

T.C.  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

REGRESYON ANALİZİ VE YAPAY ZEKA YAKLAŞIMI İLE TÜRKİYE VE  
SEÇİLEN BAZI BÜYÜK İLLERİ İÇİN TRAFİK KAZA TAHMİN MODELLERİ

ERDEM DOĞAN

KASIM 2007

## ÖZET

REGRESYON ANALİZİ VE YAPAY ZEKA YAKLAŞIMI İLE TÜRKİYE VE SEÇİLEN BAZI BÜYÜK İLLERİ İÇİN TRAFİK KAZA TAHMİN MODELLERİ

DOĞAN, Erdem

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Ali Payidar AKGÜNGÖR

Kasım 2007, 106 sayfa

Bu tez çalışmasında, Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları ve bu kazalar sonucunda meydana gelen yaralı ve ölü sayılarını tahmin eden modeller geliştirilmiştir. Modelleri geliştirmek için 1986–2000 yılları arasında kalan veriler, geliştirilen modelleri testi etmek için ise 2000–2005 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Nüfus (P) ve motorlu araç sayıları (N) modellerde kullanılan bağımsız değişkenler olurken, bağımlı değişkenler olarak da sırası ile kaza (C), ölü (D) ve yaralı sayıları (I) alınmıştır. Modeller geliştirilirken üç ayrı teknik kullanılmış olup, bunlar: I) Smeed ve Andreassen model formlarını geliştirmek için kullanılan Regresyon Analizi, II) Yapay Sinir Ağları, III) Genetik Algoritma Teknikleridir. Her üç teknik kullanılarak geliştirilen modeller 5 yıllık dönemde ortama karesel hatalar (OKH) yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Türkiye ve bazı seçilen büyük şehirleri için geliştirilen modeller karşılaştırıldığında yapay zeka tekniği kullanılarak ortaya çıkan modellerin çok daha küçük hatalarla sonuca yaklaştığı gözlenmiştir. Ayrıca araç sayılarının değişimine bağlı İki senaryo dahilinde tahminler yapılmıştır. İlk senaryoda eski araç sayıları verileri kullanılarak oluşturulan eğriye uygun olarak araç sayısının arttığı düşünülmüştür. İkinci senaryoda ise kişi başına düşen araç sayısının, 0.4 olacağı düşünülmüştür. Belirtilen iki senaryo dahilinde 2015 yılına kadar kaza (C), yaralı (I) ve ölü (D) sayılarının tahmini yapılmıştır

**Anahtar Kelimeler:** Kaza Tahmin Modelleri, Smeed, Andreassen, Yapay Sinir Ağları, Genetik Algoritma, Türkiye

## **ABSTRACT**

REGRESION ANALIYSIS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACH  
WITH TRAFFIC ACCIDENT PREDICTION MODELS FOR TURKEY AND  
SOME CHOSEN BIG CITIES

DOĞAN, Erdem

Kırıkkale University

Graduate School Of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering, M. Sc. Thesis

Supervisor : Asst. Prof. Ali Payidar AKGÜNGÖR

November 2007, 106 pages

In this thesis, different accident prediction models were developed for estimating the number of traffic accidents, injuries and deaths in Turkey. The data between 1986 and 2000 were used to develop the accident prediction models, and data between 2001 and 2005 were utilized for testing the models. In all developed models, population (P) and number of motorized vehicles (N) are used as independent variables, while the number of accidents (C), deaths (D) and injuries (I) are selected as dependent variables. three different techniques were used employed in model development; 1) Regression Analysis for Smeed and Andreassen model forms, 2)Artificial Neural Network and 3) Genetic Algorithm Technique. The

performance of the proposed models were evaluated with mean square error (MSE). It is shown that the model developed using artificial intelligence technique produced better results with relatively small errors. Additionally two scenarios were presented for Turkey with various vehicle numbers. In the first scenario; number of vehicle increase with the ratio computed from the current data, In the second scenario, number of vehicles per capita is assumed to reach 0.40. In both scenarios, number of accidents (C), Injuries (I) and deaths (D) were forecast until 2015.

**Key Words:** Accident Prediction Models, Smeed, Andreassen, Artificial Neural Network, Genetic Algorithm, Turkey

## TEŞEKKÜR

Tezimin hazırlanması sırasında her zaman bana vakit ayıran ve yardımları ile bana yol gösteren sayın tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Ali Payidar AKGÜNGÖR' e, yardımlarını esirgemeyen bölüm başkanımız Prof. Dr. Mustafa Yılmaz KILINÇ ve Yrd.Doç. Dr. Osman YILDIZ 'a, hayatımın her aşamasında yanımda olan anne ve babama, tezin hazırlanması esnasında benimle çalışan sevgili kardeşim Ebru DOĞAN' a ve bana her zaman destek olan ve tezimin hazırlanmasında yardım eden sevgili eşim Özlem DOĞAN' a teşekkür ederim.

## **SİMGELER DİZİNİ**

D	Trafik kazası sonucunda ölen kişi sayısı
I	Trafik kazası sonucunda yaralanan kişi sayısı
C	Meydana gelen trafik kazası sayısı
N	Motorlu araç sayısı
P	Nüfus

## **KISALTMALAR**

EGM	Emniyet Genel Müdürlüğü
GA	Genetik Algoritma
YSA	Yapay Sinir Ağları
OKH	Ortalama Kareysel Hata

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### ŞEKİL

2.1.	Türkiye İçin Yıllara Göre Trafik Kazası Sayısı.....	12
2.2.	Türkiye İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı.....	12
2.3.	Türkiye İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı.....	13
2.4.	Adana İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı.....	15
2.5.	Adana İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	15
2.6.	Adana İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	16
2.7.	Ankara İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı .....	18
2.8.	Ankara İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı .....	18
2.9.	Ankara İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	21
2.10.	Antalya İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı .....	21
2.11.	Antalya İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı .....	21
2.12.	Antalya İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	22
2.13.	Bursa İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı.....	24
2.14.	Bursa İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı .....	24
2.15.	Bursa İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	25
2.16.	İçel İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı.....	27
2.17.	İçel İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı .....	27
2.18.	İçel İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	28
2.19.	İstanbul İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı .....	30
2.20.	İstanbul İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı .....	30
2.21.	İstanbul İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	31
2.22.	İzmir İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı .....	33



2.23.	İzmir İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı .....	33
2.24.	İzmir İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	34
2.25.	Konya İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı .....	36
2.27.	Konya İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı .....	36
2.27.	Konya İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı .....	37
2.28.	Yapay Nöron .....	41
2.29.	Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu .....	44
2.30.	Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu .....	44
2.31.	Tanjant Hiperbolik Fonksiyonu .....	45
2.32.	Çok Katmanlı YSA Yapısı (MLP) .....	46
2.33.	Geri Yayılım Algoritmasının YSA'da Uygulanması .....	49
3.1.	Türkiye için Kaza YSA Modeli .....	56
3.2.	Türkiye için Yaralı YSA Modeli .....	57
3.4.	Türkiye için Kaza Modelleri Tahminleri .....	60
3.5.	Türkiye için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	60
3.6.	Türkiye için Ölü Modelleri Tahminleri .....	60
3.7.	Adana için Kaza Modelleri Tahminleri .....	64
3.8.	Adana için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	64
3.9.	Adana için Ölü Modelleri Tahminleri .....	64
3.10.	Ankara için Kaza Modelleri Tahminleri .....	68
3.11.	Ankara için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	68
3.12.	Ankara için Ölü Modelleri Tahminleri .....	68
3.13.	Antalya için Kaza Modelleri Tahminleri .....	72
3.14.	Antalya için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	72
3.15.	Antalya için Ölü Modelleri Tahminleri .....	72

3.16.	Bursa için Kaza Modelleri Tahminleri .....	76
3.17.	Bursa için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	76
3.18.	Bursa için Ölü Modelleri Tahminleri .....	76
3.19.	İçel için Kaza Modelleri Tahminleri .....	80
3.20.	İçel için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	80
3.21.	İçel için Ölü Modelleri Tahminleri .....	80
3.22.	İstanbul için Kaza Modelleri Tahminleri .....	84
3.23.	İstanbul için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	84
3.24.	İstanbul için Ölü Modelleri Tahminleri .....	84
3.25.	İzmir için Kaza Modelleri Tahminleri .....	88
3.26.	İzmir için Yaralı Modelleri Tahminleri .....	88
3.27.	İzmir için Ölü Modelleri Tahminleri .....	88
3.28.	Konya için Ölü Modelleri Tahminleri .....	92
3.29.	Konya için Ölü Modelleri Tahminleri .....	92
3.30.	Konya için Ölü Modelleri Tahminleri .....	92
3.31.	Türkiye Geneline İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	93
3.32.	Adana ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	93
3.33.	Ankara ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar.....	93
3.34.	Antalya ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	94
3.35.	Bursa ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	94

3.36. İçel ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	95
3.37. İstanbul ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	95
3.38. İzmir ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	95
3.39. Konya ili İçin 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar .....	96
3.40. Senaryo 1 için Türkiye geneli Araç Artış Grafiği .....	97

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### ÇİZELGE

2.1. Türkiye İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	11
2.2. Adana İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları.....	14
2.3. Ankara İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	17
2.4. Antalya İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	20
2.5. Bursa İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	23
2.6. İçel İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	26
2.7. İstanbul İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	31
2.8. İzmir İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	32
2.9. Konya İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları .....	35
3.1 Türkiye için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	59
3.2 Türkiye için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	63
3.3 Ankara için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	67
3.4 Antalya için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	71
3.5 Bursa için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	75
3.6 İçel için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	79
3.7 İstanbul İçin Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	83
3.8 İzmir İçin Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	87
3.9 Konya İçin Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri .....	91
3.10. Türkiye İçin 2015 Yılına Kadar Nüfus Ve Araç Sayısı Tahmini .....	98
3.11. Türkiye İçin 2015 Yılına Kadar Kaza, Yaralı, Ölü Tahmini .....	98

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
SİMGELER DİZİNİ .....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xi
İÇİNDEKİLER .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Kaynak Özetleri.....	2
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı .....	9
2. MATERYAL VE YÖNTEM .....	10
2.1. Veriler.....	10
2.1.1. Türkiye .....	11
2.1.2 Adana .....	14
2.1.3 Ankara .....	17
2.1.4 Antalya .....	20
2.1.5 Bursa .....	23
2.1.6 İçel ..	26
2.1.7 İstanbul .....	29
2.1.8 İzmir .....	32
2.1.9 Konya .....	35

2.2. Regresyon Analizi.....	38
2.2.1. Smeed Modeli .....	38
2.2.2 Andreassen Modeli .....	40
2.3. Yapay Sinir Ağları .....	41
2.3.1. Yapay Nöron .....	41
2.3.1.1. Girdiler .....	42
2.3.1.2 Ağırlıklar .....	42
2.3.1.3 Toplama Fonksiyonu .....	42
2.3.1.4 Aktivasyon Fonksiyonları.....	43
2.3.1.4.1 Doğrusal Fonksiyon .....	43
2.3.1.4.2 Sigmoid Fonksiyon.....	44
2.3.1.4.3 Tanjant Hiperbolik Fonksiyon.....	45
2.3.2. Yapay Sinir Ağı Yapıları.....	46
2.3.2.1.Çok Katlı Perseptronlar (MLP).....	47
2.3.3. Öğrenme Algoritmaları .....	47
2.3.3.1. Geri Yayılım Algoritması (BP) .....	47
2.4. Genetik Algoritma .....	50
2.4.1.Amaç Fonksiyonunun Belirlenmesi .....	50
2.4.2.Kodlama .....	51
2.4.3. Başlangıç Popülasyonunun Oluşturulması .....	52
2.4.2. Seçme .....	52
2.4.2.1 Rulet tekeri .....	52
2.4.2.2 Turnuva Seçimleri .....	53
2.4.3. Çaprazlama .....	54

3. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	55
3.1. Türkiye için Modeller .....	55
3.1.1. Smeed Modelleri .....	55
3.1.2. Andreassen Modelleri.....	56
3.1.3. YSA Modelleri .....	56
3.1.4 Genetik Algoritma Modelleri .....	57
3.2. Adana için Modeller .....	61
3.2.1. Smeed Modelleri .....	61
3.2.2. Andreassen Modelleri.....	61
3.2.3. YSA Modelleri .....	61
3.2.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	62
3.3. Ankara için Modeller .....	65
3.3.1. Smeed Modelleri .....	65
3.3.2. Andreassen Modelleri.....	65
3.3.3. YSA Modelleri .....	65
3.3.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	66
3.4. Antalya için Modeller .....	69
3.4.1. Smeed Modelleri .....	69
3.4.2. Andreassen Modelleri.....	69
3.4.3. YSA Modelleri .....	69
3.4.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	70
3.5. Bursa için Modeller .....	73
3.5.1. Smeed Modelleri .....	73
3.5.2. Andreassen Modelleri.....	73
3.5.3. YSA Modelleri .....	73

3.5.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	74
3.6. İçel için Modeller .....	77
3.6.1. Smeed Modelleri .....	77
3.6.2. Andreassen Modelleri.....	77
3.6.3. YSA Modelleri .....	77
3.6.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	78
3.7. İstanbul için Modeller .....	81
3.7.1. Smeed Modelleri .....	81
3.7.2. Andreassen Modelleri.....	81
3.7.3. YSA Modelleri .....	81
3.7.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	82
3.8. İzmir için Modeller.....	85
3.7.1. Smeed Modelleri .....	85
3.7.2. Andreassen Modelleri.....	85
3.7.3. YSA Modelleri .....	85
3.7.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	86
3.9. Konya için Modeller.....	89
3.7.1. Smeed Modelleri .....	89
3.7.2. Andreassen Modelleri.....	89
3.7.3. YSA Modelleri .....	89
3.7.4. Genetik Algoritma Modelleri .....	90
3.10. Modellerin Karşılaştırılması .....	93
3.10. Türkiye İçin Kaza Senaryoları .....	96
4. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	100
KAYNAKLAR .....	104



## 1. GİRİŞ

Trafik kazaları ve bu kazaların neden olduğu ölüm ve yaralanmalar hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin karşı karşıya kaldığı ciddi bir trafik güvenliği problemidir. Her yıl yaklaşık olarak dünya genelinde 1,2 milyon kişi trafik kazalarına bağılı olarak yaşamını yitirmekte, 50 milyona yakın kişide bu kazalarda yaralanmaktadır. Trafik kazalarından ve bu kazalar bağılı olarak oluşan ölüm ve yaralanmalardan gelişmekte ve gelişmişliğe geçişde olan ülkeler daha fazla etkilenmektedir. Bu ülkelerdeki toplam araç sayısı gelişmiş ülkelerdeki toplam araç sayısının 1/3 ü olmasına rağmen, trafik kazalarındaki ölümlerin 3/4 ü yine bu ülkelerde meydana gelmektedir.<sup>(1)</sup>

Benzer şekilde, gelişmişliğe geçiş aşamasında olan diğer ülkelerde olduğu gibi, Türkiye'de de trafik kazaları ve bu kazaların neden olduğu problemler ciddi boyuttadır. Her yıl ülke genelinde yaklaşık 5000 kişi trafik kazalarında ölmekte ve 135.000 den fazla kişide yaralanmaktadır. Başka bir ifadeyle, Türkiye'de 1986 ile 2005 yılları arasında kayıtlara geçen 5.893.535 adet kaza meydana gelmiş olup, bu kazalarda 103.969 kişi hayatını kaybetmiş ve 1.966.317 kişi de yaralanmıştır.

Yol güvenliği ile ilgili planlama ve politikaların belirlenmesinde, ileriye yönelik kaza tahminlerin bilinmesi ve modellenmesi gerekmektedir. Geliştirilen modellerin güvenilirliği ise kazayı etkileyen parametrelerin doğru olarak tespit edilmesine, bu parametrelere ait verilerin güvenilirliğine ve kullanılan istatistiksel analiz yöntemlerine bağılıdır.

## 1.1. Kaynak Özetleri

Farklı yöntemler kullanılarak literatürde geliştirilmiş birçok kaza modelleri bulunmaktadır. Bu konuda çalışan araştırmacılardan biri olan R.J. Smeed <sup>(2)</sup> 1938 yılına ait 20 farklı ülkelerden aldığı veriler yardımıyla ölüm, araç sayısı ve nüfus arasındaki ilişkiyi incelemiş ve Smeed kanunu olarak da bilinen bir kaza tahmin modeli geliştirmiştir. Ancak, Andreassen<sup>(3)</sup> Smeed modelinin verilerin bir yıla ait olduğunu, bir zaman serisi içermediğini ve modele ait sabit ve üstel değerlerinin her ülke için farklı olabileceğinden dolayı geliştirilen bu modelin bütün ülkeler için uygulanamayacağını ifade etmiştir.

Mekky <sup>(4)</sup> gelişmekte olan ülkelerde taşıtlardaki hızlı artışın ölüm oranlarına olan etkisini araştırmış ve bu araştırmalarına bağlı olarak sanayileşmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerde araç başına ölüm oranları ile motorlu taşıt sayıları arasında ters bir ilişkinin olduğunu ortaya koymuştur.

Partyka<sup>(5)</sup> iş ve nüfus verilerini kullanarak bir kaza tahmin modeli geliştirmiştir. Modelinde çalışan insan sayısı, çalışacak durumda olan fakat işsiz olan insan sayısı ve çalışamayacak olan kişi sayılarını model parametreleri olarak kullanmıştır.

Mohan<sup>(6)</sup> ölümlü kazaları Hindistan'ın Delhi kenti örneğinde incelemiştir. 1984 yılında Delhi'nin diğer sanayileşmiş kentlerden farklı olduğunu kazaların %80'nin yayaların, iki tekerlekli araçların ve otobüslerin neden olduğunu ve diğer motorlu taşıtların ölümlerde daha az rolü olduğunu belirtmiştir.

Vali<sup>(7)</sup> Hindistan ve metropol kentleri için Smeed ve Andreassen bağıntılarından faydalanarak kaza tahmin modelleri geliştirmiştir. Valli geliştirdiği modeller yardımıyla 2007 ve 2010 yılları için kaza, yaralı ve ölü sayılarını tahmin etmiştir.

Zegeer<sup>(8)</sup> kazaların meydana gelmesinde değişkenlerin de etkili olduğunu belirterek trafik, yol geometrisi ve arazi yapısına ait verileri kullanarak bir kaza tahmin modeli geliştirmiştir.

Akgüngör ve Yıldız<sup>(9)</sup> ise “fractional factorial metodunu” kullanarak Zeeger in modelindeki parametrelerin duyarlılıklarını inceledikleri çalışmada yıllık ortalama günlük trafiğin modeldeki en etkin parametre olduğunu ortaya koymuşlardır.

Son yıllarda ilgi gören konulardan biri olan yapay sinir ağları (YSA) ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmalar YSA nın birçok farklı konuda kullanılabileceğini göstermiştir.

Murat ve Ceylan<sup>(10)</sup> , yaptıkları çalışmada Türkiye'nin 2020 yılına kadar olan ulaştırma enerjisi talebini yapay sinir ağları metodunu kullanarak tahmin etmişlerdir. Modellerini oluştururken ağın girdi değişkenleri olarak gayri safi milli hâsıla, nüfus ve araç-km değerlerini kullanmışlar ve çeşitli senaryolar dahilinde ulaştırmada kullanılacak enerjiyi miktarını tahmin etmeye çalışmışlardır. Gelişmekte olan ülkelerde enerji miktarını tahmin etmenin geleceğe yönelik planların yapılırken önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Hsiao ve Tien Pao<sup>(11)</sup> , yapay sinir ağları metodunu kullanarak kısa ve uzun dönemlere ait elektrik piyasası fiyatlarını tahmin etmişlerdir. Söz konusu

çalışmasında, YSA ile regresyon modellerini karşılaştırmışlar ve YSA'nın daha doğru tahminler yaptığını ortaya koymuşlardır..

Wang<sup>(12)</sup>, çalışmasında motorlu araç trafiği emisyon değerlerini YSA kullanarak tahmin etmiştir. Araştırmacı bu çalışmasında emisyon değerlerini TRAF-NETSİM simülasyon programından derlemiş ve CO, HC (hidrokarbon) ve NO<sub>x</sub> değerlerini YSA ve geleneksel regresyon modelleri ile karşılaştırmıştır. Buna göre YSA' nın tahminlerde regresyon modeline göre daha başarılı olduğunu gözlemlemiştir.

Faghri ve Hua<sup>(13)</sup> ART (Adaptive resonance theory) kullanarak yıllık ortalama günlük trafiği mevsimsel faktörleri kullanarak tahmin etmeye çalışmışlardır. Buldukları ağı regresyon modelleri ile karşılaştıran araştırmacılar, YSA tekniğinin daha iyi sonuçlar ürettiğini tespit etmişlerdir.

Göktepe, Açar ve Lav<sup>(14)</sup> , karayollarında esnek üstyapın mekanik özelliklerini YSA modellerini kullanarak araştırmışlardır. Bu çalışmada defleksiyon değeri ve tabaka kalınlığı giriş verisi olarak, çıkış değişkeni olarak da elastisite modülü alınmıştır. Birçok farklı ağ mimarisi denenerek hatayı minimum yapacak olan ağ mimarisini bulunmaya çalışılmıştır. Elde edilen performans değerlerinin oldukça yüksek olduğu, ağ mimarisinin YSA'nın performansını önemli derecede etkilediği bu yüzden uygun ağ mimarinin iyi araştırılması gerektiğini, gerçek zamanlı olarak esnek üst yapıların mekanik özelliklerinin geri hesaplanmasında kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Satio ve Fan<sup>(15)</sup> optimum sinyalizasyon sürelerini trafik gecikmelerini ve trafik içindeki değişimleri kullanarak bir YSA yapısı geliştirmişlerdir. Bu YSA ağını eğitmek için geri yayılım algoritmasını kullanmışlardır.

Gagarin<sup>(16)</sup> kamyon özelliklerini, köprülerde meydana gelen tepkileri girdi olarak kullanarak bulmaya çalışmıştır. Bu çalışmasında Radyal tabanlı YSA yapısı kullanmıştır

Eldin ve Senouci<sup>(17)</sup> geriye yayılım algoritması kullanarak oluşturdukları YSA yapısı ile karayolu asfalt durumunu tespit etmeye çalışmışlardır. Sonuç olarak uzman tespitlerinden daha iyi sonuçlar elde etmişlerdir.

Kaboudan<sup>(18)</sup> ham petrol fiyatlarını tahmin eden iki adet model geliştirmiştir. YSA ve genetik algoritma yöntemleri ile aylık bazda tahminler sonucunda araştırmacı genetik algoritmanın daha makul sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir.

Yapay zekânın bir diğer kolu olan Genetik Algoritma (GA), 1970'lerde John Holland tarafından ortaya atılmıştır. GA'lar bir başlangıç popülasyonu alıp çeşitli seçimler yardımıyla en uygun çözüme yaklaşan metotlardır. Bu konuda günümüzde çok sayıda araştırma yapılmaktadır.

Arifovic ve Gençbay<sup>(19)</sup>, ileri beslemeli YSA'ların mimari yapılarını belirlemek için Genetik Algoritma metodunu kullanmışlardır. Çalışmalarında öncelikle global optimumu yakalayacak olan keyfi bir fonksiyon araştırılmış ardından YSA'nın mimarisini oluşturan ara katman sayıları, nöron sayıları ve katmalar arasında kurulan bağlantı türleri GA yardımıyla oluşturulmuştur. Bunu takiben elitizm prosedürünün algoritma performansına etkisini araştırılmıştır. Sonuç olarak; genetik algoritma ile optimize edilmiş YSA mimarilerinin daha küçük hatalar verdiğini gözlemlenmiştir. Fakat gizli nöron sayısı fazlaştıkça daha geleneksel metotların kullanılması gerektiğini

belirtilmemiştir. Yazarlar elitizm operatörünün genetik algoritma için gereken süreyi azalttığı gözlemlemiştir.

Haldenbilen ve Ceylan<sup>(20)</sup> Türkiye için ulaştırma sektöründeki enerji talebini GA yardımıyla modellemeye çalışmışlardır. Talebi tahmin etmek için kullanılan üç bağımsız değişken: nüfus, gayri safi milli hâsıla, araç-km değerleridir. Üç değişik model formu (lineer, üstel ve kuadratik) parametrelerini GA yardımıyla tahmin etmeye çalışmışlardır. Model parametrelerini tespit ettikten sonra 2020 yılına kadar çeşitli senaryolar dâhilinde enerji talebini tahmin etmişlerdir. Bu çalışma sonucunda en uygun model şekli üstel model olarak bulunmuştur. Lineer model formu gerçek değerlerden daha az tahminlerde bulunurken, kuadratik model formunun fazla tahminler yaptığını belirtmişlerdir.

Gündoğdu, Gökdağ ve Yüksel<sup>(21)</sup> , Erzurum ili örneğinde, trafik den kaynaklı gürültü seviyesi ile araç kompozisyonu arasında ilişki kuran modeller geliştirmişlerdir. Modelleri geliştirmek için GA yöntemini kullanan araştırmacılar, girdi değişkenleri olarak; araç sayımlarını, araç kompozisyonları için üst gürültü değerlerini ve bölgedeki yüksek yapıların yol genişliğine oranını kullanmışlardır. Oluşturulan modeller, mevcut ölçümler ve daha önceden geliştirilmiş modeller ile karşılaştırıldığında nispeten iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir.

Altunkaynak ve Esin<sup>(22)</sup>, doğrusal olmayan regresyon analizinde kullanılan parametrelerin tahmini için Gauss-Newton ve GA'yı kullanmıştır. Parametre tahmini için kullanılan fonksiyonlar üç ve dört parametrelilik olarak iki grup altında incelenmiştir.

Bir örnek veri kümesi için bu parametreleri tahmin eden analizler sonucunda, sonuçların birbirine oldukça yakın olduğu gözlenmiştir. Fakat Gauss-Newton parametre tahmin metodunun başarısı başlangıç noktasına bağlı olduğu bu noktanın iyi seçilmemesi halinde yerel minimuma yakalanılabileceği ama GA da böyle bir ihtimalin olmadığı vurgulanmıştır.

Ceylan ve Öztürk <sup>(23)</sup> , enerji ihtiyacının modellenmesi konusundaki çalışmalarında Türkiye için lineer ve üstel olmak üzere iki model GA yaklaşımı kullanılarak geliştirmişlerdir. Modellerinde girdi değişkenleri olarak nüfus, gayri safi milli hâsıla ve ithalat-ihracat miktarları kullanılmıştır. Üç farklı senaryo dâhilinde modeller çalıştırılmış ve 2025 yılına kadar olan süreç de Türkiye'nin ihtiyaç duyacağı enerji miktarı hesaplanmaya çalışılmıştır. Hesaplanan değerler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) 'nin yaptığı kestirimlerle karşılaştırılmıştır. Geliştirilen modeller, geçmiş yıllara bakılarak ETKB'nin yaptığı tahminlerle karşılaştırıldığında daha küçük hatalar verdiği görülmüştür. 2025 yılına kadar olan tahminlere bakıldığında ise 2020–2025 yılları arasında üstel olarak oluşturulan modele göre ETKB'nin yaptığı tahminlerin yüksek, lineer formda oluşturulan modelin ise düşük tahminler yaptığı belirtilmiştir.

Haldenbilen ve Ceylan <sup>(24)</sup> , şehirlerarasında ki ulaştırma talebini modellemek için GA kullanmışlardır. Çalışmalarında ekonomik ve sosyal verileri kullanan araştırmacılar, 1980–1998 yılları arasında ki verileri modeli oluşturmak için, 2002 yılına kadar olan dört yıllık süreyi ise modellerin test edilmesi için kullanmışlardır.

Ulaşım talebini etkileyen üç ana parametre: Nüfus, gelir ve araç sahipliği alınarak yukarıdaki denklem formlarına göre üç adet model geliştirilmiştir. Bu modeller, en küçük kareler yöntemi ile karşılaştırıldığında exponansiyel model formunun diğer iki forma göre daha iyi sonuçlar ürettiği gözlenmiştir. Senaryolar dâhilinde 2025 yılına kadar olan süreç oluşturulan exponansiyel model yardımıyla tahmin edilmeye çalışılmıştır. GA'nın kolay uygulanabilirliği, daha iyi sonuçlar vermesi çalışma sonuçları olarak belirtilmiştir.

## **1.2.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı**

Bu çalışmanın ana amacı, nüfus ve motorlu araç sayılarını kullanarak, regresyon analizi, YSA, GA metotlarını kullanarak Türkiye, Adana, Ankara, Antalya, Bursa, İçel, İstanbul, İzmir ve Konya illerinde gelecekte meydana gelmesi muhtemel trafik kazalarının sayısını ve bu kazalar neticesinde oluşacak yaralanma ve ölü sayılarının çeşitli metotlarla tespit etmeye çalışmaktır. Böylece, elde edilen bu tahminler trafik güvenliğini arttıracak yeni planların tespit edilmesine katkı sağlayacaktır.

Çalışmanın bir diğer amacı da, bu modeller geliştirilirken kullanılacak olan; regresyon analizi, yapay sinir ağları ve genetik algoritma yöntemlerinin bir karşılaştırmasını ortaya koymaktır. Bu karşılaştırma ile yöntemlerin birbirine olan üstünlükleri kaza modelleri örneğinde tespit edilecektir.

Modellerin geliştirilmesi ve uygun olan modelin belirlenmesinin ardından belirlenen iki senaryo dâhilinde Türkiye için 2015 yılına kadar olan bir zaman diliminde kaza, yaralı ve ölü sayılarının tahmini yapılacaktır. Böylece ilerde oluşacak trafik kazası ve sonuçlarının sayısal olarak



değerlerinin belirlenmesi ve bu değerlerin oluşturulacak trafik güvenliği politikalarına yardımcı olması hedeflenmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu bölümde, ilk olarak kaza modellerini geliştirmek için kullanılan veriler açıklanacak daha sonra ise trafik kaza modellerinin oluşturulmasında kullanılan; Regresyon Modeli (Smeed ve Andreassen),Yapay Sinir Ağları,Genetik Algoritma Metotları hakkında bilgi verilecektir.

### 2.1. Veriler

Karayolu trafik kaza modellerinin geliştirilmesi ve test edilmesi için 1986 ile 2005 yılları arasında 20 yıllık zaman serisi verileri ele alınmıştır. Geliştirilecek olan modellerde, kaza sayısı, yaralı sayısı ve ölü sayısı bağımlı değişkenler olarak ele alınırken, bağımsız değişkenler olarak nüfus ve motorlu araç sayısı kullanılmıştır.

Türkiye, Adana, Ankara, Antalya, Bursa, İçel, İstanbul, İzmir ve Konya illerine ait kaza, yaralı ve ölü sayıları Emniyet Genel Müdürlüğü'nden(EGM)<sup>(26)</sup>, nüfus ve motorlu araç sayısına ait veriler ise Türkiye İstatistik Kurumu<sup>(27)</sup> 'ndan sağlanmıştır.

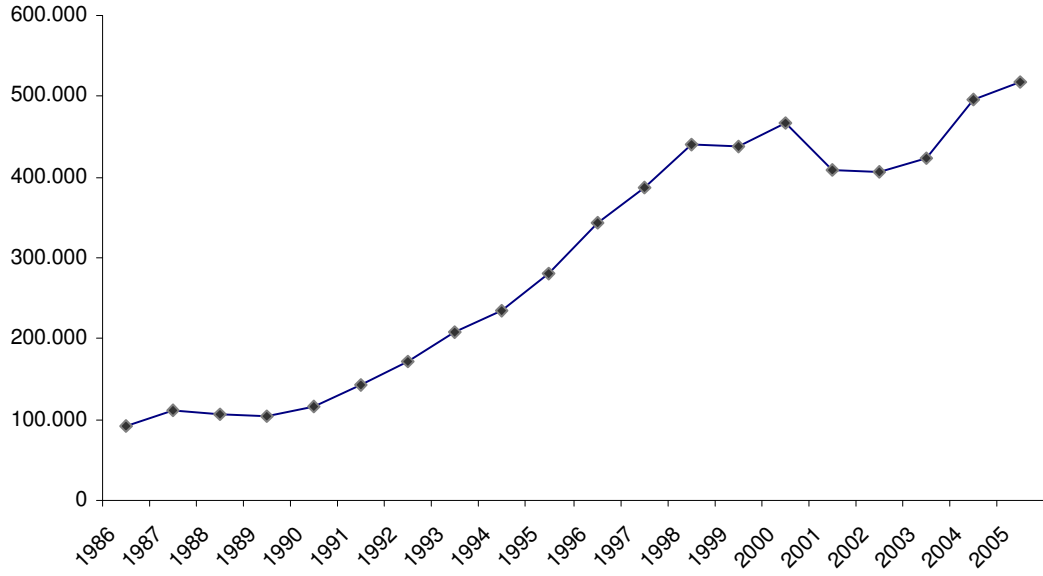
Türkiye ve yukarıda sayılan illere ait veriler aşağıda yer alan çizelge ve şekillerle verilmiştir.

### 2.1.1. Türkiye

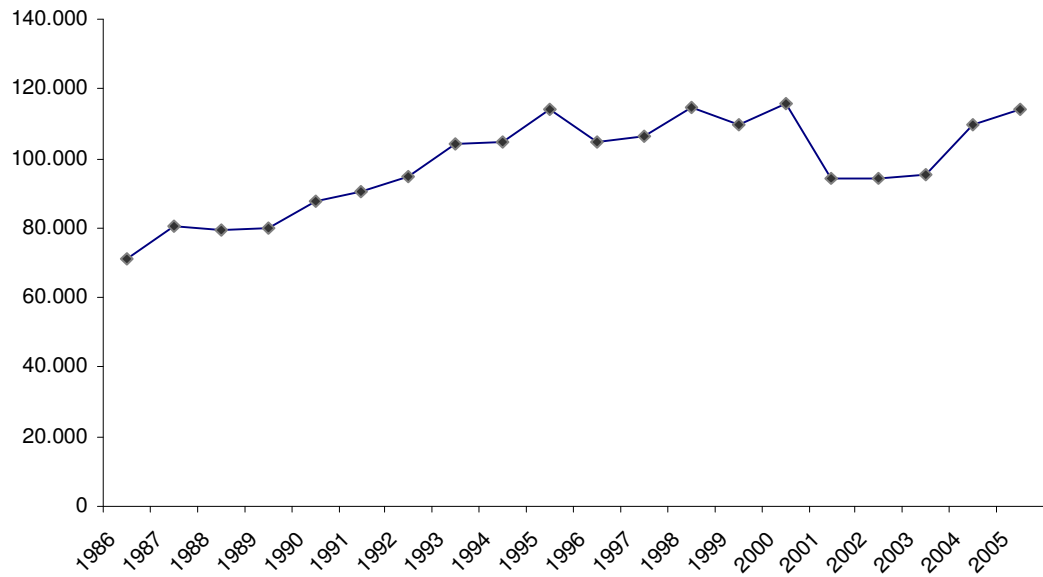
Türkiye’de nüfus ve karayolunda kullanılan motorlu araç sayıları sürekli olarak artış eğilimi göstermiştir. Nüfus 1986’dan 2005 yılına kadar olan süreç de % 38 oranında artarken, motorlu araç sayısı aynı zaman diliminde yaklaşık % 294 oranında artmıştır. 2005 yılı itibari ile 1000 kişiye düşen motorlu araç sayısı ise yaklaşık 147 olmuştur.

**Çizelge 2.1.** Türkiye İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları

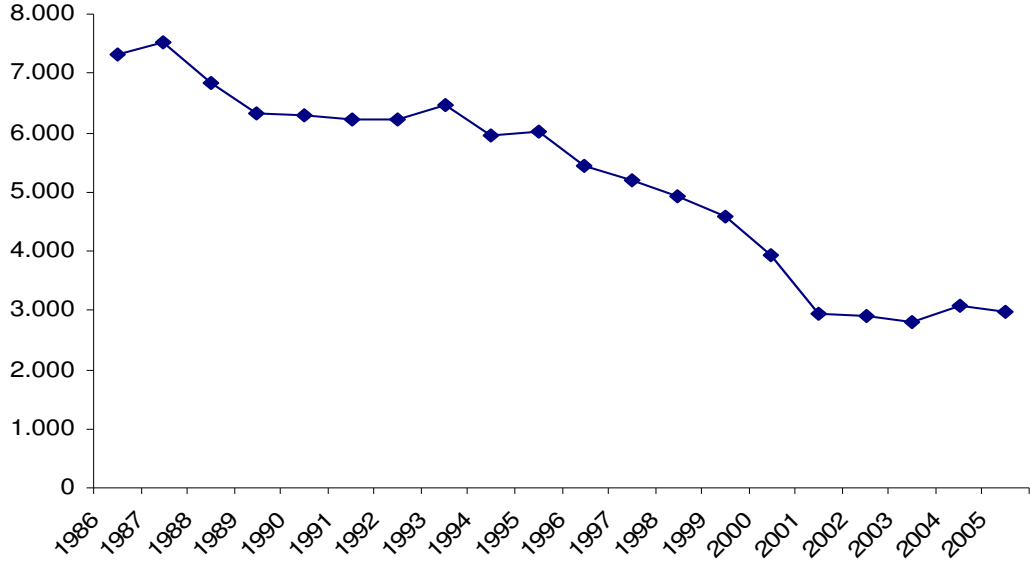
<b>YILLAR</b>	<b>NÜFUS (P)</b>	<b>MOTORLU ARAÇ SAYISI (N)</b>
1986	52.057.400	2.688.139
1987	53.132.800	2.895.949
1988	54.208.200	3.111.324
1989	55.283.600	3.332.623
1990	56.154.000	3.673.676
1991	57.272.000	4.011.697
1992	58.392.000	4.482.070
1993	59.513.000	5.126.346
1994	60.637.000	5.468.711
1995	61.763.000	5.762.194
1996	62.909.000	6.124.868
1997	64.064.000	6.685.076
1998	65.215.000	7.166.597
1999	66.350.000	7.551.356
2000	67.420.000	8.103.214
2001	68.365.000	8.291.304
2002	69.302.000	8.445.126
2003	70.231.000	8.717.207
2004	71.152.000	10.236.358
2005	72.065.000	10.586.245



**Şekil 2.1.** Türkiye İçin Yıllara Göre Trafik Kazası Sayısı



**Şekil 2.2.** Türkiye İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı



**Şekil 2.3.** Türkiye İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

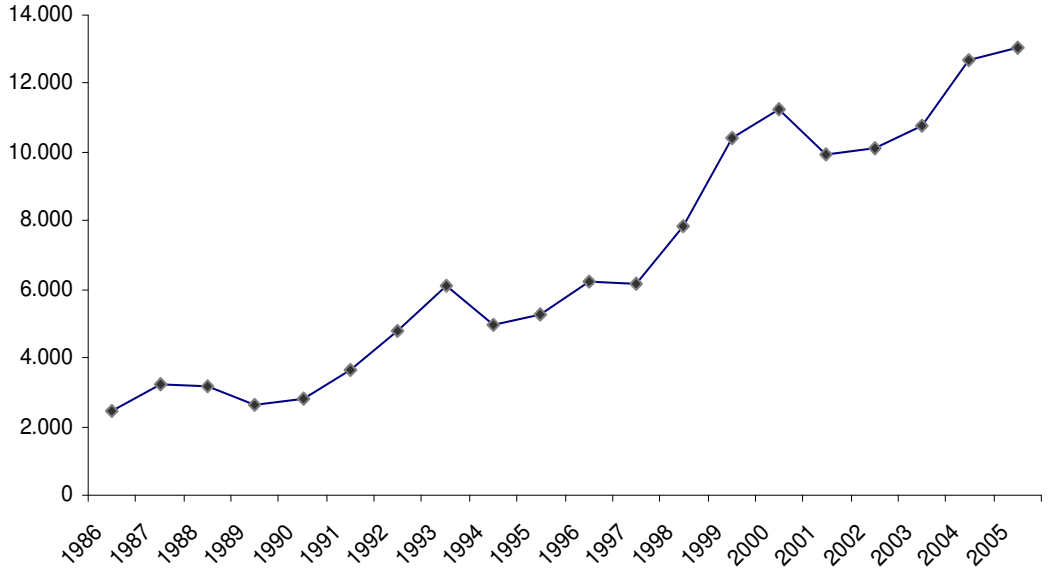
Türkiye’de meydana gelen trafik kazaları şekil 2.1-2-3 de görüldüğü üzere ciddi boyutlarda can ve mal kaybına sebep olmuştur. 1986 yılından 2005 yılına kadar geçen sürede Emniyet Genel Müdürlüğü sınırları içerisinde toplam olarak 5,9 milyon trafik kazası meydana gelmiş, bu kazalarda 1,95 milyon kişi yaralanmış ve yaklaşık 103 bin kişi hayatını kaybetmiştir. Bu konu ile ilgili yapılacak olan iyileştirmeler muhakkak ülkemiz için son derece önemlidir. 2005 yılı itibari ile Türkiye’de 10.000 araca düşen kaza yaralı ve ölü sayıları ise sırası ile 488, 108, 2,8 olmuştur.

### 2.1.2 Adana

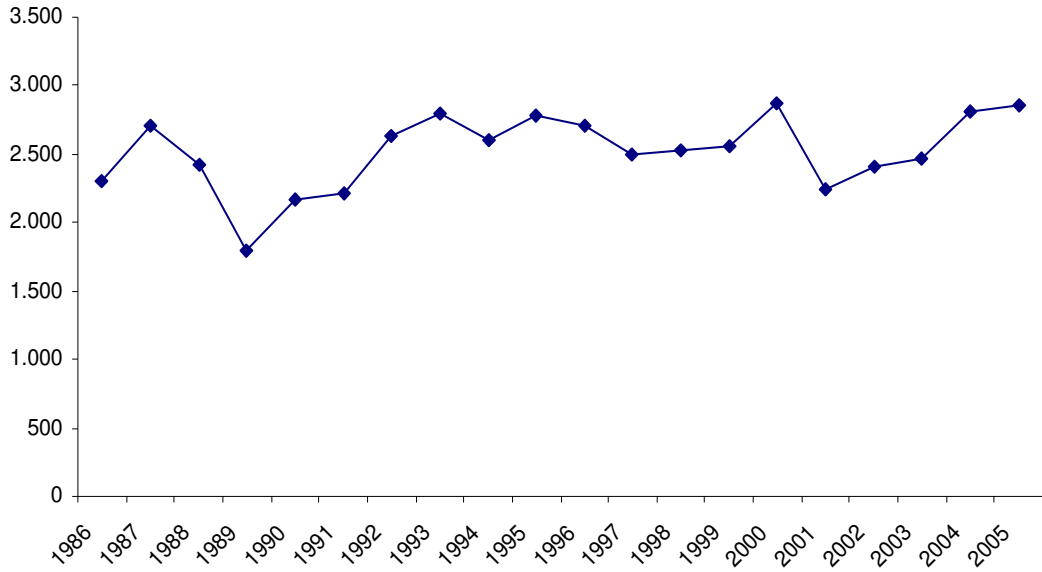
Adana ilinde son 20 yıllık dönemde nüfusta % 37 ile Türkiye ortalamasına yakın bir artış olmuştur. Motorlu araç sayısına bakıldığında yaklaşık % 245 oranında bir artış ile Türkiye ortalamasının hemen altında bir değerde seyretmiştir. 2005 yılı itibari ile 1000 kişiye düşen araç sayısına bakıldığında, yaklaşık 187 araç ile Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir.

**Çizelge 2.2.. Adana İli İçin Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayıları**

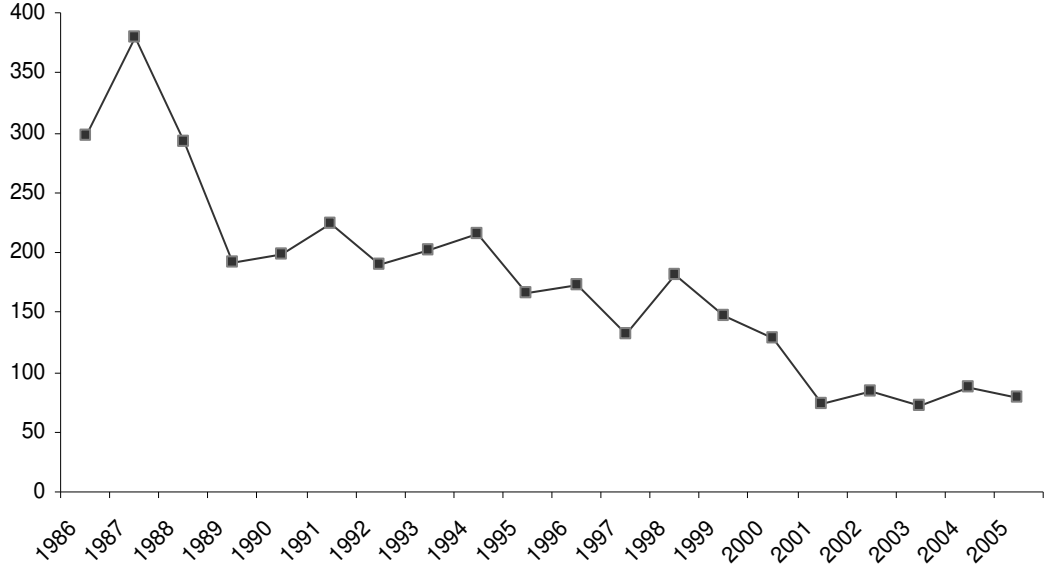
<b>YIL</b>	<b>NÜFUS</b>	<b>MOTORLU ARAÇ SAYISI</b>
1986	1.433.905	105.979
1987	1.462.241	113.563
1988	1.490.577	119.464
1989	1.518.913	125.570
1990	1.540.726	136.189
1991	1.570.590	148.699
1992	1.600.456	166.672
1993	1.630.296	194.599
1994	1.660.166	206.153
1995	1.690.038	215.556
1996	1.720.407	225.794
1997	1.750.970	233.027
1998	1.781.369	244.540
1999	1.811.278	256.113
2000	1.839.354	273.451
2001	1.863.963	279.574
2002	1.888.308	283.930
2003	1.912.392	295.963
2004	1.936.215	341.987
2005	1.959.777	366.279



**Şekil 2.4.** Adana İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.5.** Adana İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı



**Şekil 2.6.** Adana İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

Adana ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza sayısı 355, yaralı sayısı 78 ölü sayısı ise 2,1 dolaylarında gerçekleşmiştir. Bu yönü ile Türkiye ortalamasının altında kaza oranı gözlenmektedir.

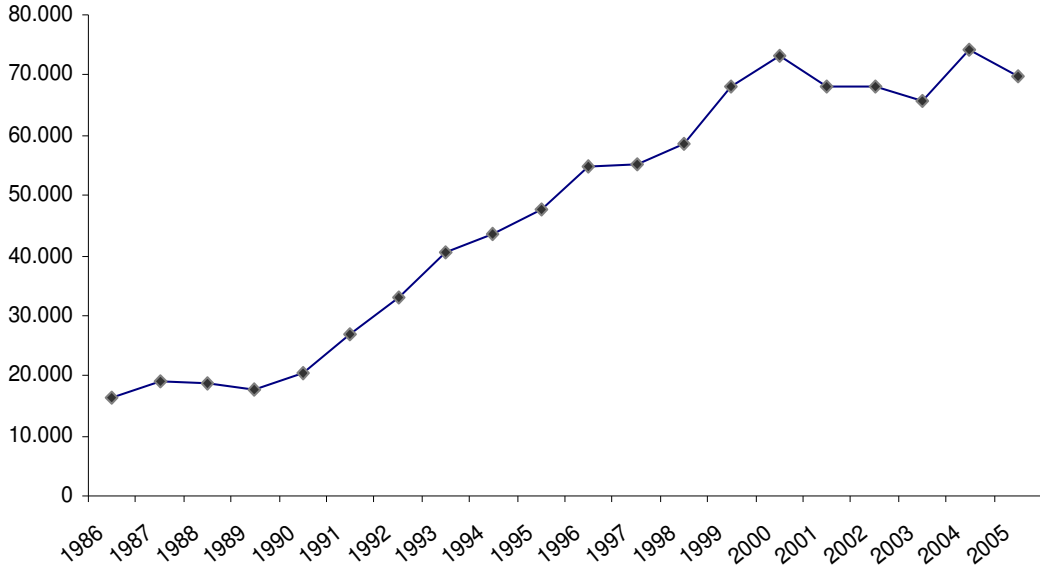


### 2.1.3 Ankara

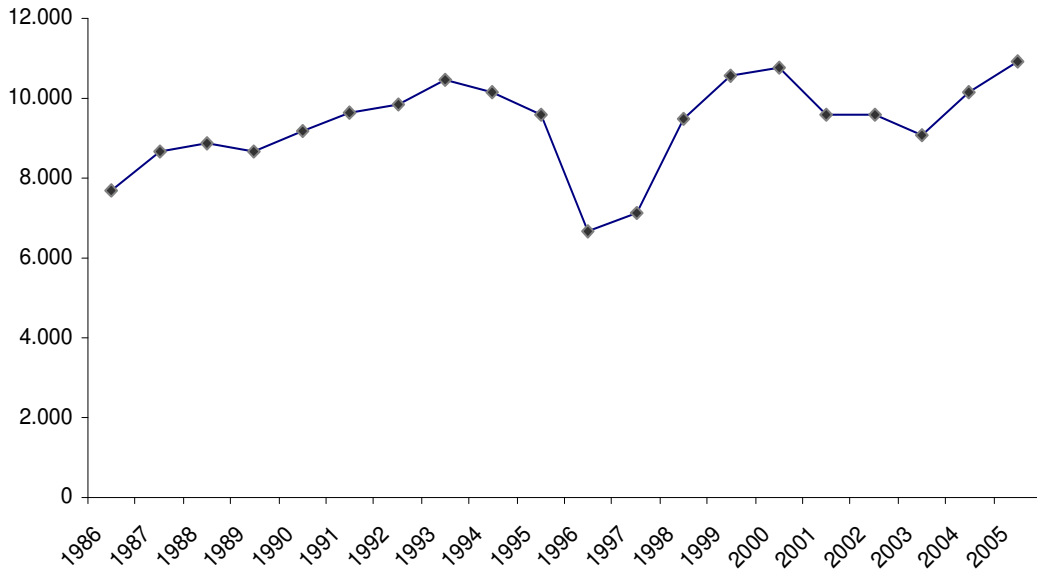
Ankara ilinde 1986 yılı ile 2005 yılları arasında nüfus % 47 artış gösterirken, motorlu kara taşıtı sayısı ise yaklaşık % 304 lük bir artış göstermiştir. 1986 yılında 1000 kişiye 88 araç düşerken 2005 yılına gelindiğinde bu rakam 242 ye yükselmiştir.

**Çizelge 2.3** Ankara İli İçin Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayıları

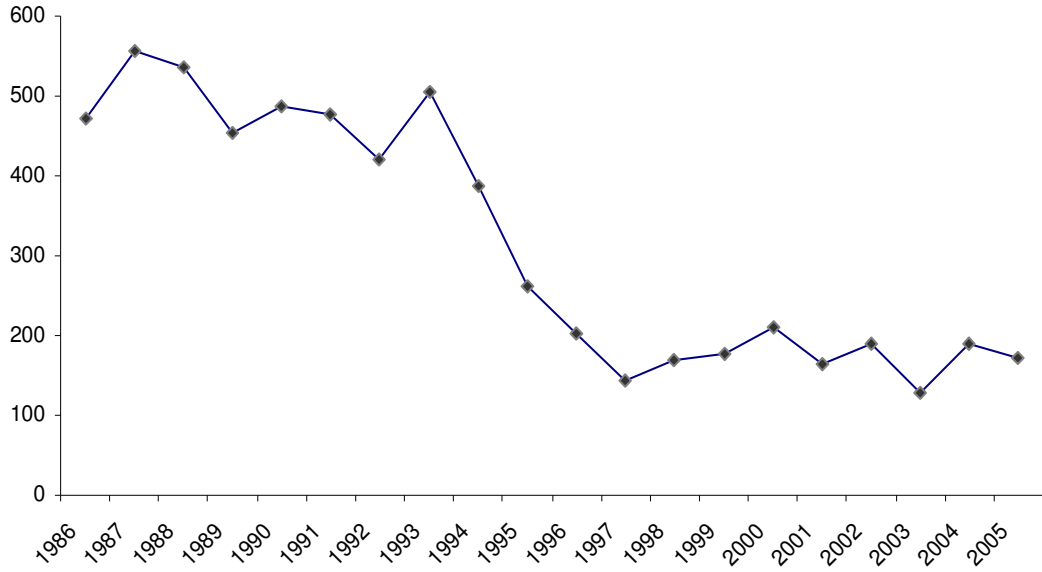
YIL	NÜFUS	MOTORLU ARAÇ SAYISI
1986	2.922.812	259.562
1987	2.997.317	278.966
1988	3.071.822	295.155
1989	3.146.327	297.787
1990	3.214.942	328.547
1991	3.289.437	360.879
1992	3.364.414	417.539
1993	3.439.816	497.384
1994	3.515.759	530.589
1995	3.592.187	553.026
1996	3.670.155	587.509
1997	3.749.027	647.150
1998	3.828.042	706.391
1999	3.906.489	758.881
2000	3.981.457	843.514
2001	4.049.345	866.112
2002	4.117.065	879.378
2003	4.184.611	908.474
2004	4.251.980	976.672
2005	4.319.167	1.048.684



**Şekil 2.7.** Ankara İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.8.** Ankara İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı



**Şekil 2.9.** Ankara İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

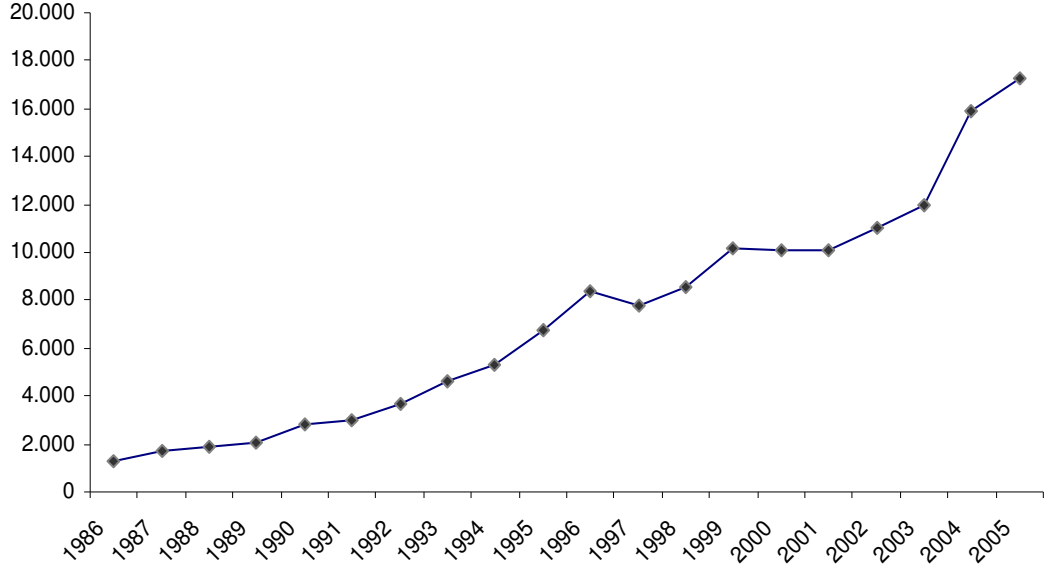
Ankara ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza sayısı 655, yaralı sayısı 104, ölü sayısı ise 1,6 dolaylarında gerçekleşmiştir. Kaza oranı, Türkiye ortalamasının üstünde seyrederken, ölü ve yaralı oranları Türkiye ortalamasının altında olduğu gözlenmiştir.

#### 2.1.4 Antalya

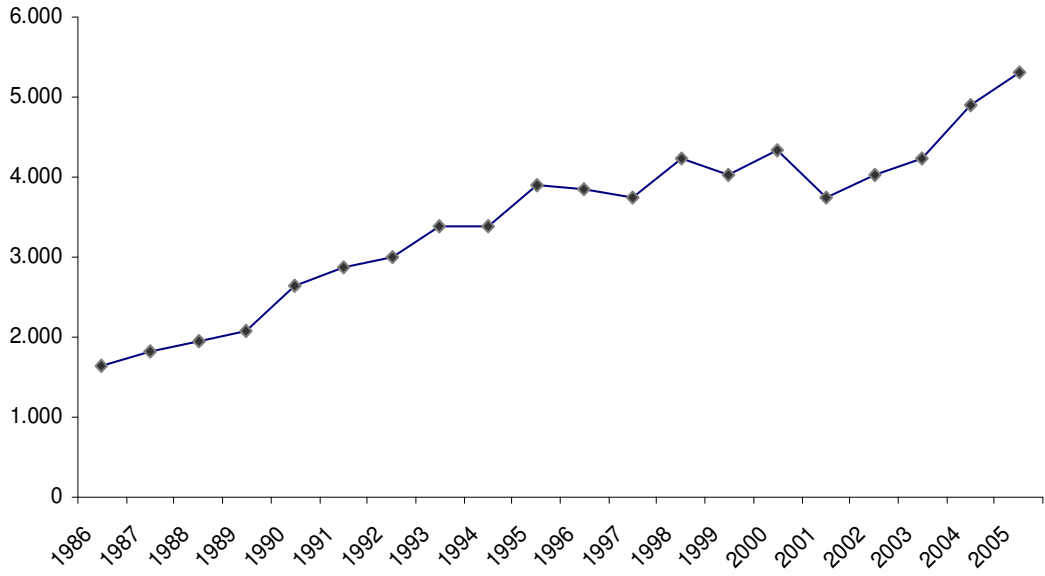
Antalya ilinde 1986 yılı ile 2005 yılları arasında nüfus % 47 artış gösterirken, motorlu kara taşıtı sayısı ise yaklaşık % 304 lük bir artış göstermiştir. 1986 yılında 1000 kişiye 88 araç düşerken 2005 yılına gelindiğinde bu rakam 242 ye yükselmiştir.

**Çizelge 2.4.** Antalya İli İçin Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayıları

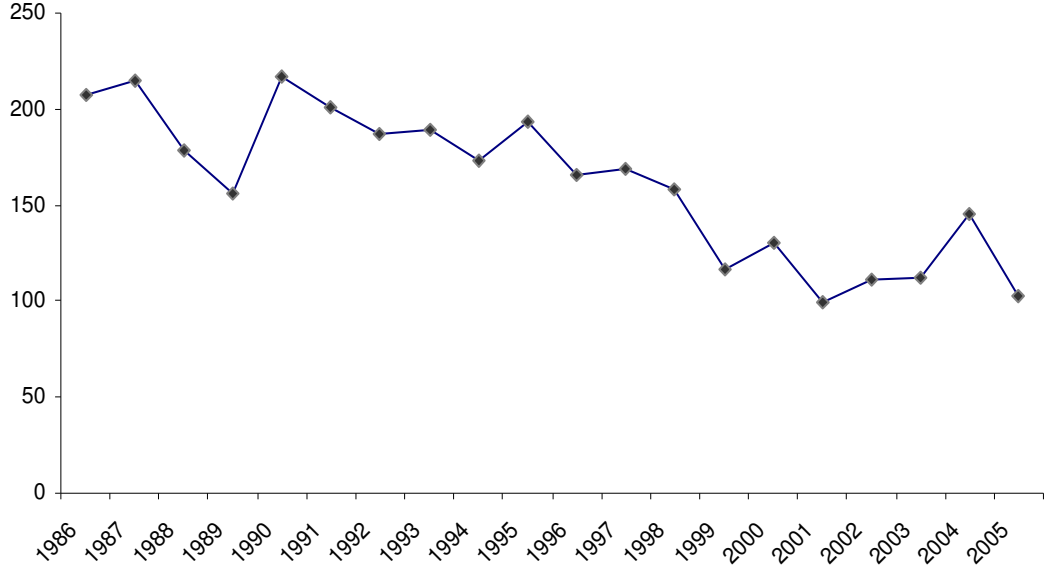
YILLAR	NÜFUS (P)	MOTORLU ARAÇ SAYISI (N)
1986	862.565	89.671
1987	922.341	101.835
1988	982.116	112.395
1989	1.041.892	122.727
1990	1.116.642	137.796
1991	1.169.366	148.770
1992	1.223.311	166.193
1993	1.278.455	191.479
1994	1.334.845	208.993
1995	1.392.461	227.169
1996	1.451.723	248.845
1997	1.512.401	273.666
1998	1.574.193	293.804
1999	1.636.796	303.772
2000	1.698.944	327.741
2001	1.758.984	343.145
2002	1.819.799	362.328
2003	1.881.377	384.918
2004	1.943.703	475.298
2005	2.006.765	536.578



**Şekil 2.10.** Antalya İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.11.** Antalya İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı



**Şekil 2.12.** Antalya İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

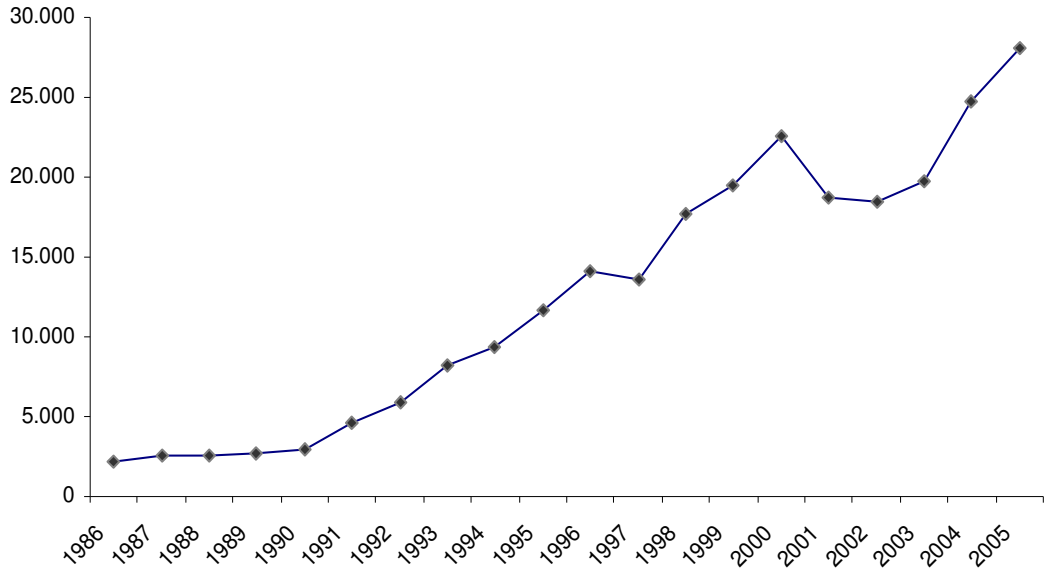
Antalya ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza, yaralı ve ölü sayıları sırası ile 321, 99 ve 1,9 olarak gerçekleşmiştir. Her üç durum için Antalya ili Türkiye ortalamasının altında olduğu söylenebilir.

### 2.1.5 Bursa

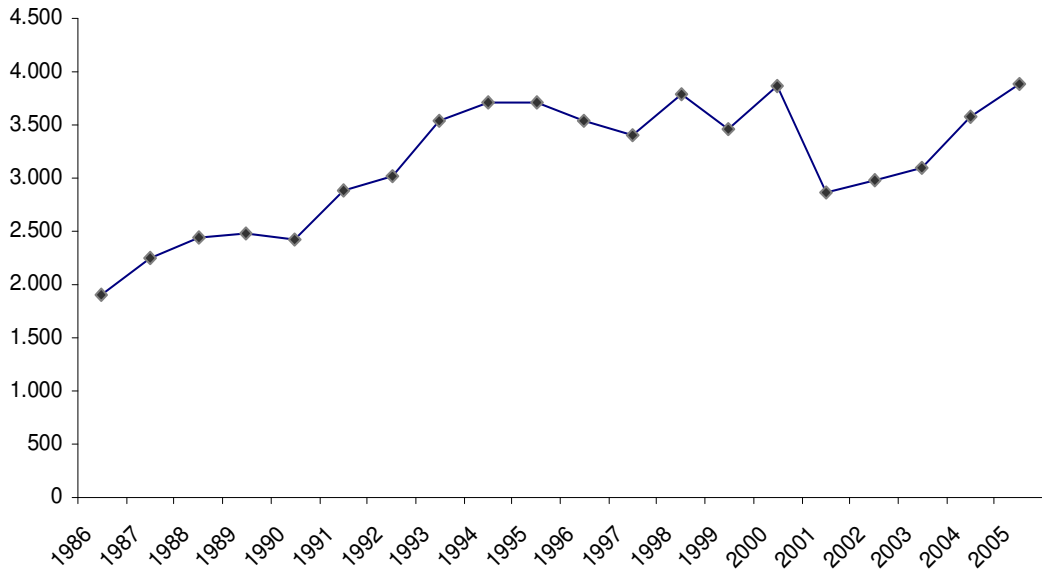
Bursa ilinde 1986 yılı ile 2005 yılları arasında nüfus % 73 lük artış göstermiştir. Motorlu kara taşıtı sayısında ise yaklaşık % 374 lük bir artış olmuştur. 1986 yılında 1000 kişiye 70 araç düşerken 2005 yılına gelindiğinde bu rakam 192 ye yükselmiştir.

**Çizelge 2.5.** Bursa İli İçin Yıllara Göre Nüfus Ve Araç Sayıları

<b>YILLAR</b>	<b>NÜFUS (P)</b>	<b>MOTORLU ARAÇ SAYISI (N)</b>
1986	1.366.742	95.820
1987	1.419.246	104.599
1988	1.471.750	111.763
1989	1.524.254	119.939
1990	1.581.816	134.614
1991	1.631.021	148.250
1992	1.680.955	163.868
1993	1.731.590	187.871
1994	1.782.985	200.830
1995	1.835.114	213.591
1996	1.888.519	228.695
1997	1.942.885	250.860
1998	1.997.819	270.333
1999	2.052.944	288.952
2000	2.106.709	315.354
2001	2.157.156	325.822
2002	2.207.909	335.487
2003	2.258.962	345.764
2004	2.310.306	419.045
2005	2.361.934	454.103

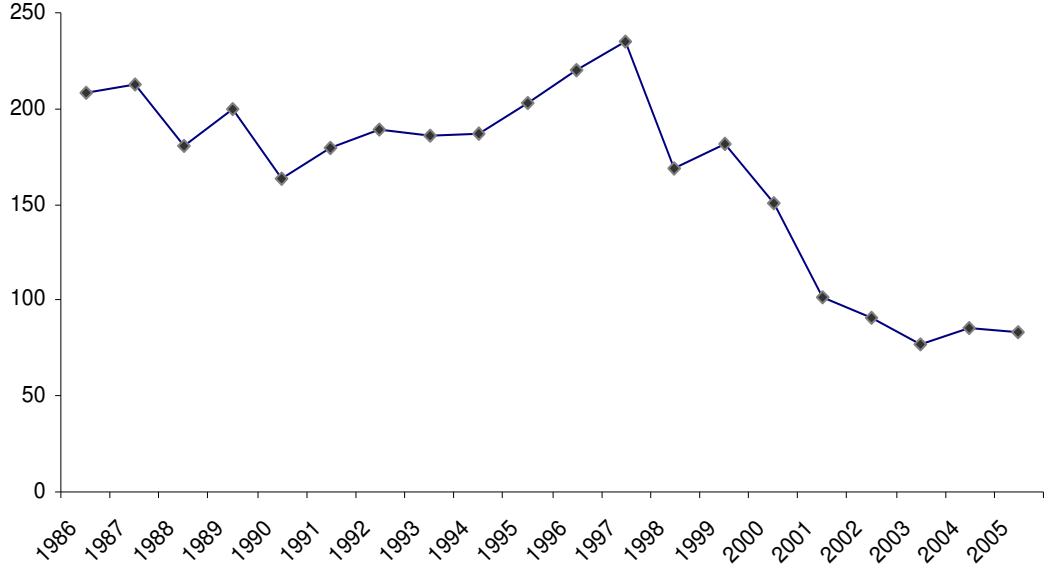


**Şekil 2.13.** Bursa İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.14.** Bursa İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı





**Şekil 2.15.** Bursa İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

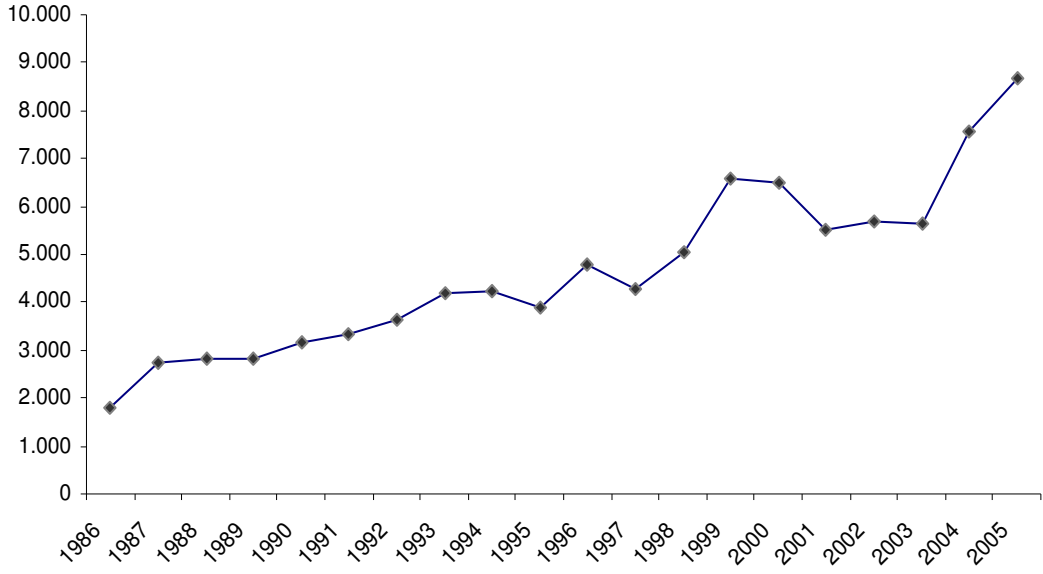
Bursa ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza, yaralı ve ölü sayıları sırası ile 657, 85 ve 1,8 olarak gerçekleşmiştir. Kaza oranı Türkiye ortalamasının üstünde, yaralı ve ölü oranları ise Türkiye ortalamasının altındadır.

### 2.1.6.İçel

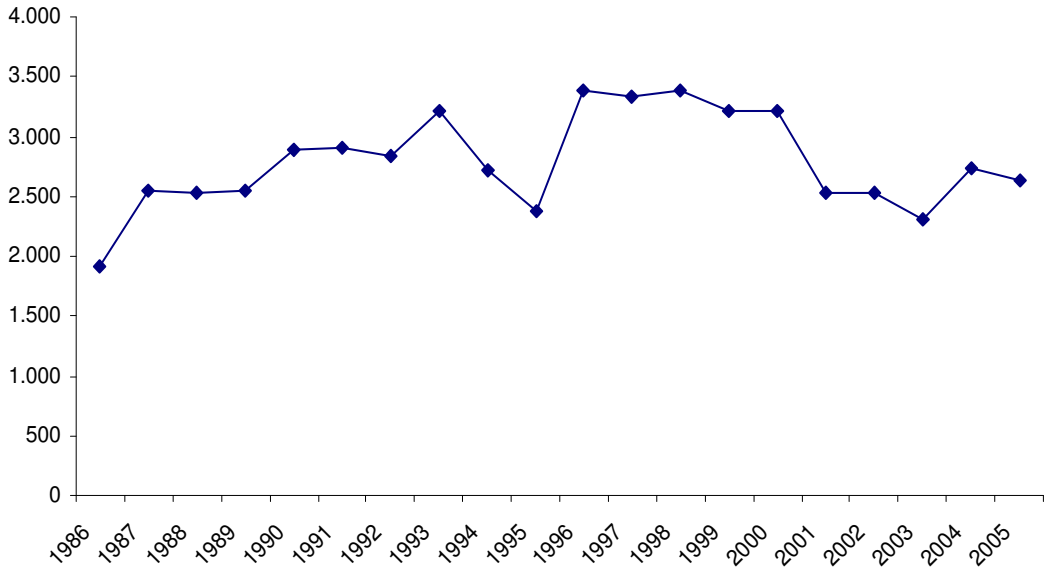
İçel ilinde 1986 yılı ile 2005 yılları arasında nüfus % 65 lük artış gösterirken, motorlu kara taşıtı sayısında ise yaklaşık % 364 lük bir artış göstermiştir. 1986 yılında 1000 kişiye 58 araç düşerken 2005 yılına gelindiğinde bu rakam 162 ye yükselmiştir.

**Çizelge 2.6.** İçel İli İçin Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayıları

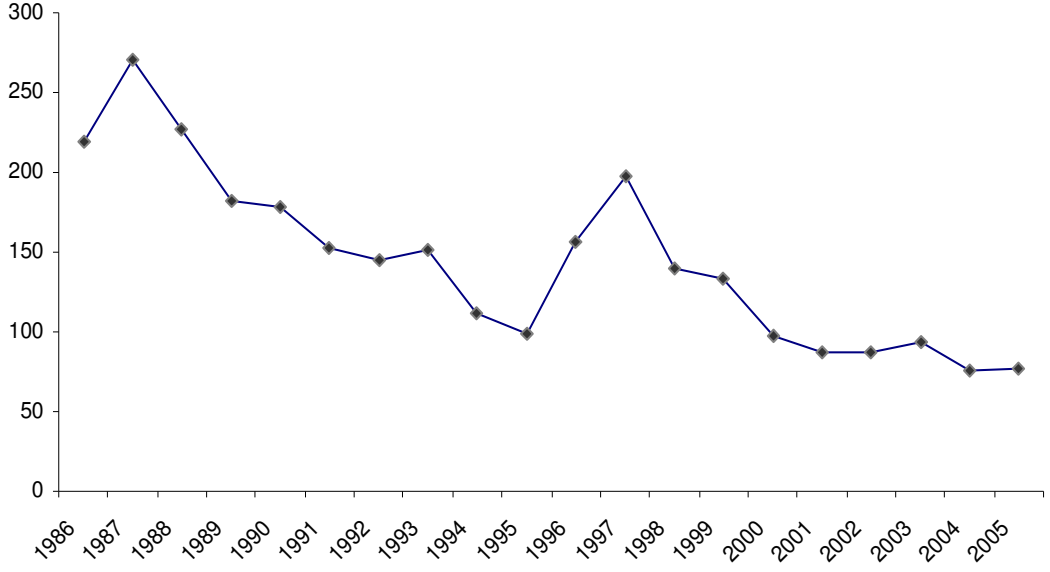
<b>YILLAR</b>	<b>NÜFUS (P)</b>	<b>MOTORLU ARAÇ SAYISI (N)</b>
1986	1.103.150	63.780
1987	1.141.033	71.099
1988	1.178.915	78.976
1989	1.216.798	85.754
1990	1.256.775	93.453
1991	1.292.833	102.512
1992	1.329.351	113.258
1993	1.366.307	129.039
1994	1.403.748	137.601
1995	1.441.652	144.828
1996	1.480.444	152.648
1997	1.519.876	165.322
1998	1.559.637	175.628
1999	1.599.438	185.144
2000	1.638.072	200.578
2001	1.674.030	206.125
2002	1.710.138	212.344
2003	1.746.390	223.197
2004	1.782.782	271.412
2005	1.819.310	296.081



**Şekil 2.16.** İçel İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.17.** İçel İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı



**Şekil 2.18.** İçel İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

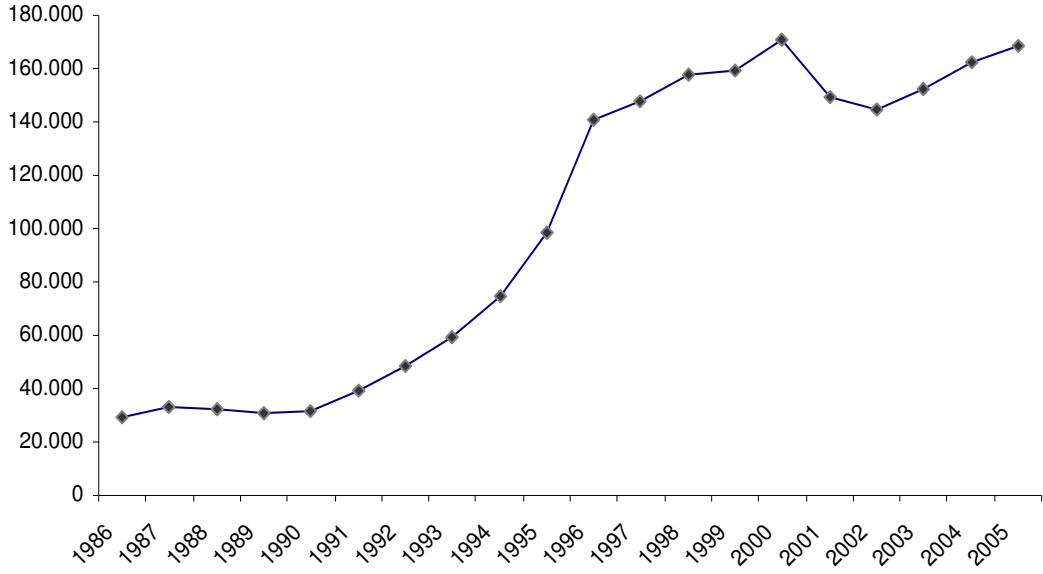
İçel ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza, yaralı ve ölü sayıları sırası ile 293, 89 ve 2,6 olarak gerçekleşmiştir. Kaza oranı, yaralı ve ölü oranlarının ise Türkiye ortalamasının altında olduğu görülmektedir.

### 2.1.7.İstanbul

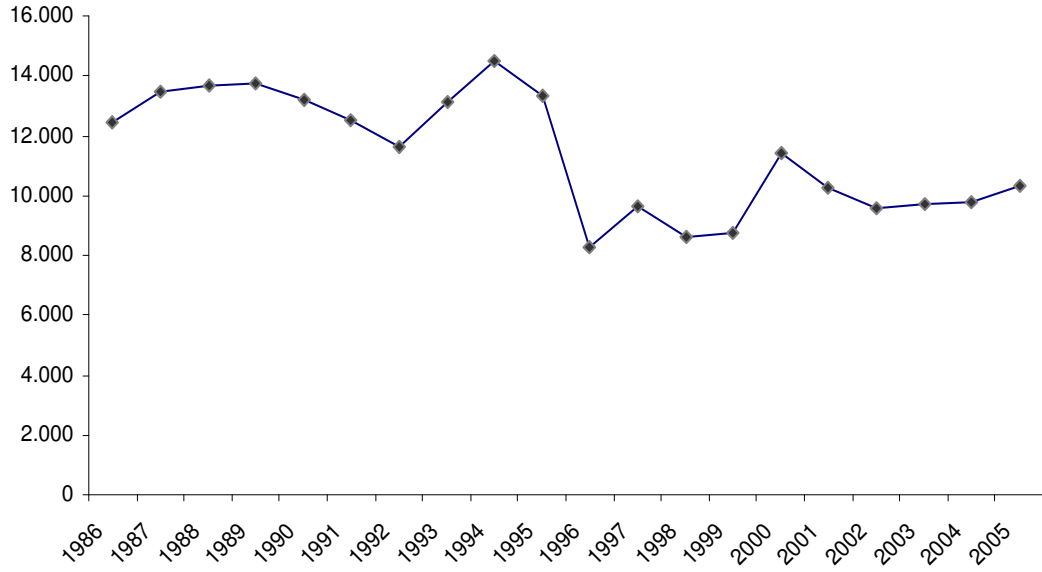
İstanbul ilinde 1986 yılı ile 2005 yılları arasında nüfus % 90'lık artış göstermiştir. Motorlu kara taşıtı sayısında ise yaklaşık % 433'lük bir artışa sahip olmuştur. İstanbul ilinde, 1986 yılında 1000 kişiye 72 araç düşerken 2005 yılına gelindiğinde bu rakam 201'e yükselmiştir. İstanbul ilinin gerek nüfus gerekse araç sayısında ki artış bakımından Türkiye ortalamasının çok üstünde olduğu görülmektedir.

**Çizelge 2.7. İstanbul İli İçin Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayıları**

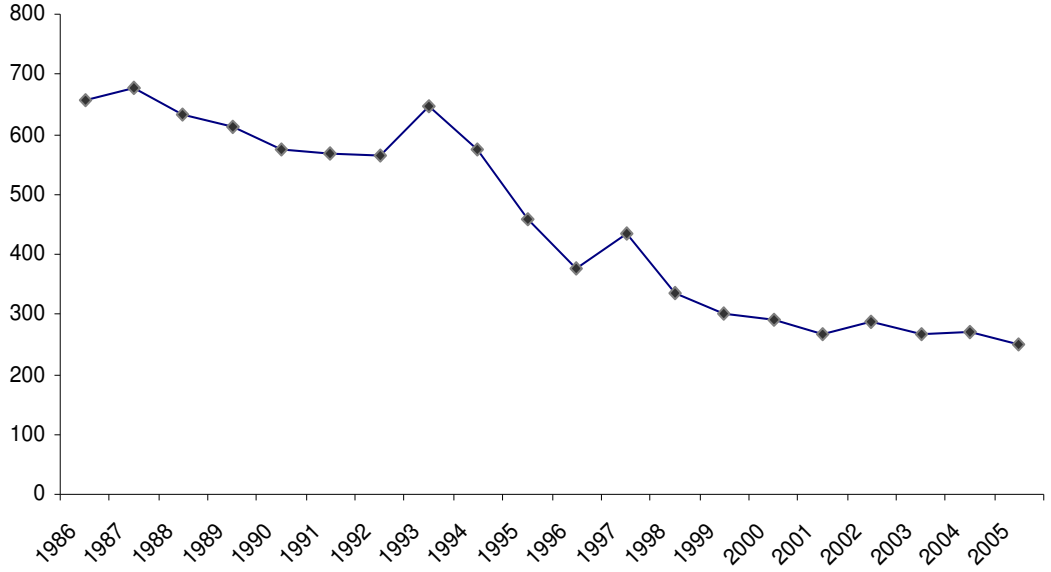
<b>YILLAR</b>	<b>NÜFUS (P)</b>	<b>MOTORLU ARAÇ SAYISI (N)</b>
1986	5.940.842	5.942.828
1987	6.224.048	6.226.035
1988	6.507.254	6.509.242
1989	6.790.460	6.792.449
1990	7.119.972	7.121.962
1991	7.378.581	7.380.572
1992	7.641.926	7.643.918
1993	7.909.883	7.911.876
1994	8.182.725	8.184.719
1995	8.460.330	8.462.325
1996	8.745.221	8.747.217
1997	9.035.956	9.037.953
1998	9.330.721	9.332.719
1999	9.627.741	9.629.740
2000	9.919.683	9.921.683
2001	10.197.172	10.199.173
2002	10.477.195	10.479.197
2003	10.759.702	10.761.705
2004	11.044.642	11.046.646
2005	11.331.964	11.333.969



**Şekil 2.19.** İstanbul İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.20.** İstanbul İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı



**Şekil 2.21.** İstanbul İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

İstanbul ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza, yaralı ve ölü sayıları sırası ile 740, 45 ve 1,09 olarak gerçekleşmiştir. Kaza oranı, İstanbul'da oldukça yüksek oluşu dikkati çekmektedir. Yaralı ve ölü oranlarının ise Türkiye ortalamasının altında olduğu görülmektedir.

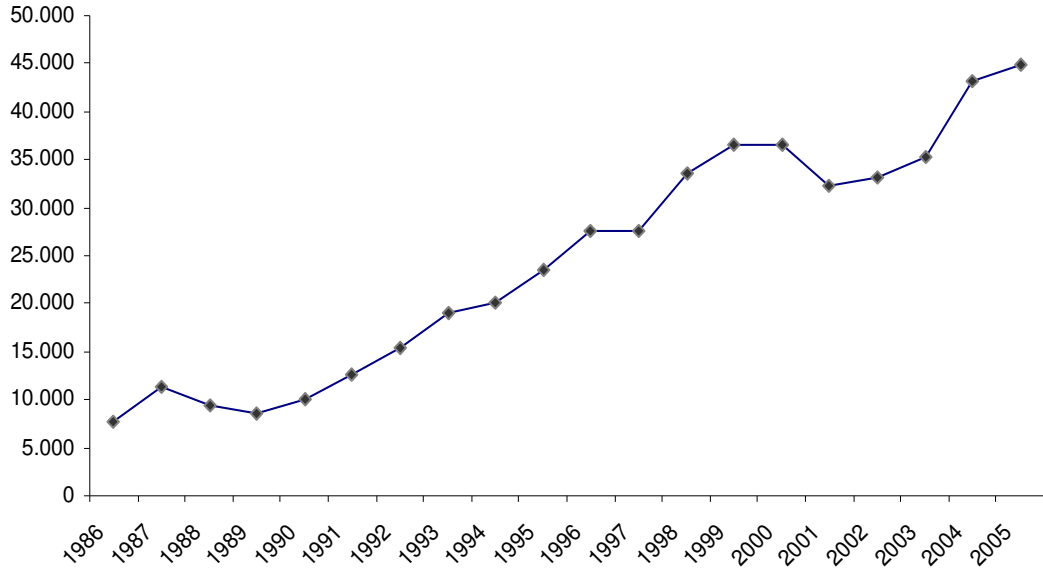
### 2.1.8.İzmir

İzmir ilinde 1986 yılı ile 2005 yılları arasında nüfus % 50'lik artış gösterirken, motorlu kara taşıtı sayısında ise yaklaşık % 324'lük bir artış göstermiştir. 1986 yılında 1000 kişiye 75 araç düşerken 2005 yılına gelindiğinde bu rakam 212'e yükselmiştir. İzmir ilinin gerek nüfus gerekse araç sayısında ki artış bakımından Türkiye ortalamasının üstünde olduğu görülmektedir.

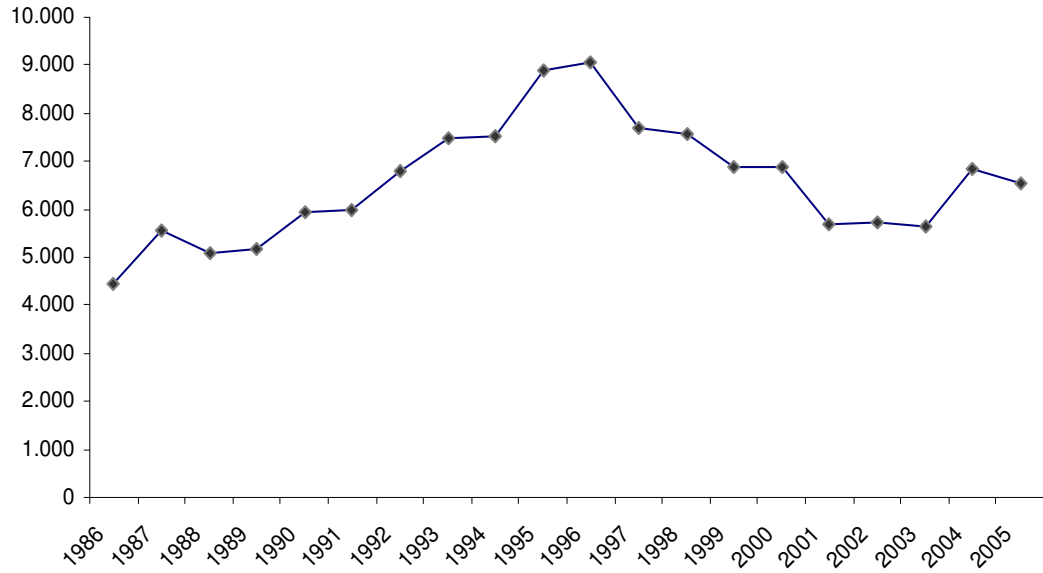
**Çizelge 2.8.** İzmir İli İçin Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayıları

<b>YILLAR</b>	<b>NÜFUS (P)</b>	<b>MOTORLU ARAÇ SAYISI (N)</b>
1986	2.416.699	183.007
1987	2.482.315	195.938
1988	2.547.930	210.847
1989	2.613.545	227.400
1990	2.676.065	254.359
1991	2.740.924	277.533
1992	2.806.295	303.871
1993	2.872.132	346.565
1994	2.938.532	370.564
1995	3.005.448	391.727
1996	3.073.764	413.983
1997	3.142.949	451.301
1998	3.212.367	482.096
1999	3.281.418	505.295
2000	3.347.653	544.662
2001	3.408.033	558.579
2002	3.468.361	572.574
2003	3.528.632	590.067
2004	3.588.841	717.560
2005	3.648.984	776.260

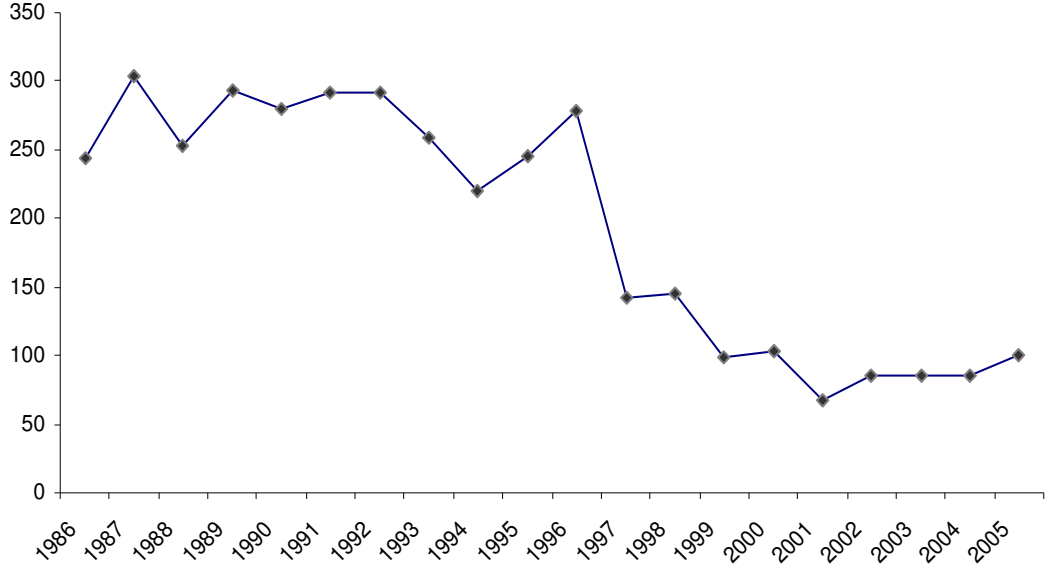




**Şekil 2.22.** İzmir İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.23.** İzmir İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı



**Şekil 2.24.** İzmir İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

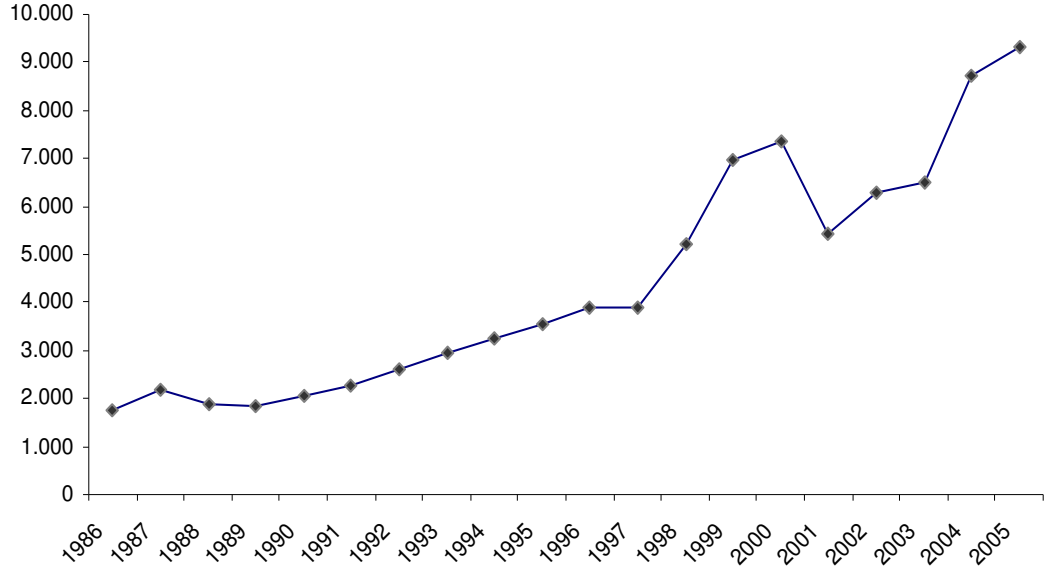
İzmir ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza, yaralı ve ölü sayıları sırası ile 578, 84, 1,28 olarak gerçekleşmiştir. Kaza oranı, İstanbul' iline benzer şekilde Türkiye ortalamasının üstünde, yaralı ve ölü oranlarının ise Türkiye ortalamasının altında olduğu görülmektedir.

### 2.1.9.Konya

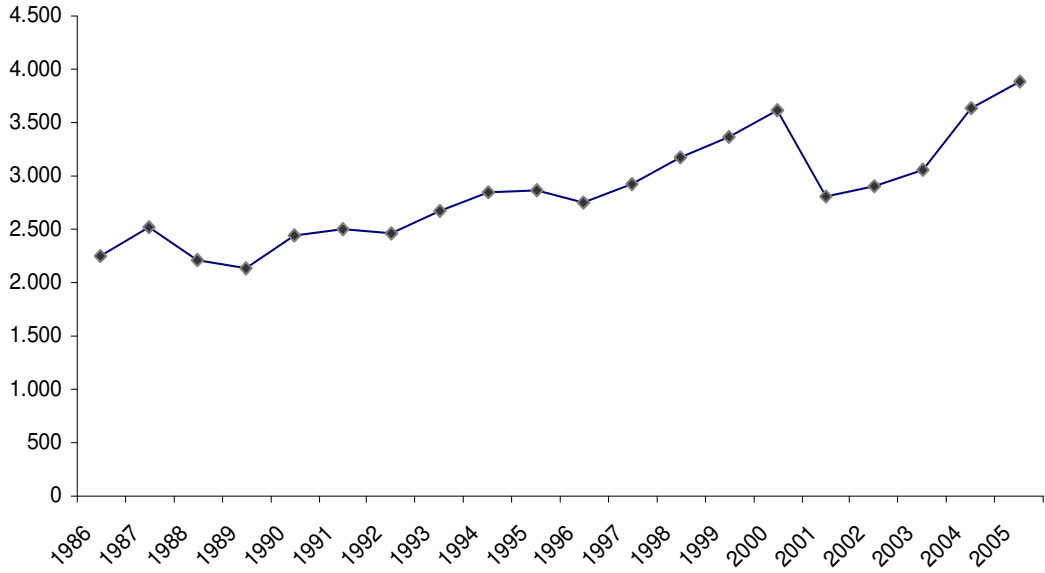
Konya ilinde 1986 yılı ile 2005 yılları arasında nüfus % 51'lik artış göstermiş, motorlu kara taşıtı sayısında ki bu artış değeri ise yaklaşık % 275 olmuştur. 1986 yılında 1000 kişiye 69 araç düşerken 2005 yılı itibari ile bu rakam 171'e yükselmiştir. Konya ilinin nüfus artış oranının Türkiye ortalamasının üzerinde olduğu fakat araç sayısında ki artış bakımından Türkiye ortalamasının altında olduğu görülmektedir.

**Çizelge 2.9.** Konya İli İçin Yıllara Göre Nüfus ve Araç Sayıları

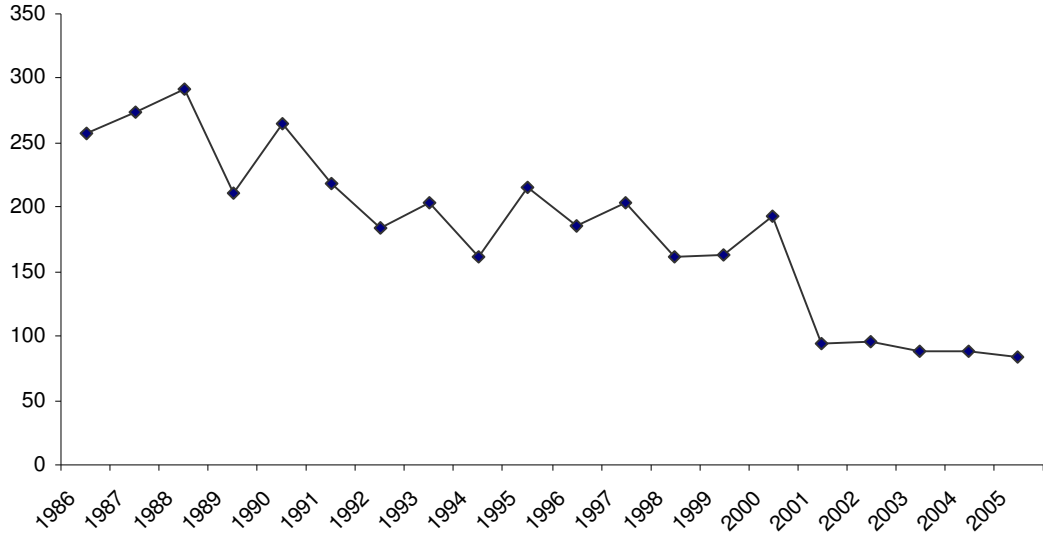
<b>YILLAR</b>	<b>NÜFUS (P)</b>	<b>MOTORLU ARAÇ SAYISI (N)</b>
1986	1.571.914	108.590
1987	1.614.566	118.961
1988	1.657.218	128.671
1989	1.699.871	119.384
1990	1.740.498	128.431
1991	1.782.663	138.932
1992	1.825.161	154.832
1993	1.867.961	170.573
1994	1.911.127	180.566
1995	1.954.627	190.555
1996	1.999.037	202.877
1997	2.044.011	220.270
1998	2.089.136	238.507
1999	2.134.023	253.807
2000	2.177.076	269.396
2001	2.216.322	277.345
2002	2.255.533	286.000
2003	2.294.707	299.536
2004	2.333.839	382.419
2005	2.372.929	407.761



**Şekil 2.25.** Konya İli İçin Yıllara Göre Kaza Sayısı



**Şekil 2.26.** Konya İli İçin Yıllara Göre Yaralı Sayısı



**Şekil 2.27.** Konya İli İçin Yıllara Göre Ölü Sayısı

Konya ili için 2005 yılı verilerine bakıldığında 10 bin araca düşen kaza, yaralı ve ölü sayıları sırası ile 228, 95, 2,06 olarak gerçekleşmiştir. Kaza , yaralı ve ölü oranları, Türkiye ortalamasının altında olduğu görülmektedir.

## 2.2.Regresyon Analizi

Regresyon analizinin amacı göz önüne alınan değişkenler arasında anlamlı bir ilişki bulunup bulunmadığını belirlemek, böyle bir ilişki varsa bu ilişkiyi ifade eden regresyon denklemini elde etmektir.

Bu bölümde kaza modellerini oluşturmak için kullanılan ve iki farklı araştırmacı tarafından önerilen Smeed ve Andreassen model formları detaylı olarak incelenecektir.

### 2.2.1 Smeed Modeli

Smeed 1948 yılında 20 adet ülkenin nüfus ve araç sayıları ile ölü sayılarına ait bir yıllık verileri kullanılarak denklem 1 de ifade edilen bir kaza tahmin modelini geliştirmiştir.

$$\frac{D}{N} = 0.0003 \left( \frac{N}{P} \right)^{-0.67} \quad 1$$

Burada, D ölü sayısını, N motorlu araç sayısını, P ise nüfusu ifade etmektedir.

Smeed modelini geliştirirken ölü sayısını bağımlı, araç sayısını ve nüfusu ise bağımsız değişken olarak belirlemiş ve regresyon analizi için aşağıda verilen formu kullanmıştır.

$$\text{Log}D = \text{Log}C + B_1\text{Log}N + B_2\text{Log}P \quad 2$$

Burada C, B<sub>1</sub> ve B<sub>2</sub> regresyon analizi tarafından belirlenen model sabitlerdir.

Yapılan regresyon analizi sonucunda ise Denklem 3 de verilen modeli geliştirmiştir.

$$D = 0,0000993 N^{0,3377} P^{0,7323} \quad 3$$

Daha sonra Smeed, geliştirdiği bu modeli kullanım kolaylığı için basitleştirmiş ve aşağıda ifade edilen şekilde düzenlemiştir.

$$D = 0,0003 (NP^2)^{1/3} \quad 4$$

Smeed Denklem 4 de verilen modeli cebirsel olarak manuple ederek, Denklem 1 de ifade edilen şekline dönüştürmüş ve alternatif bir form olarak kullanılabileceğini ileri srmştir. Bu model, kendisi ve birkaç araştırmacı (Smeed,1968; Smeed and Jeffcoate,1970; Doudanville,1970) tarafından çeşitli yıllar için test edilmiş ve model tahminlerinin gerçek değerlerle aynı düzeyde olduğu grlmştir.

### 2.2.1 Andreassen Modeli

Andreassen, Hampston, Preston, MacLean ve Reed gibi bazı araştırmacılar ise Smeed'in geliştirdiği modeli çeşitli yönleri ile ele alarak incelemişler ve modelin doğruluğu konusunda eleştirilerde bulunmuşlardır. Andreassen'ın eleştirileri, Smeed modelini oluşturan verilerin bir yıllık olması, ülkelerin içinde bulunduğu farklı sosyal ve ekonomik şartlardan dolayı bütün ülkeler için uygulanabilir olamayacağı, ayrıca Smeed'in modelini geliştirdiği yıllarda bilgisayar teknolojisinin sınırlı olmasından dolayı verilenirin analizinde hataların yapılmış olabileceği yönündedir. Bunlara ilave olarak Andreassen'ın yaptığı temel eleştirilerden birisi de Smeed modelinin alternatif formunu (Denklem 1) oluştururken yaptığı cebirsel manupilasyondur. Andreassen' e göre, regresyon analizi yapıldıktan sonra model üzerinde cebirsel manipölasyonun yapılması bağımlı ve bağımsız değişkenleri ve değerlerini değiştirmektedir. Bu durumda ise yeni değişkenlere göre regresyon analizinin tekrarlanması gerekmektedir.

Andreassen, yukarıda yapılan açıklamalar doğrultusunda ölü sayılarını tahmin için araç sayısı ve popölasyona bağlı olarak aşağıdaki model formunu önermiştir. Yazar, Almanya, Fransa, İngiltere ve ABD vb. her ülke için Denklem 5 de belirtilen farklı  $B_1$  ve  $B_2$  üstel değerlerini bulmuştur.

$$D = \text{sabit} * N^{B_1} P^{B_2} \quad 5$$

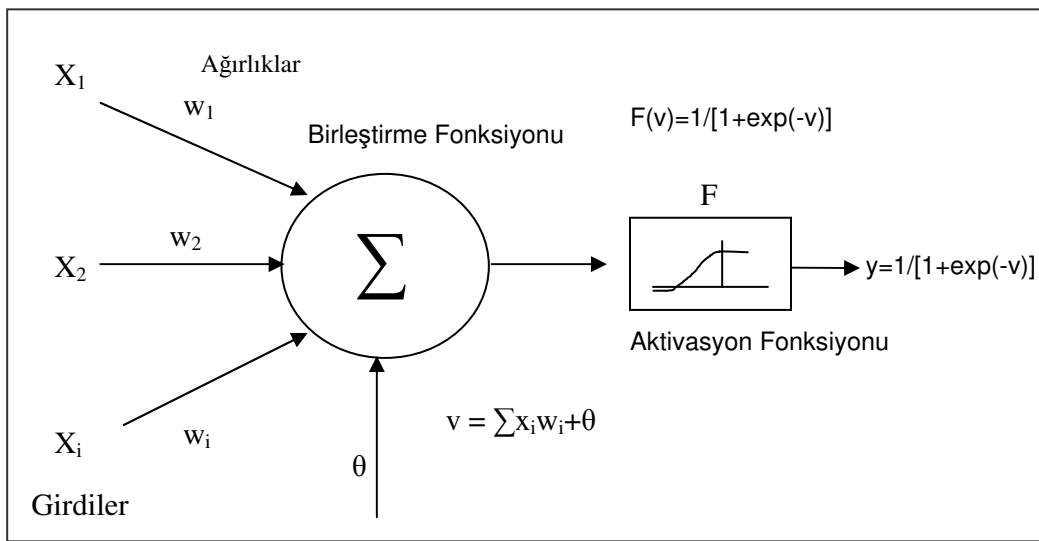


## 2.3.Yapay Sinir Ağları

YSA, öğrenme, genelleme yapma ve hatırlama gibi insan beyninin özelliklerini taklit etmeye çalışan, basit işlemcilerden oluşmuş bir yapıdır. 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 oluşur.

### 2.3.1.Yapay Nöron

YSA'yı oluşturan temel işlemci birimidir. Bir yapay nöronda girişler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, transfer fonksiyonu ve çıkış fonksiyonu bulunmaktadır. Şekil 2.28 de Y.S.A da kullanılan bir yapay nöron yapısı görülmektedir.



Şekil 2.28. Yapay Nöron

### 2.3.1.1 Girdiler

İstenen sonucu üretmek için ağa sokulan verilerdir. Dış ortamdan girebileceği gibi bir başka nöronunda çıktısı olabilirler.

### 2.3.1.2 Ağırlıklar

Giriş verilerinin, toplanma fonksiyonuna girmeden önce matematiksel olarak çarpıldıkları değerlerdir. Bu ağırlıklar, girdilerin ne derecede olaya etkide bulduklarının da bir göstergesidir.

### 2.3.1.3 Toplama Fonksiyonu

Toplama fonksiyonu, hücreye giren net girdiyi hesaplayan fonksiyondur. Genelde girdiler ile ağırlıkların çarpımına eşittir.

$$v = \sum_{i=1}^n x_i w_{ij} + \theta \quad 14$$

Burada ;

v: Nöronun net girdisi

x: Girdi matrisi

w: Ağırlık matrisi

$\theta$ : Bias değeri

#### **2.3.1.4 Aktivasyon Fonksiyonları**

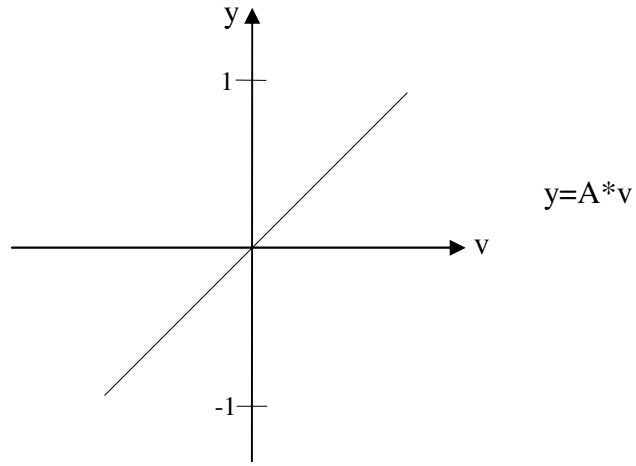
Toplama fonksiyonundan gelen net değeri işleyen ve nöronun çıktısını belirleyen matematiksel fonksiyondur. Bu fonksiyon doğrusal olmayan, türevi alınabilir ve sürekli olmalıdır. İşlemcinin gerçekleştireceği işleme ve modeline göre çeşitli aktivasyon fonksiyonu tipleri vardır. Doğrusal, Sigmoid ve Tanjant Hiperbolik fonksiyonları en sık kullanılan aktivasyon fonksiyonu tipleridir.

Aktivasyon fonksiyonu işlemcinin çıktısının sınırlar. Bu sınır değerleri, genellikle kullanılan aktivasyon fonksiyonu tipine bağlı olarak  $[0,1]$  ile  $[-1,+1]$  arasında olmaktadır.

Çok kullanılan aktivasyon fonksiyonları aşağıda tanımlanmaktadır.

##### **2.3.1.4.1 Doğrusal Fonksiyon**

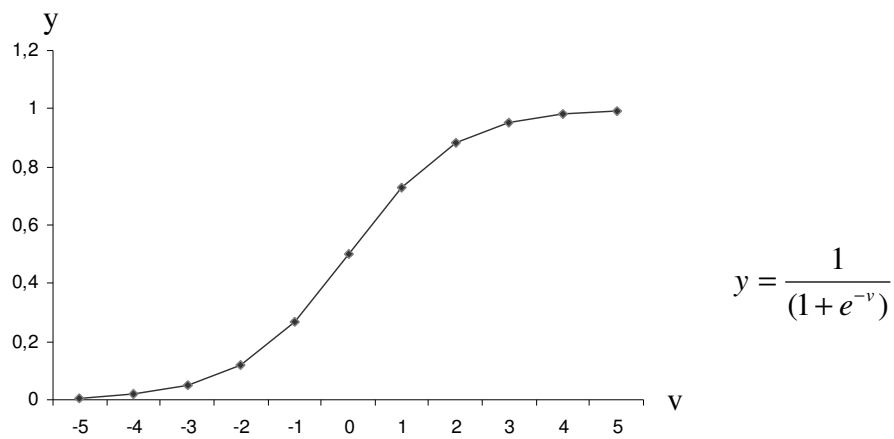
YSA'nın çıkış katmanında kullanılan doğrusal fonksiyon diğer işlemcilerden gönderilen veriyi doğrudan hücre çıkışı olarak verir. Doğrusal aktivasyon fonksiyonu  $y=A.v$  matematiksel şekliyle tanımlanabilir. Şekil 2.29 da bu fonksiyon gösterilmektedir.



**Şekil 2.29.** Doğrusal Aktivasyon Fonksiyonu

#### 2.3.1.4.2 Sigmoid Fonksiyon

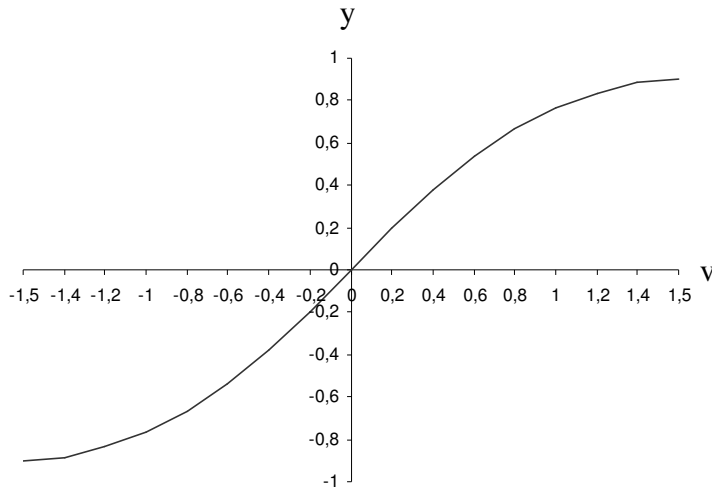
Sigmoid aktivasyon fonksiyonu uygulamada en çok kullanılan fonksiyonlardan biridir. Doğrusal olmaması, türevinin alınabilir olması sebebiyle çok sık kullanılmaktadır.



**Şekil 2.30.** Sigmoid Aktivasyon Fonksiyonu

### 2.3.1.4.3 Tanjant Hiperbolik Fonksiyon

Uygulamada yaygın olarak kullanılan fonksiyonlardan biridir. Bu fonksiyon  $[-1,+1]$  arasında değerler alır. Bu yönü sebebiyle çift kutuplu bir fonksiyondur.



$$y = \frac{1 - e^{-2v}}{1 + e^{-2v}}$$

**Şekil 2.31.** Tanjant Hiperbolik Fonksiyonu

### 2.3.2. Yapay Sinir Ağı Yapıları

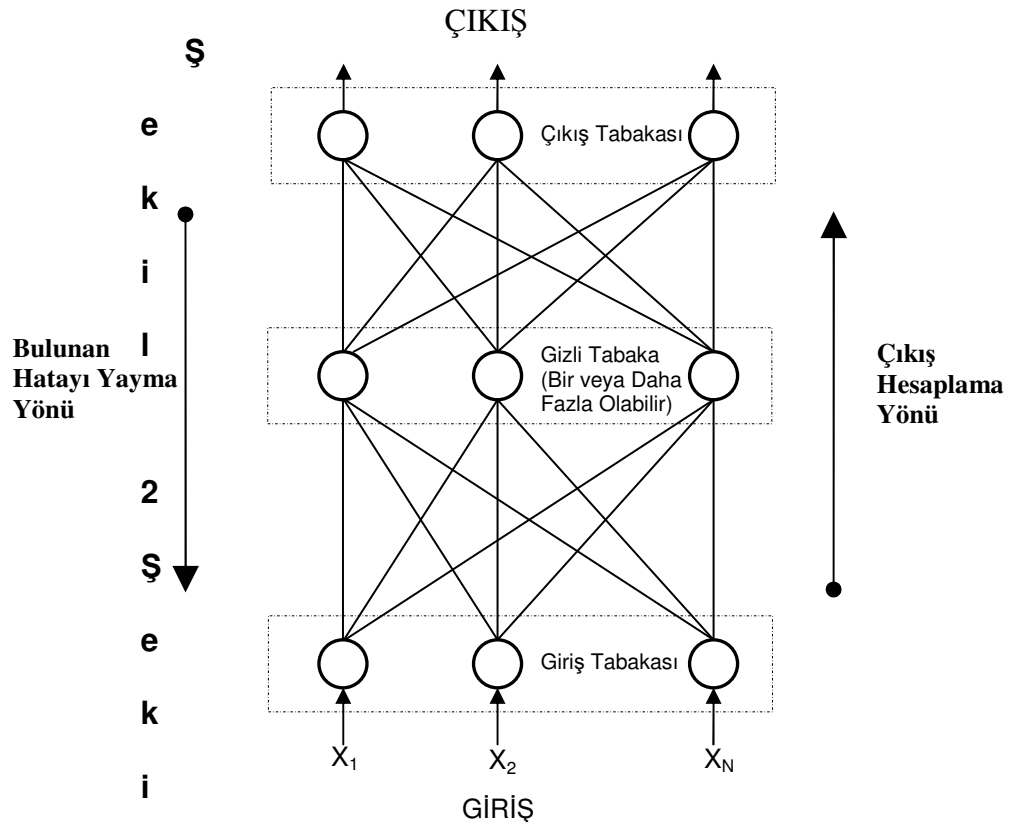
YSA'lar iki şekilde sınıflandırılabilir. Bunlar: ileri beslemeli ağlar ve geri beslemeli ağlardır. Literatürde birçok İleri ve geri beslemeli ağ yapıları bulunmaktadır.

İleri beslemeli ağlara örnek olarak Adaline, Çok Katlı Perseptronlar (MLP), Radyal Tabanlı Sinir Ağları (RBFNN), Vektör Kuantalamalı Öğrenme

(LVQ) ; geri beslemeli ağlara örnek olarak da Elman, Jordan, SOM, ART gibi ağlar örnek gösterilebilir. Bu ağlardan sadece bu tez de kullanılacak olan ileri beslemeli ağ olan MLP açıklanacaktır

### 2.3.2.1.Çok Katlı Perseptronlar (MLP)

Şekil 2.32 'da gösterilen MLP modelinde, bir giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve bir adet çıktı katmanından oluşur. Birden fazla giriş ve çıkış elemanı kullanılabilir. Ayrıca gizli katmanlarda da birden fazla nöron mevcut olabilmektedir.



Ş 2.32 Çok Katmanlı YSA Yapısı (MLP)

Mühendislik uygulamalarında en çok kullanılan sinir ağı modeli olan MLP, birçok öğrenme algoritmalarının kullanılabilmesi sebebiyle tercih edilmektedir.

### 2.3.3. Öğrenme Algoritmaları (Geri Yayılım Algoritması)

YSA da öğrenme, nöronlar arasında ki ağırlıkların daha doğru çıktıları vermek üzere güncellenmesi demektir. Günümüzde kullanılan birçok öğrenme algoritması bulunmaktadır. Bu algoritmaların çoğu temel öğrenme kurallarından türetilmiştir. Bu temel kurallar Hebb, Hopfield, Delta ve Kohonen öğrenme kuralları sayılabilir. Bu algoritmalarından bu tez içinde kullanılan Geri Yayılım Algoritması açıklanacaktır.

#### 2.3.3.1. Geri Yayılım Algoritması (BP)

Uygulamada en çok kullanılan öğrenme algoritmasıdır. Bu algoritma, hataları çıkıştan girişe doğru azaltmaya çalışmaktadır bu sebeple geriye yayılım algoritması olarak isimlendirilmiştir. Bu algoritmanın akış şeması şekil.2.33 de görülmektedir.

Bu algoritmada, işlem elemanları arasında ki fark  $\Delta w_{ji}(t)$  hesaplanır.

$$\Delta w_{ji}(t) = \eta \delta_i x_i + \alpha \Delta w_{ji}(t-1)$$

15

7 nolu eşitlikte  $\eta$  öğrenme katsayısını,  $\alpha$  momentum katsayısını,  $\delta_i$  ara veya çıkış nöronuna ait faktördür. Çıkış nöronunda bu faktör denklem 8 de verilen şekliyle ifade edilebilir.

$$\delta_j = \frac{\partial f}{\partial net_j} (y_j^t - y_i) \quad 16$$

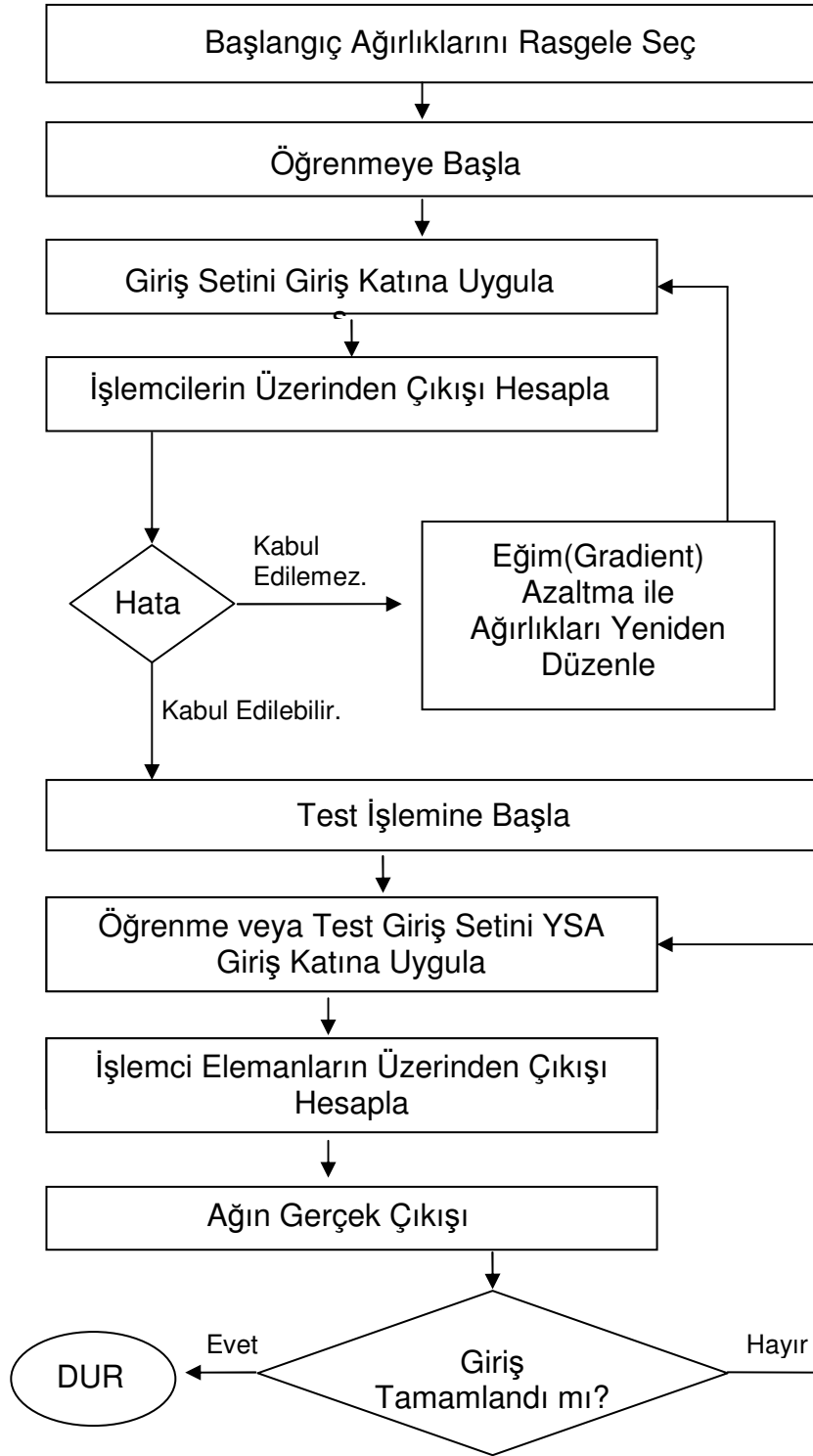
Burada,  $net_j = \sum x_j w_{ji}$  ve  $y_j^t$  hedef çıktıyı oluşturmaktadır. Ara katmandaki nöronlar için bu faktör,

$$\delta_j = \frac{\partial f}{\partial net_j} \left( \sum w_{qi} \delta_q \right) \quad 17$$

olarak verilemektedir.

Eğitim sürecinin hızı ve başarısı,  $\beta$  ve  $\alpha$  değerlerinden etkilenmektedir. Bu katsayıların seçilmesi deneysel olarak gerçekleşmektedir. Fakat literatüde öğrenme katsayısı ( $\eta$ ) için değerlerin 0.01 ile 0.9 arasında değiştiği görülmektedir. Ayrıca karmaşık ve zor problemler için daha küçük değerlerin verilemesi önerilmektedir.





**Şekil 2.33.** Geri Yayılım Algoritmasının YSA'da Uygulanması

## 2.4. Genetik Algoritma

Genetik algoritma (GA) bir problemin çözümünde rastlantısal işlemler yardımı ile çözüme yaklaşma metodudur. GA doğada bulunan en iyi olan seçilir ve yaşamını sürdürür mantığı çerçevesinde işlemektedir. Bu seçim işlemleri GA'nın bazı temel işlemleri ile gerçekleştirilir. Bunlar;

- Amaç fonksiyonunun belirlenmesi
- Kodlama
- Başlangıç popülasyonun oluşturulması
- Seçme
- Çaprazlama
- Mutasyon

İşlemleridir. Bu işlemler sonucunda bir döngü tamamlanmış olmaktadır. İstenilen sonu elde edilinceye kadar döngü devam ettirilir.

### 2.4.1.Amaç Fonksiyonun Belirlenmesi

Amaç fonksiyonu, çözülmek istenilen probleme ait GA tarafından bulunan parametrelerin uygunluğunu ölçen bir fonksiyondur. Bu sebeple doğru belirlenmesi son derece önemlidir.

Amaç fonksiyonu, bir yapının maliyetini minimum yapacak olan fonksiyon olabileceği gibi başka bir olayda karı maksimum yapacak olan fonksiyon olabilir. Bu çözülmek istenen problemin tipine göre değişiklik göstermektedir.

## 2.4.2.Kodlama

Kaza modellerinin GA ile oluşturulabilmesi model parametrelerinin ikilik sistemde kodlanması gerekmektedir. Bu işlem sayesinde her bir denklem parametresi için bit uzunluğunun ne olması gerektiği bulunabilmektedir. Ayrıca GA'nın temel işlemlerinden olan çaprazlama ve mutasyon işlemlerinin ikilik sisteme daha iyi uyum sağlaması ikilik sistemde kodlamanın bir diğer nedenini oluşturmaktadır. Denklem 10 herhangi bir parametre için bit sayısını vermektedir.

$$2^m \geq \frac{w_i^u - w_i^L}{\Delta w} + 1 \quad 18$$

Denklem 10 da verilen m gerekli olan bit sayısını,  $w_i^u$  verilen sınırların üst limitini,  $w_i^L$  alt limiti  $\Delta w$  hassasiyeti göstermektedir.

İkilik sistemdeki sayıların gerçel sayılara dönüşümü ise denklem 11 de verilen formül yardımı ile bulunabilir.

$$w_i = w_i^L + \Phi_i \frac{w_i^U - w_i^L}{2^m - 1}, i = 1, 2, 3, \dots, z \quad 19$$

Denklem 11 de  $\Phi_i$  ikilik sistemin dönüşümü ile bulunan sayıyı, z popülasyon sayısıdır.

### **2.4.3. Başlangıç Popülasyonun Oluşturulması**

GA'nın önemli bir üstünlüğü de uygun değerleri aramaya birçok farklı noktadan başlayabilmesidir. Bu genetik algoritmanın diğer çoğu optimizasyon metoduna göre önemli bir üstünlüğüdür. Verilen sınırlar içerisinde modelin çözümüne yaklaşmak amacı ile rasgele çözümler üretilir. Bu bir alan içerisinde kaybolmuş bir eşyayı birçok kişinin alanın farklı noktalarından başlayarak aramasına benzetilebilir.

### **2.4.2. Seçme**

Başlangıç popülasyonun oluşturulmasının ardından oluşan kromozomların uygunluk değerine bakılarak en iyi kromozomlar seçilir. Uygunluk değeri amaç fonksiyonu kullanılarak hesaplanmaktadır. Genetik algoritmada kullanılan seçim tekniklerinden iki âdeti aşağıda açıklanmıştır. Bu tezde rulet tekeri çaprazlama operatörü olarak kullanılmıştır.

#### **2.4.2.1 Rulet tekeri**

Rulet seçiminde kromozomlar uyumluluk fonksiyonuna göre bir rulet etrafına gruplanır. Uyumluluk fonksiyonu herhangi bir kritere uyan bireylerin seçilmesi için kullanılır. Bu rulet üzerinden rasgele bir birey seçilir. Daha büyük alana sahip bireyin seçilme şansı daha fazla olacaktır.

### 2.4.2.2 Turnuva Seçimleri

Kural dahilinde iki kromozom popülasyon içerisinden seçilerek uygunluk fonksiyonu büyük olan değerler gelecek süreçlere gönderilir, diğeri ise havuzun içine tekrar bırakılır. Bu işlem yeni popülasyon büyüklüğü dolduruluncaya kadar devam edilir. Bu yöntemde eşleşen her çift bir veya iki çocuk verebilir. Bu yöntemin avantajı, herhangi bir kromozomun bu süreç sırasında kaybedilme olasılığı rulet tekeri seçim tekniğine göre daha az olmasıdır.

### 2.4.3. Çaprazlama

Seçimlerin yapılması ve kromozomların belirlenmesinin ardından yeni popülasyonların oluşturulabilmesi için seçilmiş kromozomlar çaprazlanır ve yeni bireyleri oluşması sağlanır.

Çaprazlama seçilen iki bireyin belirlen noktalardan bölünerek karşılıklı olarak yer değiştirmesidir. İkilik sistemde kodlanan kromozomlara ait bir örnek aşağıda gösterilmektedir.

Çaprazlamadan Önce

**10101110 / 1010101**

Kromozom 1

**10001011 / 1101010**

Kromozom 2

Çaprazlamadan Sonra

**10101110 / 1101010**

Birey 1

**10001011 / 1010101**

Birey 2

Yukarıda örnekte seçilen kromozomlar sekizinci noktasından bölünerek karşılıklı olarak yer değiştirilerek yeni bireyler oluşturulmuştur. Çaprazlanacak olan bireyler çaprazlama oranı ( $P_c$ ) ile belirlenmektedir. Bu işlem kromozomlara 0-1 arasında değişen rasgele sayıların atanması ve ardından  $P_c$  oranı ile karşılaştırılarak bu orandan küçük olanlarının çaprazlanma işlemine alınması ile son bulur.

#### 2.4.4. Mutasyon

Mutasyon oluşan yeni çözümlerin önceki çözümleri kopyalamasını önlemek ve sonuca daha hızlı ulaşmak için yapılır. Mutasyon oluşan yeni bireyin bir bitini rasgele değiştirir. Aşağıda Orijinal bireylerdeki koyu ile gösterilmiş değerler değişmiş bireyde yer değiştirmiştir. Mutasyon çaprazlama gerçekleştikten sonra gerçekleştirilmektedir.

1101010111 <u>1</u> 1011	Orijinal Birey 1
111101 <u>0</u> 11110111	Orijinal Birey 2
1101010111 <u>0</u> 1011	Değişmiş Birey 1
111101 <u>1</u> 11110111	Değişmiş Birey 2

Mutasyona uğrayacak olan bireyler mutasyon  $P_m$  mutasyon katsayısı ile belirlenmektedir. Her bir bit için belirlenen rasgele sayılar  $P_m$  oranı ile karşılaştırılır. Belirlen sayı  $P_m$  den küçük ise o bit mutasyona katılmaktadır.

### 3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde önceki bölümler de anlatılan yöntemler ile bulunmuş olan modeller ve sonuçları verilecektir.

YSA modelini oluştururken kullanılan ağ mimarisi ve diğer parametrelerde aynı tutulduğu için sadece Türkiye'ye ait şekiller çizilmiştir. Diğer illere ait YSA modellerinin şekli çizilmemiştir. Bu sebeple diğer illerde YSA ya ait bir bölüm bulunmamaktadır.

#### 3.1. Türkiye

Türkiye için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

##### 3.1.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 261,8 \left[ \frac{N}{P} \right]^{0,667}$$
- Yaralı Modeli 
$$I/N = 2,889 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-0,785}$$
- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,014 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-1,72}$$

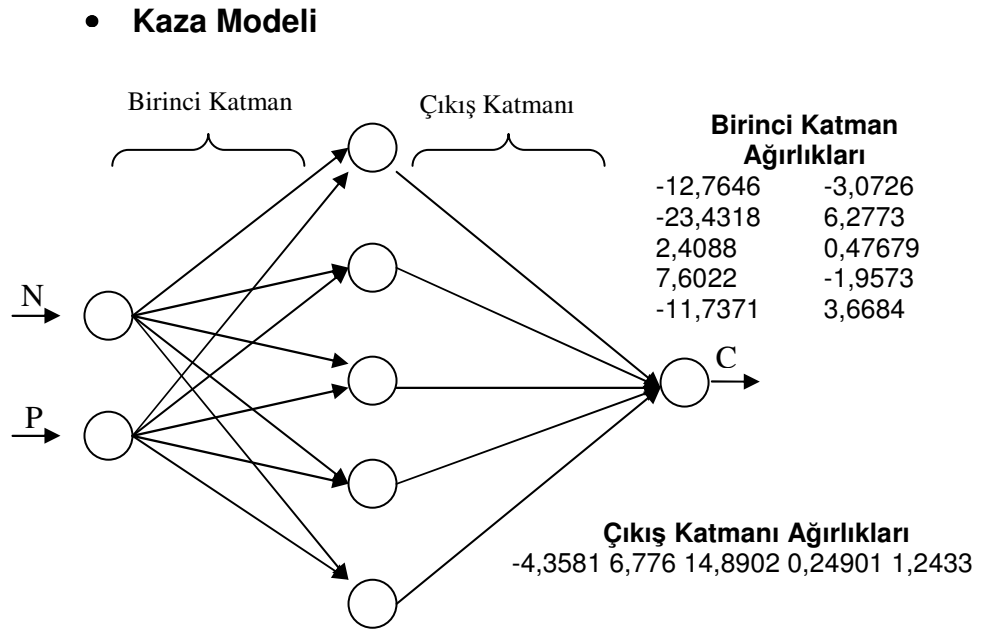
Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

### 3.1.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli  $C = e^{-42,04} N^{1,145} P^{2,048}$
- Yaralı Modeli  $I = e^{60,727} N^{1,282} P^{-3,853}$
- Ölü Modeli  $D = e^{154,6} N^{1,738} P^{-9,650}$

### 3.1.c. YSA Modelleri

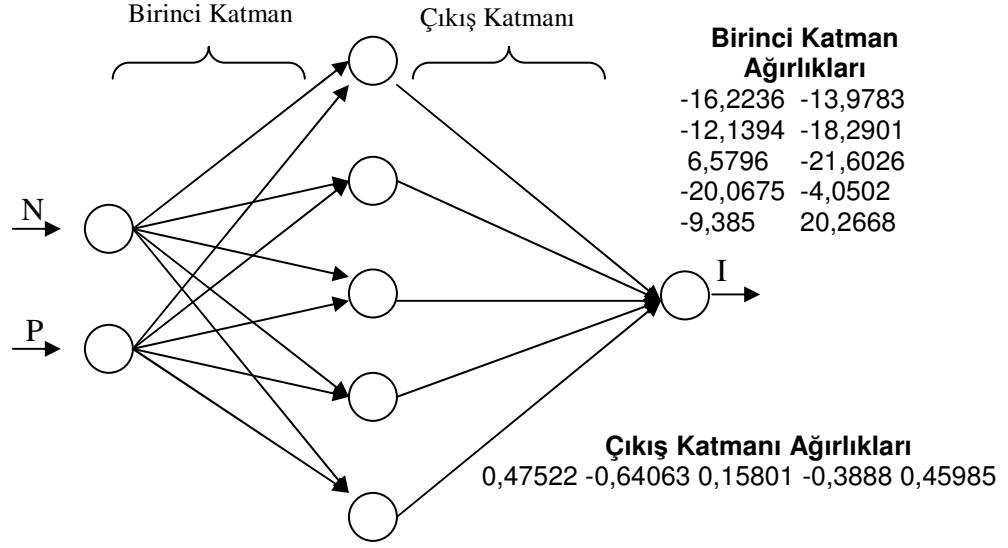
Türkiye için YSA mimarisi, nöron sayılarını ve ağırlıklarının gösterildiği şekil aşağıda verilemektedir. Birinci katmanda Sigmoid, çıkış katmanında ise doğrusal fonksiyon aktivasyon fonksiyonu olarak kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Türkiye için Kaza YSA Modeli

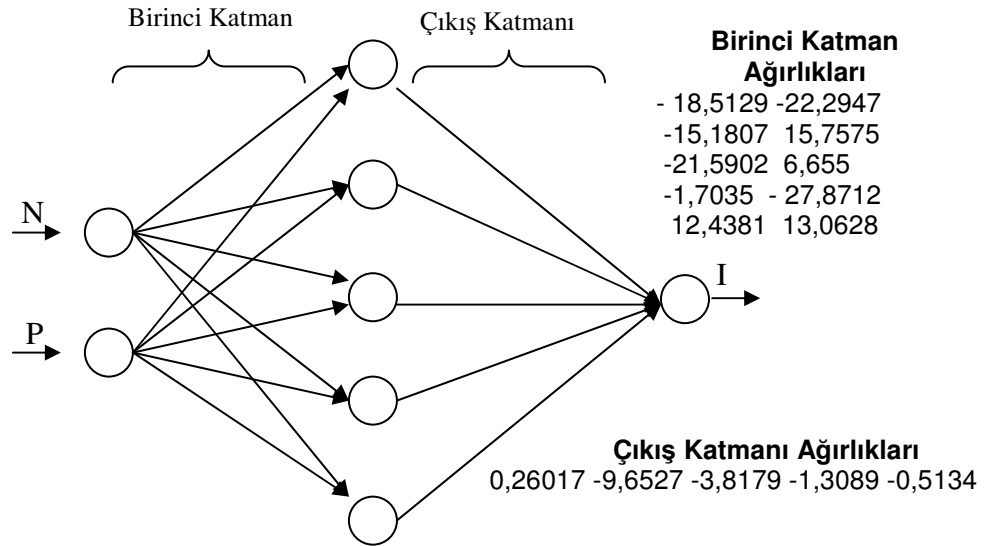


- **Yaralı Modeli**



**Şekil 3.2.** Türkiye için Yaralı YSA Modeli

- **Ölü Modelleri**



**Şekil 3.3.** Türkiye için Ölü YSA Modeli

### 3.1.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

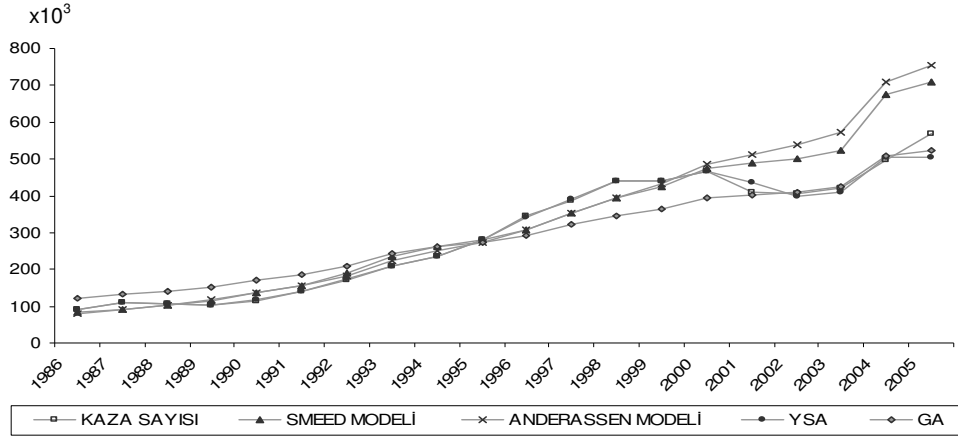
- Kaza Modeli  $C = 0,503N^{1,122}P^{0,237}$
- Yaralı Modeli  $I = 30000 + 2,64N^{0,50} - 1,05P^{0,20}$
- Ölü Modeli  $D = 11,21N^{-1,21}P^{1,38}$

Genetik algoritma ile modeller tespit edilirken diğer modellerde de olduğu gibi 1986–2000 yılları arasında kalan 15 yıllık veriler kullanılmıştır. literatürde 45–60 arasında önerilen toplam popülasyon büyüklüğü 50 olarak uygulanmıştır. Çaprazlama yüzdesi 0,50, mutasyon yüzdesi ise 0,02 olarak literatürde belirtilen değerler uygulanmıştır. Bu değerler 200 iterasyonun ardından belirlenmiştir.

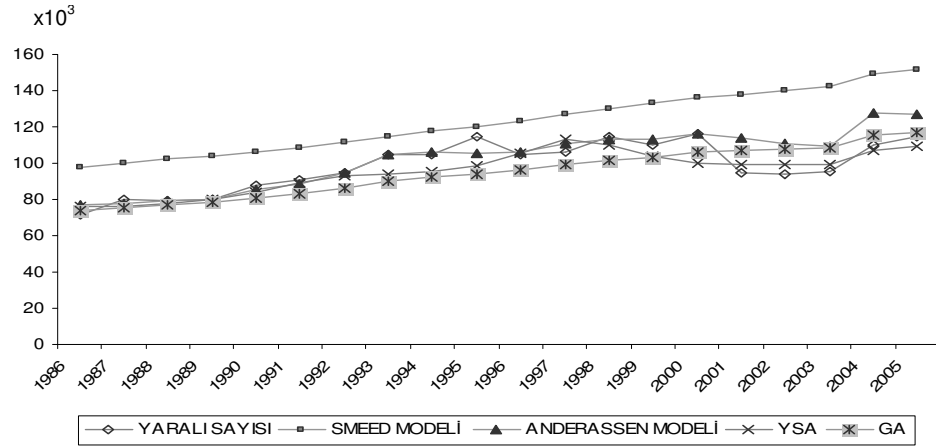
Diğer bahsi geçecek olan illerde de genetik algoritma parametreleri aynı tespit edilmiştir. Bu sebeple tekrar belirtilmemiştir.

**Çizelge 3.1 Türkiye için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

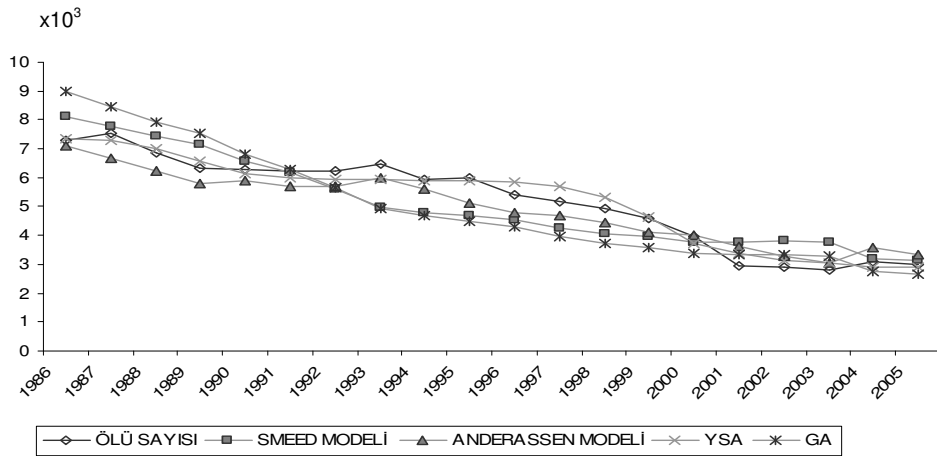
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	81.883	80.786	92.715	121.598	97.431	76.622	75.980	73.467	8.127	7.116	7.362	8.969
1987	92.070	91.739	110.082	131.555	99.812	77.910	76.476	75.134	7.766	6.649	7.283	8.430
1988	103.241	103.764	107.403	141.907	101.975	79.069	77.692	76.800	7.438	6.208	7.013	7.945
1989	115.087	116.866	104.017	152.569	104.221	80.055	80.291	78.454	7.145	5.787	6.548	7.512
1990	135.484	134.906	115.961	169.567	106.340	85.408	83.906	80.900	6.568	5.896	6.141	6.821
1991	156.494	155.359	140.269	186.297	108.707	88.617	89.167	83.215	6.163	5.680	5.971	6.301
1992	187.901	183.525	173.289	210.012	111.590	94.806	92.902	86.281	5.620	5.713	5.928	5.658
1993	235.125	222.533	208.495	243.076	114.828	104.664	93.912	90.234	4.976	6.006	5.919	4.936
1994	260.065	248.992	233.306	260.208	117.397	105.799	95.281	92.234	4.794	5.610	5.913	4.684
1995	281.092	274.502	280.833	274.726	120.047	105.390	98.536	93.900	4.685	5.144	5.900	4.510
1996	308.128	305.668	342.565	292.922	123.065	106.174	105.643	95.901	4.530	4.790	5.861	4.296
1997	352.491	350.713	389.964	321.759	127.101	110.740	113.408	98.881	4.239	4.679	5.710	3.963
1998	392.651	393.892	437.953	346.412	130.249	113.040	110.265	101.345	4.052	4.446	5.313	3.733
1999	424.658	433.240	439.110	365.848	133.099	113.103	103.996	103.255	3.950	4.123	4.638	3.589
2000	474.814	485.324	466.070	394.482	136.087	116.406	100.274	105.913	3.755	3.994	3.736	3.368
2001	489.452	512.652	434.424	403.436	138.037	113.622	99.407	106.798	3.766	3.634	3.374	3.340
2002	499.941	538.358	399.850	410.516	140.132	110.387	99.008	107.514	3.795	3.290	3.162	3.328
2003	522.591	573.698	408.196	424.044	142.519	109.217	98.943	108.766	3.761	3.057	3.019	3.262
2004	675.282	708.200	505.548	506.247	149.548	127.623	106.959	115.426	3.182	3.564	2.908	2.734
2005	709.488	755.456	505.903	524.116	151.812	126.855	109.254	116.889	3.142	3.341	2.902	2.672



Şekil 3.4. Türkiye için Kaza Modelleri Tahminleri



Şekil 3.5. Türkiye için Yaralı Modelleri Tahminleri



Şekil 3.6. Türkiye için Ölü Modelleri Tahminleri

### 3.2. Adana

Adana için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.2.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 88,55 \left[ \frac{N}{P} \right]^{0,525}$$

- Yaralı Modeli 
$$I/N = 1,44 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-1,024}$$

- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,0062 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,338}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.2.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{-55,098} N^{0,405} P^{4,102}$$

- Yaralı Modeli 
$$I = e^{56,483} N^{1,316} P^{-4,513}$$

- Ölü Modeli 
$$D = e^{81,75} N^{0,655} P^{-5,899}$$

#### 3.2.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

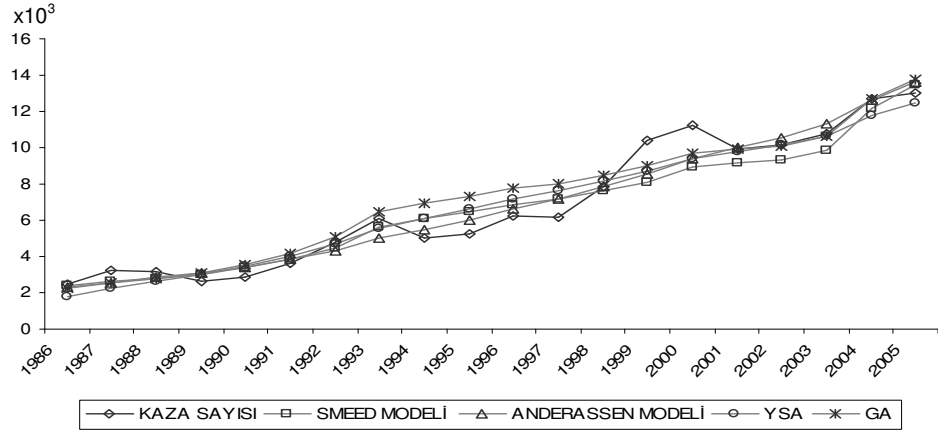
### 3.2.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

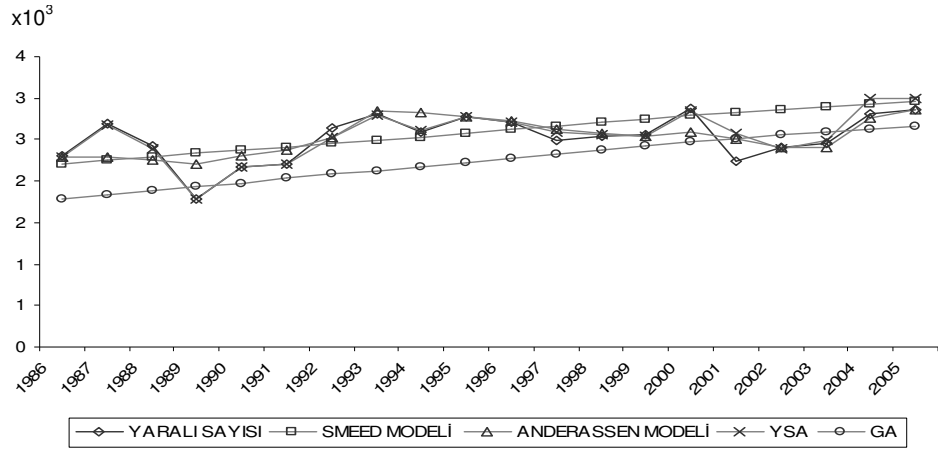
- Kaza Modeli  $C = 1050 + 0,75N^{0,80} - 0,155P^{0,753}$
- Yaralı Modeli  $I = -2900,5 - 9,981N^{0,196} - 1,884P^{0,553}$
- Ölü Modeli  $D = 340 - 2,875N^{0,431} - 0,427P^{0,476}$

**Çizelge 3.2 Adana için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

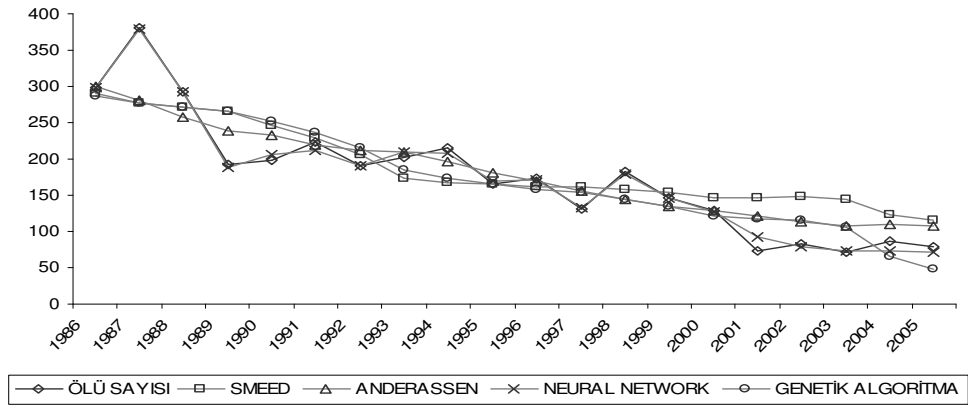
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	2.385	2.294	1.759	2.194	2.212	2.286	2.297	1.788	291	300	298	287
1987	2.623	2.556	2.195	2.541	2.253	2.292	2.678	1.838	277	280	379	278
1988	2.805	2.822	2.604	2.786	2.295	2.247	2.392	1.889	271	259	293	271
1989	2.997	3.111	3.020	3.039	2.337	2.204	1.785	1.939	265	239	189	265
1990	3.367	3.409	3.451	3.567	2.367	2.299	2.177	1.977	246	232	206	252
1991	3.812	3.822	4.008	4.163	2.408	2.367	2.207	2.028	229	219	212	237
1992	4.492	4.324	4.670	5.045	2.449	2.526	2.527	2.078	205	211	190	216
1993	5.635	4.967	5.524	6.432	2.486	2.850	2.786	2.127	174	210	211	184
1994	6.095	5.477	6.075	6.933	2.529	2.833	2.613	2.178	168	196	208	173
1995	6.463	6.000	6.588	7.318	2.573	2.772	2.780	2.228	165	181	168	166
1996	6.872	6.577	7.124	7.740	2.617	2.719	2.708	2.279	162	168	172	158
1997	7.145	7.161	7.605	8.005	2.663	2.617	2.596	2.330	162	155	133	153
1998	7.621	7.836	8.167	8.483	2.707	2.580	2.562	2.380	158	144	180	144
1999	8.107	8.549	8.724	8.962	2.750	2.544	2.545	2.429	154	135	147	135
2000	8.887	9.351	9.370	9.725	2.790	2.587	2.837	2.474	146	129	128	120
2001	9.128	9.963	9.762	9.943	2.826	2.508	2.571	2.514	147	121	93	117
2002	9.283	10.574	10.118	10.075	2.863	2.414	2.395	2.554	148	113	78	115
2003	9.824	11.327	10.615	10.579	2.897	2.408	2.490	2.592	144	108	74	106
2004	12.168	12.636	11.742	12.692	2.924	2.754	2.989	2.627	122	110	73	66
2005	13.426	13.653	12.452	13.746	2.955	2.854	2.990	2.663	115	107	71	48



**Şekil 3.7.** Adana için Yaralı Modelleri Tahminleri



**Şekil 3.8.** Adana için Yaralı Modelleri Tahminleri



**Şekil 3.8.** Adana için Yaralı Modelleri Tahminleri



### 3.3. Ankara

Ankara için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.3.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 193,42 \left[ \frac{N}{P} \right]^{0,460}$$

- Yaralı Modeli 
$$I/N = 1,759 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-1,202}$$

- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,0029 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,729}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.3.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{11,651} N^{1,737} P^{-1,584}$$

- Yaralı Modeli 
$$I = e^{17,695} N^{0,298} P^{-0,828}$$

- Ölü Modeli 
$$D = e^{87,356} N^{0,355} P^{-5,727}$$

#### 3.3.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

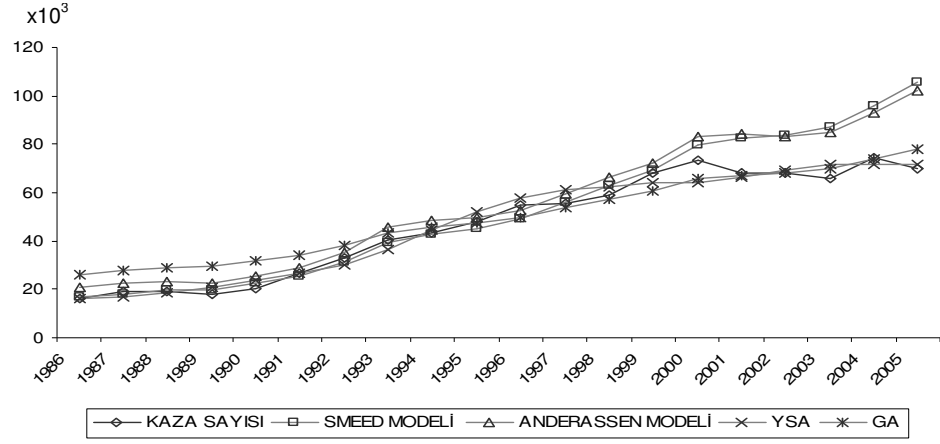
### 3.3.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

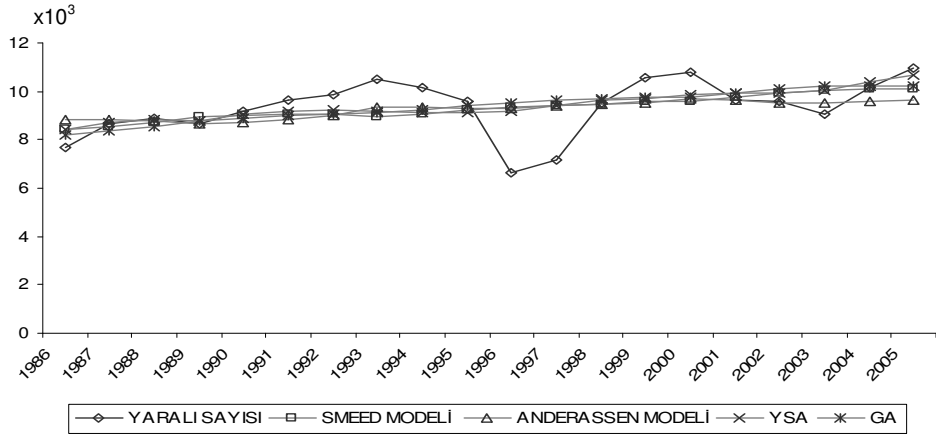
- Kaza Modeli  $C = 0,165N^{0,731}P^{0,191}$
- Yaralı Modeli  $I = -0,0027N + 0,003P$
- Ölü Modeli  $D = 0,840N^{-1,369}P^{1,583}$

**Çizelge 3.3 Ankara için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

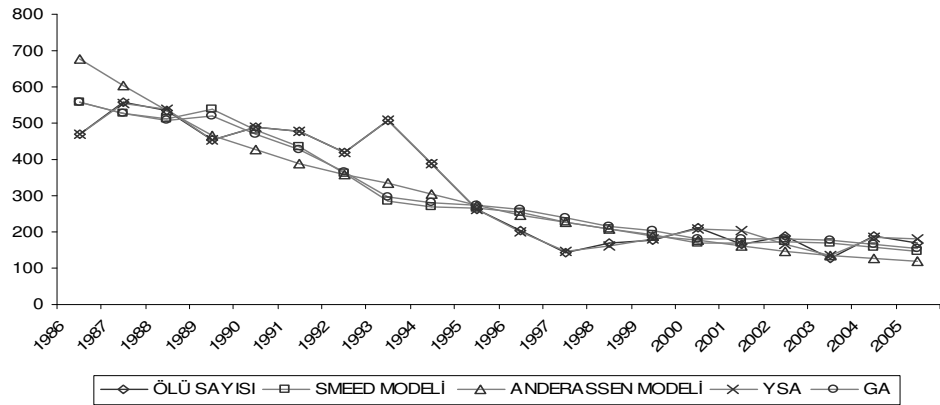
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	16.451	20.771	16.064	26.080	8.397	8.802	8.421	8.178	558	678	471	558
1987	18.067	22.303	16.888	27.626	8.530	8.808	8.685	8.351	528	602	556	526
1988	19.398	23.332	18.400	28.925	8.686	8.777	8.846	8.532	512	534	537	507
1989	19.435	22.489	20.522	29.247	8.924	8.627	8.773	8.752	538	467	452	520
1990	22.215	25.481	23.623	31.559	8.977	8.727	9.060	8.875	482	427	488	470
1991	25.212	28.565	26.728	33.951	9.054	8.806	9.196	9.012	436	387	477	429
1992	30.876	35.098	30.067	37.937	9.032	9.027	9.228	9.081	360	359	421	364
1993	39.463	45.421	36.468	43.303	8.953	9.337	9.171	9.088	283	336	506	297
1994	42.936	48.491	44.541	45.590	9.072	9.348	9.134	9.226	268	303	387	281
1995	45.164	49.744	52.097	47.186	9.232	9.297	9.121	9.396	265	272	263	275
1996	48.851	52.765	57.911	49.524	9.358	9.299	9.182	9.537	253	246	200	262
1997	55.713	59.657	60.888	53.371	9.414	9.404	9.402	9.611	227	225	147	237
1998	62.712	66.442	62.474	57.132	9.483	9.487	9.607	9.686	206	206	163	217
1999	68.986	72.058	64.048	60.442	9.577	9.531	9.698	9.778	193	188	182	203
2000	79.806	83.178	63.922	65.542	9.591	9.682	9.873	9.769	169	175	209	181
2001	82.305	83.958	66.416	67.038	9.736	9.623	9.911	9.913	169	161	203	180
2002	83.512	83.155	69.365	68.003	9.902	9.535	9.919	10.082	172	147	165	181
2003	86.925	84.955	71.280	69.859	10.031	9.499	10.015	10.206	170	135	134	177
2004	95.912	93.123	71.433	73.884	10.077	9.579	10.387	10.221	157	127	185	165
2005	105.649	101.918	71.315	78.066	10.121	9.658	10.701	10.224	145	119	182	153



Şekil 3.10. Ankara için Yaralı Modelleri Tahminleri



Şekil 3.11. Ankara için Yaralı Modelleri Tahminleri



Şekil 3.12. Ankara için Yaralı Modelleri Tahminleri

### 3.4. Antalya

Ankara için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.4.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 140,75 \left[ \frac{N}{P} \right]^{0,944}$$

- Yaralı Modeli 
$$I/N = 3,734 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-0,751}$$

- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,0068 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,561}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.4.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{-11,512} N^{1,643} P^{-0,002}$$

- Yaralı Modeli 
$$I = e^{-16,951} N^{-0,240} P^{1,984}$$

- Ölü Modeli 
$$D = e^{16,626} N^{0,204} P^{-0,992}$$

#### 3.4.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

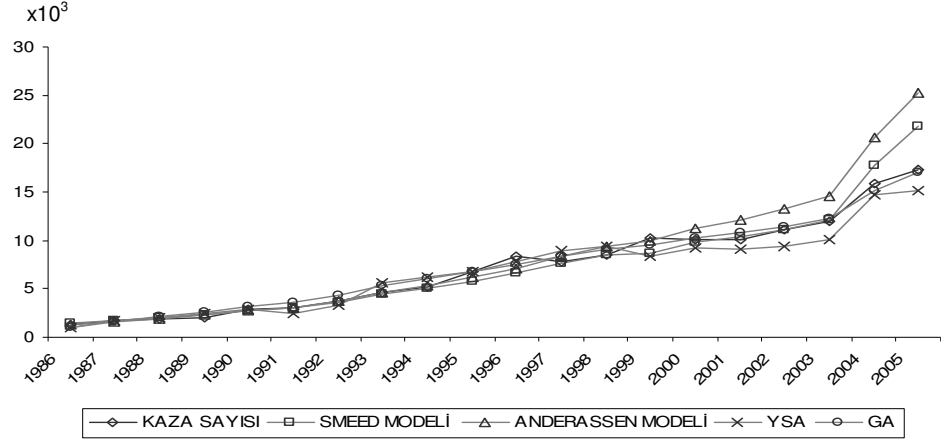
### 3.4.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

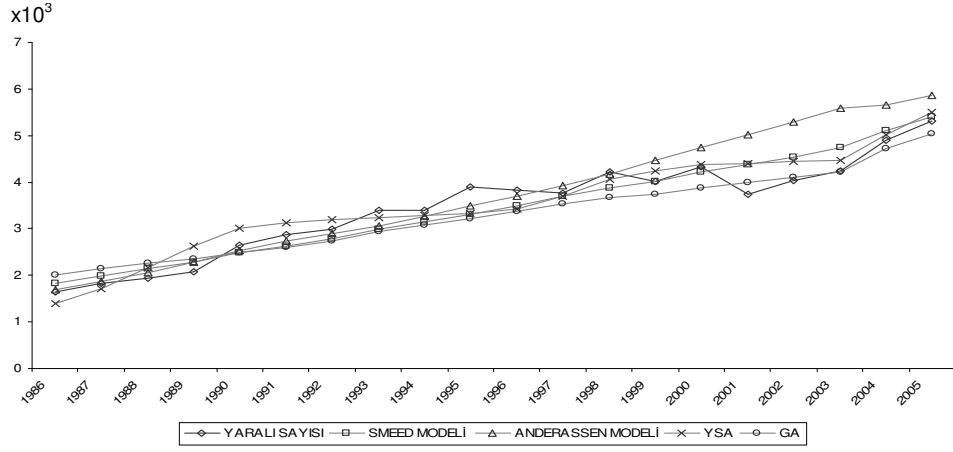
- Kaza Modeli  $C = -4500 + 1,23N^{0,741} - 0,71P^{0,422}$
- Yaralı Modeli  $I = 200 + 3,47N^{0,548} - 1,99P^{-4,257}$
- Ölü Modeli  $D = 60,95N^{-0,72}P^{0,69}$

**Çizelge 3.4 Antalya için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

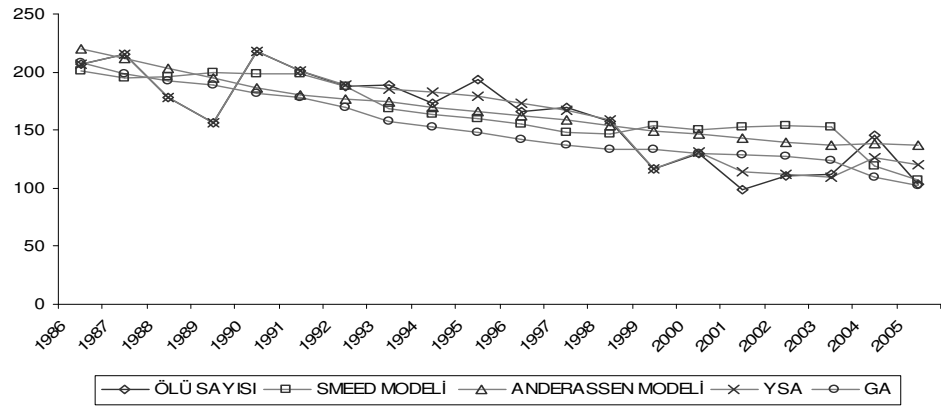
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	1.488	1.336	1.073	1.056	1.833	1.684	1.392	2.011	200	220	207	208
1987	1.788	1.646	1.680	1.621	1.990	1.865	1.716	2.142	195	211	215	198
1988	2.042	1.936	2.073	2.097	2.138	2.063	2.175	2.250	196	203	178	193
1989	2.291	2.236	2.396	2.551	2.284	2.271	2.633	2.351	199	195	156	189
1990	2.688	2.704	2.814	3.198	2.477	2.535	3.001	2.492	199	186	217	182
1991	2.987	3.067	2.514	3.657	2.613	2.727	3.127	2.590	198	180	200	178
1992	3.550	3.679	3.310	4.372	2.779	2.904	3.196	2.740	187	177	189	169
1993	4.485	4.642	5.585	5.378	2.976	3.064	3.237	2.945	168	174	185	158
1994	5.105	5.360	6.185	6.053	3.141	3.268	3.275	3.080	164	170	183	152
1995	5.769	6.146	6.782	6.738	3.311	3.484	3.322	3.215	160	165	179	148
1996	6.621	7.138	7.734	7.538	3.494	3.702	3.426	3.370	155	162	173	142
1997	7.664	8.344	8.945	8.432	3.690	3.925	3.702	3.540	148	158	167	137
1998	8.472	9.376	9.371	9.142	3.870	4.177	4.059	3.672	147	154	159	134
1999	8.713	9.904	8.370	9.486	4.019	4.477	4.242	3.736	154	150	116	134
2000	9.750	11.219	9.278	10.308	4.212	4.734	4.371	3.887	151	146	130	130
2001	10.317	12.098	9.100	10.827	4.373	5.016	4.407	3.981	153	143	114	129
2002	11.105	13.228	9.391	11.465	4.547	5.296	4.436	4.095	153	140	112	127
2003	12.105	14.609	10.077	12.207	4.733	5.576	4.473	4.227	152	137	109	124
2004	17.689	20.658	14.710	15.082	5.111	5.655	5.023	4.721	119	138	127	109
2005	21.728	25.211	15.113	16.949	5.396	5.852	5.501	5.032	107	137	120	102



**Şekil 3.13.** Antalya için Kaza Modelleri Tahminleri



**Şekil 3.14.** Antalya için Yaralı Modelleri Tahminleri



**Şekil 3.15.** Antalya için Ölü Modelleri Tahminleri



### 3.5. Bursa

Bursa için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.5.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 2132,3 \left[ \frac{N}{P} \right]^{1,7543}$$
- Yaralı Modeli 
$$I/N = 3,42 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-0,707}$$
- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,0258 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-1,639}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.5.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{64,184} N^{4,949} P^{-8,019}$$
- Yaralı Modeli 
$$I = e^{16,316} N^{1,053} P^{-1,464}$$
- Ölü Modeli 
$$D = e^{39,564} N^{1,096} P^{-3,312}$$

#### 3.5.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

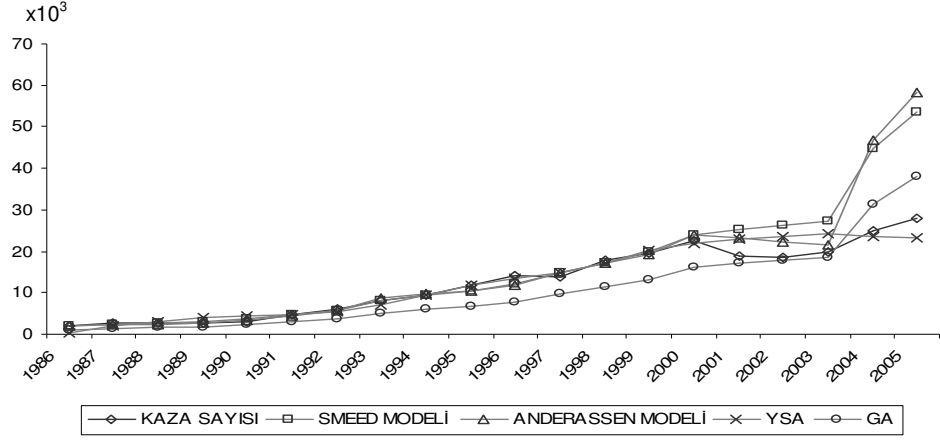
### 3.5.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

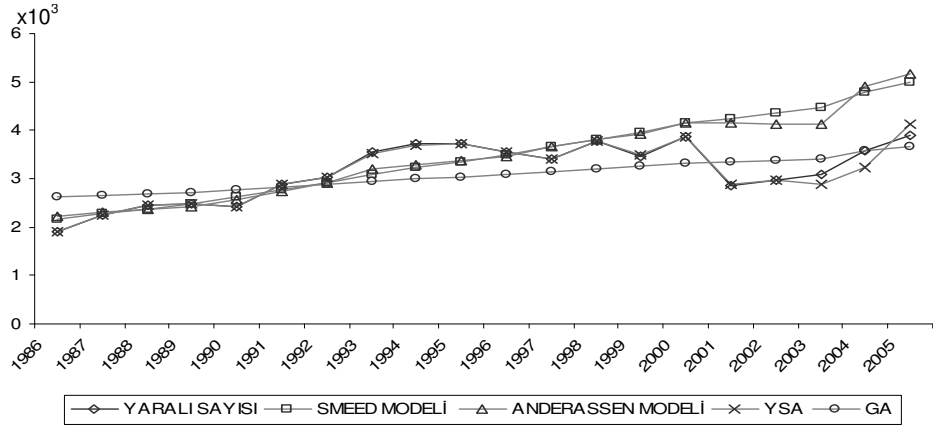
- Kaza Modeli  $C = 1,691N^{2,936}P^{1,923}$
- Yaralı Modeli  $I = 2001 + 0,45N^{0,629} - 1,603P^{0,105}$
- Ölü Modeli  $D = 1200N^{-0,650}P^{0,400}$

**Çizelge 3.5 Bursa için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

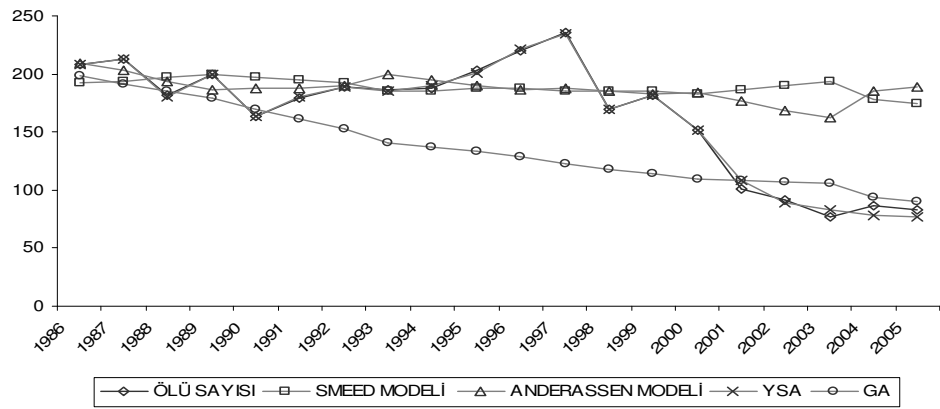
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	1.929	2.118	358	1.133	2.152	2.232	1.913	2.620	193	209	208	199
1987	2.299	2.416	1.989	1.363	2.267	2.317	2.247	2.656	194	203	213	191
1988	2.589	2.506	3.113	1.544	2.372	2.356	2.438	2.684	197	194	181	185
1989	2.957	2.683	3.930	1.775	2.482	2.410	2.477	2.715	200	187	200	179
1990	3.808	3.529	4.430	2.320	2.636	2.578	2.420	2.770	197	187	163	169
1991	4.708	4.449	4.844	2.904	2.770	2.729	2.873	2.818	195	188	180	161
1992	5.884	5.735	5.463	3.677	2.914	2.901	3.028	2.872	192	190	189	152
1993	8.138	8.892	7.048	5.189	3.097	3.208	3.533	2.951	185	200	185	141
1994	9.291	9.784	9.566	5.966	3.225	3.297	3.700	2.992	186	195	190	137
1995	10.466	10.533	11.814	6.764	3.351	3.373	3.726	3.032	187	190	201	133
1996	12.013	11.735	13.343	7.823	3.489	3.475	3.539	3.077	188	186	221	129
1997	14.746	14.774	14.722	9.719	3.657	3.675	3.409	3.142	185	187	235	122
1998	17.253	17.103	17.298	11.473	3.812	3.817	3.791	3.198	185	186	169	118
1999	19.760	19.118	20.121	13.240	3.963	3.934	3.478	3.249	185	182	182	114
2000	24.026	23.951	22.029	16.285	4.140	4.154	3.869	3.320	183	184	151	109
2001	25.219	23.286	22.835	17.127	4.251	4.153	2.880	3.348	186	177	108	108
2002	26.240	22.333	23.571	17.845	4.358	4.139	2.983	3.373	190	169	89	107
2003	27.393	21.587	24.346	18.660	4.469	4.132	2.874	3.400	193	162	83	106
2004	44.715	46.672	23.402	31.424	4.803	4.895	3.242	3.581	177	185	78	94
2005	53.669	58.181	23.273	38.130	4.994	5.158	4.118	3.663	175	188	77	90



Şekil 3.16. Bursa için Kaza Modelleri Tahminleri



Şekil 3.17. Bursa için Yaralı Modelleri Tahminleri



Şekil 3.18. Bursa için Ölü Modelleri Tahminleri

### 3.6. İçel

İçel için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.6.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 21,829 \left[ \frac{N}{P} \right]^{1,1534}$$
- Yaralı Modeli 
$$I/N = 2,044 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-1,008}$$
- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,0033 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,4581}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.6.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{-23,120} N^{0,195} P^{2,058}$$
- Yaralı Modeli 
$$I = e^{0,620} N^{0,221} P^{0,335}$$
- Ölü Modeli 
$$D = e^{-54,143} N^{-2,858} P^{6,558}$$

#### 3.6.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

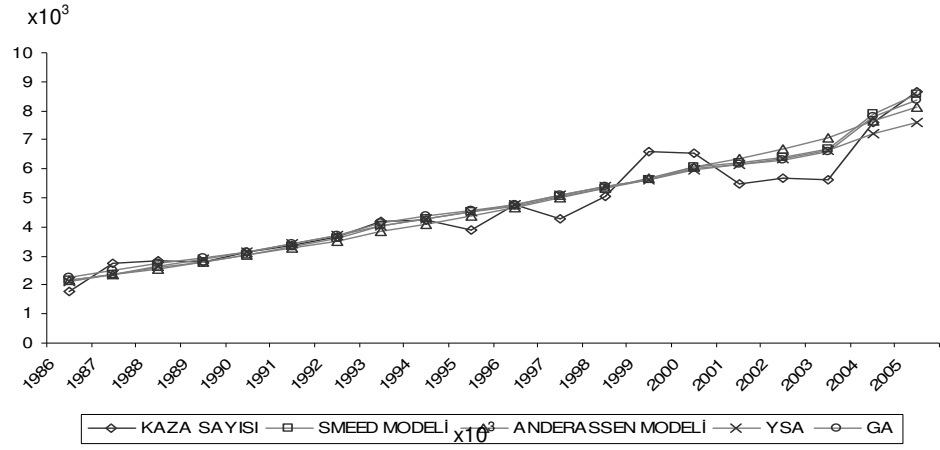
### 3.6.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

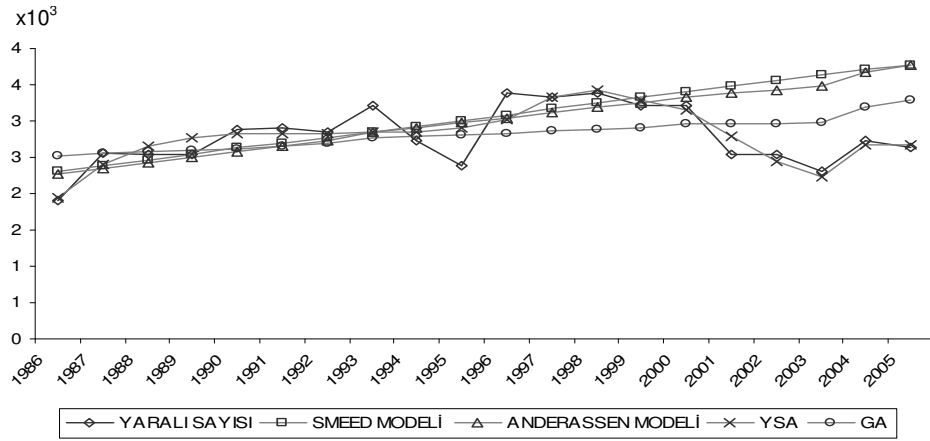
- Kaza Modeli  $C = 0,210N^{0,853}P^{-0,011}$
- Yaralı Modeli  $I = 3078 + 1,708N^{0,573} - 0,122P^{0,678}$
- Ölü Modeli  $D = 2,338N^{-1,587}P^{1,606}$

**Çizelge 3.6 İçel için Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

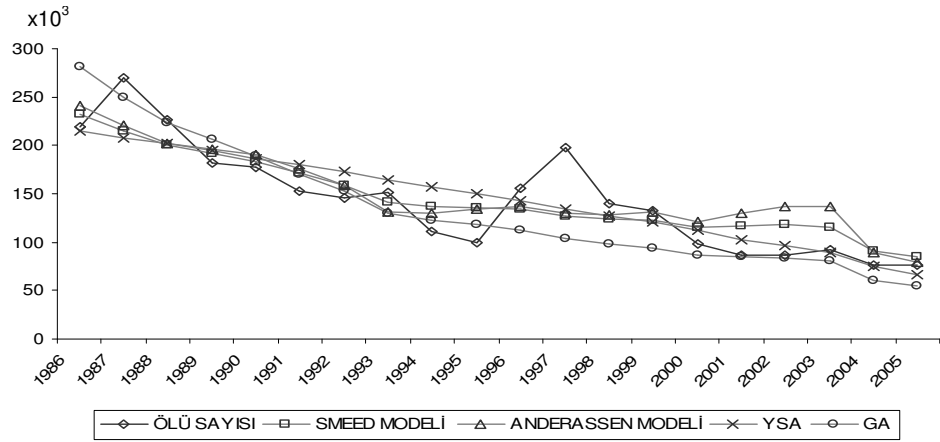
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	2.156	2.147	2.127	2.275	2.311	2.267	1.947	2.523	232	241	215	281
1987	2.376	2.350	2.379	2.495	2.388	2.348	2.397	2.550	216	220	208	250
1988	2.610	2.566	2.636	2.728	2.466	2.430	2.662	2.579	200	202	201	223
1989	2.812	2.783	2.881	2.926	2.544	2.501	2.776	2.598	192	197	195	206
1990	3.039	3.024	3.145	3.147	2.627	2.576	2.824	2.620	183	190	186	189
1991	3.301	3.264	3.407	3.405	2.701	2.655	2.833	2.653	172	176	180	171
1992	3.607	3.525	3.689	3.706	2.775	2.739	2.825	2.696	159	159	173	153
1993	4.045	3.825	4.027	4.141	2.850	2.845	2.844	2.769	141	131	165	130
1994	4.289	4.095	4.285	4.374	2.927	2.912	2.855	2.791	137	130	158	122
1995	4.498	4.369	4.528	4.568	3.005	2.972	2.900	2.803	136	134	150	118
1996	4.722	4.662	4.780	4.776	3.086	3.033	3.025	2.818	134	137	143	113
1997	5.072	4.999	5.085	5.111	3.166	3.115	3.332	2.859	127	130	134	104
1998	5.359	5.334	5.363	5.380	3.248	3.184	3.422	2.885	124	129	127	98
1999	5.626	5.676	5.629	5.627	3.330	3.249	3.281	2.905	122	131	121	94
2000	6.043	6.056	5.949	6.023	3.409	3.333	3.157	2.957	116	122	113	86
2001	6.204	6.366	6.152	6.163	3.484	3.378	2.790	2.957	117	130	103	85
2002	6.383	6.691	6.360	6.320	3.559	3.425	2.447	2.961	118	137	97	84
2003	6.680	7.054	6.612	6.594	3.633	3.487	2.222	2.987	116	137	90	81
2004	7.908	7.646	7.223	7.790	3.704	3.666	2.669	3.195	92	89	75	61
2005	8.539	8.108	7.590	8.389	3.777	3.763	2.679	3.280	85	80	66	55



Şekil 3.19. İçel için Kaza Modelleri Tahminleri



Şekil 3.20. İçel için Yaralı Modelleri Tahminleri



Şekil 3.21. İçel için Ölü Modelleri Tahminleri



### 3.7. İstanbul

İstanbul için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.7.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 2028,3 \left[ \frac{N}{P} \right]^{1,3896}$$
- Yaralı Modeli 
$$I/N = 0,0738 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,3136}$$
- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,0008 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,8829}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.7.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{1,766} N^{2,434} P^{-1,494}$$
- Yaralı Modeli 
$$I = e^{15,638} N^{-0,254} P^{-0,177}$$
- Ölü Modeli 
$$D = e^{87,477} N^{2,389} P^{-7,165}$$

#### 3.7.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

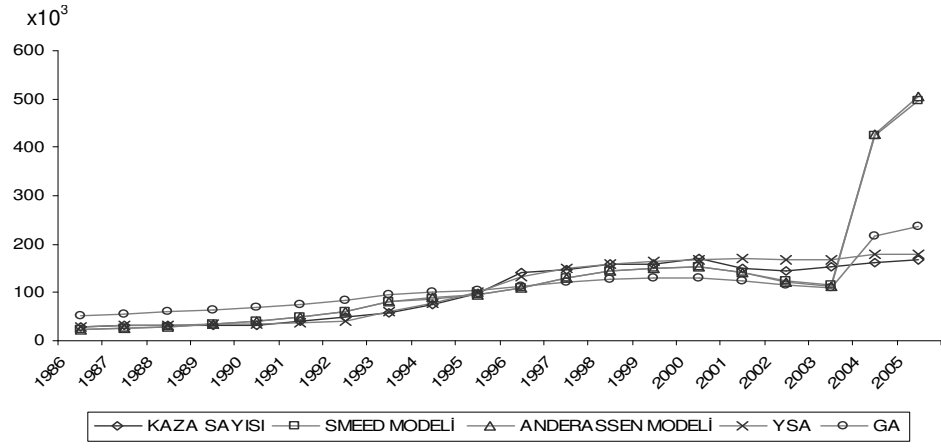
### 3.7.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

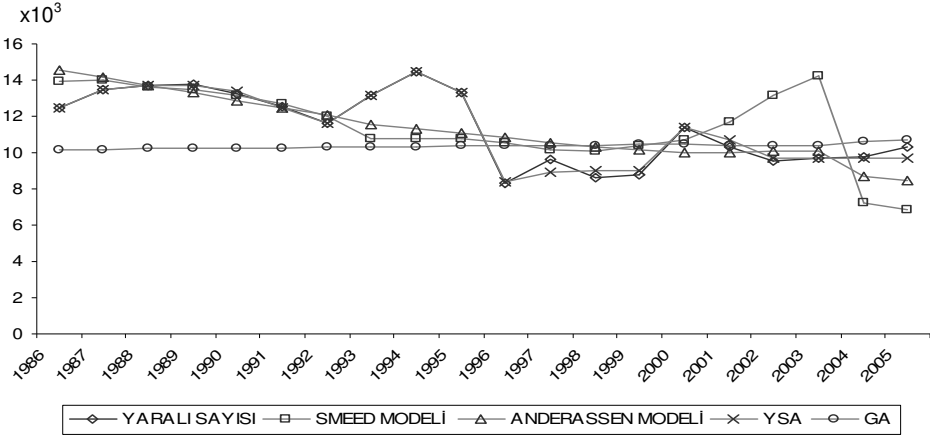
- Kaza Modeli  $C = 3000N^{1,228}P^{-0,839}$
- Yaralı Modeli  $I = 10500 + 0,881N^{0,493} - 9,91P^{0,285}$
- Ölü Modeli  $D = 300,73N^{-0,951}P^{0,840}$

**Çizelge 3.7 İstanbul İçin Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

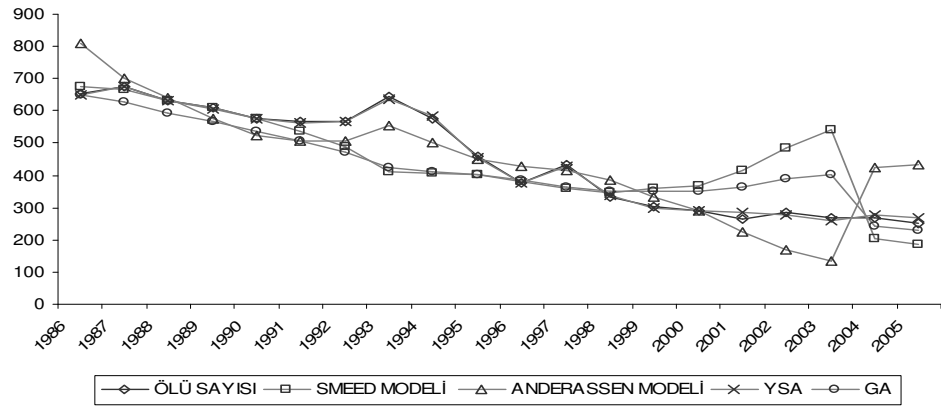
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	22.325	22.461	30.080	51.656	13.926	14.534	12.428	10.179	676	808	651	650
1987	25.310	25.430	30.596	54.781	13.971	14.126	13.477	10.189	665	700	674	626
1988	29.969	30.100	32.442	59.424	13.640	13.676	13.706	10.205	631	641	631	593
1989	34.488	34.614	34.149	63.538	13.489	13.288	13.663	10.219	609	577	607	568
1990	41.322	41.458	35.664	69.319	13.143	12.836	13.352	10.238	575	525	577	535
1991	48.924	49.101	37.362	75.273	12.659	12.462	12.461	10.259	537	506	562	506
1992	59.729	60.002	41.694	83.045	11.977	12.063	11.618	10.285	488	505	566	472
1993	80.040	80.627	59.679	96.123	10.756	11.563	13.156	10.327	412	554	637	424
1994	87.913	88.475	78.211	100.450	10.767	11.323	14.496	10.340	407	500	583	413
1995	95.939	96.456	101.931	104.631	10.807	11.097	13.336	10.353	403	450	454	402
1996	110.387	110.983	131.337	111.996	10.532	10.816	8.364	10.375	383	428	378	384
1997	129.385	130.132	150.357	121.032	10.153	10.523	8.923	10.402	358	415	429	364
1998	144.469	145.235	158.371	127.584	10.043	10.292	8.988	10.421	348	385	336	351
1999	149.006	149.513	162.989	129.125	10.365	10.155	9.002	10.426	359	332	298	350
2000	153.874	154.128	168.094	130.790	10.666	10.022	11.408	10.432	369	288	292	349
2001	140.254	139.940	168.753	124.276	11.714	10.031	10.703	10.413	417	224	286	365
2002	123.085	122.252	167.397	115.813	13.125	10.083	9.697	10.388	485	168	276	387
2003	114.157	112.989	167.358	111.046	14.256	10.076	9.722	10.374	540	134	262	402
2004	422.903	428.006	178.893	217.058	7.227	8.693	9.698	10.650	202	426	275	241
2005	497.010	503.502	178.897	235.099	6.881	8.474	9.698	10.691	186	431	269	227



Şekil 3.22. İstanbul için Kaza Modelleri Tahminleri



Şekil 3.23. İstanbul için Yaralı Modelleri Tahminleri



Şekil 3.24. İstanbul için Ölü Modelleri Tahminleri

### 3.8. İzmir

İzmir için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.8.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 233,42 \left[ \frac{N}{P} \right]^{0,674}$$
- Yaralı Modeli 
$$I/N = 4,089 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-0,736}$$
- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,0028 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,517}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.8.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{-5,395} N^{1,574} P^{-0,324}$$
- Yaralı Modeli 
$$I = e^{102,769} N^{3,017} P^{-8,896}$$
- Ölü Modeli 
$$D = e^{190,045} N^{3,642} P^{-15,53}$$

#### 3.8.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

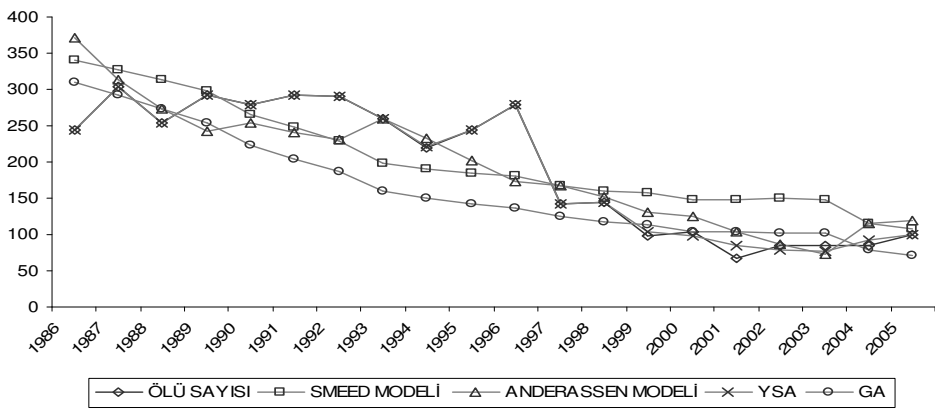
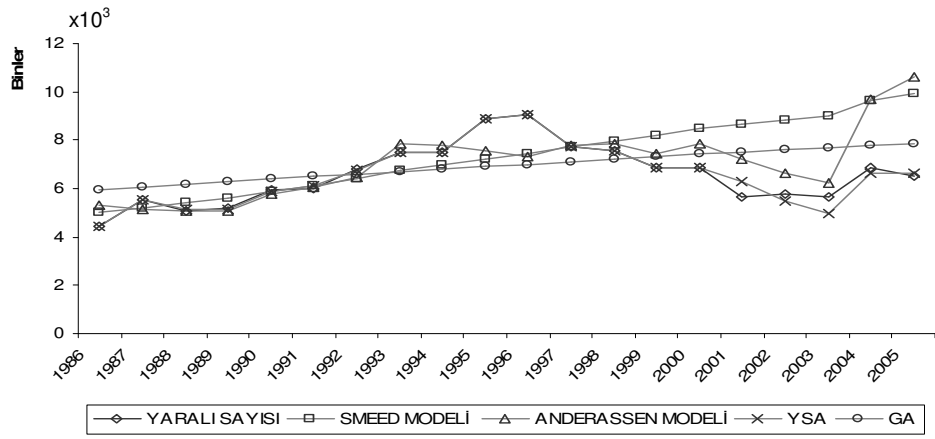
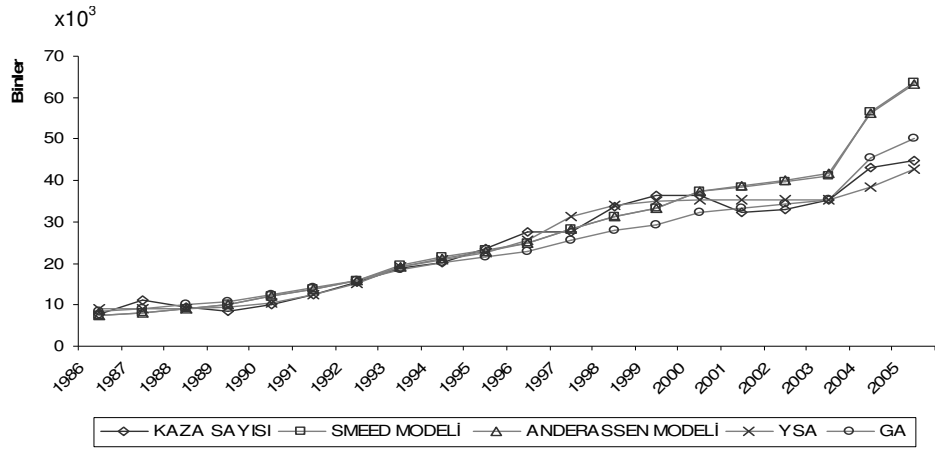
### 3.8.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

- Kaza Modeli  $C = 0,027 N^{1,300} P^{-0,214}$
- Yaralı Modeli  $I = -125,16 + 1,110 N^{-0,749} - 0,403 P^{0,644}$
- Ölü Modeli  $D = 1,898 N^{-1,454} P^{1,545}$

**Çizelge 3.8 İzmir İçin Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	7.487	7.446	9.036	8.373	5.012	5.293	4.439	5.967	340	371	244	309
1987	8.244	8.219	9.053	9.099	5.204	5.125	5.562	6.075	327	314	303	291
1988	9.158	9.147	9.160	9.954	5.409	5.070	5.117	6.182	313	274	253	273
1989	10.217	10.218	9.493	10.922	5.622	5.079	5.131	6.288	297	243	293	254
1990	12.131	12.096	10.542	12.572	5.891	5.771	5.865	6.388	266	253	279	224
1991	13.814	13.768	12.406	14.010	6.136	6.067	6.100	6.491	248	240	293	205
1992	15.825	15.759	15.014	15.684	6.394	6.467	6.755	6.593	229	231	290	186
1993	19.417	19.237	19.244	18.517	6.733	7.823	7.491	6.696	199	260	259	159
1994	21.388	21.218	20.913	20.104	6.969	7.812	7.514	6.799	190	233	221	150
1995	23.119	22.988	22.560	21.506	7.190	7.561	8.875	6.902	185	201	245	143
1996	24.979	24.895	25.711	22.998	7.417	7.314	9.068	7.006	180	173	278	137
1997	28.434	28.312	31.130	25.608	7.713	7.784	7.705	7.111	167	168	143	125
1998	31.293	31.190	34.110	27.774	7.975	7.822	7.584	7.215	160	152	144	117
1999	33.373	33.355	35.030	29.391	8.202	7.460	6.876	7.318	157	130	105	113
2000	37.334	37.293	35.438	32.265	8.490	7.831	6.885	7.416	147	125	98	105
2001	38.479	38.580	35.437	33.214	8.659	7.208	6.260	7.505	148	104	85	104
2002	39.635	39.885	35.415	34.172	8.829	6.644	5.488	7.593	149	87	80	103
2003	41.202	41.587	35.403	35.406	9.013	6.242	4.963	7.680	149	74	78	101
2004	56.526	56.273	38.332	45.500	9.608	9.689	6.624	7.767	116	116	92	78
2005	63.763	63.344	42.834	50.222	9.930	10.594	6.663	7.853	107	119	100	71





### 3.9. Konya

Konya için bulunan modeller maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

#### 3.9.a. Smeed Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C/N = 126,31 \left[ \frac{N}{P} \right]^{0,800}$$

- Yaralı Modeli 
$$I/N = 2,471 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-0,775}$$

- Ölü Modeli 
$$D/N = 0,006 \left[ \frac{N}{P} \right]^{-2,219}$$

Üç modelde bulunan oranlar 1000 araca düşen kaza, yaralı ve ölü oranlarıdır.

#### 3.9.b. Andreassen Modelleri

- Kaza Modeli 
$$C = e^{11,113} N^{2,229} P^{-2,071}$$

- Yaralı Modeli 
$$I = e^{11,272} N^{0,786} P^{-0,889}$$

- Ölü Modeli 
$$D = e^{43,880} N^{0,600} P^{-3,169}$$

#### 3.9.c. YSA

*Bkz. Blm 3 paragraf 2, Blm.3.1.c*

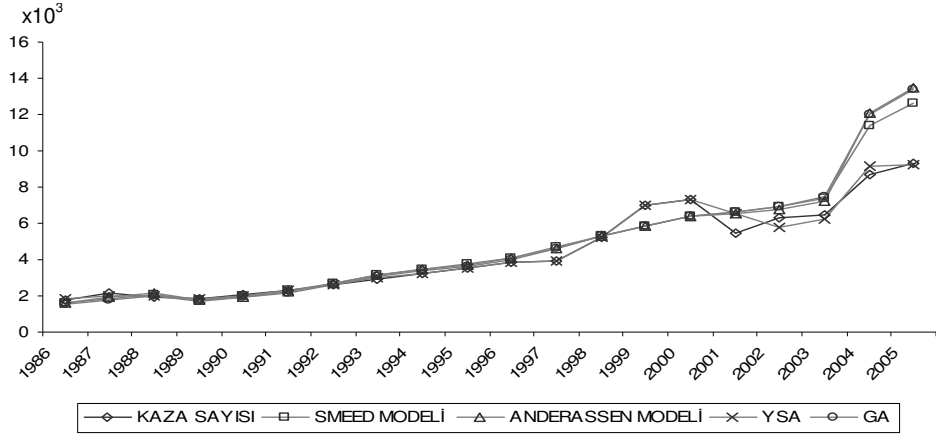
### 3.9.d Genetik Algoritma Modelleri (GA)

Genetik algoritma ile bulunan modeller aşağıda maddeler halinde sıralanmaktadır.

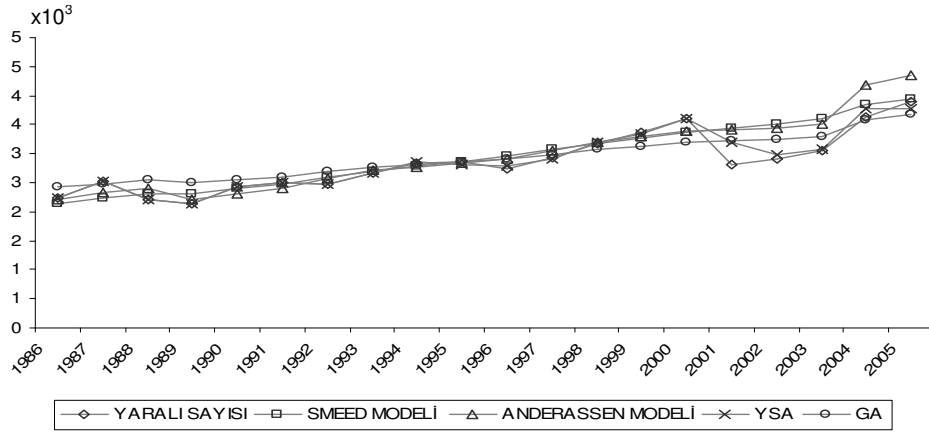
- Kaza Modeli  $C = 6,311N^{2,2,03}P^{-1,267}$
- Yaralı Modeli  $I = 1100 + 3,982N^{0,500} - 0,00017P^{0,295}$
- Ölü Modeli  $D = 325 - 0,61N^{0,5100} + 14,61P^{1,174}$

**Çizelge 3.9 Konya İçin Modellerin Kaza, Yaralı ve Ölü Tahminleri**

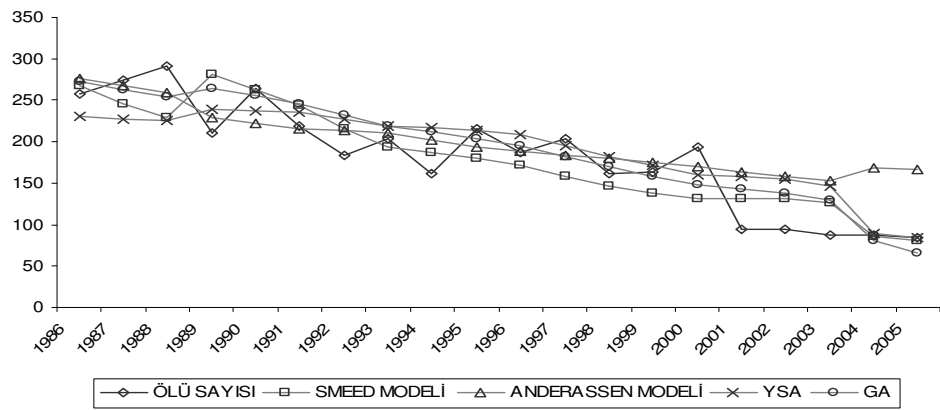
YILLAR	KAZA				YARALI				ÖLÜ			
	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA	SMEED	ANDREASSEN	YSA	GA
1986	1.616	1.653	1.862	1.527	2.135	2.212	2.241	2.426	267	277	231	273
1987	1.864	1.916	2.001	1.777	2.225	2.321	2.517	2.488	245	268	228	263
1988	2.102	2.163	1.971	2.017	2.310	2.412	2.220	2.543	229	259	226	254
1989	1.800	1.736	1.821	1.677	2.317	2.223	2.143	2.490	281	228	239	264
1990	2.014	1.946	2.034	1.888	2.399	2.306	2.433	2.542	263	221	238	256
1991	2.277	2.206	2.298	2.149	2.487	2.401	2.493	2.600	245	215	235	246
1992	2.715	2.675	2.595	2.600	2.595	2.560	2.471	2.684	216	213	228	232
1993	3.173	3.164	2.970	3.074	2.700	2.706	2.664	2.762	194	210	219	219
1994	3.452	3.426	3.218	3.353	2.784	2.773	2.851	2.810	187	202	217	211
1995	3.735	3.687	3.565	3.636	2.867	2.836	2.813	2.857	181	194	214	204
1996	4.107	4.047	3.871	4.014	2.959	2.920	2.793	2.913	172	188	208	195
1997	4.678	4.642	3.888	4.613	3.067	3.054	2.917	2.989	158	184	196	182
1998	5.305	5.298	5.229	5.275	3.175	3.189	3.196	3.066	146	180	182	169
1999	5.833	5.823	6.981	5.826	3.273	3.286	3.346	3.128	139	175	171	159
2000	6.391	6.381	7.344	6.413	3.369	3.383	3.608	3.190	132	170	160	149
2001	6.639	6.561	6.573	6.651	3.439	3.407	3.205	3.221	132	163	158	144
2002	6.919	6.776	5.738	6.924	3.510	3.436	2.981	3.254	131	157	155	139
2003	7.416	7.249	6.209	7.443	3.594	3.509	3.077	3.304	126	153	146	130
2004	11.358	12.065	9.131	11.972	3.846	4.188	3.776	3.591	86	168	89	80
2005	12.581	13.449	9.203	13.356	3.953	4.340	3.776	3.672	80	166	84	66



Şekil 3.28. Konya için Ölü Modelleri Tahminleri



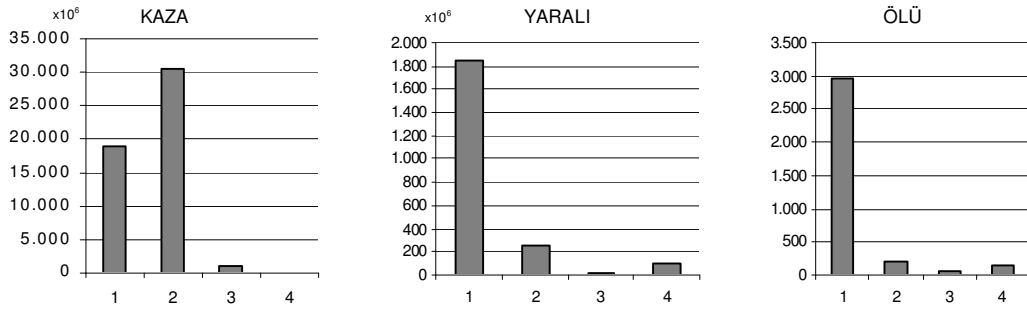
Şekil 3.29. Konya için Ölü Modelleri Tahminleri



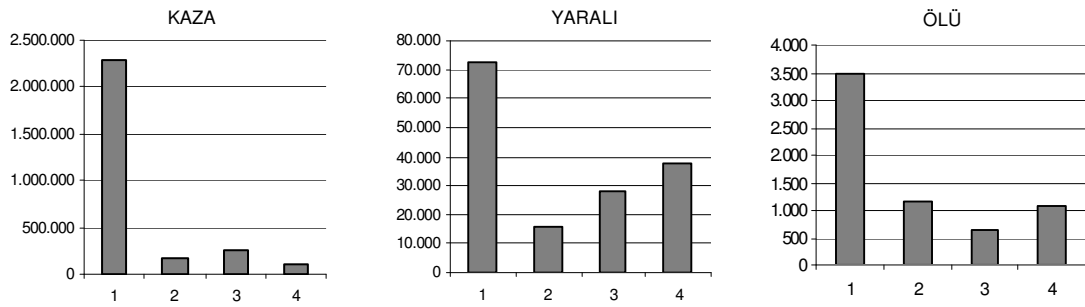
Şekil 3.30. Konya için Ölü Modelleri Tahminleri

### 3.10. Modellerin Karşılaştırılması

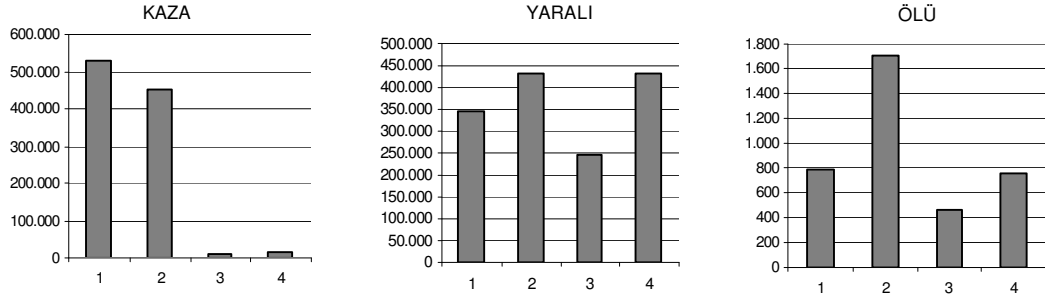
Geçen bölümlerde Türkiye ve diğer büyük illeri için bulunan modeller ve sonuçları verilmişti. Bu bölümde ise Türkiye ve incelenen iller için OKH'ler her bir model için tespit edilmiştir. Bulunan bu OKH değerleri şekil 3.31-39'da gösterilmiştir. Bu değerlere ait yorumlara ise tartışma ve sonuç bölümünde yer verilmiştir.



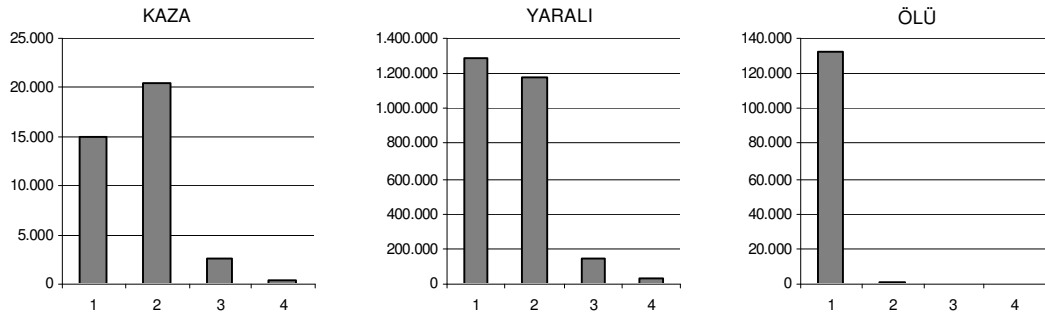
**Şekil 3.31.** Türkiye Geneli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



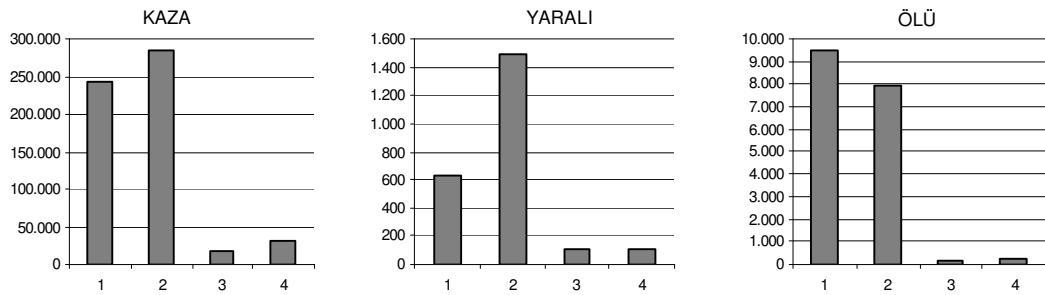
**Şekil 3.32.** Adana İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



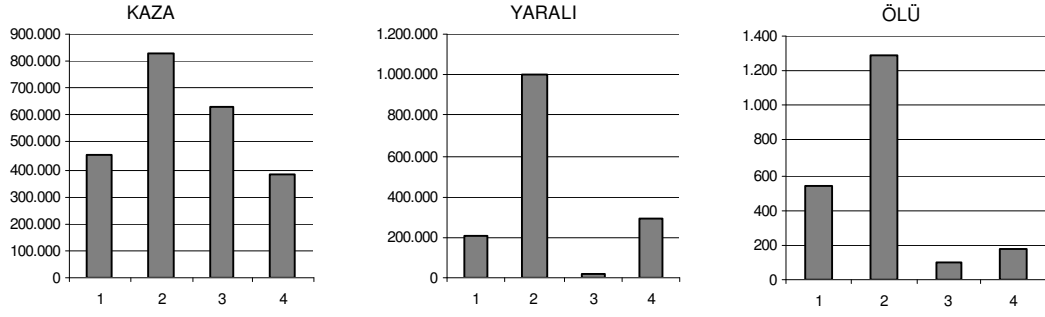
**Şekil 3.33.** Ankara İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



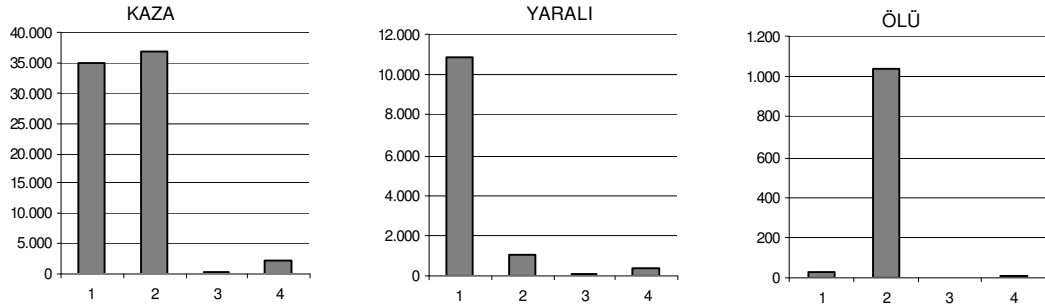
**Şekil 3.34.** Antalya İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



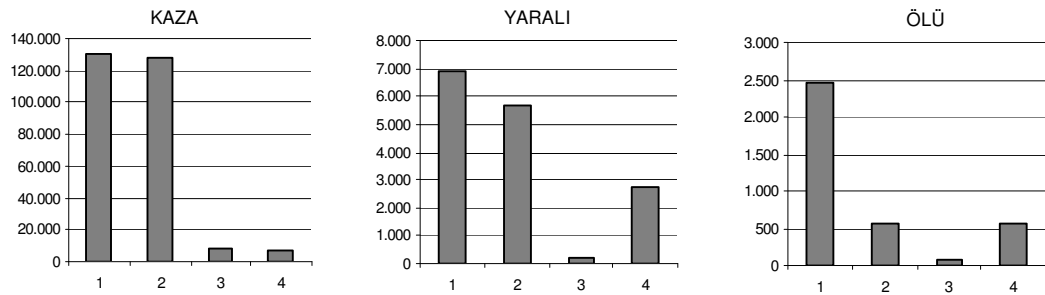
**Şekil 3.35** Bursa İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



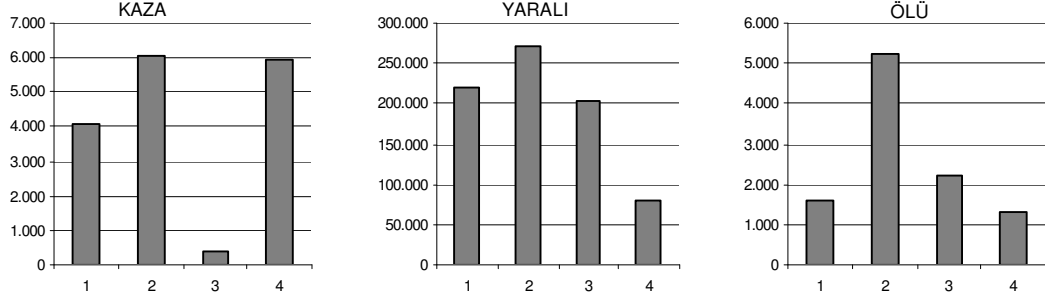
**Şekil 3.36** Içel İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



**Şekil 3.37** İstanbul İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



**Şekil 3.38** İzmir İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar



**Şekil 3.39** Konya İli için 2001–2005 Yılları Arasında Kaza Tahminleri ve Gerçek Değerler Arasındaki Ortalama Karesel Hatalar

Yukarıda verilmiş şekillerde kullanılan 1, Smeed modeli, 2, Andreassen Modeli, 3, Yapay Sinir Ağları, 4 ise Genetik Algoritma teknikleri ile bulunan değerlerin gerçek değerler ile arasındaki OKH değerini göstermektedir.

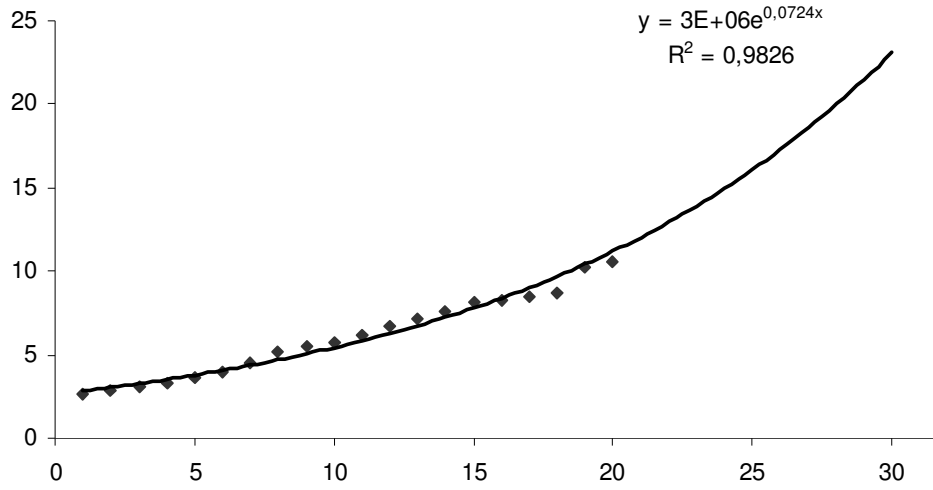
### 3.11. Türkiye İçin Kaza Senaryoları

Ortalama karesel hatalarına Şekil 3.29'dan bakıldığında Türkiye kaza tahmini için OKH'si minimum olan genetik algoritma, yaralı sayısı için yapay sinir ağları ve ölü sayısı bakımından da yapay sinir ağları modellerinin 2015 yılına kadar olan tahminler için kullanılması uygun görülmüştür.

Senaryoların oluşturulması esnasında nüfusun, devlet planlama teşkilatı tarafından tahmin edilen artış oranlarında artışı düşünülmüştür. Bu oranlar 2005–2010 yılları arasında % 11,8, 2010–2015 yılları arasında ise % 9,8 olacağı öngörülmüştür. Araç sayısında ki artışta ise iki farklı durum göz önüne alınmıştır. Birinci durumda, araç artış oranının Şekil 3.32 de görülen eğriye uygun olarak arttığı düşünülmekte, ikinci durumda ise Avrupa Birliği



(AB) ülkelerinde kişi başına düşen araç sayısını yakaladığınız düşünülmektedir. AB ülkelerinde kişi başına düşen araç sayısı 0,4 ile 0,6 arasında değişmektedir. Türkiye için ise bu oranın şu anki durumdan artarak 0,4 oranını yakalayacağı öngörülmüştür.



**Şekil 3.40** Senaryo 1 için Türkiye Geneli Araç Artış Grafiği (1-20): 1986-2005

Bu iki durumda 2015 yılına kadar araç sayıları ve nüfus değerleri Çizelge 3.10 da verilmektedir.

**Çizelge 3.10.** Türkiye için 2015 Yılına Kadar Nüfus ve Araç Sayısı Tahmini

YIL	NÜFUS	ARAÇ SAYISI (DURUM 1)	ARAÇ SAYISI (DURUM 2)
2006	72.915.367	13.722.163	11.046.708
2007	73.775.768	14.752.496	11.856.068
2008	74.646.322	15.860.191	13.026.502
2009	75.527.149	17.051.059	14.570.472
2010	76.418.369	18.331.342	16.500.730
2011	77.167.269	19.707.756	18.793.108
2012	77.923.509	21.187.519	21.487.423
2013	78.687.159	22.778.390	24.594.849
2014	79.458.293	24.488.712	28.126.770
2015	80.236.984	26.327.454	32.094.794

Belirtilen senaryolar dahilinde tahmin edilen kaza, yaralı ve ölü sayıları Çizelge 3.11’de görülmektedir.

**Çizelge 3.11.** Türkiye için Önerilen 2 Senaryo Dahilinde Kaza, Yaralı, Ölü Tahminleri

Yıllar	Senaryo 1			Senaryo 2		
	Kaza	Yaralı	Ölü	Kaza	Yaralı	Ölü
2006	699.310	136.908	3.405	548.237	100.427	3.418
2007	756.390	171.627	3.319	591.860	105.740	3.322
2008	818.128	231.950	3.244	655.985	108.933	3.239
2009	884.906	293.999	3.179	741.780	110.141	3.168
2010	957.135	327.912	3.122	850.546	113.379	3.109
2011	1.035.745	339.558	3.081	981.956	142.464	3.073
2012	1.120.813	342.179	3.044	1.138.632	278.158	3.047
2013	1.212.866	342.660	3.012	1.321.924	339.356	3.031
2014	1.312.480	342.734	2.983	1.533.199	342.664	3.025
2015	1.420.276	342.742	2.957	1.773.831	342.751	3.026

Senaryoların tahmininde kullanılan YSA modelinde 2–3–1 ağ mimarisi kullanılmıştır. Gizli katmanda sigmoid aktivasyon fonksiyonu, çıkış katmanında ise doğrusal aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Ağ yaklaşık

2000 kez geriye yayılım algoritmasıyla eğitilmiştir. Böylelikle ağın test setinde yani 2001–2005 yıllarında ki en küçük OKH yi yakalaması sağlanmıştır.

Senaryo 2 de görülen değerlerin kaza ve yaralı sayısı bakımından Senaryo 1 deki değerlerden düşük olduğu fakat ölü sayısının çok yakın olmasına rağmen bir miktar fazla olduğu görülmektedir. Genel olarak bakıldığında ölü sayısının senaryolar dahilinde çok fazla etkilenmediği fakat kaza ve yaralı sayılarının senaryolardan dolayı farklılaştığı görülmektedir. Yol ve araç güvenlik sistemlerinin giderek arttığı günümüzde ölü sayılarının azalması beklenen bir durumdur. Fakat araç sayısı ve nüfusun artmasına paralel olarak kaza ve yaralı sayıları artmaktadır. YSA tahminleri de bu durum yönünde değişmektedir. Farklı senaryolar oluşmasına rağmen ölü sayılarının birbirine çok yakın seyretmesi ise ölü sayısını oluşturan nedenlerin çok daha fazla olmasıyla açıklanabilir.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye ve sekiz büyük il için ait kaza, yaralı ve ölü sayıları 1986–2005 yılları arasındaki veriler yardımı ile tahminler yapılmıştır. Bu tahminler sırasında en küçük ortalama karesel hatayı veren modeller tespit edilemeye çalışılmıştır. Türkiye için en küçük karesel hatayı kaza sayısı için Genetik Algoritma, yaralı ve ölü sayıları için Yapay Sinir Ağları Metodu vermiştir. Böylelikle Türkiye için araç sayısına bağlı iki senaryo geliştirilerek tahminlerde bulunmuştur.

Türkiye ve incelenen diğer illerde kaza ve yaralı sayılarında genel bir artış gözlenmiştir. Ölü sayısında ise genel bir azalmanın olduğu söylemek mümkündür. Bu azalmanın sebebi olarak araç ve yol şartlarının iyileşmesi, yola çıkan sürücülerdeki trafik bilincinin artması, bu konuda yapılan eğitici çalışmaların artması, emniyet kemeri kullanımının artması ve buna benzer birçok farklı etken sayılabilmektedir. Trafik kazalarının azaltılması yönündeki çalışmalar trafik kazalarını önlemeleri sonucunda getirileri yanında çok küçük kaynaklar ile sağlanabilmektedir. Bu konudaki çalışmalara ve geliştirilecek politikalara yardımcı olmak amacıyla bu çalışmadan faydalanılması umulmaktadır.

Bölüm 3’de Türkiye ve incelenen iller için OKH değerleri verilmiştir. Bu bölümde ise bu değerler için bazı yorumlar yapılmıştır.

Adana ili için şekil 3.32 da görüldüğü üzere GA nın bulduğu kaza modeli en düşük OKH yi vermiştir. Yaralı ve ölü sayılarının tahmininde ise sırası ile Andreassen modeli ve YSA modeli düşük OKH değerlerine sahiptir.

Bu noktadan hareketle en düşük OKH değerlerini veren modellerin kullanılması önerilebilir.

Ankara ilinde kaza modelinde genetik algoritma modelinin düşük OKH göstermesine rağmen YSA modeli kaza, yaralı ve ölü modellerinin tümünde diğer metotlarla bulunan modellerden daha düşük hataya sahip olduğu Şekil 3.33'de görülmektedir. Genel olarak tahminlerde YSA' nın kullanılması önerilebilir.

Antalya ilinde kaza, yaralı ve ölü değerleri için en küçük OKH değerini Şekil 3.34de görüldüğü üzere GA vermiştir. YSA nın verdiği düşük sonuçlara bakılarak her ikisinde kullanılması önerilebilir.

Bursa ilinde Smeed ve Andreassen modelleri Şekil 3.35'e bakıldığında yüksek hatalar vermiştir. Yaralı tahmininde GA, YSA modeline göre çok az bir farkla daha iyi sonuçlar vermesine rağmen kaza ve ölü sayısının tahmininde YSA daha iyi sonuçlar vermiştir.

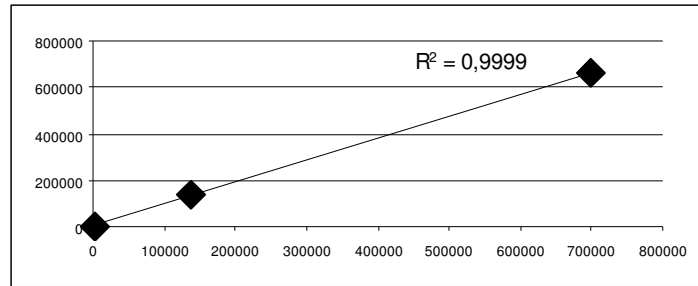
Diğer illerde olduğu gibi İçel iline ait Şekil 3.36'de yapay zeka yöntemleri ile bulunan modeller, regresyon yöntemleri ile bulunan yöntemlerden çok daha iyi sonuçlar vermiştir. Kaza modelinde GA nın en düşük OKH değerlerini vermesine rağmen Smeed modelinin YSA dan daha iyi sonuç verdiği gözlenmektedir. Yaralı ve ölü sayılarını tahmin eden modellerde ise YSA daha iyi performans gösterdiği görülmektedir.

Türkiye'nin en büyük ve kalabalık ili olan İstanbul'da bütün tahmin modelleri içinde en iyi performansı YSA vermiştir. Diğer yapay zeka yöntemi olan GA' nında oldukça iyi sonuçlar verdiği Şekil 3.37'de gözlenmiştir.

İzmir ili için Andreassen ve Smeed modelleri yüksek hatalar verirken YSA ve GA nispeten düşük hatalar göstermiştir. Kaza modelinde GA çok az bir fark ile YSA dan daha iyi sonuçlar verirken, YSA yaralı ve ölü modelleri için oldukça düşük hatalar gösterdiği Şekil 3.38'dan görülmüştür..

Konya ili kaza modellerinde YSA iyi sonuçlar verirken, yaralı ve ölü modellerinin tahmininde GA yönteminin daha düşük OKH değerleri verdiği şekil 3.39'da görülmüştür.

Bu çalışmada yapay zekâ yöntemleri ile geleneksel regresyon teknikleri çeşitli formlarda, Türkiye ve bazı büyük illerinde meydana gelen kazaların ve sonucunda meydana gelen yaralanma ve ölüm olaylarının sayısal olarak tahmin edilmesi için kullanılmıştır. Nadir olarak regresyon tekniği iyi sonuçlar vermesine rağmen yapay zekâ teknikleri ile bulunan sonuçlar çok daha tatmin edici olmuştur. Yapay sinir ağları ve genetik algoritma teknikleri karşılaştırıldığında ise YSA tekniğinin bu çalışma için daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir.



**Şekil 4.1.** 2006 Yılı İçin Kaza, Yaralı Ve Ölü Gerçek Değerleri İle Tahmin Edilen Değerler İçin Saçılma Diyagramı.

Bu çalışmanın 2007 yılında tamamlanması sonucunda tahmin edilen değerlerin 2006 yılı için bir değerlendirmesini yapmak mümkün olmuştur. Oluşan kaza, yaralı ve ölü değerleri ile tahmin edilen değerler karşılaştırıldığında oldukça iyi sonuçların verdiği görülmüştür. Değerler Şekil 4.1'de verilen saçılma diyagramında incelendiğinde  $R^2=0,99$  değeri yakalanmıştır. Bu da yapılan tahminlerin tatmin edici olduğunu göstermektedir.

Bu çalışmada, diğer araştırmacıların buldukları modellerle karşılaştırılması amacıyla girdi değerleri olarak; nüfus ve araç sayıları kullanılmıştır. Fakat kazaya etki eden birçok değişken bulunmaktadır. Bu noktadan yola çıkarak daha sonraki çalışmalarda farklı değişkenlerin nasıl etki ettiğine dair araştırmalar yapılabilir. Bu çalışmada, kullanılan yapay zeka teknikleri kendi içinde belirli teknikler üzerinde yoğunlaşarak kullanılmıştır. fakat literatürde çok çeşitli sayıda teknikler bulunmaktadır. Bu değişik tekniklerin kullanılması ile daha iyi sonuçların elde edilip edilememesi de ileri çalışmalara konu olabilir.

## KAYNAKLAR

1. Peden, M., Scurfield, R., Sleet, D., Mohan, D., Hyder, A.A., Jarawan, E. and Mathers, C., , The World Report on Road Traffic Injury Prevention (Geneva: World Health Organization), (2004).
2. R.J Smeed.. , "Variations in The Pattern Of Accident Rates in Different Countries And Their Causes", Traffic Engineering & Control, **10(7)** , 364-371 (1968).
3. D.C. Andreassen," Linking Deaths With Vehicles and Population", Traffic Engineering & Control, **26(11)** , 547-549 (1985).
4. Ali Mekky, "Effect of Rapid Increase in Motorization Levels on Road Fatality Rates in Some Rich Developing Countries.", Accident Analysis and Prevention, **17(2)** , 101-109 (1985).
5. C Partyka., "Simple Models of Fatality Trends Using Employment and Population Data", Accident Analysis and Prevention, **16(3)** , 211-222 (1984).
6. Denesh Mohan., " An Analysis of Road Traffic Fatalities in Delhi, India" Accident Analysis and Prevention, **17(1)** , 211-222 (1985).
7. P.P Valli "Road Accident Models for Large Metropolitan Cities of India". , IATSS Research, **29(1)** , 57-65 (2005).
8. Zegeer C.V., Deacon, JA., State of the Art Report 6, Transportation Research Board,(1987).
9. A.P.Akgüngör, O.Yıldız, " Sensitivity Analysis of an Accident Prediction Model by the Fractional Factorial Method "Accident Analysis & Prevention,**39(1)**, 63-68, (2007).
10. Y.Ş.Murat, H.Ceylan , " Use of Artificial Neural Networks for Transport Energy Demand Modeling", Energy Policy, **34(17)**, , 3165-3172, (2006).
11. Hsiao-Tien Pao," Forecasting Electricity Market Pricing Using Artificial Neural Networks" Expert Systems with Applications, **In Press, Uncorrected Proof**, Available online 20 July 2007.



12. Fahui Wang, "Modeling Traffic Emission with Artificial Neural Networks and Regressions", Geographical & Environmental Modelling, **2(1)**, 103-113, (1998).
13. A. Faghri, J. Hua "Roadway Seasonal Classification Using Neural Networks" Journal Of Computing in Civil Engineering, **9(3)**, 209-215, (1995).
14. A.B.Göktepe, E.Ağar, A.H.Lav , "Esnek Üstyapıların Mekanik Özelliklerini Yapay Sinir Ağları Kullanarak Geri Hesaplanması" İTÜ Dergisi/d , **4(2)**, 31-42, (2005).
15. M. Satio ve H. Adali, "Artificial Neural Network Based Heuristic Optimal Traffic Signal Timing," Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering **15(4)**, 281-289 (2000).
16. N. Gagarin ve P. Albrecht " Computing Truck Attributes with Artificial Neural Networks", Journal Of Computing in Civil Engineering, **8(2)**, 179-200, (1994).
17. N.N. Eldin ve A.B. "A Pavement Condition Rating Model Using Backpropagation Neural Network", Microcomputers In Civil Engineering , **10(6)**, 433-4414, 2003.
18. Kaboudan, M.A, "Compumetric Forecasting of Crude Oil Prices Evolutionary Computation, **1**, 283 - 287 (2001)
19. J.Arifovic, R.Gençay, "Using Genetic Algorithms to Select Architecture of A Feedforward Artificial Neural Network" Statistical Mechanics and its Applications, **289**, (3-4), 574-594, (2001).
20. S.Haldenbilen, H.Ceylan, " Genetic Algorithm Approach to Estimate Transport Energy Demand in Turkey ", Transportation Research Part A: Policy and Practice, **39(10)**, 861-877, (2005).
21. Ö.Gündoğdu, M.Gökdağ, F.Yüksel, " A Traffic Noise Prediction Method Based on Vehicle Composition Using Genetic Algorithms Applied Acoustics, **7( 66)** , 799-809, (2005).
22. B. Altunkaynak, A.Esin, " The Genetic Algorithm Method for Parameter Estimation in Nonlinear Regression" G.Ü Fen Bilimleri Dergisi , **17(2)**, 43-51, (2004).

23. H.Ceylan, H.K. Öztürk, "Estimating Energy Demand of Turkey Based on Economic Indicators Using Genetic Algorithm Approach", *Energy Conversion and Management*, **45(15-16)**, 2525–2537, (2004).
24. H.Ceylan, S.Haldenbilen "Şehirler Arası Ulaşım Talebinin Genetik Algoritma. ile Modellenmesi ", *İMO Teknik Dergi*, 238, 3599-3618, (2005).
25. Emniyet Genel Müdürlüğü internet sayfası, [www.egm.gov.tr](http://www.egm.gov.tr).
26. Devlet İstatistik Kurumu, Karayolu Kaza İstatistikleri, 1986-2005.