

Araştırma Makalesi

SİNYALİZE KAVŞAKLARDA SÜRÜCÜ DAVRANIŞLARININ GECİKME SÜRESİNE ETKİSİ

Erdal Demirkan[†], Mustafa Ilıcalı^{††}[†] İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye^{††} İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Fakültesi, İstanbul, Türkiye

edemirkan53@gmail.com, milicali@ticaret.edu.tr

ÖZET

Gecikme, trafik sinyallerinin işlevliğini etkileyen parametrelerden biridir. Çalışmada sinyalizasyon kavşaklarında taşıt gecikme sürelerini kullanan geleneksel yaklaşımlar, insan beynindeki sinirlerden yola çıkarak insanın düşünme biçimini yakalamayı amaçlayan Yapay Sinir Ağları Modeli (YSA) ve insanın değişik durumlarda kendiliğinden bulunduğu çözümlenmelerden yola çıkarak elde edilen Bulanık Mantık Modeli (BM)'nin karşılaştırılması hedeflenmiştir. Bu bağlamda sinyalizasyon kavşaklarında gecikmelere neden olan sürücülerin tepki sürelerini etkileyen durumların ortaya konulabilmesi için 398 ve 250 kişiden oluşan iki örnek grupla yapılmış anket çalışması incelenerek korelasyon tablosu oluşturulmuş; böylece sürücü davranışları ile belirlenen parametreler arasındaki etkileşimin derecesi ve yönü belirlenmek istenmiştir. Araştırmada güvenlik algısının artmasının trafikte sürücülerin tepki süresini artırdığı, bunun da kavşaklarda gecikmelere yol açtığı sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Sinyalizasyon kavşak, gecikme süresi, sürücü tepki süresi, sürücü davranışı

EFFECTS OF DRIVER BEHAVIOURS ON DELAY TIME AT SIGNALIZED INTERSECTIONS

ABSTRACT

Delay is one of the parameters that affect the functionality of traffic signals. The aim of this study is to compare three subjects: Conventional approaches using vehicle delay times at signalized intersections; Artificial Neural Networks Model aiming to capture human thinking by starting from the nerves in the human brain; Fuzzy Logic Model based on the solutions that people find in different situations spontaneously. In this context, in order to reveal the situations that affect the response times of the drivers causing delays at the signalized intersections, a questionnaire study consisting of 398 and 250 people was examined and a correlation table was created. Thus, determining the degree and direction of the interaction between the driver behaviors and the parameters were desired. In the study, it was concluded that increasing the perception of safety increases the response time of the drivers in traffic and this leads to delays in the intersections.

Keywords: Signalized intersection, delay time, driver response time, driver behavior

1. GİRİŞ

Ulaşım, yaşam kalitesini etkileyen faktörlerin başında gelmektedir. Hem bireyi hem de bireyin içinde bulunduğu toplumu etkilemektedir. Bu çift yönlü etki bir bireyin davranış, duygu ve düşüncelerinin diğer kişilerin davranış veya özelliklerinden nasıl etkilendiğini ya da belirlendiğini inceleyen sosyal psikoloji kavramıyla ifade edilmektedir (Güney, 2000). Trafik sorunlarında kişinin yaşı, eğitim durumu, cinsiyeti, kişilik özellikleri, alışkanlıkları, belli bir durumda nasıl davranmayı öğrenmiş olduğu, kişiyi belli davranışlara nelerin yönelttiği, ne tür bir trafik ortamı içinde bulunduğu, kişinin yasalara bakış açısını, davranışlarının sonuçlarının neler olacağı konusundaki inançları, içinde bulunduğu durumu algılayışı, davranışlarının olası sonuçlarını nasıl değerlendirdiği, kendini nasıl algıladığı, başkalarını nasıl algıladığı ve daha pek çok etken sürücü-yaya-yolcu davranışını etkilemektedir (Tolunay & Gökdeniz, 2002).

Ülkemizdeki trafik sorunlarının başında; karayollarının trafik yoğunluğu, kural ihlalleri ile trafik kazalarındaki can ve mal kayıpları gelmektedir. Trafik sorunlarının %95’lik kısmında insan faktörü söz konusudur (tuik web sitesi, 2019). Artan şehirleşme ile birlikte ortaya çıkan trafik sıkışıklığını ve ulaşımda karşılaşılan karmaşık problemleri çözebilmek için öncelikle doğru verileri elde etmek ve bu veriler ışığında planlama ve uygulama yapmak gerekmektedir.

Şehir içi trafiğin ana kaynaklarından biri olan kavşaklarda meydana gelen taşıt gecikmeleri tüm trafik sistemini etkilemektedir. Gecikme sürelerinin fazla olması, doğal olarak sürücülerin güzergah seçiminde ve trafiğin yol ağı üzerindeki dağılımında esas rolü oynar. Taşıt başına düşen ortalama gecikme miktarı, bir sinyalize kavşağın performansının belirlenmesinde etkin olan değişkenlerden biridir.

Sinyalize kavşaklardaki gecikme, çok boyutlu ve doğrusal olmayan bir niteliğe sahiptir. Taşıtların hareket kabiliyetleri, sürücü davranış ve psikolojisi, grup veya dağınmık hareket etme durumu, trafik hacmi, şerit genişliği, trafik kompozisyonu, kavşak yakınında toplu taşıma durağı olup olmaması, yol içi durma ve park etme, sinyal süreleri (devre, yeşil, kırmızı), kuyruk oluşumu ve hava durumu gibi pek çok parametre gecikmeyi etkilemektedir (Çetinkaya, 2008). Bu parametrelerin bir bölümünün birbiriyle ilişkili, bir bölümünün ise tamamen bağımsız olma durumu çok detaylı bir analiz yapılmasını gerektirmektedir. Gecikme süreleri, doğrudan arazi gözlemi veya matematik modeller kullanılarak belirlenebilmektedir. Doğrudan arazi gözlemleri yapmak önemli bir insan gücü ve teknolojik olarak yüksek maliyetli cihazları kullanmayı gerektirdiğinden tercih edilmemektedir.

2. SİNYALİZE KAVŞAKLARDA GECİKME TAHMİN MODELLERİ

Bir taşıt için gecikme, kavşağa yaklaşırken beklemeden yaptığı seyir süresi ile bekleyerek yaptığı seyir süreleri arasındaki fark olarak ifade edilmektedir. Bu ifade, taşıtın hızlanması ve yavaşlaması sırasındaki gecikmesini içermektedir. Gecikme hesabı için, İngiliz (Webster), Avustralya (Akçelik) ve HCM yöntemleri geliştirilmiş ve yaygın olarak kullanılmıştır. Bu yöntemlere YSA ve BM yöntemlerini ekleyerek geleneksel modeller ile karşılaştırılması yapılacaktır.

2.1. İngiliz (Webster) Yöntemi ile İle Taşıt Gecikmeleri Tahmin Modeli

Webster (İngiliz) yöntemine göre sabit zamanlı sinyalizasyonda bir akım için ortalama gecikme değeri aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$d = \frac{c(1-\lambda)^2}{2(1-\lambda x)} + \frac{x^2}{2q(1-x)} - 0,65\left(\frac{c}{q^2}\right)^{\frac{1}{3}} x^{2+5\lambda} \quad (1)$$

d = Her koldaki her bir taşıtın ortalama gecikme süresi,

λ = Etkin yeşilin devre süresine oranı,

x = Doygunluk derecesi ($x=q/\lambda s$),

λx = Maksimum mümkün akım,

c = Devre süresi (sn),

q = Her bir koldaki akım (tş/sa).

Sinyal kontrollü bir kavşaktaki yaklaşım kolundan geçen trafik miktarı, taşıtlar tarafından kullanılabilen yeşil zamana ve yeşil faz esnasında duruş hattından geçen maksimum taşıt oranına bağlı olmaktadır. Yeşil süre başladığı zaman taşıtların normal akış hızına ulaşana kadar bir miktar zamana ihtiyacı vardır. Bu birkaç saniyelik süreden sonra taşıt kuyruğu sabit bir oranda boşalmaktadır ve bu sabit orana doymun akım denilmektedir (Webster, 1966). Trafik akımının doymun olarak aktığı süre ise, etkin yeşil süre olarak ifade edilir.

2.2. Avustralya (Akçelik) Yöntemi İle Taşıtların Gecikmeleri Tahmin Modeli

Bu yöntemle göre bir akımdaki taşıtların ortalama gecikmesini bulabilmek için öncelikle bu akımın oluşturduğu kuyruk uzunluğunun hesaplanması gerekmektedir (Akçelik, Traffic Signals Capacity And Timing Analysis, 1981).

$$D = \frac{qc(1-u)^2}{2(1-y)} + N_o x \quad (2)$$

D = Toplam gecikme,

qc= Her devrede gelen ortalama taşıtların sayısı (q=taşıtlar/saniye biriminde akım),

c = Devre süresi (sn),

u = Yeşil zaman oranı,

y = Akım oranı,

x = q/Q doyumluk derecesi (Q = taşıtlar/saat cinsinden kapasite),

N_o = Taşıtların cinsinden ortalama kuyruk uzunluğu.

Genel yaklaşım olarak, Avustralya yönteminin Webster yöntemiyle birçok benzer yönü görülmektedir. Sabit süreli bir sinyalizasyon sisteminde gecikme hesaplarını yapmak için taşıtların akımları, doyum akım değeri ve sinyal düzenlemeleri göz önüne alınmıştır.

2.3. Highway Capacity Manual (HCM-2000) İle Taşıtların Gecikmeleri Tahmin Modeli

HCM-2000'e göre bir şeritteki ortalama gecikme aşağıdaki formülle ifade edilir (Murat, 2006):

$$d = d_1(PF) + d_2 + d_3 \quad (3)$$

Burada;

d = Taşıtlar başına kontrol gecikmesi (sn/tş),

d_1 = Üniiform varışlar kabulüyle üniiform kontrol gecikmesi(sn/tş),

PF = Üniiform gecikme dizisi düzeltme faktörü,

d_2 = Rastgele varışların ve doyum akımdaki kuyrukların etkisini açıklamak için eklenik gecikme,

d_3 = Analiz süresi başlangıcındaki başlangıç kuyruğundan dolayı tüm taşıtları etkileyen gecikme değeri.

2.4. Yapay Sinir Ağları (YSA) İle Taşıtların Gecikmeleri Tahmin Modeli

Biyolojik sinir sisteminin çalışma biçimini örnek olarak işleyen YSA son yıllarda sıkça kullanılan bir modelleme yöntemidir. Gecikmeyi etkileyen parametrelerin doğrusal olmayan bir yapıya sahip olması nedeniyle YSA'nın hesaplama ve bilgi işleme gücünü, paralel dağılmış yapısından, öğrenme ve genelleme yeteneğinden aldığı söylenebilir. Genelleme, eğitim ya da öğrenme sürecinde karşılaşılmayan girişler için YSA'nın uygun tepkileri üretmesidir. Bu tepkiler YSA'nın karmaşık problemleri çözebilme yeteneğini ifade etmektedir. İyi bir genelleme için; veri sayısının ne olması, nasıl bir öğrenme algoritmasının kullanılması, ilgili faktörlerin değerlerinin ne olması, ağırların nasıl bir yapı ve büyüklükte olması gerektiği çözümü aranan probleme uygun olarak araştırılmalıdır (Tortum, Yayla, & Gökdağ, 2009). Sinyalizasyon kavşaklarındaki ortalama taşıtların gecikmelerinin tahmini için oluşturulan YSA modelinin, diğer analitik formüllere göre veri kümesinin daha geniş tutulmasından dolayı daha iyi sonuç vereceği düşünülmektedir.

YSA modellemesinde girdi parametreleri olarak devre süresi, kırmızı sinyal süresi ve trafik hacmi; çıkış parametresi olarak da taşıtlar başına ortalama gecikme dikkate alınmıştır (Başkan, 2004).

Tablo 1'de YSA modeli ve analitik yöntemlerdeki gecikme süreleri, gerçek değerlerle karşılaştırılmıştır.

Tablo 1. YSA Modeli, Gerçek Gecikme Değerleri ve Analitik Yöntemlerin Karşılaştırılması.

Test Verileri	Devre Süresi (sn)	Kırmızı Süresi (sn)	Trafik Hacmi (tş/sa)	Ortalama Gecikme (sn/tş)				
				Akçelik	Webster	HCM 2000	Gözlem	YSA
1	87	52	72	23,05	25,42	24,88	25,41	21,58
2	84	38	140	16,83	19,93	19,39	25,32	15,55
3	91	56	154	25,07	29,83	28,80	24,45	23,77
4	84	49	169	25,68	30,47	29,10	20,60	22,94
5	91	56	175	25,36	30,50	29,38	20,64	25,27
6	91	56	194	25,74	31,16	29,95	23,54	28,19
7	90	58	210	29,30	34,89	32,95	38,75	34,41
8	87	52	235	24,96	30,40	29,00	27,40	27,42
9	102	65	242	38,29	45,86	40,99	32,10	31,51
10	102	65	274	44,55	56,32	44,27	34,00	35,09
11	87	52	283	27,66	33,10	30,86	24,71	26,67
12	87	36	432	20,05	24,63	23,58	25,75	22,25
13	87	36	620	58,61	92,69	47,46	33,16	36,88
14	88	42	742	444,09	∞	681,82	44,20	50,14

YSA modelinde elde edilen gecikme değerleri ile gözlem gecikme değerleri arasındaki mutlak hata 0,12 olarak bulunmuştur. Özellikle doygunluk derecesinin $x > 1$ olduğu durumda analitik formüllerle elde edilen gecikme değerleri gözlem değerlerinden uzaklaşırken, YSA ile elde edilen gecikme değerlerinin gözlem değerleri ile uyum sağladığı görülmüştür. Gerçeğe yakınlık bakımından bir sıralama yapıldığında 1.YSA, 2.AKÇELİK, 3.HCM 2000, 4. WEBSTER olarak tespit edilmiştir. YSA'nın sinyalize kavşaklardaki ortalama taşıt gecikmelerinin tahmininde farklı bir yöntem ortaya koyarak diğer yöntemlere göre gerçeğe daha yakın sonuç verdiği görülmüştür. Yeni verilerin eklenmesiyle gerçek durumlara daha yakın sonuçlara ulaşılabilecektir.

2.5. Bulanık Mantık (BM) İle Taşıtlı Gecikmeleri Tahmin Modeli

“Her önerme ya doğrudur ya da yanlıştır” ifadesinin aksine bulanık mantıkta, iki önerme arasında belirsizlik adı verilen üçüncü bir önerme olduğunu ortaya koyan Zadeh, insanların bazı sistemleri makinelerden daha iyi denetleyebilmelerinin nedenini insanların kesinlik ile ifade edilemeyen (belirsiz) bazı bilgileri kullanarak karar verebilme özelliğine sahip olmalarına dayandırmıştır (Zadeh, 1965).

Bu model problemleri esnek olarak tanımlamada ve az, çok, biraz gibi matematiksel olarak belirlenemeyen sözel ifadeleri sayısal verilere dönüştürmede kullanışlı bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

Tablo 2’de BM modeli ile Akçelik ve HCM-2000 modeli gerçek değerlerle karşılaştırılmıştır.

Tablo 2. BM, Akçelik, HCM-2000 gecikme sürelerinin gerçek değerlerle karşılaştırılması.

Test Verileri	Devre Süresi (sn)	Kırmızı Süresi (sn)	Trafik Hacmi (tş/sa)	Ortalama Gecikme (sn/tş)			
				Akçelik	HCM 2000	Gözlem	BM Modeli
1	87	52	72	23,05	24,88	25,41	25,10
2	84	38	140	16,83	19,39	25,32	22,70
3	91	56	154	25,07	28,80	24,45	31,10
4	84	49	169	25,68	29,10	20,60	30,60
5	91	56	175	25,36	29,38	20,64	31,60
6	91	56	194	25,74	29,95	23,54	31,10
7	90	58	210	29,30	32,95	38,75	32,30
8	87	52	235	24,96	29,00	27,40	30,30
9	102	65	242	38,29	40,99	32,10	32,00
10	102	65	274	44,55	44,27	34,00	32,00
11	87	52	283	27,66	30,86	24,71	29,40
12	87	36	432	20,05	23,58	25,75	26,10
13	87	36	620	58,61	47,46	33,16	28,10
14	88	42	742	444,09	681,82	44,20	36,40

Tablo 2’de Geleneksel modellerle BM modeli karşılaştırıldığında BM gecikme modeli sonuçlarının, gözlem değerleri ile uyumlu bir eğilim sergilediği belirlenmiştir. Trafik hacimleri açısından değerlendirildiğinde, özellikle saatlik olarak 300 taşıt ve daha az olduğu durumlarda, BM’nin diğer modellere yakın sonuçlar ortaya çıkardığını ancak yüksek trafik hacmi olarak nitelendirilebilecek 600 taşıt/saat-şerit ve daha büyük olan hacimler için BM gecikme modelinin açık bir şekilde üstün olduğunu ortaya koymuştur. Gerçeğe uygunluk bakımından bir sıralama yapıldığında 1.BM, 2. AKÇELİK, 3. HCM-2000 olmuştur. Burada Webster modelinin alınmamasının nedeni uygunluk derecesi ile ilgilidir. Uygunluk derecesinin 1’den büyük olduğu durumlarda yöntem anlamsız değerler vermektedir.

3. YSA İLE BM’NİN ORTALAMA TAŞIT GECİKMELERİ TAHMİN MODELLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında hem YSA hem de BM modellerinin gerçek değerlere daha yakın olduğu görülmüştür. Bu iki yöntemin kendi aralarında karşılaştırılması ise Tablo 3’te gösterilmiştir.

Tablo 3. Gecikme bağıntıları ile BM ve YSA model sonuçlarının karşılaştırılması.

Test Verileri	Devre Süresi (sn)	Kırmızı Süresi (sn)	Trafik Hacmi (tş/sa)	Ortalama Gecikme (sn/tş)		
				BM	Gözlem	YSA
1	87	52	72	25,10	25,41	21,58
2	84	38	140	22,70	25,32	15,55
3	91	56	154	31,10	24,45	23,77
4	84	49	169	30,60	20,60	22,94
5	91	56	175	31,60	20,64	25,27
6	91	56	194	31,10	23,54	28,19
7	90	58	210	32,30	38,75	34,41
8	87	52	235	30,30	27,40	27,42
9	102	65	242	32,00	32,10	31,51
10	102	65	274	32,00	34,00	35,09
11	87	52	283	29,40	24,71	26,67
12	87	36	432	26,10	25,75	22,25
13	87	36	620	28,10	33,16	36,88
14	88	42	742	36,40	44,20	50,14

Aynı veriler kullanılarak YSA ve BM modellerinin karşılaştırılması sonucunda YSA modelinin BM modeline göre gerçeğe daha yakın sonuçlar ortaya koyduğu görülmüştür. Bu durum başka bir modelin uygun olduğu durumda bulanık mantık modelini kullanmanın istenen sonucu vermeyeceği olgusunu ortaya çıkarmıştır. Denetim değişkenlerinin fazla olduğu ve matematiksel olarak kodlamanın fazla karmaşık olduğu durumlarda ise Bulanık Mantık modelinin daha uygun olduğu saptanmıştır.

4. SİNYALİZE KAVŞAKLARDA SÜRÜCÜ TEPKİ SÜRESİNİN HESAPLANMASI

Sürücü davranışlarını en iyi yansıtan değişkenlerden biri olan tepki süresi; bir sürücünün, karayolu üzerindeki bir durumu algılaması, değerlendirmesi, karar ve tepki vermesi için geçen sürenin tamamı olarak tanımlanabilir (Tansel, Koyuncu, & Çalışkanelli, 2018). Sürücülere ait tepki süresi, büyük oranda duruş görüş uzunluğu ve kaza analizleri ile ilgili çalışmalarda incelenmekteyse de, özellikle sinyalizasyon kavşaklarında sürücü başlangıç tepki süreleri, kavşak kapasitesinin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Başlangıç tepki süresi; kuyruk boşalma akım oranı, kuyruk boşalma hızı ve kuyruk boşalma zaman aralıklarının hesaplanmasında kullanılmaktadır.

$$V_s = V_n [1 - e^{-m_v(t-t_r)}] \quad (4)$$

$$Q_s = Q_n [1 - e^{-m_q(t-t_r)}] \quad (5)$$

$$h_s = \frac{h_n}{[1 - e^{-m_q(t-t_r)}]} \quad (6)$$

Bu bağıntılarda;

T = Yeşil sürenin başlangıcından itibaren geçen süreyi (sn),

t_r = Başlangıç tepki süresini (sn),

V_s = t anındaki kuyruk boşalma hızını (km/sa),

V_n = En yüksek kuyruk boşalma hızını (km/sa),

Q_s = t anındaki kuyruk boşalma akım oranını (taşıt/sa),

Q_n = En yüksek kuyruk boşalma akım oranını (taşıt/saat),

h_s = t anındaki kuyruk boşalma takip aralığını (sn),

h_n = En küçük kuyruk boşalma takip aralığını (sn),

m_v = Kuyruk boşalma hız modeline ait bir parametreyi,

m_q = Kuyruk boşalma akım oranı modeldeki bir parametreyi ifade etmektedirler.

Araştırmacılar başlangıç tepki süresi için farklı değerler önermişlerdir. Akçelik ve Ulaştırma Mühendisleri Enstitüsü başlangıç tepki süresini 1,0 saniye olarak kabul etmişlerdir (Akçelik, Besley, & Roper, Fundemantal Relationships For Traffic Flows At Signalized Intersections, 1999). Çalışkanelli, İzmir kent merkezinde 10 sinyalize kavşakta başlangıç tepki sürelerini tespit etmiştir. Analiz sonucunda sinyal devre süresinin başlangıç tepki süresini uzattığını ancak kırmızı süre uzadıkça sürücülerin daha hızlı tepki verdiklerini görmüştür. Tepki süresini artıran durumların tek şeritli yol ve taşıtın otobüs olmasından kaynaklandığı da görülmüştür. Ayrıca cinsiyet ile başlangıç tepki süresi arasında bir ilişkinin olduğunu bulmuştur. Sürücünün erkek olmasının, başlangıç tepki süresini kısalttığını tespit etmiştir. Bu gözlemler sonucunda başlangıç tepki süresinin yoğun olarak 0,62~3,22 saniye aralığında değiştiğini ortaya koymuştur (Özuysal, Figen, Tanyel, & Çalışkanelli, 2013). İzmir'de üç kavşakta, 398 kişiden oluşan örneklem üzerinde yapılan çalışmada bir kırmızı ışıkta kuyrukta bekleyen sürücülerin tepki sürelerinin, kavşak başarımında ilk sırada bekleyen sürücülerin başlangıç tepki sürelerine oranla daha fazla etkili olduğu, ayrıca sürücülere ait güvenlik ölçeği değeri arttıkça ortalama gecikme değerlerinin de arttığını tespit etmişlerdir (Başkan, 2004). Bu, güvenli sürüş becerileri yüksek olan sürücülerin kavşağa daha dikkatli giriş yaptığı ve öndeki aracı daha güvenli bir aralıkla takip ettiklerini gösterdiğini belirlenmiştir.

Tepki sürelerinin belirlenmesinde kuyrukta bekleyen sürücünün önündeki taşıtın ilk hareketi kadar, sürücünün trafik ışığının yeşile dönmesi durumunda gösterdiği tepki de büyük önem taşımaktadır. Bir kırmızı ışıkta kuyrukta bekleyen sürücülerin tepki sürelerinin, kavşak alanında ilk sırada bekleyen sürücülerin başlangıç tepki sürelerine oranla daha etkili oldukları görülmüştür.

5. İNSAN DAVRANIŞLARI İLE KAVŞAK BAŞARIM KORELASYONU

Araştırmacılar sürücü davranışları, tutumları ve kişilik özelliklerinin trafik ortamındaki önemini göz önünde bulundurarak sürücülerin belirtilen özellikler bağlamında incelenmesini amaçlayan çalışma için İzmir kent merkezini seçmiş ve üç farklı sinyalize kavşakta 398 katılımcı ile bir anket çalışması yapılmıştır (Tansel, Koyuncu, & Çalışkanelli, 2018).

Anket katılımcılarının genel özellikleri Tablo 4'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Anket Çalışmasına Katılanların Genel Özellikleri

Katılımcı Özellikleri	Parametre/Değer aralığı	Kişi Sayısı	Yüzde %
Cinsiyet	Kadın	72	18,09
	Erkek	326	81,91
Yaş Aralığı	18-30	99	24,87
	31-50	231	58,04
	51-65	68	17,09
Eğitim Durumu	İlkokul	52	13,06
	Ortaokul	60	15,07
	Lise	103	25,88
	Üniversite	183	45,99
Çalışma Durumu	Çalışıyor	246	61,81
	Çalışmıyor	152	38,19

Likert tutum ölçeği kullanılarak elde edilen bulgular; Sürücülük becerileri, trafikte heyecan arama ihtiyacı, sürücü saldırganlık düzeyi başlıkları altında toplanmıştır. Sürücülük becerilerini kendilerinin değerlendirmesi istenen

katılımcılar taşıt kullanma becerilerini %87, güvenli sürücülük becerilerini ise %93 olarak belirtmişlerdir. Sonuçların yüksek olmasının subjektif değerlendirmeden kaynaklandığı görülmüştür.

Anket sonuçlarından hareketle parametreler belirlenmiş ve bu parametreler arasındaki ilişkiyi gösteren Tablo 5 oluşturulmuştur. Burada korelasyon değerlerinin nötr olması; ilişkinin 0,00 yani ilişkinin olmadığı, orta olması; ilişkinin 0,30-0,69 aralığında, düşük olması; ilişkinin 0,10-0,30 aralığında, yüksek olması ise 0,70-1,00 aralığında olduğunu göstermektedir. Ayrıca ilişkinin yönünün pozitif olması iki parametrenin de aynı yönde olduğunu, yönün negatif olması ise parametrelerin zıt yönde olduğunu, yani biri artarken diğ erinin azaldığını ifade etmektedir.

Tablo 5. Parametreler Arasındaki İlişkiler

	Korelasyon	Yön
Saldırganlık düzeyi ile taşıt kullanma becerisi	yok	yok
Genel heyecan arama ile saldırganlık düzeyi	orta	pozitif
Sürücülerin saldırganlık düzeyi ile trafikte risk alma	yüksek	pozitif
Güvenlik algısı ile trafikte risk alma	yüksek	negatif
Saldırganlık ile sürücü tepki süreleri	düşük	pozitif
Güvenlik algısı ile sürücü tepki süreleri	yüksek	negatif
Cinsiyet ile sürücü tepki süreleri	yok	yok
Yaş ile güvenlik algısı	yüksek	pozitif
Kuyrukta ilk sırada bulunma ile tepki süresi	düşük	negatif
Kuyrukta son sırada bulunma ile tepki süresi	yüksek	negatif
Eğitim seviyesi ile güvenlik algısı	yüksek	negatif

Tablo 5'teki verilere göre; saldırganlık düzeyi ile taşıt kullanma becerisi ve cinsiyet ile sürücü tepki süreleri arasında bir ilişkinin olmadığı, genel heyecan arama ile saldırganlık düzeyi arasında doğru orantılı ancak orta düzeyde bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

Saldırganlık ile risk alma parametrelerine bakıldığında saldırganlığın artması ile risk almanın da artmış olması aralarında pozitif yönde yüksek bir ilişkinin olduğunu, güvenlik algısı ile trafikte risk alma arasında ise güvenlik algısının artması risk almayı düşürdüğünden ikisi arasında negatif ama yüksek bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Saldırganlık ile sürücü tepki süreleri arasında doğru orantılı fakat düşük bir ilişkinin olduğu, güvenlik algısı ile sürücü tepki süreleri arasında ise ters bir orantının olduğu yüksek bir ilişki görülmüştür.

Kuyrukta ilk veya son sırada bulunmanın ilişkinin yönünü değiştirmede ancak ilk sırada olma ile tepki süresi arasında düşük bir ilişki olmasına rağmen son sırada olma ile tepki süresi arasında yüksek bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Yaş ile güvenlik algısı arasında yaşın ilerlemesi güvenlik algısını artırdığı için pozitif yönde yüksek bir ilişkinin olduğu, eğitim seviyesi ile güvenlik algısı arasında ise eğitim seviyesinin artması güvenlik algısını düşürdüğünden negatif yönde ama yüksek bir ilişkinin olduğu görülmüştür.

“(Gülhan & Ceylan, 2018)’in Trafikte insanın rolü, etkinliği ve önemini tanımlamak amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır”. Anket çalışmasına Denizli’de 250 kişilik bir örneklem gruba yapılmış ve katılımcıların genel özellikleri Tablo 6’da gösterilmiştir.

Tablo 6. Anket Çalışmasına Katılanların Genel Özellikleri

	Parametre / Değer Aralığı	Kişi Sayısı	Yüzde (%)
Cinsiyet	Kadın	119	47,6
	Erkek	131	52,4
Yaş Aralığı	18-30	209	83,6
	31-50	31	12,4
	51-65	10	4,0
Eğitim Durumu	İlkokul	9	3,6
	Ortaokul	3	1,2
	Lise	13	5,2
	Üniversite	225	90,0
Çalışma Durumu	Çalışıyor	68	27,2
	Çalışmıyor	182	72,8

Likert tutum ölçeği kullanılarak yapılan anket sonucunda; sürücü kurslarında verilen eğitimin yetersiz olduğu katılımcıların % 35'i tarafından ifade edilmiştir. Katılımcıların % 42'lik kısmı, trafik eğitimi ile ilgili yazılı, sesli ve görsel medyada yer alan bildirimlerin kısmen yeterli olduğunu belirtirken , % 25'lik kısmı kesinlikle yetersiz olduğunu söylemiştir.

Sosyal hayatta yaşanan olumsuzlukların sürücü davranışına yansımaları, katılımcıların % 24'lük bölümü tarafından çoğunlukla diye ifade edilirken her zaman cevabını verenlerin oranı % 22 olmuştur. Ayrıca yorgunluk, uykusuzluk gibi durumların da aynı oranlarda olduğu görülmüştür. Teknolojik gelişmelerin sürücü davranışına etkisi akıllı telefon kullanımı ve sosyal medya bağımlılığı kapsamında, katılımcıların % 35'lik kısmı akıllı telefonları kullanmanın, % 38'lik kısmı ise sosyal medya bağımlılığının her zaman trafikte olumsuz davranışlara sebep olduğunu ifade etmiştir.

Anket katılımcılarının % 68 gibi büyük bir çoğunluğu trafikte olumsuz davranışta bulunanlara uygulanan cezai yaptırımların büyüklüğünün bu davranışları göstermelerini engellediğini söylemiştir. Örneklem grubunun çoğunluğunun üniversite öğrencilerinden seçilmesi anketin homojenliğinin bozulmasına sebep olmuştur. Elde edilen verilerin doğruluğu için homojen gruplarla karşılaştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sinyalize kavşaklarda taşıt gecikme sürelerini kullanan geleneksel yaklaşımlar ile insan beynindeki sinirlerden yola çıkarak insanın düşünme biçimini yakalamayı amaçlayan YSA modeli ve insanın değişik durumlarda kendiliğinden bulduğu çözümlerden yola çıkılarak elde edilen BM modelinin karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu bağlamda sinyalize kavşaklarda gecikmelere neden olan sürücülerin tepki sürelerini etkileyen durumların ortaya konulabilmesi için sürücü davranışlarının, kavşak işleyişine etkisi incelenmiştir.

Geleneksel modeller ile YSA ve BM modelleri karşılaştırıldığında yeni modellerin gerçeğe daha yakın sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu iki yeni model arasında gerçeğe en uygun olanın ise YSA modeli olduğu görülmüştür. Denetim değişkenlerinin fazla olduğu ve matematiksel olarak kodlamanın fazla karmaşık olduğu durumlarda Bulanık Mantık modelini kullanmanın daha uygun olduğu saptanmıştır. İnsanın özelliklerini dikkate almadan onu modellere koymak yerine modelleri insanın davranışlarına uygun olarak geliştirmek gerektiği sonucuna varılmıştır.

Sürücü tepki sürelerinde güvenlik algısının önemli olduğu görülmüştür. Ayrıca sinyalde birinci sırada bekleyen aracın kuyruktaki diğer taşıtlara göre daha geç tepki verdiği tespit edilmiştir. Her iki durumda da tepki süresinin artması gecikme süresinin artmasına neden olmuştur. Saldırganlık ile taşıt kullanma beceresi ve cinsiyet arasında bir bağlantı bulunamazken risk alma ile etkileşiminin kuvvetli olduğu görülmüştür. Bu durumda parametrelerden herhangi birinin normal seviyelere çekilmesi diğerinin de normal seviyeye geleceği sonucuna varılmaktadır.

Günlük hayattaki olumsuzlukların, cep telefonu ve sosyal medya kullanıcılığının trafikte tehlike oluşturduğu görülmüş ayrıca sürücü eğitimlerinin yetersiz olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda sürücü ve yaya eğitimlerinin artırılması, kişilere sorunlarla baş edebilmeleri için psikolojik destek sağlanması ve trafiği tehlikeye düşüren teknolojilerin sürüş esnasında kullanımını önlemek için çok daha ağır cezalar getirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Türkiye İstatistik Kurumu. (2019). Ulaştırma İstatistikleri. Erişim adresi: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1051
- Akçelik, R. (1981). *Traffic Signals Capacity And Timing Analysis*. Melbourne: Australian Road Research Board. Research Report ARR No. 123 (7th reprint: 1998).
- Akçelik, R., Besley, M., & Roper, R. (1999). *Fundamental Relationships For Traffic Flows At Signalized Intersections*. Research Report Arr 340.
- Başkan, Ö. (2004). *İzole Sinyalize Kavşaklardaki Ortalama Taşıt Gecikmelerinin Yapay Sinir Ağları İle Modellenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Pamukkale, Denizli.
- Çetinkaya, G. (2008). *Işıklı Kavşaklarda Değişik Hesaplama Yöntemlerinin Karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Gülhan, G., & Ceylan, H. (2018). *Trafikte İnsan Faktörünün Ürettiği Sorunların Belirlenmesi ve Çözüm Stratejilerinin Geliştirilmesi: Denizli/TÜRKİYE Örneği*. International Congress on Engineering and Architecture, Alanya, Türkiye..
- Güney, S. (2000). *Sosyal Psikoloji*. Ankara: Nobel Yayın.
- Murat, Y. Ş. (2006). Sinyalize Kavşaklardaki Taşıt Gecikmelerinin Bulanık Mantık İle Modellenmesi. *TMMOB İnşaat Mühendisler Odası (İMO) Teknik Dergi*, 17(3), 3903-3916.
- Özuysal, M., Figen, C., Tanyel, S., & Çalışkanelli, S. P. (2013). Sinyalize Kavşaklardaki Başlangıç Tepki Süresinin İncelenmesi. *10. Ulaştırma Kongresi*, İzmir.
- Tanyel, S., Koyuncu, M., & Çalışkanelli, S. P. (2018). Sürücü Davranışlarının Sinyalize Kavşak Başarımı Üzerindeki Etkisi. *TMMOB İnşaat Mühendisler Odası (İMO) Teknik Dergi*, 29(5), 8563-8587. doi: 10.18400/tekderg.369397
- Tolunay, M. K., & Gökdeniz, İ. (2002). *Trafik Bilincinin Oluşması ve Kurallara Uyumu Sağlamada Kampanyaların Yeri ve Önemi*. Uluslararası Trafik ve Yol Güvenliği Kongresi, Ankara, Türkiye.
- Tortum, A., Yayla, N., & Gökdağ, M. (2009). Yapay Sinir Ağları ve Birleştirilmiş Sinirsel Bulanık Sistemler İle Şehirler Arası Yük Taşınması Tür Seçiminin Modellenmesi.
- Webster, F. V. (1966). *Traffic Signal Settings* (Road Research Technical No. 39). Department of Scientific and Industrial Research, London, England.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.