu bilimin insan bilimlerine yeterli bir araç olmadığı yönündeki tartışmalar başlangıç olarak kabul edilebilir. Sonrasında “Poincare” tarafından basit problemlerin karmaşık çözümler içerdiğinin belirtilmesi ile karmaşıklık temel özelliklerinden “Doğrusal/Oransal Olmayan” (nonlinearity) kavramı öne çıkmıştır. Karmaşık kuramının temel aldığı kuramlardan birisi olan “Kaos Kuramı” içinde doğrusal olmayan kavramı önemli bir yer tutar. Basit nedenlerin oluşturduğu sonuçlar karmaşık olabilir ve önceden kestirilemeyecek bu sonuçlar yine de “düzenlilik” içerebilir (Morçöl, 2014:93). Newton'cu bilimin Einstein'ın “Görelilik ve Kuantum Kuramları” ile eksikliğinin daha belirgin hale gelmesi ile karmaşıklık kuramına duyulan ilgi de artmıştır (Öztaş, 2015).

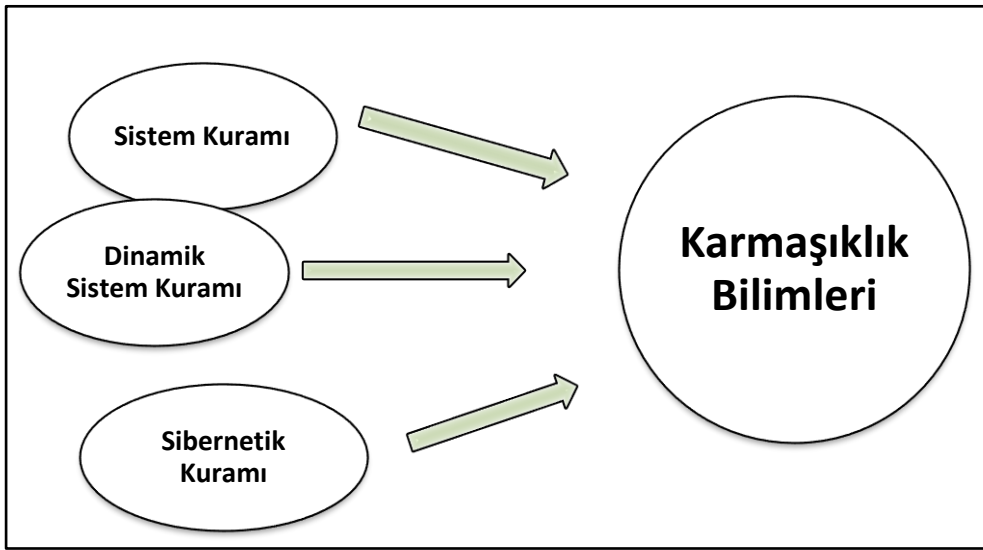
Karmaşıklık kuramı kapsamında yapılan incelemelerde dikkat edilen iki temel “Karmaşıklık Ölçütü” sürece dâhil olan etmenlerin “*sayısal çokluğu*” ve etmenler arası karşılıklı ilişki/etkileşimin kolayca sınıflandırılmayacak kadar çok çeşitli olması yani “*ilişkilerin doğrusal olmaması*” olarak belirtilebilir. Bu ölçütlerin kullanımı ile “Basitlik” ve “Karmaşıklık” düzeyleri derecelendirilebilir (Morçöl, 2014:94). Kamu yönetiminin karar verme süreçlerinde de çok sayıda ve çeşitlilikte etmenlerin bulunması “Karmaşık Sistem” tanımlamasının bu alanda da kullanılabilirliğini gösterir. Ancak Gürsakal'a göre (2007), karmaşıklık etmenleri sayısal olarak az olan basit sistemlerde de görülebilir. Karmaşık sistemi oluşturan parçalar birbirinden farklı fakat birbirleri ile etkileşim içindedirler. Karmaşıklık düzeyini ilişkilerin ve etkileşimin boyut ve belirsizliği de etkileyebilir. Parçaların farklılığı sistem içinde davranışlarında çeşitliliğini gösterirken, etkileşimleri ise parçaların birbirlerinden tam bağımsız olmadığını ve sınırlarının olduğunu işaret eder. Farklılık, sistem davranışlarını “düzensizliğe” götürürken, ilişkili olmaları da sistemi

düzensizlik içinde “düzen” oluşmasına yönlendirir.

Karmaşıklık kuramının getirileri sadece doğadaki sistemlere değil, aynı zamanda toplumlara da uygulanabilir ilkeler sunmaktadır. Yeni yaklaşımlar ile klasik bilim ve modern yaklaşımlar da değişime uğramak durumunda kalmaktadır. Karmaşıklık bilimleri hem sistemin unsurlarını etmenler olarak incelerken, aynı

zamanda sistem davranışlarının da altında yatan ilkeleri göz ardı etmemesi açısından faydalı bir yaklaşımdır. Karmaşıklık bu açıdan bir problem değil, olumlu yönde değişimin ve durağanlaşan sistem ve süreçlerin daha dinamik hale gelmesi için fırsatlar sunan bir yaklaşım olarak görülebilir (Öztaş, 2015).

Şekil 1: Castellani Karmaşıklık Bilimleri Haritası



Kaynak: Kent State University (2017) [Castellani Complexity Map](#)'ten uyarlanmıştır

Kuramın kamu yönetimi alanında araştırma yöntemi olarak verimli ve etkin kullanılabileceği çok sayıda alan bulunmaktadır. Halkın kamu yönetimine güvenini araştıran çalışmalarda da memnuniyet odaklı ve güveni oluşturabilecek, sürdürebilecek ya da kaybedilen güvenin yeniden teçhiz edilmesini sağlayacak araştırmaların (Köylü, 2006) karmaşık doğası için karmaşıklık kuramı araştırma yöntemleri kolaylıkla kullanılabilir.

Başta doğa bilimlerindeki anlaşılması zor karmaşık ilişkilere yönelik multi disiplinler çalışmalar yapan Santa Fe Enstitüsü, bu bakış açısını ekonomi, ve diğer sosyal bilimler alanlarına da uygulayan ilk ve öncü araştırma kuruluşudur (Comim, 2000). Karmaşıklık bilimleri olarak

gruplanabilecek kuram ve ilgili kuramların (Kaos, Quantum gibi) (Gürsahal, 2007; Morçöl ve Dennard, 2000) aslında sosyal bilimler alanında araştırma yapan bilim adamlarının bakış açılarını ve yöntemlerini değiştirme yönünde zorladığı söylenebilir. Yeni oluşan bilimin birçok farklı disiplinden etkilendiği ve esinlendiği yeni bir paradigma oluşturduğu ve bu hali ile dinamik bir gelişim süreci sergiler. Rhodes vd. (2011) kamu yönetimi alanında karmaşıklık kuramı analiz yöntemi olarak kullanılabilirliğini göstermek için “Karmaşıklık Kuramı” ve “Karmaşık (Adapte Olabilen) Sistemler Kuramını” bir dizi saha çalışmasında uygulamıştır.

3. KARMAŞIK SİSTEMLER

Sistem kavramı, sosyal bilimlerde de mekanik sistem anlamının dışında kullanılmaktadır. Gürsakal (2007:48) sistem tanımını belirli bir amaca ulaşmak için birlikte çalışan ve birbirine bağımlı bir grup olarak yapmaktadır. Bu tanıma göre *bir sistemin karmaşıklığı*; “eleman sayısı” ve aralarındaki “ilişki sayılarını” ifade eden bir sıfat olarak kullanılabilir. Sistem elemanlarının (agents/actors/etmenler) ve aralarındaki ilişkilerin sayısı “Karmaşıklık Düzeyini” gösterebilir. Karmaşıklık göreceli bir kavramdır, sistemlerin karmaşıklık düzeyleri sabit bir karmaşıklık ölçütüne göre değil, başka bir karmaşıklığa göre az ya da fazla karmaşık olarak değerlendirilebilir. Basit kurallara tabi etmenlerin karmaşık kolektif ilişkilerini analiz etmek, farklı açılardan farklı bilimsel yaklaşımların birlikte kullanılmasını gerektirir.

Karmaşık sistemlerin analizleri yapılırken her “birim/birey/ajanın sistem bütününe katkısı” ve toplu olarak “sistemin karmaşık davranışı” eşitliğin iki yanına konulamamaktadır. Karmaşık sistemleri oluşturan etmenler/ajanlar çevrelerine uyum sağlama, öğrenme ve karşılıklı etkileşimde bulunma özellikleri taşırlar (Holland, 1995). Karmaşık sistemler farklı etkenlerin farklı ve karşılıklı ilişkileri ile Kaos ile Denge gibi iki uç durum arasında geniş bir aralıkta, her durum için birbirinden farklı ve önceden kestirilemeyen yeni bir denge durumu sergileyebilirler. Bu önceden kestirilemezlik karmaşık sistem özelliklerinin temel niteliklerinden birisidir.

Karmaşık sistemlerin temel niteliklerinden olan “Dinamik Sistem” kavramı ile her zaman hareket halinde olan bir sistem anlamak yeterli olmayabilir. Gürsakal’a göre (2007) dinamik sistemler; hareketsiz kalabilir, sürekli genişleyebilir, sürekli tekrar eden periyodik hareketler yapabilir, zaman zaman tekrar eden periyodik veya kaotik hareketler yapabilirler. Karmaşık sistemlerin nasıl davranacağı başlangıç koşullarına bağımlıdır, koşullara göre davranış ters orantılı olarak da gelişebilir.

Prigogine ve Stengers’a göre (1984) ise, doğada dinamik sistemler denge ve dengesizlik arasında hayatlarını sürdürürler. Bu sistemlerde yapılan küçük etkiler büyük tepkilere yol açabilmekte ve sistemler bu aşamada şekil değişimi ve dönüşümüne uğrayabilmektedir. Bu kapsam dışında sistemler “dağılabilir”, “kaos yaşayabilir” veya “kendilerini yeniden şekillendirebilirler” (Morçöl, 2014:98). Bu hali ile karmaşıklık korkulacak bir durumdan daha çok yönetilebildiğinde değişim ve yenilik fırsatlarının değerlendirilme imkânlarını sunar. Denge noktalarının çokluğu karmaşık sistemlerin adapte olabilme, hayatta kalabilme ve başarılı olma güçlerini de artırır (Gürsakal, 2007:115).

Çağımızda değişimin hızının ve kapsamının artması kamu ve özel organizasyonların bilimsel incelemelerinin de dinamik sistemlere uygun yeni dinamik analiz yaklaşımlarıyla yapılmasını gerektirir (Guillen, 1996). Karmaşık sistemlerin analiz edilmesi için veriye, matematiksel modellere ya da bilgisayar simülasyonlarına dayanan açıklamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Dinamik sistemlerin aniden değişen ve belirsizliğin hâkim olduğu koşullar için klasik bürokratik sistemlerden daha çok başarıya ulaşmaları kendi kendini örgütleme özellikleri ile gerçekleşebilir (Öztaş, 2015).

Geleneksel bilim anlayışında hata olasılığı sayılabilecek değişkenler arasındaki tek yönlü, doğrusal nedensellik ilişkileri bile, karmaşıklık kuramı ile hesaba dâhil edilmekte ve küçük nedenlerin, orantısız olarak büyük sonuçlara dönüştüğü doğa olaylarında da (Kelebek Etkisi gibi) görülen analiz yöntemleri Toplumsal Olaylara ve Kamu Yönetimi ve Politikalarına da rahatlıkla uyarlanabilmektedir.

Karmaşık sistemlerin kamu yönetimi araştırmalarında da kullanılacak diğer temel özellikleri ise “Kendi Kendini Örgütleyebilme” (*Self Organization*), “Doğrusal/Orantısız Olmayan Davranışlar” (*Nonlinearity*), “Kendiliğinden Oluşum” (*Emergence*) ve “Çevre ile Birlikte Evrim”

(*Co-evolution*) olarak sıralanabilir (Gürsaka, 2007 ve Morçöl, 2014).

3.1. Karmaşık Sistemlerin Temel Özellikleri

Sistem yaklaşımının “Açık Sistem” unsurları tanımlamasına (Sistem, Birey/Birimler, İç ve Dış Çevre, Süreçler ve Çıktılar) ilave olarak karmaşık sistemin birimlerinin kendi kural ve davranışlarına göre ve başka otoritelerin kontrolü olmaksızın, aralarındaki karşılıklı olarak etkileşimden kaynaklanan kendine özgü dinamik sistem unsurları eklenmelidir (Rhodes vd. 2011:13; Onder ve Brower, 2004:173). Karmaşık sistemlerin ayırıcı temel özelliklerini oluşturan bu ilave unsurlar kısaca tanımlanabilir.

3.1.1. Kendiliğinden Oluşum/Belirme (*Emergence*)

Kendiliğinden oluşum kavramı Santa Fe Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Sistemlerin oluşum süreçlerini incelemeye ve belirlemeye yarayabilecek yöntemleri geliştirmek için kullanılabilir. Kendiliğinden oluşum; mikro düzeydeki atomların nasıl farklı bir görünüm ve işlevdeki moleküllere ya da organik moleküllerin nasıl canlı organizmalara dönüştüğünü açıklayacak yaklaşımları içerir. Fonksiyonel olarak ya da yapısal olarak oluşan yeni yapının tekrar parçalarının özelliklerini gösteremiyor olması da kendiliğinden oluşumun bir boyutunu oluşturur. Son olarak yeni oluşan bütünün kendini oluşturan parçalardan farklı olan yeni yapı ve davranışlarının parçaların üzerinde etkisinin olup olmadığı konusu da kendiliğinden oluşum incelemeleri için önemli ölçütlerdendir (Morçöl, 2014:100). Bireylerden oluşan toplumun davranışları bireysel davranışlardan farklıdır. Önceden kestirilmesi güç olan ve unsurların etkileşimi sonucunda kendiliğinden ortaya çıkan yeni yapılar ve davranışlar Kendiliğinden Oluşum (*Emergence*) olarak kavramsallaştırılabilir (Rhodes vd.2011).

3.1.2. Kendi Kendini Örgütleyebilme (*Self Organization*)

Kaotik olan dinamik ortamlarda yaşamsal dengelerini koruyabilen karmaşık sistemler, iç ya da dış etkenler ile kendilerini yeniden şekillendirebilirler ya da örgütleyebilirler. Morçöl’e göre (2014) sistemler iç ve dış etkenlere açık olsalar da kendilerini yeniden örgütleme ve değişim için kendi iç dinamiklerine bakılabilir. Newtoncu bilim anlayışında ise tersine bir sonuç için dışarıdan bir etkinin olması gerekir (Etki – Tepki). Karmaşık sistemlerde ise kendini örgütleme için bağımsız bir değişkenin etkisine gerek olmadan kendisinin önceki durumuna göre değişebilir. Rhodes vd. (2011)’e göre; karmaşık sistemlerdeki öngörülemez değişik durumlar, sistem aktörlerinin davranışlarını ve sonuçta da sistem çıktılarını etkileyebilir.

Kendini örgütleyebilme karmaşık sistemler arasında farklılıklar gösterebilir. Uyum sağlayabilen karmaşık sistemlerde yeni duruma uyum şekli, süresi ve seviyesi doğal olarak değişir. Prigogine ve Stengers (1984) klasik sistemlerin tek bir noktada dengede kalması ve hayatını sürdürme şartlarını sağlamanın yanında, karmaşık sistemlerin kaos ve denge arasındaki davranışlarından ortaya çıkan, iç ve dış etkenlerin sürekliliği karşısında karmaşık sistemlerin yeni denge noktalarında da hayatını devam ettirebildiklerini belirtir.

Kendi kendini örgütleyebilen karmaşık sistemler bir seviyeden sonra yeni dengeler oluşturamazlar ise ya daha karmaşık (daha yenilikçi) ya da daha az karmaşık (durağan, sıradan) olan iki seçenekten birine yönelebilir. Karmaşık sistemlerin bu seçimden sonra uyum sağladıkları yeni şekillerine ise Kendi Kendini Örgütleyebilme denir. Bu özellik karmaşık sistemlerde anlık değişimlere karşı yerel ihtiyaçların daha hızlı karşılanmasına imkan sunar (Öztaş, 2015).

3.1.3. Doğrusal Olmayan İlişkiler (*Nonlinearity*)

Karmaşıklıkla ilgili kuramsal çalışmalar yapılırken olayların ilerleyiş şekillerinin

“doğrusal/orantısız (*Linear*)” yada “doğrusal/orantısız olmayan (*Nonlinear*)” şeklinde belirlenmesi önemlidir. Doğrusal ilişkiler kapsamında gelişen olayların analizi için girdi/nedenlerin çıktı/sonuçlara belirli oranlarda yansımaları beklenirken, Doğrusal olmayan ilişkilerin analizinde, neden sonuç oranları ya da seviyesi kestirilemeyen ölçülerde gelişebilir. Doğrusal sistemlerin pozitivist bilim yöntemleri ile incelenebilir olması, aynı zamanda tasarımlarının da belirli sınırlar ve kurallar içinde, dengeli, oranlı, ilişkilerin yönleri belirli şekilde gözlemlenir. Öztaş’a göre (2015), bu tasarım sistemlerin davranışlarının öngörülebilir, kontrol edilebilir ve başka yapılara da uyarlanabilir olmasını sağlamak için kullanılmıştır. Kaos ve Quantum yaklaşımı ile sistem davranışlarının kestirilemez ve doğrusal olmayan ölçütler de içerebildiği şeklinde karmaşıklık yaklaşımları kabul görmüştür.

3.1.4. Çevre ile Birlikte Evrim (*Co-evolution*)

Karmaşık sistemler dış etkenlere karşı açık sistem özelliği gösterdikleri için çevresel değişimler aynı zamanda sistemin de evrimine neden olabilir. Aynı şekilde sistemin kendi dinamikleri ile evrime çevre sistemlerin evrimine de neden oluşturabilir (Guillen, 1996). Bir ekonominin ya da toplumun diğer çevre ekonomisi ya da toplumlar ile benzer evrim eğilimleri göstermesi karmaşık sistemlerin çevreye adaptasyon ve uyumu açısından “Birlikte Evrim” için örnek gösterilebilir.

4. KARMAŞIKLIK KURAMI ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ

Karmaşıklık kuramı kendi başına disiplinler arası koordinasyon ve karşılıklı iletişimi tarif etmekte iken, araştırma yöntemleri ve kullanılan bilgisayar destekli alt yapıların tasarımı ve kullanımı da disiplinler arası özellikleri barındırmaktadır (Taylor, 2014). Morçöl’ün (2012) karmaşıklık kuramı araştırma yöntemleri sınıflandırması önemli bir yol haritası oluşturmaktadır. Araştırma yöntemleri aşağıdaki gibi gruplanmıştır;

- A - Makro Metotlar;
 - a - Makro seviyedeki “Yapısal Durumlar” ve “Süreçler” ile ilgili çalışmalar
 - Regresyon modelleri
 - Fraktal Geometri
 - b - Sadece Makro seviyeli “Süreçler” ile ilgili çalışmalar.
 - Zaman Serisi (*Time series*) metotları
 - Sistem Dinamikleri (SD) Modelleme metotları
- B – Mikro - Makro Metotlar;
 - a – Sosyal Ağ Analizleri (SNA-Social Network Analyses)
 - b – Etmen Temelli Modelleme (*ABM-Agent Based Modelling*)
 - c – Nitel Vaka İncelemeleri (*Qualitative case studies*)
- C – Mikro Metotlar
 - a – Laboratuvar Deneylemleri
 - b – Kişilik Yapısına Yönelik Metotlar (*Repertory Grids*)
 - c – Bilişsel Haritalama (*Cognitive Mapping*)
 - d – Q Metodolojisi

Temel olarak araştırma konusu karmaşık sistemlerin hangi genelleme düzeyinde ele alınacaklarına yönelik olarak yapısal durumlarını, işleyiş süreçlerini ya da birey/birim düzeyindeki detaylı incelemeleri kapsamaktadır. Bu çalışmanın araştırma konusu ve yöntemi gereği Mikro / Makro Metotlar sınıflandırmasına dâhil olduğu için, aşağıda sadece Sosyal Ağ Analizi ve Etmen Temelli Modelleme yöntemlerine yönelik özet bilgi verilmiştir. Araştırmanın temel yöntemi olan Etmen Temelli Modelleme yöntem başlığı altında daha ayrıntılı incelenecektir.

Karar verme süreçlerinde Etmen Temelli Modelleme ve Sosyal Ağ Analizi yöntemleri bağımsız olarak kullanılabilir gibi, başarılı örnekler ile birlikte de kullanılabilir, ya da karşılaştırmalı olarak alternatif yöntemler olarak ele alınabilirler (Fontana ve Terna, 2014). Karmaşıklık bilimleri ile ilgili olarak Ağ Bilimi (Network Science) karmaşık özellikleri gösteren ağların nasıl oluştuğunu, dağılım kurallarının neler

olduğunu, birbirlerine benzerlik eğilimlerini ve değişim süreçlerini inceler (Gürsakar, 2007). Sosyal Ağ Analizi de ağ biliminin imkânlarının yanında karmaşıklık bilimlerinin yöntemlerini de birleştirerek kullanır. Sosyal ağların analizleri yapılırken ağların temel özellikleri bireyler/aktörlerin ilişki düzeylerine göre belirlenir (Winch, 2012). SNA diğer makro yöntemlerin aksine birey ilişkilerini bağımlı, bağımsız boyutunun ötesinde karşılıklı bağımlılık (*interdependent*) düzeyinde ele almıştır (Morçöl, 2012).

4.1. ETMS Yöntemleri

Gerçek hayatta karşımıza çıkan bazı problemlerin çözümü, maliyet, zaman ya da işlem gücü açısından çok zor olabilir. Ancak bu problemlere yönelik gerçek deneme ya da çabalar yerine modeller ile çözüm seçeneklerine kolayca ve daha az risk ile ulaşılabilir. Model oluşturma aşamaları gerçek olayların model ortamına taşınması ile başlar ve kullanılacak indirgeme/genelleme düzeyinin seçiminden sonra model üzerinde problemin çözümüne katkı sağlayacak bütün süreçler oluşturulur. Model gerçek olaydan genellikle daha az karmaşıktır (Borshchev, 2014). Modelin işletilmesi ile bulunan çözüm yolları gerçek duruma aktarılır, modelin tekrar edilebilir, değiştirilebilir olması ve hataların maliyetinin minimum olması avantajlı kullanımına imkân tanır.

Modelleme ve Simülasyon yönteminin karmaşık bir iş sürecinin problemlerine yönelik katkıları iki aşamalı olarak değerlendirilebilir. Modelleme ile karar verilere destek olabilecek gerçek iş süreçlerine yönelik bilgisayar destekli, kabul edilebilir ve geçerli bir model tasarımı yapılabilir. Simülasyon aşamasında ise muhtemel farklı alternatifler için tekrar tekrar denemeler oynatılır ve değişen şartları kontrol edilen her deneme sonucu ayrı ayrı ya da karşılaştırmalı olarak analiz edilir. Deneysel sonuçlar ile tespit edilen sorun ya da sorunlara yönelik en uygun analiz sonuçları ile muhtemel çözüm önerileri üretilebilir. Taylor (2014) bu süreci hastane acil servis modellemesi ve

simülasyonu ile örnekleyerek açıklamıştır. Uygulama ve örnekler saha ve sektör olarak sınırlanamayacak kadar çoğaltılabilir.

“Analitik modelleme” yöntemleri sayıların ve değişkenlerin durağan ilişkilerini analiz ederek bulgulara ulaşır. Ancak gerçek durumda bütün süreçler doğrusal ve indirgenebilir ilişkiler içermezler. Analitik modelleme yöntemlerinin yetersiz kaldığı problem çözümleri için ise dinamik sistem özellikleri taşıyan problemlerin çözümüne daha uygun olan “Simülasyon Modelleme” yöntemleri daha etkin olarak kullanılabilir. Zaman içinde değişime uğrayan sistem verileri simülasyon modellemeleri ile daha fazla hesaba katılabilir. Simülasyon modelleme yöntemleri ile problem analizi kullanılan problem ve bilgisayar altyapısına yönelik eğitim ihtiyacı nedeni ile maliyetli olsa da, dinamik özellikler taşıyan bir sistem ve problemin yüksek kaliteli çözümü için önemlidir (Grigoryev, 2016).

Simülasyon modelleme yöntemleri modellenecek sisteme ve modelleme amacına bağlı olarak üç temel yöntem ile ya da bu yöntemlerin uygun yazılım altyapıları sayesinde birlikte kullanımları ile belirlenir. Temel yöntemler olarak; ETMS, Sistem Dinamikleri - SD (*System Dynamics*), Soyut Olay – SO (*Discrete Events*) kullanılır.

Sistem Dinamikleri (SD) Yaklaşımı; 1950’lerde fizik ve elektrik devrelerinin kuralları ile ilgili olarak geliştirilmiştir. SD sonra ekonomi ve sosyal sistemlerde de kullanılmıştır. SD dinamik sistemler için kapalı sistemler olarak iç etmenlere daha ayrıntılı bakmayı sağlar. Birbirini etkileyen nedensel döngülerin tespitini ve onlara neden olan ve etkileyen sistemleri dengesizliğe götüren nedenlerin de tespitini sağlar. (Borshchev, 2014:2) Bir iş yerinde çalışanların müşterilere sunduğu hizmet süreçlerinin incelenmesi gibi alanlarda kullanılabilir. Aşağıdaki şekilde piyasaya yeni sunulacak bir ürünün reklam, doğrudan tanıtım, kullanıcı tavsiyeleri gibi yöntemlerle oluşabilecek müşteri potansiyeli değerlendirilmektedir. Sistem dinamikleri metodu genelleme seviyesi yüksek olan, makro düzeyde bir yöntem

olduğu için genellikle strateji belirleme gibi genel hedeflerin belirlenmesinde kullanılabilir (Borshchev, 2014:8).

Soyut Olay (DE) Yaklaşımı; SD gibi eski bir yöntem olan Soyut Olay (Discrete Event-DS) yaklaşımı, sistemlerin süreç haritalarını çıkararak, adım adım çalışma evrelerini modelleyerek analiz etmeyi hedeflemiştir. Hizmet sunulan topluluk ya da işlem yapılan ürün evrelerindeki aksaklıklar ve gecikmeler DS ile görselleştirilmektedir (Grigoryev, 2016). Bu metot ile kaynakların optimum kullanımı, süreçlerin zaman aralıkları, bekleme uzunlukları, sistem çıktıları, sorun sahalarının tespiti, sürecin ve işletilen yapının toplu maliyetleri çözülebilir. Soyutlama seviyesi SD den daha az olması nedeni ile süreçte etmen olan toplulukları ve kaynakları daha detaylı hesaba katabilmektedir (Borshchev, 2014:10).

Etmen Temelli Modelleme ve Simülasyon (ETMS) Yaklaşımları; 21 yüzyıl başlarına gelindiğinde gelişmiş bilgisayarların günlük hayatta kullanımı kadar sosyal bilimlerin alanında da kullanımı her alanda artmıştır. ETMS bu yönü ile bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile ortaya çıkan bir hesaplama türüdür. Etmen temelli modellemeler matematiksel eşitliklerle açıklanan çözümlere göre daha kolay anlaşılabilir. Matematiksel denklemlerin zor anlaşılabilirliği yanında, etmenlerin bireysel davranışlarını ve ilişkilerini açıklayan basit kuralları daha açık gözleme imkânı sunarlar (Wilensky ve Rand, 2015).

Borshchev'in (2014) ANYLOGIC yazılımı temelinde açıkladığı ETMS uygulamaları da araştırmacılar tarafından sürekli artan ilgi ile kullanılmaya başlanmıştır. Bu ilgi aynı zamanda araştırmacı dostu olan yeni yazılım ve yöntemlerle de her geçen gün daha kolaylaştırıcı şekilde desteklenmektedir.

ETMS yöntemleri ile araştırmacılar karmaşık sistem işleyişindeki süreçlere dâhil olan bütün etmenlerin ilişkilerindeki gelişmeleri simüle edebilirler. ETMS çok etmenli ve birey temelli bir simülasyon yöntemidir. Bu modellemede ilk olarak

bütün etmenler için "tercihleri", "tutumları" gibi davranışları belirlenerek model içine dâhil edilir. Sonrasında etmenlerin davranışlarının değişimi ve değişimine etki eden nedenler tespit, gözlem, denemeler ile analiz edilir (Morçöl, 2012).

ETMS yönteminin sosyal bilimlerin araştırmalarında kullanımı için, modelleme aşamasına geçilmeden önce "Makro Seviyedeki Kriterler" belirlenmelidir ve mikro seviyede ise "Etmenlerin Bireysel Davranışları" tanımlanmalıdır. Bütün model tasarımları gözden kaçan ayrıntılar için doğrulama testlerine tabi tutulmalıdır (Gilbert, 2008:34).

Etmen temelli modellerin dört temel unsuru vardır. "Etmenler" (Agents) modelin en önemli unsurudur ve belirli özellikleri, davranışları ve bu özelliklerini tanımlayan kuralları vardır. Modelin ikinci temel unsuru, etmenler arası "İlişkilerin" (Relationships) olmasıdır. Her etmen ilişkisi etmenlerin karşılıklı etkileşimlerinin nasıl geliştiğini tanımlamada yardımcı olur. Üçüncü olarak Etmenlerin etkileşim içinde oldukları bir "Çevre" (Environment) tanımlaması vardır. Son unsur olarak ise bu etkileşimlerin gerçekleştiği çevre ve etmenlerin tamamını kapsayan ve belirli sınırlar ile tanımlanan sınırları olan "Sistemlerdir"(System) (Taylor, 2014).

5. YÖNTEM VE ETMS UYGULAMASI

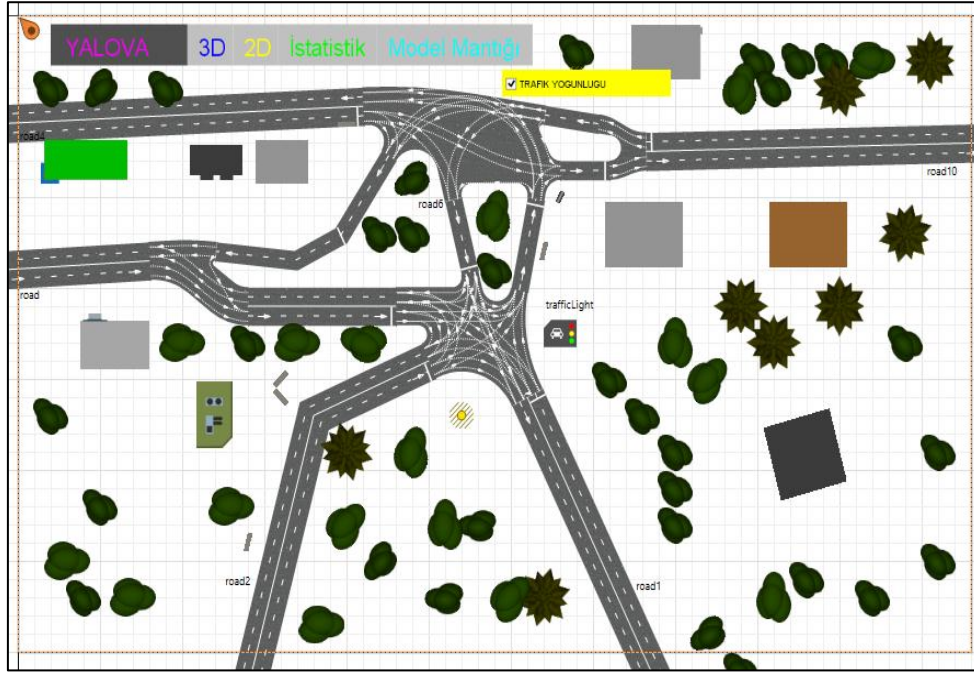
Kamu yönetimi yapıları gösterdikleri çok yönlülük ve unsurları arasındaki orantılı olmayan (nonlinear) ilişkiler, kamusal görev ve hizmetlerin karmaşık doğası gibi özellikler nedeni ile karmaşık sistem olarak tanımlanabilir (Rhodes, 2011). Sosyal sistemlerin bilgisayar kullanımı ile modellemesi (William vd., 2015) ve Etmen Temelli Modelleme ve Simülasyon uygulaması her ne kadar yeni bir uygulama yöntemi olsa da kamu yönetimi araştırmalarında da kullanımı hızla artmaktadır (Gilbert, 2008). ETMS kurum ve organizasyonların yönetim anlayışlarının daha kolay anlaşılmasını da destekler (Allen, 2011:22). ETMS ile örneklenecek

bu araştırmada, bütün karmaşık modelleme imkânlarını sunan ANYLOGIC yazılımının sadece ETMS metodu kullanılarak kent ulaşımı konusunda yapılabilecek muhtemel yeniliklerin uygulama öncesi detaylı analizi ve fizibilitesi kapsamında modelin Yalova Belediyesi Kent Ulaşımı karar süreçlerine desteği değerlendirilecektir.

Bilgisayarlı modelleme çalışmalarında araştırma sahasının hem yapısal hem fonksiyonel özelliklerinin modellemede dikkate alınması gerekir (Prietula, 2011:98). Araştırma kapsamında Mayıs - Ağustos 2017 tarihleri arasında Yalova kent merkezindeki trafik yoğunluğunun çeşitli

noktalarda gözlemi yapılmıştır. Gözlemin ilerleyen aşamalarında merkez ve yakın mahalle/köyler arasında tek toplu taşıma yöntemi olan minibüs hatlarının detaylı analizi yapılmış ve işletme yöntemleri yapısal olarak incelenmiştir. Etmen temelli modelleme yöntemi ile kent minibüs hatlarının “başlangıç/güzergâh/hedef nokta” modelinin temel fonksiyonları belirlenerek ANYLOGIC programında model tasarım aşamalarına başlanmıştır. Modelin kent içi ana yolları temel alınarak sadeleştirilmesi ile görsel 2 Boyutlu ve 3 Boyutlu simülasyon taslağı temel etmenler tanımlanarak çalıştırılmıştır.

Şekil 2: Araştırma Modelinin Anylogic Programı Ekran Görünümü



Kaynak: Yalova Tonami Meydanı ve Ana Arterleri Google Maps Uygulaması Haritalarından Anylogic Modeline Uyarlanmıştır.

Yalova kent içi ulaşımının ana unsuru olan etmenler arasında 9 farklı hat üzerinde çift yönlü bağımsız olarak işletilen toplamda 18 minibüs ulaşım hattının etmen grubu “MINIBUS” olarak tanımlanmıştır. Diğer ana etmenler ise “Yalova Belediyesi Ulaştırma Hizmetleri Müdürlüğü” ve “Yalova Minibüsçüler Odası” ile yapılan görüşmelerden elde edilen nicel ve nitel veriler tarafından belirlenmiştir.

Minibüs hatlarının işletilmesine yönelik karar süreçlerine dâhil olan bütün paydaşların sürece etki şekillerinin ve düzeylerinin değerlendirilebilmesi için Eylül – Ekim 2017 tarihleri arasında hem belediye yetkili organları, hem de minibüsçüler odası yöneticileri ile hazırlanan “Görüşme Formu” içeriğine uygun olarak görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde ana hedef modele dâhil

edilebilecek istatistiki verilere erişimin yanında, araştırmamızın ana kuramı olan “Karmaşıklık Kuramı” kapsamındaki unsurların varlığına yönelik soruların cevapları da detaylı olarak alınmıştır. Görüşme kapsamında ayrıca kent içi ulaşımı gelecek süreçte etkileyebilecek “kısa ve uzun vadeli” *Hedefler-Beklentiler-Projeler-Sorunlar* da belirlenmeye çalışılarak, modelin geleceğe yönelik simülasyonunun çalıştırılması esnasında etki oranlarına göre hesaplamalara dâhil edilmesine ve stratejik

planlamalara katkı sağlayabilecek veri elde edilmesine çalışılmıştır.

5.1. Yalova İli Kent İçi Ulaşımı Etmen Temelli Modelleme ve Simülasyonu

Anylogic yazılımı ETMS modülü imkânları kullanılarak yapılacak “*Yalova İli Kent İçi Ulaşımı Etmen Temelli Modelleme ve Simülasyonu*” temel olarak “8 Adım” da incelenebilir.

Tablo 1: Modelleme ve Simülasyon Adımları

Adım 1	Yalova ili kent içi ulaşım evrenine dâhil olan etmenlerin (birey/birim/olgu vs.) tanımlanması
Adım 2	Etmenlerin davranış özelliklerinin ayrı ayrı tanımlanması
Adım 3	Etmenler arası ilişkiler ağı modellemesine görsellik katacak akış diyagramının eklenmesi
Adım 4	Etmenlerin karşılıklı beklenti, ilişki ve iletişimlerinin mantıksal süreçlerinin tanımlanması
Adım 5	Etmenlerin hizmet sunumuna negatif etki eden tutum ve etkileşimlerinin tanımlanması
Adım 6	Hizmetin sunum zamanlamalarının tanımlanması ve modelin tamamlanması
Adım 7	Yalova ili etmen temelli kent içi ulaşım modelinin simülasyonunun çalıştırılması
Adım 8	Simülasyon verilerinin diğer verilerle (Anket, Mülakat vs.) karşılaştırılarak analiz edilmesi

5.2. Görüşme Verilerinin Analizi

Araştırma kapsamında 2017 yılının Eylül – Ekim aylarında Yalova Belediyesi Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü yetkilileri ve Yalova Minibüsçüler Odası Yönetimi ile minibüs hatları ve işletilmesi ile ilgili karmaşıklık seviyesini belirlemeye ve model tasarımına yönelik olarak 12 başlıkta düzenlenmiş olan “Görüşme Formu” kapsamında mülakatlar yapılmıştır. Mülakat verileri kısmen istatistiki veri toplamayı sağlarken, çoğunlukla karmaşıklık modellemesine temel oluşturacak verilerin etkin bir şekilde tespit edilmesini sağlamıştır.

Yalova kent içi ulaşımı merkez mahalleler ve merkeze bağlı köyler ile kent merkezi arasında günlük ortalama 23000 yolcuya hizmet verebilecek şekilde işletilmektedir. Kent içinde 18 farklı nokta arasında, 9 ana hat üzerinde 167 adet minibüsçüler odasına

kayıtlı minibüsten günlük ortalama 150 minibüsün, ortalama olarak 6 sefer yapması (çift yönlü 12 sefer) ile her gün gerçekleştirilmektedir. Görev ve işletme usulleri 5393 sayılı Belediye Kanunu hükümleri esas alınarak icra edilmektedir. Kent içi minibüs seferlerinin kontrol ve denetimler trafik polisi ve diğer resmi unsurlar tarafından yapılmaktadır. Minibüs ulaşım hizmetlerinin işletme aksaklıklarının ve hizmet kalitesinin kontrol ve denetimi ise araçlardaki GPS takip cihazlarından alınan verilerin analizi yanı sıra Yalova Belediyesi Ulaştırma Hizmetleri Müdürlüğü ve Yalova Minibüsçüler Odası Yönetim Kurulu tarafından sahada kontrol/inceleme/takip/görüşme ile gerçekleştirilmektedir.

Halkın belediye şikâyet hatlarına dilekçe ve telefon ile ulaşarak minibüs hizmetleri hakkında talep ve şikâyetlerini belirtmeleri

sonucu (Ocak – Ekim 2017 arası 242 ulaşım konulu talep) Ulaştırma Hizmetleri Müdürlüğü ve Minibüsçüler Odası en kısa sürede talebe cevap verecek şekilde tam bir işbirliği içinde çalışmaktadır.

Minibüs hatlarının güzergâh, sefer sayısı ve saatlerine yönelik düzenlemeler dinamik olarak güncellenmektedir. Ana değişiklik ihtiyaçları ise belediye meclisine sunulan teklif ile karara bağlanarak uygulamaya

geçmektedir. 167 araç arasında iş yükü ve yoğunluğunun yanı sıra gelir adaleti sağlamak üzere Minibüsçüler Odası yönetimi tarafından dönüşüm uygulaması matrix yöntemi ile takip edilmektedir. Şoför ve yolcu ilişkilerinin memnuniyet odaklı olarak sürdürülebilirliği için belirli dönemlerde toplantı/eğitim/görüşmeler yapılmaktadır.

Tablo 2: Yalova Belediyesi Minibüs Hatları ve Araç / Sefer Sayıları

HAT NO.SU	HAT İSMİ	GÜNLÜK GÖREVLİ MİNİBÜS SAYISI	MİNİBÜS GÜNLÜK SEFER SAYISI
1-A 1-B	ELMALIK KÖYÜ – EMİR BAYIRI EMİR BAYIRI - ELMALIK KÖYÜ	30	360 *
2-A 2-B	TİGEM – ADLİYE ADLİYE – TİGEM	14	168 *
3-A 3-B	KEMER KÖPRÜ – KAMPÜS KAMPÜS – KEMER KÖPRÜ	26	312 *
4-A 4-B	KİRAZLI KÖYÜ – ESKİ HASTANE ESKİ HASTANE – KİRAZLI KÖYÜ	3	36
5-A 5-B	MEZARLIK – İNCİ PLAZA İNCİ PLAZA – MEZARLIK	11	132
6-A 6-B	PAŞAKENT – ADLİYE ADLİYE - PAŞAKENT	17	204 *
7-A 7-B	SAFRAN KÖYÜ – PAZAR YERİ PAZAR YERİ – SAFRAN KÖYÜ	10	120
8-A 8-B	SAMANLI KÖYÜ – OTOGAR OTOGAR – SAMANLI KÖYÜ	16	192 *
9-A 9-B	TOKİ - KİPTAŞ KİPTAŞ - TOKİ	23	276 *
TOPLAM = 18		150	1800 *

Kaynak: Ulaşım Hizmetleri Müdürlüğü ve Minibüsçüler Odası Mülakat verilerinden uyarlanmıştır. (Sabah ve akşam mesai saatlerinde ilave otobüs hatları vardır)

Yalova kent içi trafiğini arttırıcı etmenler arasında Pendik-Yalova ve Yenikapı-Yalova feribot hattını kullanan araçlar ile ilçelerden gelen minibüslerin kent merkezine doğrudan ulaşmaları dikkat çekici olarak bulunmaktadır. Bu yolla trafiğe katılan araç sayıları anlık kent içi trafiğinin aşırı artışına neden olmaktadır.

Rutin trafik şartlarında maksimum seviyede işletilebilen minibüs hizmetleri, kent içi yol onarımları ya da toplu halde icra edilen sınav/tören/toplantı gibi etkinliklerin önceden yetkililer ile aktif iletişim hattı kurulması sayesinde minimum aksaklık

düzeyi ile işletilmesini sağlamaktadır. Ayrıca, Yalova'nın kent planı sürekli aktif olan yeni yapılaşma alanları nedeni ile ulaşım hizmetlerinin güncellenerek icrasını gerektirmektedir.

5.3. ANYLOGIC Yazılımı ile Model Tasarımı ve Simülasyonu

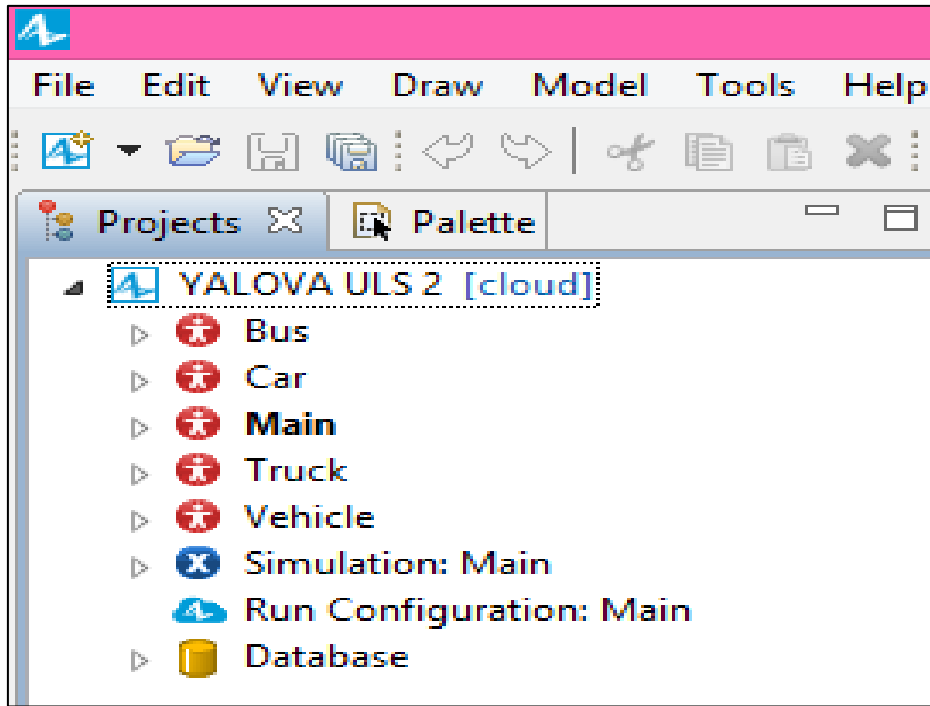
Tasarımı yapılacak model ismi olarak “YALOVA ULS 2” belirlenmiştir. Modelin ana ara yüzü (MAIN) belirlenen haritanın, yol güzergâhlarının, çevresel unsurların

çizilmesine, trafik mantıksal akışının belirlenmesine, veri elde etmek ve analiz için kullanılacak grafiklerin veri çekme ve gösterme alanlarının belirlenmesine yönelik bütün detayların buluşturulduğu sayfayı oluşturmaktadır. Modelin çalışmasına etki edebilecek gerçek durumdaki değişkenlerde bu alanın özellikler kısmından modele dâhil edilmektedir.

5.3.1. Model Etmenlerinin Belirlenmesi

Model oluşturulduktan sonra etmenlerin ana sayfa ile irtibatı sağlanmakta ve özellikleri tanımlanmaktadır. Yalova minibüs hatlarının ve yolların uzunlukları ve özellikleri gerçek durum örneklenerek yapılmıştır. Şekil 5 te ana menüsü görüntülenen model için, minibüsler haricinde diğer araçlar da (Bus, Car, Truck) özellikleri ve ortalama trafikte bulunan sayıları ile tanımlanmıştır.

Şekil 3: “YALOVA ULS 2 Modeli Ana Sayfa Menüsü



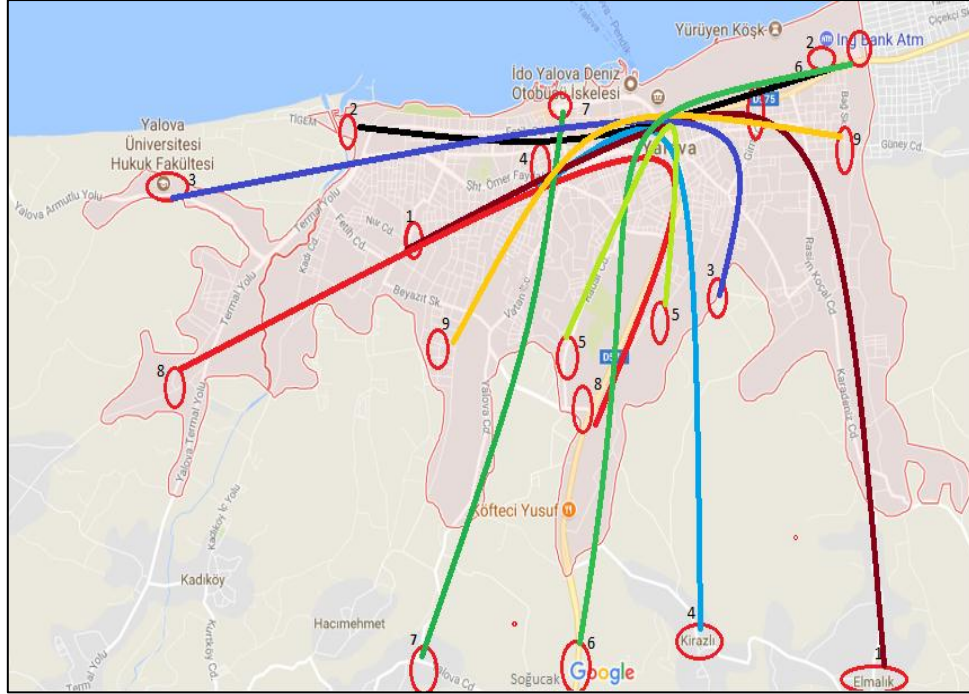
Kaynak: ANYLOGIC Programı Model Ana Sayfa Menüsü

5.3.2. Etmenlerin Temel Davranışlarının Tanımlanması (Gözlem Sonuçları ve Görüşme Verileri)

Yapılan gözlem ve görüşme verilerine göre mantıksal haritanın belirlenmesine yardımcı olacak temel hesaplama ve dağılımları yapılmıştır. Günlük ortalama 23000 yolcu taşınması yapılan Yalova için “150

minibüsün”, “18 yönde”, her biri yaklaşık “12 sefer” yaparak günlük toplam “1800 sefer” toplamına ulaşmaktadır. Her sabah 07:00’de başlayan seferler gece 00:00’da son bulmaktadır. Yıl içinde ve gün içinde değişen trafik yoğunluğu modele değişken özellikli (random/rassal) etmen davranışları tanımlanarak gerçek duruma uyumu sağlanmıştır.

Şekil 4: Yalova Kent İçi Minibüs Hatlarının Harita Üzerindeki Dağılımı



Tablo 3: Araç Güzergâh ve Hareketlerinin Tanımlanması

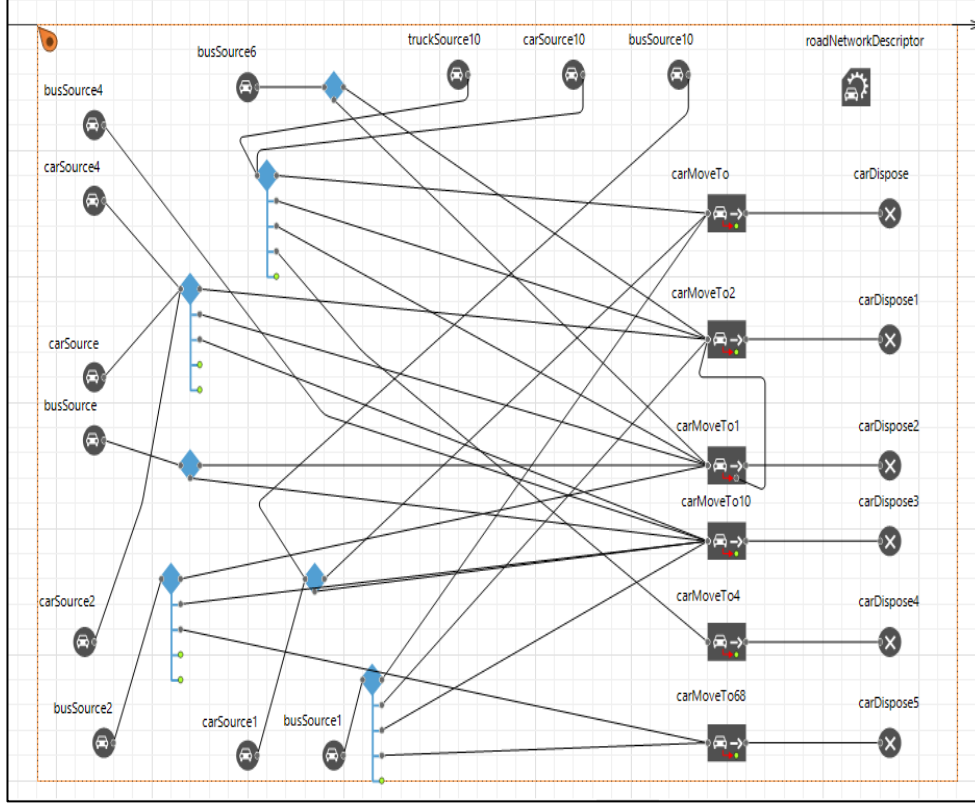
SIRA NU	HAT NUMARASI	KALKIŞ NOKTASI	VARIŞ NOKTASI	GÜNLÜK ARAÇ SAYISI	GÜNLÜK SEFER SAYISI
1	1B, 8A	R	R1, R10	46	276
2	4A,5B,6A,8B	R1	R,R2,R6/8,R10	47	282
3	5A,7A,9A	R2	R1,R6/8,R10	44	264
4	2A,3B	R4	R10	40	240
5	4B,7B	R6/8	R1,R2	13	78
6	1A,2B,3A,6B,9B	R10	R,R1,R4	110	660
TOPLAM				150x2=300	1800

Tablo 1’de gösterilen minibüs hatları ve günlük araç/sefer planlamalarını göre, “Kent Merkezi” ve “5 saha” olarak araçların hareket ve hedef noktaları gruplanmıştır.

5.3.3. Etmen İlişkileri Mantıksal Haritasının Belirtilmesi

Minibüslerin ve trafiğe çıkan diğer araçların Tablo 2 kriterleri temel alınarak modele tanıtılması için ANYLOGIC yazılımının LOGIC ara yüzü kullanılmıştır. Her bir kaynak ve varış noktası arasındaki hatlar çizilerek, sayısal dağılımlar ve oranlar uygulanmıştır.

Şekil 5: Model Etmen İlişkilerinin Mantıksal Harita Tasarımı



Kaynak: ANYLOGIC Programı Model Mantıksal Tasarımı

5.3.4. Etmen İlişkileri ve Etkin Parametrelerin Belirlenmesi

Şekil 7 kapsamında modele uygulanan bütün araç kaynakları ve hareket ettiricilerin ayrı ayrı özellikler menüsü incelenmiş ve gerekli bilgi girişleri ve davranış tanımlamaları yapılmıştır. Modele dâhil olan bütün araçlar ve mantıksal hareket hatları Yol Ağ Tanımlayıcı (Road Network Descriptor) ile bütünleştirilerek trafik kuralları ve hareket düzenlemelerine toplu olarak uyumları sağlanmıştır.

5.3.5. Negatif Etkenlerin Belirlenmesi

Modelin gerçek duruma uygun olarak çalışması için, trafik yol düzenlemelerinin yanında sinyalizasyon düzenlemeleri de uygulanmıştır. Trafik ışıklarının her bir nokta için istenilen kriterlerde belirlenmesi ve muhtemel çözümler için değiştirilebilir

olması modelin simülasyonları ve veri analizlerinde önemli avantajlar sağlamaktadır.

5.3.6. Model Zamanlamalarının Belirlenmesi

Model tasarımı tamamlandıktan sonra hangi zaman aralığında simülasyon çalıştırılacağı araştırmacı tarafından ihtiyaçları uygun belirlenebilmektedir. Model “Gerçek Zaman” ya da “Farklı Zaman” aralıklarında çalıştırılabilir. Çalışma zamanı ve tekrarlamaya sayıları da araştırma ihtiyaçlarına göre değiştirilebilmektedir.

Araştırmanın gerçek duruma uygun olarak çalıştırılması için birim zaman ayarlaması da yapılabilmektedir. Gerçek zamanlamalar yazılımın sağladığı kolaylıklar nedeni ile saniye/dakika/saat seviyesine indirgenerek modelin çalıştırılması ile uzun zaman

aralıklarına ihtiyaç duyan gerçek uygulamalar yerine daha kısa süre içinde istenilen gerçek zaman aralığına ait model verilerinin işletilmesi ve analizi yapılabilmektedir.

Yalova kent içi ulaşım modelinin giriş sayfası tasarımı ve model çalıştırılmasında kullanılacak butonların tanımlamaları tamamlandıktan sonra her aşamada oluşu gibi model çalıştırılarak, süreçlerde yazılımın işleyişini engelleyen bir sorun olup olmadığı da kontrol edilir.

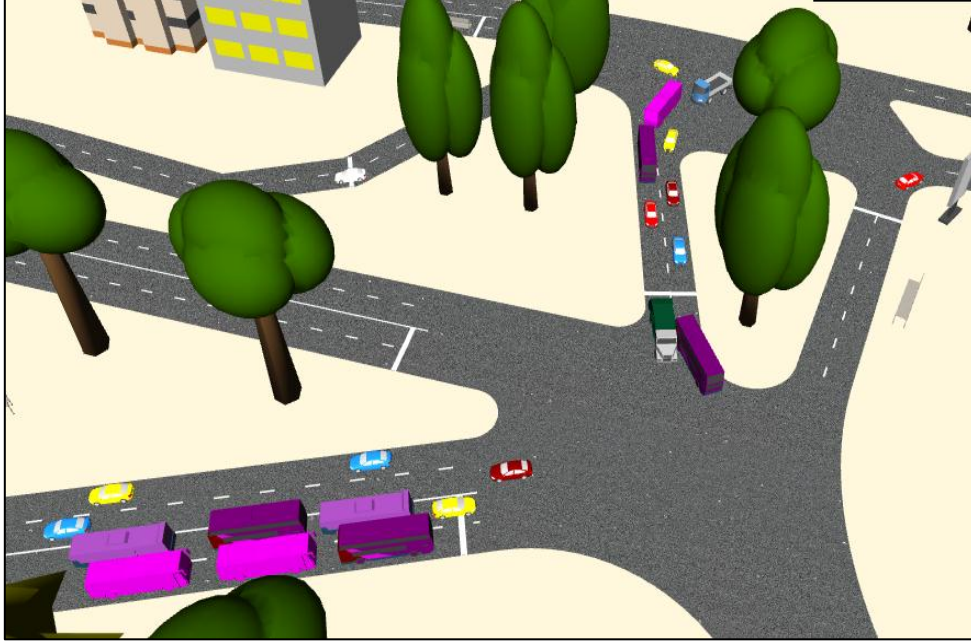
5.3.7. Model Simülasyonunun Çalıştırılması

Şekil 6: Model Sinyalizasyon Düzenlemeleri

Phases:	Durations (sec):				
	30	5	35	10	5
Lane connectors:					
laneConnector2	Green	Yellow	Red	Red	Yellow
laneConnector5	Red	Yellow	Red	Green	Yellow
laneConnector3	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
laneConnector8	Red	Yellow	Red	Green	Yellow
laneConnector13	Red	Yellow	Red	Green	Yellow
laneConnector14	Red	Yellow	Red	Green	Yellow
laneConnector36	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
laneConnector23	Green	Yellow	Red	Red	Yellow
laneConnector43	Green	Yellow	Red	Red	Yellow
laneConnector44	Green	Yellow	Red	Red	Yellow
laneConnector45	Green	Yellow	Red	Red	Yellow
laneConnector34	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
laneConnector37	Green	Yellow	Red	Red	Yellow
laneConnector46	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
laneConnector47	Green	Yellow	Red	Green	Yellow
laneConnector49	Red	Yellow	Green	Red	Yellow

Kaynak: ANYLOGIC Programı Model Trafik Sinyalizasyon Tasarımı Ekran Görünümü

Şekil 7: Model 3 Boyutlu Çalışma Gösterim Ekranı Görüntüsü



6. SONUÇ

Yerel demokrasinin baskın hale gelmesi için temsili demokrasi yerine vatandaşın ve diğer yerel aktörlerin yönetime katılım ve sorumluluğunun artırıldığı bir demokrasi anlayışının yaygınlaşması yerel yönetimlerin karmaşıklık düzeylerini arttırabilir. Fakat bu aktif katılımdan elde edilebilecek faydanın göz ardı edilmemesi için çağdaş yönetim ve araştırma metodlarının daha yaygın kullanımının mümkün olacağı yönetim ortamları oluşturulabilir.

Klasik bilim anlayışının araştırma birim ve değişkenlerini istatistiki yöntemlerle sınırlandırarak anlama ve açıklama durumunda kaldığı gerçeği, dijital çağın çok sayı ve boyutta verinin daha hızlı analizini mümkün kıldığı günümüzdeki bilgisayar kullanımlı büyük veri analiz imkânları ile yerini karmaşık verileri sadeleştirmeksizin analiz edebilen karmaşık bilim anlayışına bırakmaya başlamıştır. Birden fazla bilimsel disiplinin birlikte kullanılabilmesi, karmaşıklık araştırmalarının modelleme sürecinde gerçek duruma daha fazla

uyumunu ve geleneksel araştırma yöntemlerinde göz ardı edilen faktör sayısının minimuma indirilmesini de mümkün kılmaktadır. Modelleme ile gerçek sistem davranışları bilgisayar ortamına taşınır ve gerçek davranışları sınırsız tekrarlama (iterasyon) imkânı ve farklı sonuçları ile önceden analiz edilebilir. Yenilikler ve iyileştirmeler yapılmadan model üzerinde çok az maliyetle gerçek durum değerlendirilir ve en doğru çözüme karar verildikten sonra daha verimli ve kabul edilebilir bir uygulama gerçekleştirilebilir.

Dijital çağın karmaşıklığının hızla arttığı günümüz bu ivmenin gelecekte daha fazla artacağını da işaret etmektedir. Kamu karar verme süreçlerinde etken olabilecek bütün paydaşların süreçlere kendi etki alanları kadar katılımının iyi yönetim anlayışları kapsamında incelenmesi için son birkaç on yılda birçok disiplinin ortak alan oluşturarak çalışmasına imkân tanıyan “Karmaşıklık” kuramının ve yöntemlerinin kullanılabilirliği önemli gelişmelere çığır açabilecek bir potansiyel oluşturmaktadır.

Karmaşıklık kuramının sistem tanımlaması da “Karmaşık Sistemler” tanımlaması ile gerçekleşir. Nüfusun, ulaşımın, teknolojinin ve iletişimin hızla arttığı günümüzde hizmet kalitelerini, sunucu ve kullanıcı memnuniyetlerini geliştirmek için sürdürülebilir çözümlerin üretimi de zorlaşmıştır. Dijital çağın çözüm süreçleri de anlık değişebilen durumlara reaksiyon şeklinde gerçekleşebilir. Süreçlerin ilerlemesine etken olan bütün etmenlerin dikkate alınması ancak bilgisayar alt yapılı, hızlı ve çok boyutlu veri analiz imkânı sunan modellerle ile etkin ve verimli uygulanabilir.

Yalova kent içi ulaşım hizmetlerinin en iyi işletilmesi, kent merkezinin yol kapasitesinin çok sınırlı olması nedeni ile karmaşık ve dinamik bir işletme ihtiyacı göstermektedir. Belediye ve oda yetkililerinin sürekli takibi ve sahada yaptıkları inceleme ve koordineli çalışmaları ile sınırlı imkânlar ile en uygun çözümün vatandaş odaklı olarak en kısa sürede üretilmesine imkân tanımaktadır. Maksimum iyileştirme imkanları için modelleme ve simülasyon imkanlarının kullanımı Yalova örneğindeki sınırlılıklar nedeni ile en uygun çözüm yollarından birisi olarak görülmektedir.

Yalova kent içine günlük giriş çıkış yapan araç sayılarının yüksekliği ve yolların durumu incelendiğinde, raylı sistem ya da otobüs gibi toplu taşıma yöntemlerinin etkinlik ve verimlilik düzeyleri değerlendirildiğinde, bu yöntemlerin kullanımının mümkün olmadığı görülmektedir. Ancak bazı yerel yönetimler tarafından başarı ile hayata geçirilen minibüsten – midibüse dönüşüm projesinin Yalova Belediyesi tarafından da incelenmiş olması uygulanabilir bir proje olarak değerlendirmeye alınmıştır. Trafikteki araç sayısını azaltan sistem, ortak güzergâhların birleştirilmesi ve araçların yenilenmesi ile trafik ve seyahat konforunu artırırken, bütün kentte tek ödeme yöntemi kuracak kart sistemi ile hizmet sunucuların işletme kolaylığı ve karlılığını da arttırabilir.

Kent içi ulaşımına giren araç sayısını azaltmak için ilçe belediyelerden gelen minibüslerin de şehirlerarası otobüsler gibi kent merkezi dışında bir alana yönlendirilmeleri de belediye tarafından çalışılan projelerden birisidir. Dönüşüm sistemi projesi ile bu araçlar ve kent içi minibüs işletmeleri birleştirilerek kentin bütününe kapsayan daha verimli bir ulaşım sistemi sağlanabilir.

Kent içi ulaşımına giren araç sayısının azaltılması kadar önemli olan bir sorun da, hali hazırda dar olan kent içi cadde ve sokakların kısa süreli park eden araçlar nedeni ile önemli oranda ulaşım engel oluşturmalarıdır. Belediye tarafından alınan trafik danışmanlığı hizmeti ile kent içi trafiğinin bütün sorunları incelenmekte ve çözüm önerileri belediye meclisine sunulmaktadır. Meclis onayı alınan tedbirler arasında park yapılmasını engelleyecek “fiziki engeller”, “trafik akış yönü düzenlemeleri” ve “cezai işlemler” ile kent içi trafiğinde vatandaş memnuniyeti kazanılmış ve verimli olan tedbirlerin başka noktalara da uygulanması talepleri ile karşılaşılmıştır.

Sonuç olarak bu araştırma ile sosyal bilimler araştırma yöntemlerinde ve özel olarak kamu yönetimi araştırma yöntemlerinde daha etkin sonuçlara ulaşılabilecek karmaşıklık kuramı yöntemlerinden Etmen Temelli Modelleme ve Simülasyon kullanılmış ve örnek kamu kurumu ve hizmeti olarak ise Yalova Belediyesi ve Kent İçi Ulaşım Hizmetleri seçilmiştir. Uygulamanın birincil hedefi kamu hizmeti analizlerinde yeni yöntemin uygulanabilirliğini test etmek ve sonuçların kullanımını açısından ise Yalova Belediyesi Ulaştırma Hizmetlerine katkı sağlayacak boyutlarını karar vericilerin inisiyatifine sunmaktır. Kamu yönetimi ve sunulan hizmetler açısından yeni teklif, plan ve fikirler de ETMS ile modellenebilir. Modellerin uygulanabilirliği ya da düşünülen uygulamaların detayları kurumsal yapı ve vatandaş ihtiyaçları temelinde, bütün etmenlerin modele dâhil edilmesi ile değerlendirilebilir ve yerel, bölgesel, ulusal ya da küresel boyutta daha

etkin ve sağlıklı kararlar daha ekonomik ve hızlı olarak alınabilir.

Karmaşıklık kuramı ve yöntemleri nispeten genç bir kuram olsa da kamu yönetimi araştırmalarına hızla katılabilmesi ve daha etkin ve multidisipliner araştırmaların sayısının artırılabilmesi için ülkemizde de sosyal bilimler alanındaki bütün eğitim programlarının araştırma yöntemleri bölümüne dâhil edilmesi önem arz etmektedir. Dijital çağın, hızla yapay zekâ kullanımlı teknolojilere evrilmesi nedeni ile sosyal bilimler genelinde ve kamu yönetimi özelinde geleceği yakalamış genç akademisyen neslin yetişmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

- ALLEN, P., MAGUIRE, S. & MCKELVEY, B. (2011) *The SAGE Handbook of Complexity and Management*. SAGE Publications, London.
- AYHAN, E. & ÖNDER, M. (2017) “Yeni Kamu Hizmeti Yaklaşımı: Yönetişime Açılan Bir Kapı.” *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 3 (2): 19-48.
- BORSHCHEV, A. (2014) “The Big Book of Simulation Modeling: Multimethod Modeling with Anylogic 6.” *Anylogic North America*.
- CASTELLANI, B. (2017) *Map of Complexity Sciences*. http://www.art-sciencefactory.com/complexity-map_feb09.html, Erişim Tarihi: 23.10.2017.
- COMIM, F. (2000) “The Santa Fe Approach to Complexity: a Marshallian Evaluation”. *Structural Change and Economic Dynamics* 11: 25-43
- FONTANA, M. & TERNA, P. (2014) “From Agent Based Models to Network Analysis (and Return): The Policy Making Perspective”. *Policy and Complex Systems*, Volume 1, Number 2, Fall.
- GILBERT, N. (2008) *Agent Based Models: Quantitative Application in the Social Sciences*. Sage Publications, Londra.
- GRIGORYEV, I. (2016) *AnyLogic 7 in Three Days: A Quick Course in Simulation Modeling*. ISBN-13: 978-1508933748
- Guillen, M. F. (1996) “Yeni Yönetim Eğilimleri ve Örgütsel Modellerin Evrimi.” (Çeviri: Murat Önder), *Verimlilik Dergisi*, 25: 4: 7-20.
- GÜRSAKAL, N. (2007) *Sosyal Bilimler Karmaşıklık ve Kaos*, Nobel, Ankara.
- HOLLAND, J. H. (2014) *Complexity: A Very Short Introduction*. Oxford University Press.
- HOLLAND, J. H. (1995) *Hidden Order, How Adaptation Builds Complexity*. Helix Books.
- KENT STATE UNIVERSITY (2017) *Castellani Complexity Map*, (Erişim Tarihi: 11.7.2017), http://www.art-sciencefactory.com/complexity-map_feb09.html.
- KÖYLÜ, M. (2006) *Halkın Kamu Yönetimine Güveni Araştırması, Kocaeli Örneği*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- MORÇÖL, G. (2014) “Karmaşıklık Kuramı ve Kamu Politikaları,” içinde *Kamu Politikası: Kuram ve Uygulama*, Der. YILDIZ, M. & SOBACI, M. Z. Ankara: Adres Yayınları.
- MORÇÖL, G. (2012) *A Complexity Theory for Public Policy*. Routledge, Taylor & Francis.
- MORÇÖL, G. & DENNARD, L. F. (2000) *New Sciences for Public Administration and Policy, Connections and Reflections*, Chatelaine Press Burke VA.

18. MITCHELL, M. (2009) *Complexity, A Guided Tour*, Oxford University Press.
19. OSBORNE, S. (ed.) (2010) *The New Public Governance: Emerging Perspectives on the Theory and Practice of Public Governance*. Routledge Taylor and Francis.
20. ÖNDER, M. & BROWER, R. (2013) “Public Administration Theory, Research, and Teaching: How Does Turkish Public Administration Differ?” *Journal of Public Affairs and Education*, 19: 1.
21. ÖNDER, M. & BROWER, R. (2004) “Nonprofit Lifecycles: Stage-Based Wisdom for Nonprofit Capacity”. *Nonprofit and Voluntary Sector Quarterly*, 33:1, (171-175).
22. ÖZTAŞ, N. (2015) *Örgüt, Örgüt ve Yönetim Kuramları (II)*, Otorite Yayınları.
23. PRIETULA, M.J. (2011) “Thoughts on Complexity and Computational Models”. İçinde *The SAGE Handbook of Complexity and Management*, Der. ALLEN, P., MAGUIRE, S. & MCKELVEY, B., s. 93-110, Sage Publications, London.
24. PRIGOGINE, I & STENGERS, I. (1984) *Order Out of Chaos, Man's New Dialog with Nature*. Bantam Books.
25. RHODES, M.L. vd. (2011) *Public Management and Complexity Theory: Richer Decision Making in Public Administration*. Routledge Taylor and Francis.
26. SAYGAN, S. (2014) “Örgüt Biliminde Karmaşıklık Teorisi.” *Ege Akademik Bakış*. Cilt: 14, Sayı: 3, Temmuz, s. 413-423.
27. TAYLOR, S.J. (ed.) (2014) *Agent Based Modeling and Simulation*. Palgrave Macmillan.
28. WILENSKY, U. & RAND, W. (2015) *An Introduction to Agent Based Modeling: Modeling Natural, Social and Engineered Complex Systems with Netlogo*. The MIT Press.
29. WILLIAM, G. vd. (2015) “Computational Modeling of Caregiver Stress”. *Policy and Complex Systems*, Volume 2 Number 1, September 2015.
30. WINCH, P. (2012) *Social Networks Diffusion of Innovation. Health Behavior Change at the Individual, Household and Community Levels*. http://ocw.jhsph.edu/courses/healthbehaviorchange/PDFs/C07_2011.pdf