

Türkiye'deki Araç Sahipliğinin Çiçek Tozlaşma Algoritması ile Tahmini*

Ersin KORKMAZ**,^a, Ali Payıdar AKGÜNGÖR^a

^a Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi., İnşaat Mühendisliği Bölümü, 71451, Kırıkkale.

MAKALE BİLGİSİ

Alınma: 18.01.2018
Kabul: 10.03.2018

Anahtar Kelimeler:
Araç Sahipliği,
Çiçek Tozlaşma
Algoritması (ÇTA),
Türkiye

****Sorumlu Yazar:**

e-posta:
ersin_korkmaz1@
hotmail.com

* UMAS'17
Sempozyumunda
sunulmuş ve
genişletilmiş bildiridir.

ÖZET

Bu çalışmada yeni bir meta sezgisel optimizasyon tekniği kullanılarak Türkiye'deki araç sahipliği modellenmiş ve geleceğe yönelik tahminler yapılmıştır. Son zamanların en güncel ve en popüler optimizasyon yöntemlerinden birisi olan Çiçek Tozlaşma Algoritması (ÇTA) ile 1000 kişi başına düşen araç sayısını tahmin eden modeller geliştirilmiştir. Modeller geliştirilirken, 3 bağımsız parametre kullanılarak, doğrusal ve kuvvet formlarında modeller önerilmiştir. Modellerin girdi parametreleri için 2004 ile 2016 yılları arasındaki Ehliyet sayısı (ES), dolar bazında Kişi Başına Düşen Gayri Safhi Milli Hasıla (GSMH) ve yakıt fiyatları (benzin, dizel ve lpg olarak) kullanılmıştır. Ortaya konan iki modelin katsayıları ÇTA ile optimize edilerek belirlenmiş ve her bir yakıt tüketimi için araç sayılarını veren modeller kurulmuştur. Yakıt türlerine göre araç sayılarının toplamı, Türkiye'deki araç sahipliğini göstermekte olup, modellerin performansları istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. İstatistiksel sonuçlar ÇTA yaklaşımının etkin ve başarılı bir performans göstererek araç sahipliğinde kullanılabilirliğini ortaya koymuştur. Ayrıca Türkiye'deki istikrar ve refah düzeyinin artışına paralel olarak, araç sayısının hızla artmaya devam edeceği ve 2025 yılında yaklaşık %30 artacağı tahmin edilmiştir.

DOI: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2018.04.01.005>

The Estimation of Vehicle Ownership via Flower Pollination Algorithm in Turkey

ARTICLE INFO

Received: 18.01.2018
Accepted: 10.03.2018

Keywords:
Vehicle Ownership,
Flower Pollination
Algorithm (FPA),
Turkey.

****Corresponding**

Authors
e-mail:
ersin_korkmaz1@
hotmail.com

ABSTRACT

In this study, vehicle ownership in Turkey is modeled using a new meta-heuristic optimization technique and projection are executed for the future. The models that estimate the number of vehicles per 1000 people has been developed via the Flower Pollination Algorithm (FPA) which is one of the most recent and most popular optimization methods in recent years, While the models were being developed, linear and force forms were proposed using 3 independent parameters. For the input parameters of the models, the License Number (LS) between 2004 and 2016, the Domestic Product per Capita (GNP) as dollars and fuel prices (as gasoline, diesel and LPG) were used. The coefficients of the two models were optimized by FPA and models were created to obtain the number of vehicle for each fuel consumption. The sum of number of vehicle according to fuel types shows the vehicle ownership in Turkey and the performances of the models have been evaluated statistically. The statistical results have showed that the FPA approach demonstrated its usefulness in vehicle ownership by showing an efficient and successful performance. In parallel with the increase in stability and welfare in Turkey, it is estimated that the number of vehicles will continue to increase rapidly and will increase by about 30% in 2025.

DOI: <https://dx.doi.org/10.30855/gmbd.2018.04.01.005>

1. Giriş

Gelişmekte olan ülkelerden birisi olan Türkiye'nin ekonomik düzeyi günden güne büyümektedir. Türkiye ekonomisindeki son 20 yıldaki artış, insanların refah düzeyini ve satın alma güçlerini hızlı bir şekilde arttırmaktadır. Bu artış insanların sosyo-ekonomik durumlarını pozitif yönde değiştirmekte ve bu değişim yaşam tarzlarına yansımaktadır. Özellikle artan sosyo-kültürel talepler, insanların seyahat etme ve araç edinme gereksinimlerini de arttırmaktadır. Araç sayısının artış trendinde olması yaşam üzerinde olumlu ve olumsuz etkiler doğurmaktadır. Modern yaşamın bir bileşeni olan araç sahipliği aynı zamanda refah seviyesinin bir göstergesi olarak da düşünülmektedir. Bu bağlamda birçok insan kendi aracına sahip olmayı ve bunun avantajlarını kullanmayı arzu etmektedir. Özellikle zaman ve mesafe kısıtlaması olmaksızın istediğin yere gidebilme olanağı en önemli etkilerinden birisidir. Fakat araç sahipliği olumlu yanlarının yanında olumsuz yanlarını da beraberinde getirmektedir. Vergi, bakım masrafı ve hava kirliliği gibi olumsuz etkiler yaratan dezavantajları da bulunmaktadır.

Araç sahipliğinin sosyal ve ekonomik etkilerinden dolayı, araç ve petrol üreticileri gibi büyük şirketler ve devletler tarafından önem verilen bir konu olmuştur. Bu doğrultuda birçok araştırmacı araç sahipliği konusunda yıllardır araştırmalarını sürdürmektedir. Tanner [1, 2] yapmış olduğu çalışmalarında büyük Britanya'daki araç artışlarının analizini yapmış ve tahmin modelleri geliştirmiştir. Button ve arkadaşları [3] düşük gelir seviyesindeki ülkelerin taşıt sahipliğini etkileyen faktörlerini incelemiş ve tahmin modelleri geliştirmiş. Sonuçlar göstermiş ki düşük gelir seviyesinde taşıt sahipliği sabit ya da düşerken, yüksek gelir seviyesinde endüstride görülen büyüme eğirisini takip eden bir artış söz konusudur. Böylece taşıt sahipliği ve araç kullanımının gelir seviyesi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Dargay ve arkadaşları [4] Dünya nüfusunun %75'ini içeren 45 ülkenin verilerine ve 1960-2002 arasındaki zaman serisine bağlı olarak tahmin modeli geliştirmişlerdir. 2030 yılına kadar projeksiyon yapmışlardır ve toplam araç sayısının 800 milyondan 2 milyara çıkacağını tahmin etmişlerdir. Ayrıca bu artışın %56'sının petrol üreticisi olmayan ülkelerde gerçekleşeceğini belirtmişlerdir. Chingcuanco ve Miller [5] makro ekonomik değişkenlerin fonksiyonu olarak değerlerin zaman içinde nasıl değişeceğini tahmin eden bir meta

model oluşturmuşlardır. Araç sahipliğinin çok terimli logit modellerini Ontario'daki büyük şehir merkezleri için tahmin etmişlerdir. Aynı data setlerinin kullanılması geleneksel yöntemlerden daha iyi sonuç vermektedir. Anowar ve arkadaşları [6] Montreal'deki taşıt sahipliğinin gelişimini bir pseudo-panel yaklaşımı kullanarak 1998, 2003 ve 2008 anket verilerine göre gerçekleştirmişlerdir. Genelleştirilmiş, ölçeklendirilmiş ve karışık ölçeklendirilmiş logit modellerini tahmin etmişlerdir. Tam ya da yarı zamanlı çalışma, yaş, emeklilik, çocuk sahibi olmak gibi sosyo-demografik değişkenlerin taşıt sahipliğinde önemli olduğu görülmüştür. Liu ve Cirillo [7] ABD için araç sahipliği ve kullanımı için ulusal bir model geliştirmişlerdir. Taşıt sayısı ve yıllık seyahat uzunluğu ulusal seyahat anketine göre kesikli-sürekli probit modeli kullanılarak modellenmiştir. Sonuçlar, ulusal modellerin farklı coğrafi ve sosyo-demografik özelliklere sahip küçük alanlara aktarılabilir olduğunu göstermektedir. Choudhary ve Vasudevan [8] Hindistan'daki kentsel ve kırsal hane halkı için taşıt sahipliği üzerine çalışmışlar ve aynı ekonomik şartlar altında kırsal hane halkının kentsel halktan daha fazla araç sahibi olma eğiliminde olduğunu ortaya koymuşlardır. Türkiye'deki bazı araştırmacılar otomobil sahipliği üzerine çalışmış ve farklı yöntemleri uygulamışlardır. Oğut [9] çalışmasında otomobil sahipliğinde bulanık regresyon yaklaşımını kullanmış ve gayri safi milli hasıla, araç fiyatı, benzin fiyatı ve yol uzunluğuna bağlı tahmin modeli ortaya koymuştur. Modelinin diğer modellere göre daha pratik olduğunu göstermiştir. Codur ve Tortum [10] yapay sinir ağlarını otomobil sahipliğine uygulamış ve klasik modellerden daha başarılı olduğunu göstermişlerdir. Korkmaz ve arkadaşları [11] yapay arı koloni algoritmasını otomobil sahipliğine uygulamış ve %98 doğruluk oranında model başarısı elde etmişlerdir. Ayrıca geleceğe yönelik tahminler yapılarak modelin işlevselliği artırılmıştır.

Çiçek Tozlaşma Algoritması (ÇTA) yapay zekâ tekniklerinden birisi olup, bu çalışmada ÇTA yaklaşımının Türkiye'deki taşıt sahipliğinin tahmininde, 3 bağımsız parametreye göre, doğrusal ve üs olarak farklı iki formda, etkin olarak kullanılabilir olduğunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu çalışmayı literatürde yer alan benzer çalışmalardan ayıran en önemli farkı meta sezgisel ve güncel bir algoritma olan ÇTA'nın araç sahipliği tahminindeki ilk uygulaması olmasıdır. ÇTA'yı diğer sezgisel ve geleneksel yöntemlerden

ayırarak en önemli özelliklerinden birisi daha kısa bir süre içerisinde daha düşük hata ile model tahminleri yapabilmektedir. Bu makaleyi literatürde yapılan benzer çalışmalardan ayıran bir özelliği de ehliyeteye sahip kişi sayısının model parametrelerinden biri olarak kullanılmasıdır. Bu parametre nüfusa göre araç sahipliği ile daha ilişkili olduğundan modellerin tahmin performansını diğer çalışmalara göre arttırmaktadır. Diğer bir farklılığı da toplam araç sahipliğinin tahmin edilmesinde yakıt türlerine göre girdi parametrelerinin sınıflandırılarak modellerin daha etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamasıdır.

2. Çiçek Tozlaşma Algoritması

Birçok problemin karmaşık yapıya sahip olması ve analitik yöntemlerin bu problemlerin çözümünde yetersiz kalması araştırmacıları farklı yaklaşımlara yönlendirmiştir. Sezgisel ve meta sezgisel optimizasyon yöntemleri en kısa sürede en iyi sonuca ulaşmak için birçok probleme uygulanmıştır. Çiçek Tozlaşma Algoritması (ÇTA) doğadaki işleyişten ilham alınarak ortaya konan meta sezgisel yöntemlerden birisi olup, 2012 yılında Xie-She Yang [12] tarafından geliştirilmiştir. ÇTA temel olarak çiçekli bitkilerin üreme sürecinden ilham alınarak ortaya konulmuştur.

Çiçek tozlaşmasının asıl amacı en uygun canlılığın ve optimum biyolojik üreme evresinin sağlanmasıdır. Tozlaşma ve diğer faktörler en iyi şekilde bitkilerin çoğaltılması için etkileşime girer. Biotik ve abiyotik olarak iki önemli tozlaşma şekli mevcuttur. Çiçekli bitkilerin %90'ı biyotik tozlaşma ile üreme gerçekleştirirken, %10 oranında abiyotik üreme gerçekleştirir. Diğer bir deyişle biyotik formda sinek, böcek gibi tozlaştırıcılar polenleri taşıırken, abiyotik formda herhangi bir tozlaştırıcı mevcut değildir. ÇTA aşağıda açıklanan 4 temel kurala göre çalışmaktadır.

- Küresel tozlaşma süreçleri biyotik biçimde yürütülmekte ve polinatörler, Lévy uçuşlarına göre polenleri çapraz polenasyon şeklinde taşımaktadır.
- Abiyotik ve kendi kendine tozlaşma yerel tozlaşma olarak kabul edilir.
- Böcekler gibi polinatörler, iki çiçeğin benzerliği ile orantılı olan çiçek tutarlılığı adlı çoğalma olasılığını geliştirebilirler.
- Lokal ve global tozlaşma bir anahtar olasılığı $p \in [0, 1]$ ile kontrol edilebilir.

Böcekler uzun süre uçabildiği için polenler uzun mesafede taşınabilmektedir. Bu durum en iyi üremeyi garanti etmektedir. Çiçek sabitesinin matematiksel ifadesi Denklem 1'de gösterilmiştir.

$$x^{t+1} = x_i^t + \gamma L(\lambda)(g_* - x_i^t) \quad (1)$$

Burada x^{t+1} çözüm vektörü, g_* mevcut en iyidir. γ adım boyutunu ayarlama faktörüdür.

Lévy dağıtımı tozlaşma kuvvetini karşılamak için kullanılır. Böcekler uzun mesafeli seyahat ederken, böceklerin hareketi Lévy dağılımına göre gösterilebilir. Lévy'nin matematiksel ifadesi Denklem 2.'de gösterilmiştir.

$$L \sim \frac{\lambda \Gamma(\lambda) \sin(\frac{\pi\lambda}{2})}{\pi} \frac{1}{s^{1+\lambda}}, (s \gg s_0 > 0) \quad (2)$$

Burada $\Gamma(\lambda)$ standart gama fonksiyonudur ve s adım büyüklüğüdür. Bu dağılım $s > 0$ büyük adımlar için geçerlidir. Teoride, $s_0 \gg 0$ gereklidir, ancak uygulamada s_0 0.1 kadar küçük olabilir.

Yerel tozlaşma için, hem Kural 2 hem Kural 3, Denklem 3'de gösterilmiştir.

$$x^{t+1} = x_i^t + \epsilon(x_j^t - x_k^t) \quad (3)$$

Burada x_j^t ve x_k^t aynı bitki türlerinin farklı çiçeklerinden gelen polen türüdür. Bu algoritmanın optimizasyon için en önemli özelliği Lévy dağılımını kullanarak arama uzayında birçok çözüm noktasının araştırılmasını sağlamaktadır. Çiçeklerde olduğu gibi biyotik tozlaşma modeliyle uzak mesafelerdeki çözüm noktalarının belirlenmesi ve abiyotik tozlaşma modeliyle çözüm noktalarının komşuluğunun araştırılması algoritmanın optimizasyon mantığını oluşturmaktadır. Algoritmanın çalışma adımlarını gösteren Pseudo kodu ise aşağıda verilmektedir [12].

Amaç fonksiyonu: $f(x)$, $x = (x_1, x_2, \dots, x_d)$
 Rastgele başlangıç popülasyonunu üret. (n: Polen sayısı)
 Başlangıç popülasyonu için en iyi çözümü hesapla g_*
 Olasılık anahtarı $p \in [0, 1]$

while($t < \text{Max İterasyon}$)
for $i = 1 : n$

if $\text{rand} < p$ (üniform dağılım)
Levy dağılımı L (Parametre sayısı kadar)
 Biotik üreme $x_i^{t+1} = x_i^t + \gamma L(\lambda)(g_* - x_i^t)$
else

Draw ε (Üniform dağılıma göre [0,1])
Rastgele j ve k çözümlerini seç
Abiyotik üreme $x_i^{t+1} = x_i^t + \varepsilon (x_j^t - x_k^t)$
end if

Yeni çözümü al ve kontrol et
Yeni çözüm daha iyiyse popülasyonu güncelle

end for
En iyi çözümü seç g_*
end while

3. Çiçek Tozlaşma Algoritması ile Taşıtlı Sahipliği Modelleri

Modellerin ortaya konulmasında Ehliyet sayısı (ES), dolar bazında Kişi Başına Düşen Gayri Safhi Milli Hasıla (GSMH) ve yakıt fiyatları (benzin, dizel ve lpg) girdi değişkeni olarak kullanılmıştır. Bu veriler Türkiye İstatistik Kurumundan (TÜİK) [13] elde edilmiştir. 2004 ile 2016 yılları arasındaki 13

yıllık veriler modelin geliştirilmesinde kullanılmıştır. Denklem 4 ve 5'te gösterildiği gibi doğrusal ve kuvvet formunda 2 farklı model ortaya konulmuştur.

Doğrusal Form;

$$V_o = w_1 * x_1 + w_2 * x_2 + w_3 * x_3 + w_4 \quad (4)$$

Kuvvet Form;

$$V_o = w_1 * x_1^{w_2} * x_2^{w_3} * x_3^{w_4} \quad (5)$$

Burada V_o araç sahipliğini ifade etmekte olup, x_1 , x_2 ve x_3 sırasıyla Ehliyet Sayısı (ES), Kişi Başına Düşen Gayri Safhi Milli Hasıla (GSMH) ve yakıt fiyatlarıdır. W_i 'ler modellerin katsayılarıdır. ÇTA'ya göre modellerin optimize edilmesi sonucu model katsayıları Tablo 1'de gösterildiği şekilde elde edilmiştir.

Tablo 1. Model Katsayıları

Doğrusal			Kuvvet		
Benzin	Dizel	LPG	Benzin	Dizel	LPG
$w_1=0.076$	$w_1=0.636$	$w_1=0.260$	$w_1=35558$	$w_1=0.002$	$w_1=0.002$
$w_2=53.710$	$w_2=-1.845$	$w_2=113.223$	$w_2=0.275$	$w_2=1.389$	$w_2=1.258$
$w_3=-352335$	$w_3=-349555$	$w_3=183712$	$w_3=0.079$	$w_3=-0.218$	$w_3=-0.050$
$w_4=4991491$	$w_4=-6157745$	$w_4=-4160047$	$w_4=-0.208$	$w_4=0.390$	$w_4=0.068$

4. Araç Sahipliği Modellerinin Performans Karşılaştırması

Ortaya konan modellerin performans değerlendirilmesi Ortalama Karesel Hataların Karekökü (OKHK), Ortalama Mutlak Yüzdese Hatalar (OMYH) ve Ortalama Mutlak Hatalara (OMH) göre gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırma kriterlerinin matematiksel ifadeleri Denklem 6-8'de verilmiştir.

$$OKHK = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (A_{gözlem} - A_{tah\ min})^2} \quad (6)$$

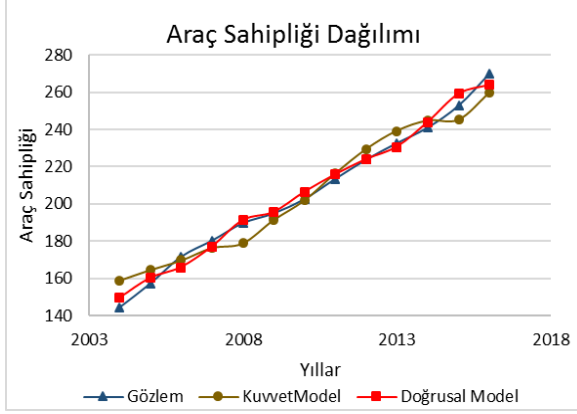
$$OMYH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{A_{gözlem} - A_{tah\ min}}{A_{gözlem}} \right| * 100 \quad (7)$$

$$OMH = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{A_{gözlem} - A_{tah\ min}}{A_{gözlem}} * 100 \quad (8)$$

Her yakıt türüne göre modelin performansı değerlendirme kriterlerine göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Tablo 2'de verilen istatistik sonuçlar karşılaştırıldığında doğrusal modelin performansı kuvvet modeline göre genel anlamda daha iyi çıkmıştır. Özellikle OKHK ve OMH hatalar bakımından benzin, dizel ve LPG türünde daha düşük hatalara sahip olmuştur. Her yakıt türü için ortaya konan modellere göre hesaplanan taşıtlı sayıları toplanarak 1000 kişi başına düşen araç sayısı araç sahipliği olarak Şekil 1'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Dataların İstatistik Sonuçları

	Doğrusal			Kuvvet		
	Benzin	Dizel	LPG	Benzin	Dizel	LPG
OKHK	62807	252784	95705	68815	320667	315516
OMYH	1	2	2.128	0.703	2.715	5.499
OMH	52845	201694	92839	41929	239197	238802



Şekil 1. Araç Sahipliği Dağılımı

Şekil 1'den görüldüğü üzere doğrusal modelin tahminleri gözlem sonuçlarına daha yakın olup, kuvvet modeline göre daha üstün bir performans ortaya koymuştur.

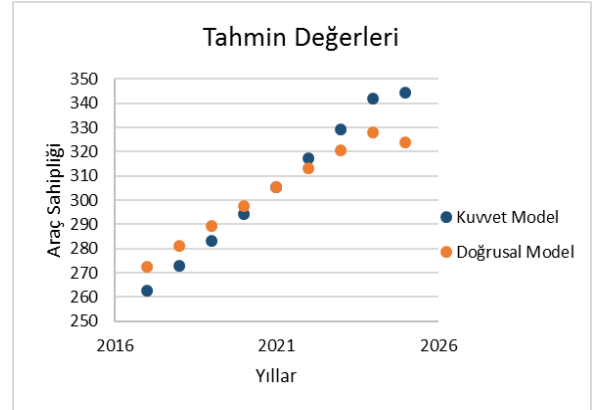
5. Taşıt Sahipliği Gelecek Tahmini

Ortaya konan modeller kullanılarak yaratılan senaryoya göre taşıt sahipliğinin geleceğe yönelik tahmini gerçekleştirilmiştir. 2025 yılına kadar taşıt sahipliğini tahmin etmek için bir senaryo oluşturulmuştur. Oluşturulan senaryoda 1000 kişi başına düşen araç sayısını belirlemek için TÜİK'den alınan projeksiyon verisine göre nüfus değerlerinden yararlanılmıştır. Ayrıca ehliyet sayısı, GSMH ve yakıt fiyatları yıllara göre mevcut artış eğrisinde devam edeceği varsayılmıştır. Böylece 2025 yılında ehliyet sayısı yaklaşık 36 milyon, GSMH yaklaşık 15 bin \$, yakıt fiyatları ise benzin için 7.88 TL, dizel için 6.98 TL ve LPG için 3.76 TL olacağı tahmin edilmiştir. Tablo 3 ile girdi parametrelerinin projeksiyon değerleri verilmiştir.

Oluşturulan senaryoya göre, her iki modelden tahmin sonuçları elde edilmiş ve Şekil 2'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Gelecek Tahmini için Girdi Değişkeni

Yıllar	Ehliyet Sayısı	Gelecek Tahmini			
		GSMH (\$)	Benzin (TL)	Dizel (TL)	LPG (TL)
2017	28833136	10113	4.94	4.38	2.36
2018	29839532	10619	5.24	4.64	2.50
2019	30845928	11150	5.55	4.92	2.65
2020	31852324	11707	5.89	5.22	2.81
2021	32858720	12292	6.24	5.53	2.98
2022	33865116	12907	6.62	5.86	3.16
2023	34871512	13552	7.01	6.22	3.35
2024	35877908	14230	7.43	6.59	3.55
2025	35884304	14942	7.88	6.98	3.76



Şekil 2. Senaryo dahilinde gelecekteki araç sahipliği tahmini

Bu senaryoda kullanılmak üzere 2025 yılına kadarki projeksiyon değerleri göz önüne alınmıştır. 2 farklı form için gelecek tahmin değerleri elde edilmiş ve mevcut trendde artışa devam edeceği görülmüştür. Ayrıca Türkiye'deki istikrar ve refah düzeyinin artışına paralel olarak, araç sayısının hızla artmaya devam edeceği ve 2025 yılında kuvvet modeline göre 1000 kişiye düşen araç sayısının 345 olacağı, doğrusal modele göre ise 325 civarında bir değere sahip olacağı öngörülmüştür.

6. Sonuçlar

ÇTA diğer sezgisel ve geleneksel yöntemlere göre daha düşük hata ile model tahminleri yapabilmekte ve daha geniş bir arama uzayında daha kısa sürede sonuca ulaşabilmektedir. Bu çalışmada Türkiye'deki taşıt sahipliğinin tahmini için Çiçek Tozlaşma Algoritması kullanılarak ehliyet sayısı, GSMH ve yakıt türlerine ait 13 yıllık istatistiki verilerle 2 farklı formda tahmin modelleri geliştirilmiştir.

Algoritmanın performans karşılaştırması istatistiki olarak mevcut datalara göre yapılmış olup, araç sahipliği tahmininde kullanılabilir olduğu ortaya koyulmuştur. Modellerin gelecek tahminindeki performansları bir senaryo dahilinde incelenmiştir. 2017 yılı için Türkiye'de 1000 kişiye düşen araç sahipliği geliştirilen doğrusal modele göre 273 olarak tahmin edilmiştir. TÜİK'in 2017 verilerine göre 1000 kişiye düşen araç sahipliği ise 275'tir. Bu da Çiçek Tozlaşma algoritması ile geliştirilen modelin yüksek performansla sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca Türkiye'deki istikrar ve refah düzeyinin artışına paralel olarak, araç sayısının hızla artmaya devam edeceği ve 2025 yılında yaklaşık %30 artarak 1000 kişi başına düşen taşıt sahipliğinin 340 civarında olacağı tahmin edilmiştir. Aynı zamanda farklı yakıt türlerine sahip olan araçlar kullanılarak yapılacak olan çalışmalar için geliştirilen modeller alternatif veri seti oluşturmak için kullanılabilir.

Kaynaklar

[1] Tanner J.C. 1958. An Analysis of Increases in Motor Vehicles in Great Britain. Research Note RN/1631, Road Research Laboratory.

[2] Tanner J.C. 1975. Forecasts of Vehicles and Traffic in Great Britain: 1974 Revision. Transport and Road Research Laboratory Report LR 650.

[3] Button K., Ngoe N. and Hine J. 1993. Modelling Vehicle Ownership and Use in Low Income Countries, Journal of Transport Economics and Policy, 51-67.

[4] Dargay J., Gatley D., and Sommer M. 2007. Vehicle Ownership and Income Growth, Worldwide: 1960-2030, The Energy Journal, 28(4), 143-171.

[5] Chingcoanco F. and Miller E. J. 2014. A Meta-model of Vehicle Ownership Choice Parameters. Transportation, 2014, 41, 923-945.

[6] Anowar S., Eluru N., and Miranda-Moreno L. F. 2016. Analysis of Vehicle Ownership Evolution in Montreal, Canada using Pseudo Panel Analysis. Transportation, 43, 531-548.

[7] Liu Y. and Cirillo C. 2016. Small Area Estimation of Vehicle Ownership and Use. Transportation Research Part D, 47, 136-148.

[8] Choudhary R. and Vasudevan V. 2017. Study of vehicle ownership for urban and rural households in India. Journal of Transport Geography, 58, 52-58.

[9] Ogut K. S. 2006. Modelling Car Ownership in Turkey using Fuzzy Regression. Transportation Planning and Technology, 29(3), 233-248.

[10] Çodur M. Y. and Tortum A. 2009. Modelling Car Ownership in Turkey using Neural Network. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, issue TR2, 97-106.

[11] Korkmaz E., Akgüngör A. P. and Dogan E. 2016. Estimation of Car Ownership in Turkey using Artificial Bee Colony Algorithm", In: Proceedings of the Third International Conference on Traffic and Transport Engineering. Belgrad, Serbia: IJTTE, 563-569.

[12] Yang X.-S. 2014. Nature-inspired optimization algorithms. Elsevier.

[13] İnternet: Turkish Statistical Institute Road Traffic Accident Statistics, 1994-2015. <http://www.tuik.gov.tr>

Ersin KORKMAZ*

1987 yılında Kırıkkale’de doğdu. İlköğretim ve lise öğrenimini Kırıkkale’de tamamladı. 2011 yılında Erciyes Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği bölümünü, 2012 yılında Erciyes Üniversitesi İnşaat Mühendisliği bölümünü bitirmiştir. 2013 yılında akademik hayata başlamıştır. 2013 yılından beri Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde Ulaştırma A.B.D’nda Araştırma Görevlisi olarak görev yürütmektedir. 2016 yılında yüksek lisansını tamamlamıştır. 2016 yılından itibaren doktora çalışmalarına devam etmektedir. Ulusal ve Uluslararası alanda birçok makale ve bildirisi bulunmaktadır. Gecikme analizi, sinyalizasyon, optimizasyon teknikleri ve trafik kazaları ile ilgilenmektedir.

Ali Payıdar AKGÜNGÖR

1967 yılında Malatya’da doğdu. Lisans ve yüksek lisans eğitimini İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümünde sırası ile 1989 ve 1993 yılında tamamlayarak mezun oldu. 1998 yılında Pittsburgh Üniversitesi Mühendislik Fakültesinden Ulaştırma Dalında doktorasını (Ph.D.) aldı. Halen Kırıkkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne Profesör Öğretim Üyesi olarak görev yapmakta ve aynı bölümde Ulaştırma Anabilim Dalı Başkanlığı görevini yürütmektedir. Trafik güvenliği, sinyalize kavşaklarda gecikmelerin matematiksel modellenmesi, sinyalize kavşak kontrolü ve trafik akımının yönlendirilmesi ve yapay zeka tekniklerinin trafik mühendisliğinde uygulamaları gibi konulara ilgi duymakta olup bu konularda Ulusal ve Uluslararası alanda birçok makale ve bildirisi bulunmaktadır. İngilizce bilmekte, evli ve iki çocuk babasıdır.