

Türkiye için Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Trafik Kazası Tahmini Araştırması

R.Koray Kıyıldı

Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Özet

Ülkemizde görülen nüfus artışı ve meydana gelen ekonomik gelişmeler beraberinde trafikteki taşıt sayısının hızla artmasına, taşıt sayısındaki bu artış ise karayolu ağı üzerindeki taşıt hareketliliğinin büyümesine yol açmaktadır. 2007 yılında 70 milyon olan ülke nüfusu yaklaşık 1.07 kat artarak 2012 yılı itibari ile 75 milyona ulaşmıştır. Aynı dönem içindeki trafik göstergelerine bakıldığında taşıt sayısı 1.31 kat artarak 17 milyona ulaşmıştır. Taşıt sayısı ve trafik hareketlerindeki bu hızlı artışın bir sonucu olarak da ülkemizde meydana gelen trafik kazaları ciddi boyutlara ulaşmıştır. Bu makalede, Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi kullanılarak Türkiye için trafik kazası tahmin modelleri araştırılmıştır. Bu şekilde, meydana gelen kazalardan yararlanarak durumun ciddiyetini ortaya koymak ve alınacak önlemlere daha ciddi tedbirlerle odaklanmak son derece önem arz etmektedir.

Anahtar kelimeler: Yapay sinir ağları, taşıt sayısı, nüfus, kaza sayısı

Abstract

The increase in the population and economic developments in the country raised the number of vehicles in the traffic leading to the growth of the vehicle mobility on the road network. The population of the country, which was 70 million in 2007, increased by about 1.07 times and reached 75 million in 2012. Looking at the traffic indicators in the same period of time, the number of vehicles increased by 1.31 times and reached 17 million. As a result of this rapid increase in the number of vehicles and traffic movements, traffic accidents in the country have reached serious levels. In this article, traffic accident prediction model for Turkey were investigated by using Artificial Neural Networks (YSA) method. In this way, It is extremely important to take advantage of modeling of the accidents that have occurred on the roads to reveal the seriousness of the situation so that more serious measures are focused and considered to be taken.

Keywords: Artificial neural networks, accident analysis and prediction

1.Giriş

Ülkemizde ölüm nedenleri arasında üçüncü sırada bulunan trafik kazalarının azaltılmasına yönelik çalışmaların kamu kurum, kuruluşları ve sivil toplum örgütleri ile işbirliği içinde yürütülmesi çok büyük önem arz etmektedir. Günümüz dünyasında trafik kazaları, yol açtığı maddi ve manevi kayıpların büyüklüğü ile özellikle gelişmekte olan ülkelerin mücadele ettiği en önemli sorunlardan birisini oluşturmaktadır. Bu nedenle daha güvenli bir trafik için teknolojik olanaklar, stratejik yaklaşımlar, bilimsel değerlendirmeler, denetleyici politikalar, bilgi ve tecrübe paylaşımları büyük önem arz etmektedir. Diğer yandan trafik güvenliğinin tek başına polisiye tedbirler ile sağlanamayacağı da bilinen bir gerçektir.

Gelişmiş ülkelerde güvenli trafik denildiğinde, akla gelen yol kullanıcılarının hatalarını tolere edebilen ve onları akılcı uyarılarla yönlendirebilen sistemler bütünü anlaşılmaktadır. Öyleki güvenli ve iyi bir trafik sistemi, sürücü hatasının kazaya dönüşme ihtimalini de azaltabilmektedir.

*1Corresponding author: Address: Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering Nigde Omer Halisdemir University, 51240, Nigde TURKEY. E-mail address: rkoray@ohu.edu.tr, Phone: +903882252070

Ayrıca bu sistemin fiziksel altyapısı kurallara uygun davranışları desteklerken kural ihlallerine de etkili biçimde müdahale edilmesini sağlamaktadır. Böylece ihlallerin yaygınlaşma ve tekrarlanma ihtimali azaltılarak kaza sayılarında gözle görülür düşüşler sağlanabilmektedir.

Bu makalede, Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemi kullanılarak Türkiye için trafik kaza tahmin modelleri geliştirilmiştir. Bu modeller geliştirilirken taşıt sayısı, nüfus ve kaza sayısı model parametreleri olarak kullanılmış ve bu parametrelere ait 2001-2015 yılları arasındaki verilerden faydalanılmıştır.

2. Literatür Taraması

Karayolu güvenliği ile ilgili planlama ve politikaların belirlenmesinde, ileriye yönelik kaza tahmin modellerinden yararlanılmaktadır. Literatürde farklı yöntemler kullanılarak geliştirilmiş birçok kaza tahmin modeli çalışması bulunmaktadır.

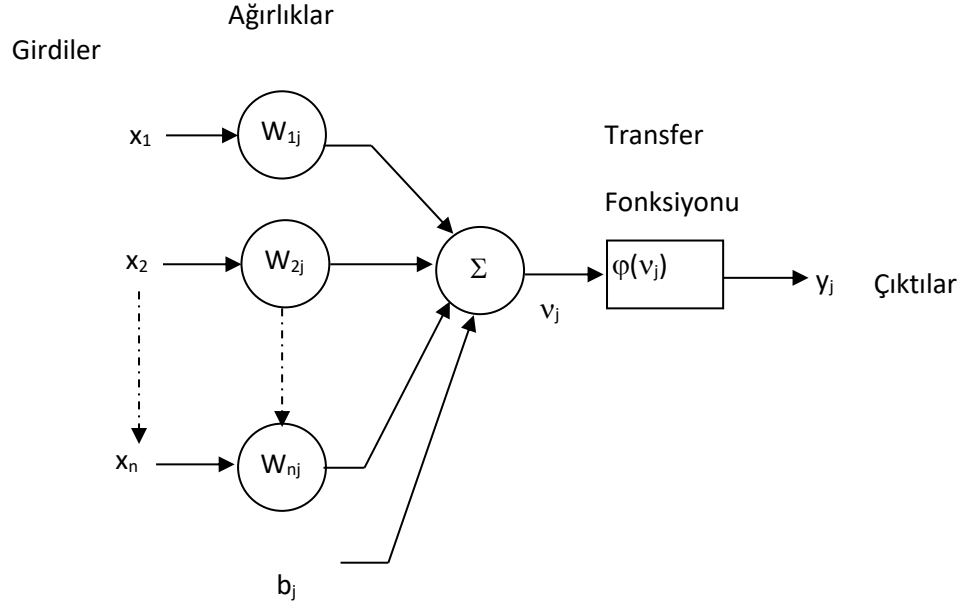
Bu konuda ilk dikkate değer çalışma Smeed kanunu olarak adlandırılan kaza tahmini yöntemidir. Burada Smeed 1938 yılına ait 20 farklı ülkeden topladığı veriler yardımıyla ölüm, araç sayısı ve nüfus arasındaki ilişkiyi incelemiştir [1].

Andreassen, Smeed'in çalışmasında kullandığı verilerin bir yıla ait olduğunu, bir zaman serisi içermediğini ve modele ait formüllerin her bir ülke için farklı olabileceği eleştirisiyle yeni bir model önerisi ortaya atmıştır [2]. Trafik kazası tahmini konusunda Mekky gelişmekte olan ülkeler ile sanayileşmiş ülkeler arasındaki araç başına ölüm oranı ve taşıt sayıları ilişkisini incelemiştir [3].

Trafik kazası tahmini konusunda yapılmış çalışmalara Chakrobort ve Roy [4], Valli [5], Akgüngör ve Doğan'ın [6] yapmış oldukları çalışmaları sayabiliriz.

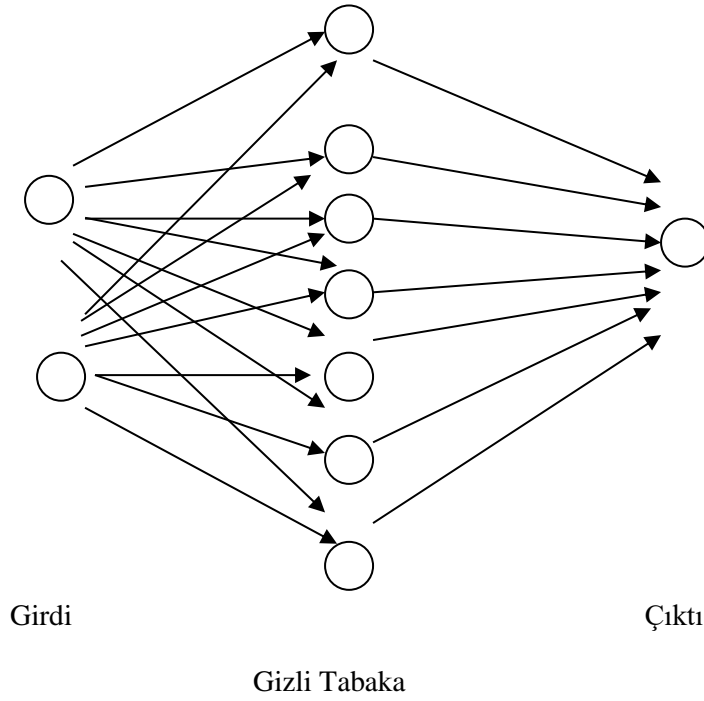
YSA tekniği kullanılarak yapılan kaza tahmini ve karayolu güvenliği ile ilgili çalışmalara Mussone ve arkadaşları [7], Abdelwahap ve Abdel-Aty [8], Delen ve arkadaşları'nın [9] yapmış oldukları çalışmaları sayabiliriz. YSA birçok basit elemanın birleşmesinden oluşmuş paralel bağlantılı sistemlerdir. Birçok alanda başarılı bir şekilde uygulanan YSA son yıllarda ulaştırma mühendisliğinin problemlerinin çözümünde kendini kabul ettirmiştir. Bu konular başlıca; ulaşım planlaması, yol üstyapısının dizaynı, bakım ve onarımı, ulaşım sistemlerinin işletilmesi, ulaşım parametrelerinin tahmini ve trafik akım kontrolü olarak sıralanabilir. YSA ile bu problemlere etkin çözümler üretilebilmektedir. Bu sayede gelecekteki trafik talebi tahmini, ulaştırma faaliyetlerinde etkin alan kullanımı ve çevreye etkisinin belirlenmesi, yeni kullanım alanlarının ulaştırma ağına etkisi daha kolay belirlenebilmektedir.

YSA insan beyninin özelliklerinden esinlenerek geliştirilen bir yapıdır. Bu nedenle YSA, öğrenme, hatırlama, ezberleme, genelleme yapabilme ve bilgiler arasında ilişki kurabilme yeteneğine sahiptir. Beynin işlemlerini gerçekleştiren biyolojik nöronlar bulunmaktadır. Bu nöronlar kendilerine gelen sinyalleri bazı işlemlerden geçirerek daha sonraki nöronlara iletirler böylelikle bazı tepkiler oluşur. YSA'da da tıpkı beyinde bulunan nöronlar gibi yapay nöronlar bulunmaktadır. Bu yapay nöronların birbirlerine çeşitli mimarilerle bağlanması ile yapay sinir ağları oluşmaktadır. YSA'yı oluşturan temel işlemci yapay nöronlardır. Bir yapay nöronda girdiler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, transfer fonksiyonu ve çıkış fonksiyonu bulunmaktadır. Şekil 1 de YSA da kullanılan bir yapay nöron yapısı görülmektedir [10].



Şekil 1. YSA da kullanılan bir nöronun yapısı

Şekildeki X değerleri girdiler olup diğer hücrelerden veya dış ortamdan hücreye giren bilgilerdir. Bilgiler bağlantılar üzerindeki ağırlıklar ile hücreye girer ve ilgili girişin hücre üzerindeki etkisini belirler. Bir ağırlığın değerine göre büyük olması o girişin sinire daha güçlü bağlanması anlamına gelmektedir. Daha sonra bu bilgiler toplama fonksiyonundan geçirilerek bir hücreye gelen net girdiler hesaplanır. Toplama fonksiyonunun değeri her bir ağırlığın ait olduğu girişlerle çarpımının toplamalarına eşik değerinin eklenmesi ile elde edilir. Bu değer transfer veya aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek hücre çıktısı elde edilir. Aktivasyon fonksiyonunun sürekli ve türevlenebilir olması ağırlık eğitiminde kullanılan algoritmalar nedeniyle arzu edilmektedir. Literatürde birçok farklı aktivasyon fonksiyonları kullanılmasına rağmen genellikle tanjant-hiperbolik, sigmoid ve doğrusal fonksiyonları tercih edilmekte ve iyi sonuçlar verdiği gözlenmektedir. Temel işlemciler olan nöronların birleşmesi ile YSA'nın mimarileri oluşturulmaktadır. Şekil 2'de görüldüğü üzere YSA mimarisinde X girdilerin ağırlıklı sokulduğu bir giriş tabakası, giriş tabakasından gelen bilgilerin işlenip çıkış katmanına iletildiği bir gizli tabaka ve son olarak da Y çıktılarının elde edildiği bir çıkış tabakası bulunmaktadır.



Şekil 2. Çok katmanlı YSA mimarisi

YSA'larının regresyon tekniğine olan temel üstünlerinden biride mimarinin belirlenebilmesi, istenilen sayıda girdi sayısına karşılık, birden fazla çıkış tabakasının bulunabilmesidir. Çalışmada Şekil 2 'de verilen YSA mimarisi $2*7*1$ ağ yapısı kullanılmıştır. Bu örnekten anlaşılacağı üzere YSA yı oluşturan nöronlar istenilen sayıda düzenlenebilmektedir. Fakat istenilen sonucun doğru bir şekilde bulunabilmesi için doğru mimariyi bulabilmek önem arz etmektedir. Girdi ve çıktı tabakalarında ki nöron sayıları belli olduğu için çözüm bekleyen sorun gizli katmanda ki nöron sayısının bulunmasıdır. Bu konu hakkında literatürde çeşitli öneriler bulunmasına rağmen kesin bir yöntem bulunmamaktadır. Fakat karmaşık problemlerin çözümünde nöron sayısının artmasıyla daha iyi sonuçlar gözlemlenmektedir.

3. YSA İle Türkiye İçin Kaza Tahmin Modeli

Bir trafik kazasının meydana gelmesinde etkin olan parametreler; karayolu, insan, taşıt ve çevresel etkiler gibi bir çok faktör ve bunların etkileşimleri sayılabilir. Ancak kazaya etki eden bütün parametrelerin bir model üzerinde toplanması çoğu zaman mümkün olmamakla birlikte, modelin pratik olarak kullanılabilirliği açısından da uygun değildir. Bundan dolayı geliştirilen modellerin basit ve güvenilir olması arzu edilmektedir. Bu özelliklerden dolayı Türkiye için geliştirilen kaza tahmin modellerinde ölü sayısı, yaralı sayısı ve kaza sayıları ile doğrudan ilişkili olan nüfus ve araç sayıları kullanılabilir. Bu çalışmada taşıt sayısı, nüfus ve kaza sayısı model parametreleri olarak kullanılmış ve bu parametrelere ait 2001-2015 yılları arasındaki verilerden faydalanılmıştır.

Tablo 1. Türkiye 2001-2015 Genel Kaza İstatistikleri ve Yıllara Göre Nüfus Sayısı (Emniyet Genel Müdürlüğü-Karayolu Genel Müdürlüğü, Türkiye İstatistik Enstitüsü), (TUİK, 2001-2015) [11] [12].

YILLAR	TAŞIT	KAZA SAYISI	ÖLÜ SAYISI	NÜFUS
2001	8 521 956	442 960	4 386	65 603 160
2002	8 655 170	439 777	4 093	66 401 851
2003	8 903 843	455 637	3 946	67 187 251
2004	10 236 357	537 352	4 427	68 697 333
2005	11 145 826	620 789	4 505	69 600 048
2006	12 227 393	728 755	4 633	70 837 305
2007	13 022 945	825 561	5 007	70 586 256
2008	13 765 395	950 120	4 236	71 517 100
2009	14 316 700	1 053 346	4 324	72 561 312
2010	15 095 603	1 106 201	4 045	73 722 988
2011	16 089 528	1 228 928	3 835	74 724 269
2012	17 033 413	1 296 634	3 750	75 627 384
2013	17 939 447	1 207 354	3 685	76 667 864
2014	18 828 721	1 199 010	3 524	77 695 904
2015	19 994 472	1 313 359	7 530	78 741 053

Yapılan çeşitli ağ denemeleri sonucunda gerek eğitim, gerek test aşamasında olayı en düşük hata ile öğrenen mimari yapı seçilmiştir. Kullanılan YSA mimarisi Şekil 2 de verilmiştir. Burada gösterim (2*7*1) şeklinde yapılmış olup bu değerler sıra ile; girdi sayısı, gizli tabakadaki nöron sayısı, çıktı sayısı değerlerini göstermektedir. Bu mimaride öğrenme algoritması olarak ileri beslemeli geri yayılım (feed forward back propagation) kullanılmıştır. Transfer fonksiyonu olarak en uygun bulunan analizlerde Levenberg–Marquardt algoritması kullanılmıştır. Modelde 2 girdili, gizli tabakada 7 nöronlu ve 1 çıktılı ağ yapısı en uygun mean square error (MSE) değerini (0.0022) verdiği için seçilmiştir.

Oluşturulan YSA modeli ile nüfus ve araç sayısı ile kaza sayısı arasındaki eğitim setinde ilişki $R^2 = 1$ oranında yakalayabildiği görülmüştür (Şekil 3). Model sonucunda eğitim ve test verileri için elde edilen hata karelerinin toplamı (sse) sırasıyla $9.9816e^{-010}$ ve 0,0022 olarak bulunmuştur. Bulunan bu değer kabul edilebilir sınırlar içindedir.

Kullandığımız YSA eğitim sisteminde bütün giriş vektörleri için bir sonuç üretilir ve son giriş vektörüne ait sonucun elde edilmesinden sonra hata güncellemesi yapmaktadır. Yani hata geri yayılarak ağırlıkları yeniden hesaplanmıştır. Bütün giriş vektörleri için bir sonuç elde etmeye ağ bir iterasyon eğitmek denir. Burada hata MSE olup ifadesi eşitlik (1) de verilmiştir.

$$MSE = \frac{\sum_{i=1}^N \sqrt{(X_{ölçüm} - X_{YSA})^2}}{N} \quad (1)$$

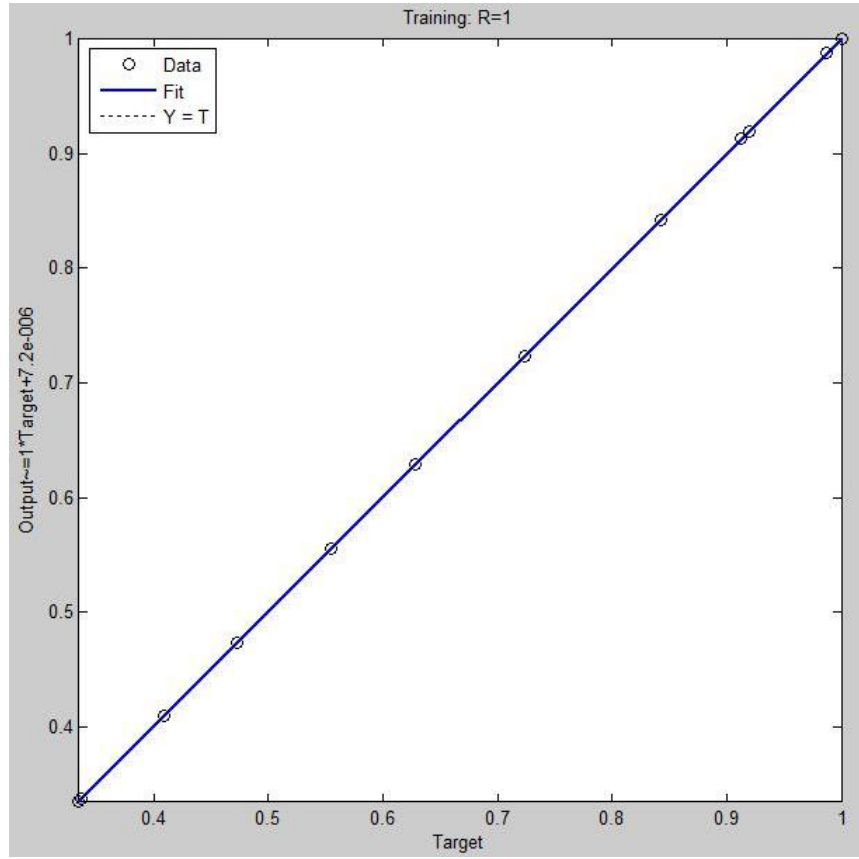
Eğitim sonucu bulunan değerleri ile kontrol amacıyla ayrılan değer arasındaki ilişki Şekil 3 de verildiği gibi $R^2 = 1$ oranında bulunması anlamlıdır.

Tablo 2. YSA modellemesindeki eğitim verileri ve test verileri dağılımı

	Girdi Katmanı			Çıktı Katmanı
	Yıllar	Taşıt	Nüfus	Kaza Sayısı
Eğitim Verileri	2001	8 521 956	65603160	442960
	2002	8 655 170	66401851	439 777
	2004	10 236 357	68697333	537 352
	2005	11 145 826	69600048	620 789
	2006	12 227 393	70837305	728 755
	2007	13 022 945	70586256	825 561
	2008	13 765 395	71517100	950 120
	2010	15 095 603	73722988	1 106 201
	2012	17 033 413	75627384	1 296 634
	2013	17 939 447	76667864	1 207 354
	2014	18 828 721	77695904	1 199 010
	2015	19 994 472	78741053	1 313 359
Test Verileri	2003	8 903 843	67187251	455 637
	2009	14 316 700	72561312	1 053 346
	2011	16 089 528	74724269	1 228 928

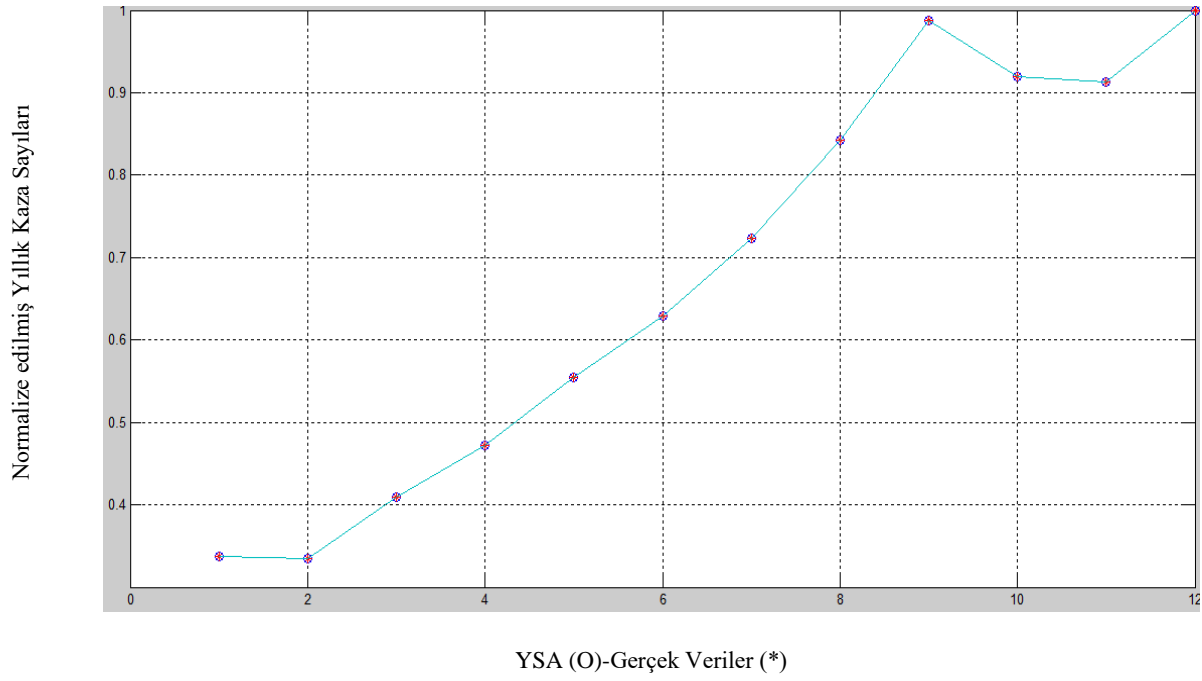
YSA modelinin girdi katmanını 2001-2015 yılları arasındaki nüfus ve taşıt sayısı verileri oluştururken çıktı katmanını kaza sayısı verileri oluşturmaktadır. Bu verilerin 12 tanesi eğitim verisi, 3 tanesi ise test verisi olarak seçilmiş ve Tablo 2' de gösterilmiştir. Verilerin YSA analizinin yapılması için veri normalizasyonu yapılmıştır.

Oluşturulan YSA modeli ile nüfus ve araç sayısı ile kaza sayısı arasındaki eğitim setinde ilişki $R^2 = 1$ oranında yakalayabildiği görülmüştür (Şekil 3). Model sonucunda eğitim ve test verileri için elde edilen hata karelerinin toplamı (sse) sırasıyla $9.9816e^{-010}$ ve 0,0022 olarak bulunmuştur.

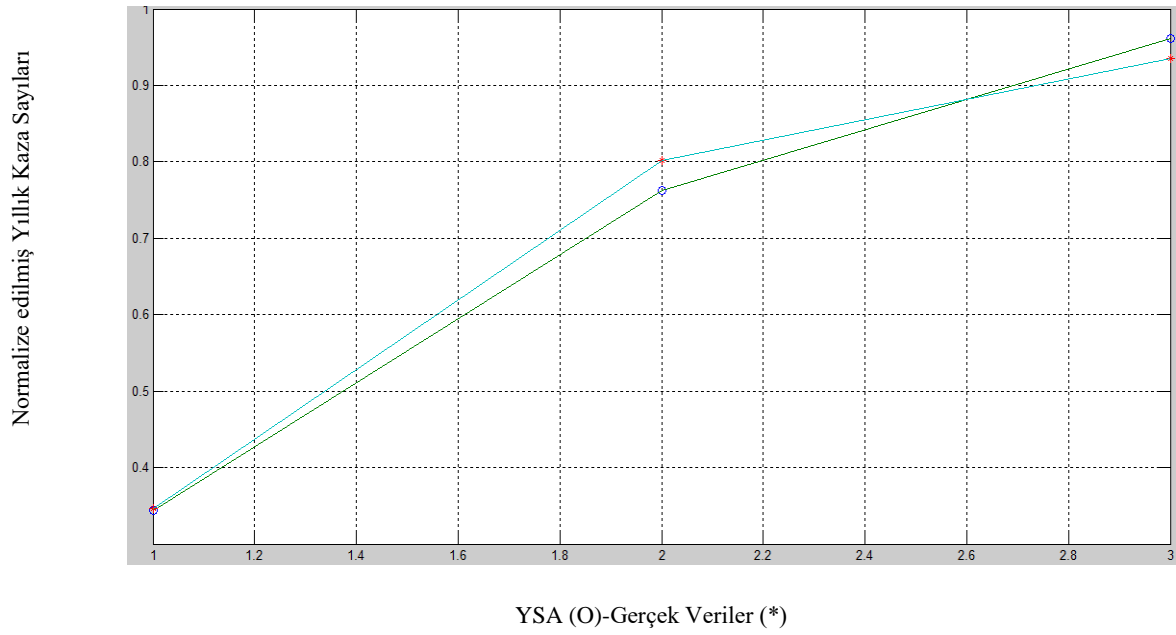


Şekil 3. YSA Analiz Sonucu

Şekil 4 de eğitim seti için YSA sonuçlarının gerçek verilerle kıyaslanması verilmiştir. Şekil 5 de ise test için ayrılan verilerin gerçek verilerle kıyaslanması verilmiştir.



Şekil 4. Eğitim Seti için YSA Sonuçlarının Gerçek Veriler ile Kıyaslanması



Şekil 5. Test Seti için YSA Sonuçlarının Gerçek Veriler ile Kıyaslanması

Normalizasyon yapılmış analiz sonuçlarının normal veriye dönüştürülmüş hali Tablo 3'te verilmiş olup sonuçlar çok iyidir.

Tablo 3. Analiz Sonuçlarının Normal Veri olarak Karşılaştırılması

	Gerçek Veriler	YSA Sonuçları
Eğitim Verileri	442960.00	442959.96
	439777.00	439777.10
	537352.00	537351.88
	620789.00	620789.15
	728755.00	728754.98
	825561.00	825560.91
	950120.00	950120.05
	1106201.00	1106200.91
	1296634.00	1296634.11
	1207354.00	1207353.84
	1199010.00	1199009.81
1313359.00	1313317.51	
Test Verileri	455637.00	452190.79
	1053346.00	1001136.88
	1228928.00	1262085.91

4. Sonuçlar ve Değerlendirme

Yakın gelecekte bilgisayar teknolojisi ve YSA tekniğindeki gelişmelerle çok farklı ulaştırma mühendisliği problemlerine daha hızlı ve güvenilir çözümlerin üretilebileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, YSA tekniği ile Türkiye için kaza tahmin modeli geliştirilmiştir. Bu modeller doğrultusunda çeşitli senaryolar göz önüne alınarak kaza, yaralı ve ölü sayıları tahminleri ileriye yönelik olarak yapılabilir. Model sonuçları göstermektedir ki nüfus ve özellikle motorlu taşıt sayısındaki hızlı artış trafik kazalarının artışına neden olmaktadır. Buna rağmen yakın gelecekte Türkiye de araç sahipliği henüz doyuma ulaşmadığı için araç sayılarının azalması veya artış eğiliminin belirgin bir oranda düşmesi olası gözükmemektedir. Bu durumda kazaların ve sonuçlarının önüne geçebilmek için ulaştırma plan ve politikaları tekrar revize edilerek karayolunun yolcu ve yük taşımacılıktaki ağırlıklı oranı başta demiryolu olmak üzere diğer ulaştırma sistemleri arasında dengeli olarak dağıtılmalıdır. Bu amacı sağlamak için bir seçenek olan hızlı tren ulaşımının yaygınlaşması için çalışmalar imkanlar dahilinde hızlandırılmaktadır.

Yeni tamamlanan veya iyileştirmeler yapılarak ortaya konan hızlı ulaşım hatları ile karayolunun taşımadaki ağırlığı hafifletilerek trafik kazalarının azaltılması amaçlanmaktadır.

5. Kaynaklar

- [1] Smeed, R.J. “Some statistics aspects of road safety research”, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Part I, 1-34, 1949
- [2] Andreassen., D.C. “Linking deaths with vehicles and population”, Traffic Engineering & Control, Vol.26 No.11 pp. 547-549, 1985
- [3] Mekky, A. “Effect of rapid increase in motorization levels on road fatality rates in some rich developing countries” Accident Analysis and Prevention, Vol.17 No.2 pp. 101-109 ,1985
- [4] Chakraborty S, Roy S K. “Traffic accident characteristics of Kolkata” Transport and Communications Bulletin for Asia and the Pacific, No.74, pp.75-86, 2005.
- [5] Valli., P.P. “Road accident models for large metropolitan cities of India” IATSS Research, Vol.29, No.1, pp.57-65, 2005
- [6] Akgungor, A P, Dogan E. “Smeed ve Andreassen kaza modellerinin Türkiye uygulaması: farklı senaryo analizleri” Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, cilt.23, No.4, s. 821-827, 2008.
- [7] Mussone L, Ferrari A, Oneta, M. “An analysis of urban collision using an artificial intelligence model” Accident Analysis and Prevention, Vol.3, No.8, pp.705-718, 1999
- [8] Abdelwahab H T, Abdel-Aty M A. “Development of artificial neural network models to predict driver injury severity in traffic accident at signalized intersection” Transportation Research Record 1746, pp.6-13, 2001
- [9] Delen D, Sharda R, Besson M. “Identifying significant predictors of injury severity in traffic accidents using a series of artificial neural networks” Accident Analysis and Prevention Vol.38, No.3, pp.434-444, 2006
- [10] Şen, Z., Yapay Sinir Ağları, Su Vakfı Yayınları, İstanbul, s183, 2004.
- [11] Türkiye İstatistik Kurumu, Karayolları Kaza İstatistikleri 2001-2015.
- [12] Emniyet Genel Müdürlüğü, Trafik Kaza İstatistikleri, 1986-2005