



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE KARAYOLLARINDA KAZALARDA MEYDANA GELEN ÖLÜM
SAYISININ TAHMİN MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI**

MUSTAFA MELİK MİROĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya / HATAY

ŞUBAT-2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	IV
ABSTRACT.....	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM	8
3.1. Materyal	8
3.1.1. Tahmin Modellerinde Kullanılacak Veriler	8
3.1.2. Kullanılan Veriler Hakkında Bilgi	11
3.1.3. Kullanılan Verilerin Çoğaltılması	12
3.2. Yöntem.....	16
3.2.1. Logaritmik Regresyon ve Yapay Sinir Ağları	16
3.2.2. Veri Analizi	16
3.2.3. Regresyon Modellerinin Oluşturulması	16
3.2.4. Doğrusal Regresyon Yöntemleri.....	17
3.2.5. İki Değişkenli Doğrusal Regresyon Yöntemleri.....	17
3.2.6. Üç Değişkenli Doğrusal Regresyon Yöntemleri.....	18
3.2.7. Dört Değişkenli Doğrusal Regresyon Yöntemleri	19
3.2.8. Yapay Sinir Ağları	20
3.2.9. YSA Modellerinin Oluşturulması	23
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
4.1. Veri Analizi Sonuçları	26
4.1.1. Değişkenlerin Yıllara Göre Grafik Ortamında İncelenmesi	26
4.1.2. Nüfusun Yıllara Göre Değişimi	26
4.1.3. Taşıt Sayısının Yıllara Göre Değişimi	27
4.1.4. Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi.....	28
4.1.5. Sürücü Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	29
4.1.6. Ölüm Sayısının Yıllara Göre Değişimi	30
4.1.7. Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	32

4.1.8. Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi	33
4.1.9. Değişkenlerin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi	34
4.1.10. Nüfusa Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi	34
4.1.11. Taşıt sayısına Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi	35
4.1.12. Taşıt Kilometreye Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	37
4.1.13. Sürücü Sayısına Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi	38
4.1.14. Nüfusa Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi	39
4.1.15. Taşıt Sayısına Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi	41
4.1.16. Taşıt Kilometreye Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi	42
4.1.17. Sürücü Sayısına Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	43
4.1.18. Nüfusa Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi	45
4.1.19. Taşıt Sayısına Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi	46
4.1.20. Taşıt Kilometreye Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	48
4.1.21. Sürücü Sayısına Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	49
4.1.22. Kişi Başına Düşen Taşıt Sayısının Yıllara Göre Değişimi	51
4.1.23. Kişi Başına Düşen Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi.....	53
4.1.24. Nüfusa Düşen Sürücü Sayısının Yıllara Göre Değişimi	54
4.1.25. Taşıt Sayısına Düşen Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi.....	55
4.1.26. Taşıt Sayısına Düşen Sürücü Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	56
4.1.27. Sürücü Başına Düşen Taşıt Sayısının Yıllara Göre Değişimi.....	58
4.1.28. Sürücü Başına Düşen Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi	59
4.1.29. Smeed Denkleminin Trafik İlişkisi	60
4.2. Regresyon Modellerinin Sonuçları	62
4.2.1. Gerçek Değerler Kullanılarak Ölü Sayısı Analizi.....	62
4.2.2. Gerçek Değerler Kullanılarak Oluşturulan Ölü Sayısı Modellerinin Katsayıları	65
4.2.3. Gerçek Ölü Sayısı Değerleri ile En İyi Tahmin Modeli Sonucunun Karşılaştırılması	69
4.2.4. Gerçek Değerlerin Logaritmaları Alınarak Ölüm Sayısı Tahmin Modellerinin Oluşturulması	70
4.2.5. Logaritmik Değerler Kullanılarak Oluşturulan Ölüm Sayısı Modellerinin Katsayıları	73

4.2.6. Gerçek Ölüm Sayısı Değerleri ile En İyi Logaritmik Tahmin Modeli Sonucunun Karşılaştırılması	79
4.3. YSA Tahmin Modellerinin Oluşturulması.....	80
4.3.1. Tarihsel Veri Seti Belirtilerek Oluşturulan YSA Modelleri	80
4.3.2. YSA ile Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan Ölüm Sayısı Modelleri	83
4.3.3. Rastgele Veri Seti ile Oluşturulan Ölüm Sayısı Modellerinin Sonuç Değerleri	106
4.3.4. TKSS Tahmin Modelinin Gerçek ÖS Değerleri ile Karşılaştırılması.....	108
4.3.5. En İyi Logaritmik Regresyon ve YSA Modelleri Sonuçlarının Karşılaştırılması	109
4.4. Tarihsel Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan TKSS Modelinin YSA Denklemi Açılımı	111
4.4.1. Tarihsel Veri Seti ile Oluşturulan TKSS Modelinin Açık Denklemi ...	112
4.4.2. Tangent Sigmoid Transfer Fonksiyonu	113
4.4.3. Mapminmax Normalize Fonksiyonu	113
4.5. Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan TKSS Modelinin YSA Denklemi Açılımı	114
4.5.1. Rastgele Seçilen Veri Seti ile TKSS Modelinin Açık Denklemi	115
4.5.2. Purelin Transfer Fonksiyonu	116
4.5.3. Mapminmax Normalize Fonksiyonu	116
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	117
KAYNAKLAR	120
TEŞEKKÜR.....	123
ÖZGEÇMİŞ	124

ÖZET

TÜRKİYE KARAYOLLARINDA KAZALARDA MEYDANA GELEN ÖLÜM SAYISININ TAHMİN MODELLERİNİN OLUŞTURULMASI

Türkiye karayollarında meydana gelen trafik kazaları ve bu kazalar neticesinde oluşan ölü sayısı tahmin modelleri geliştirilmektedir. Tahmin modelleri geliştirilirken 1970-2007 yılları arasındaki demografik ve trafik verilerinden yararlanılmaktadır. Bu veriler; nüfus (N), taşıt sayısı (TS), taşıt kilometre (TK), sürücü sayısı (SS) ve ölüm sayısı (ÖS) makro değişkenleridir. İlk önce bu değişkenler ve değişkenlerden türetilmiş veriler grafik ortamında yorumlanmaktadır. Kullanılan değişkenlerden N, TS, TK ve SS bağımsız değişken olarak kabul edilmekte, ÖS ise bağımlı değişken kabul edilerek tahmin modelleri oluşturulmaktadır. Modeller geliştirilirken iki ayrı teknik kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi, Smeed tarafından kullanılan Logaritmik Regresyon (LR) yöntemi, ikincisi ise Yapay Sinir Ağları (YSA) teknikleridir. Kullanılan teknikler ve oluşturulan modellerin performanslarının karşılaştırılması için, korelasyon katsayısı (Rkare), yüzde hataların ortalaması (YHO) ve hataların kareleri ortalaması (HKO) yöntemleri kullanılmaktadır. Logaritmik regresyon yöntemi ile gerçek değerler kullanılarak oluşturulan performans değeri en yüksek modelin NTKSS olduğu görülmektedir. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,78 değerinde, hatalarının karesi ortalaması değeri 280 790 değerinde çıktığı görülmektedir. Logaritmik regresyon kullanılarak gerçek değerlerin logaritması alınarak oluşturulan performans değeri en yüksek model ise NTSTKSS çıkmaktadır. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,86, hatalarının karesi ortalaması değeri ise 154 177 değerinde olduğu görülmektedir. YSA tekniği ile tarihsel veri seti belirtilerek oluşturulan performans değeri en yüksek model TKSS çıkmaktadır. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,906 ve hatalarının karesi ortalaması değeri 90 365 değerinde çıkmaktadır. YSA ile veri setleri rastgele seçilerek oluşturulan performans değeri en yüksek modelin ise TKSS çıktığı görülmektedir. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,95 ve hatalarının kareleri ortalaması değeri 101 223 değerinde olduğu görülmektedir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda YSA ile oluşturulan modellerin LR ile düzeltilen ve geliştirilen modellerden çok daha küçük hatalarla sonuca ulaştığı görülmektedir.

2010, 124 Sayfa

Anahtar kelimeler: Kaza Tahmin Modelleri, Yapay Sinir Ağları, Logaritmik Regresyon

ABSTRACT**CREATION OF THE MODEL ABOUT NUMBER OF DEATHS FROM ACCIDENTAL IN TURKEY WAYS**

The traffic accidents which occur in Turkey and the result of the accidents also the death models are leading to predictions of the model. Researches benefit from the demographic and the traffic datum while this models improving. These data's consist population (P), registered number of vehicle (VN), vehicle-km (VK), Number of Drivers (DN), Number of Deaths (ND). At first, these variables and datas derived from these variables interpreted from graphical ambience. Variable that is accepted and independent are P, WN, WK and DN whereas, the dependent and changeable predictions accepted are DN, AN and IN. While models are developing, two different techniques are used. The first of which is LR that used by Smeed, second one is ANN technique. The methods used for the comparison are; Coefficient correlation (CC), the Average Rate of Errors (ARE) and the Average Errors Checked (AEC).Created performance numbers that using real numbers with logharitmic regression model display that the most high model is PWKDN. It seemed that correlation coefficient of this model is 0,78 ; average square errors is 280 790. Using logharitmic regression by taking the logarithm of real value, the best performance model is PWNWKDN. It seemed that correlation coefficient of this model 0,86; average square errors is 154 177. Historical data sets are created by specifying performance model by using ANN technique, maximum model is WKDN. It seemed that correlation coefficient of this model 0,906, average square errors is 90 365. Randomly selected data sets created for the highest performance model is WKDN by using ANN. It seemed that correlation coefficient of this model 0,95; average square errors is 101 223. The result of comparisons that, generated models by using ANN technique is more reliable than LR technique.

2010, Page 124

Keywords: Accident Forecasting Models, Artificial Neural Networks, Logharitmic Regression

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
EGM	Emniyet Genel Müdürlüğü
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
LR	Logaritmik regresyon
YSA	Yapay Sinir Ağları
N	Nüfus
TS	Taşıt sayısı
TK	Taşıt kilometre
SS	Sürücü sayısı
ÖS	Ölüm sayısı
KS	Kaza sayısı
YS	Yaralı sayısı
NSS	Nüfus, sürücü sayısı ile oluşturulan model
NTK	Nüfus, taşıt kilometre ile oluşturulan model
NTS	Nüfus, taşıt sayısı ile oluşturulan model
TKSS	Taşıt kilometre, sürücü sayısı ile oluşturulan model
TSSS	Taşıt sayısı, sürücü sayısı ile oluşturulan model
TSTK	Taşıt sayısı, taşıt kilometre ile oluşturulan model
NTKSS	Nüfus, taşıt kilometre ve sürücü sayısı ile oluşturulan model
NTSSS	Nüfus, taşıt sayısı ve sürücü sayısı ile oluşturulan model
NTSTK	Nüfus, taşıt sayısı ve taşıt kilometre ile oluşturulan model
TSTKSS	Taşıt sayısı, taşıt kilometre ve sürücü sayısı ile oluşturulan model
NTSTKSS	Nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometre ve sürücü sayısı ile oluşturulan model
YH	Yüzde hata
YHO	Yüzde hataların ortalaması
HKO	Hataların karesi ortalaması
R kare	Korelasyon katsayısı

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Türkiye'nin 1970-2007 yılları arasındaki demografik ve trafik verilerinin makro değişimleri	9
Çizelge 3.1. (Devam) Türkiye'nin 1970-2007 yılları arasındaki demografik ve trafik verilerinin makro değişimleri.....	10
Çizelge 3.2. Ölüm ve kaza sayısına bağlı oranlar	14
Çizelge 3.3. Yaralı oranı, kişi başına düşen, taşıt başına düşen ve sürücü başına düşen değişkenlere bağlı oranlar	15
Çizelge 4.1. ÖS tahmin modellerinin farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları	64
Çizelge 4.2. NTS ÖS modeli katsayıları	65
Çizelge 4.3. NTK ÖS modeli katsayıları	65
Çizelge 4.4. NSS ÖS modeli katsayıları	65
Çizelge 4.5. TSTK ÖS modeli katsayıları.....	66
Çizelge 4.6. TSSS ÖS modeli katsayıları	66
Çizelge 4.7. TKSS ÖS modeli katsayıları.....	66
Çizelge 4.8. NTSTK ÖS modeli katsayıları.....	67
Çizelge 4.9. NTSSS ÖS modeli katsayıları.....	67
Çizelge 4.10. NTKSS ÖS modeli katsayıları	68
Çizelge 4.11. TSTKSS ÖS modeli katsayıları	68
Çizelge 4.12. NTSTKSS ÖS modeli katsayıları	69
Çizelge 4.13. Regresyon tekniği kullanılarak oluşturulan ÖS modellerinin performans değerleri	72
Çizelge 4.14. NTS ÖS modelinin denklem katsayıları	73
Çizelge 4.15. NTK ÖS modelinin denklem katsayıları.....	74
Çizelge 4.16. NSS ÖS modelinin denklem katsayıları	74
Çizelge 4.17. TSTK ÖS modelinin denklem katsayıları.....	74
Çizelge 4.18. TSSS ÖS modelinin denklem katsayıları.....	75
Çizelge 4.19. TKSS ÖS modelinin denklem katsayıları	75
Çizelge 4.20. NTSTK ÖS modelinin denklem katsayıları.....	76
Çizelge 4.21. NTSSS ÖS modelinin denklem katsayıları.....	76

VIII

Çizelge 4.22. NTKSS ÖS modelinin denklem katsayıları	77
Çizelge 4.23. TSTKSS ÖS modelinin denklem katsayıları	77
Çizelge 4.24. NTSTKSS ÖS modelinin denklem katsayıları	78
Çizelge 4.25. Tarihsel veri seti kullanılarak oluşturulan modellerin R kare, HKO ve YHO değerlerinin karşılaştırılması.....	81
Çizelge 4.26. YSA ile rastgele veri seti ile oluşturulan ÖS tahmin modeli sonuçları ..	107
Çizelge 4.27. Regresyon ve YSA teknikleri ile oluşturulan en iyi tahmin modelleri...	109
Çizelge 4.28. Tarihsel veri seti ile oluşturulan TKSS modelinin Ağırlıkları ve Bias Değerleri	111
Çizelge 4.29. TKSS Modelinin max ve min değerleri.....	113
Çizelge 4.30. Rastgele eğitim yılları seçilerek oluşturulan TKSS modelinin Ağırlıkları ve Bias değerleri	114
Çizelge 4.31. Rastgele veri seti ile oluşturulan TKSS'nin max ve min değerleri.....	116

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Biyolojik sinir hücresi ve bileşenleri	20
Şekil 3.2. Yapay nöron ve elemanları	22
Şekil 3.3. İleri beslemeli üç katmanlı ağ	24
Şekil 3.4. YSA transfer fonksiyonları	25
Şekil 4.1. Nüfusun yıllara göre değişim grafiği	27
Şekil 4.2. Taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	28
Şekil 4.3. Taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği	29
Şekil 4.4. Sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği	30
Şekil 4.5. Ölüm sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	31
Şekil 4.6. Kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği	32
Şekil 4.7. Yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	33
Şekil 4.8. Nüfusa düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	35
Şekil 4.9. Taşıt sayısına düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği	36
Şekil 4.10. Taşıt kilometreye düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği	38
Şekil 4.11. Sürücü sayısına düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği	39
Şekil 4.12. Nüfusa düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği	40
Şekil 4.13. Taşıt sayısına düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği	42
Şekil 4.14. Taşıt kilometreye düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	43
Şekil 4.15. Sürücü sayısına düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	44
Şekil 4.16. Nüfusa düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	46
Şekil 4.17. Taşıt sayısına düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği	47
Şekil 4.18. Taşıt kilometreye düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği	48
Şekil 4.19. Sürücü sayısına düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği	51
Şekil 4.20. Kişi başına düşen taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	52
Şekil 4.21. Kişi başına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği	53
Şekil 4.22. Nüfusa düşen sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği	55
Şekil 4.23. Taşıt sayısına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği	56
Şekil 4.24. Taşıt sayısına düşen sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği.....	57
Şekil 4.25. Sürücü başına düşen taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği	58
Şekil 4.26. Sürücü başına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği.....	60

Şekil 4.27. Smeed'in trafik riski ve taşıt sahipliliği arasındaki denklemin eğrisi.....	61
Şekil 4.28. Türkiye verilerine göre trafik riski ile taşıt sahipliliği.....	61
Şekil 4.29. Quadratic regresyon tekniği ile NTKSS tahmin modelinin sonuç değerlerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması.....	70
Şekil 4.30. Gerçek ÖS değerleri ile Logaritmik NTSTKSS modelinin tahmin değerleri ile karşılaştırılması	79
Şekil 4.31. Tarihsel veri aralığı ile YSA modellerinin HKO değerlerinin belirlenmesi.	82
Şekil 4.32. Gerçek ÖS değerleri ile TKSS modeli değerlerinin karşılaştırılması.....	82
Şekil 4.33. NTS modelinin ölüm sayısı için eğitim sürecinin gösterilmesi.....	84
Şekil 4.34. NTS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	84
Şekil 4.35. NTS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması.....	85
Şekil 4.36. NTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci.....	86
Şekil 4.37. NTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitiminde kullanılan parametrelerin değişimi	87
Şekil 4.38. NTK modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması.....	87
Şekil 4.39. NSS tahmin modelinin eğitim süreci	88
Şekil 4.40. NSS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	89
Şekil 4.41. NSS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması.....	90
Şekil 4.42. TSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci	91
Şekil 4.43. TSTK modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	91
Şekil 4.44. TSTK modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması.....	92
Şekil 4.45. TSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci	93
Şekil 4.46. TSSS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	93

Şekil 4.47. TSSS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması.....	94
Şekil 4.48. TKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci	95
Şekil 4.49. TKSS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan	95
Şekil 4.50. TKSS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması.....	96
Şekil 4.51. NTSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci	97
Şekil 4.52. NTSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi.....	97
Şekil 4.53. NTSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	98
Şekil 4.54. NTSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci	99
Şekil 4.55. NTSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi.....	99
Şekil 4.56. NTSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	100
Şekil 4.57. NTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci	101
Şekil 4.58. NTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi.....	101
Şekil 4.59. NTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	102
Şekil 4.60. TSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci.....	103
Şekil 4.61. TSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi.....	103
Şekil 4.62. TSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	104
Şekil 4.63. NTSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci.....	105
Şekil 4.64. NTSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi	105
Şekil 4.65. NTSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması	106

Şekil 4.66. YSA tekniği ile rastgele veri seti kullanılarak oluşturulan modellerin HKO değerleri.....	107
Şekil 4.67. Serbest veri seti aralığı ile oluşturulan ÖS değerlerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması	108
Şekil 4.68. En iyi regresyon ve YSA modellerin gerçek değerler ile karşılaştırılması.	110

1. GİRİŞ

Tekerlek ilk olarak M.Ö. 3.000–2.500 yıllarında Amerikalı arkeologlar tarafından bulunmuştur. İngiliz araştırmacılar tarafından ise Ur'da, M.Ö. 2.950 yıllarından kalma bir mezarda, tekerlek kalıntıları bulunmuşlardır. Günümüzde ne gibi bir ihtiyacın bu icada yol açtığı kesinlikle bilinmemektedir. Tekerleğin icadından günümüze kadar sayısız değişimler geçiren tekerlek, günlük yaşamın vazgeçilmez parçası haline gelen taşıtlarla beraber kullanılarak ulaştırmada üstün yollar almıştır.

Günümüzde motorize hale gelmiş ulaştırmanın sağladığı faydaların yanı sıra meydana gelen trafik kazalarıyla beraber birçok insanın hayatını kaybetmesine neden olduğu tüm kaynaklarca tespit edilmektedir. Dünya genelinde her yıl yaklaşık olarak 1,2 milyon kişi trafik kazalarına bağlı olarak yaşamını yitirmekte, 50 milyona yakın kişi ise bu kazalarda yaralanmaktadır. Ayrıca Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tahminlerine göre eğer etkili önlemler alınmaz ise 2020 yılında dünyada meydana gelen ölümlerin üçüncü büyük sebebi trafik kazaları olarak gösterilmektedir. Gelişmekte olan ülkemizde ulaştırmanın yaklaşık olarak %90 dolaylarındaki büyük bir bölümü karayollarında gerçekleşmektedir. Buna bağlı olarak ülkemizde Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) ve Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) istatistiklerine dayanarak karayollarında, 1970-2007 yılları arasında 8 475 210 trafik kazası gerçekleşmiş olup, bu kazaların sonucunda 204 215 kişi hayatını kaybetmiş, 2 992 459 kişi ise yaralanmıştır.

Gelişmekte olan ülkemizde ulaştırma politikalarının kısıtlı öngörü içerisinde düzenlendiği, geleceğe yönelik projelerin ulaştırma alanında orantısız yapıldığı aşikârdır. TMMOB raporuna göre, Türkiye'deki ulaşım politikası karayolları gelişmesine dayalı olup, günümüzde yük taşımacılığının %91'i, yolcu taşımacılığın ise %95'i karayollarında yapılmaktadır. Bu nedenle ulaşımında karayollarının yoğun kullanımı, yol güvenliği ile ilgili planlama ve politikalarının belirlenmesinde kaza tahmin modellerinin parametrelerini ve tahmin sonuçlarının önemini arttırmaktadır (Anonim, 2009).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatürde trafik kazalarında meydana gelen ölüm ve yaralanmaları araştıran birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, trafik kaza tahmin modelleri ile trafik kazalarına neden olan unsurlar ve trafik kazalarında ölüm sayılarını azaltacak nedenler incelenmiştir. Yapılan bu çalışmalar aşağıda gösterilmiştir.

Makro planda değişkenlerle ölüm sayısı arasındaki ilişkileri tanımlama çalışmaları yapan ve ilk defa bir tahmin denklemi oluşturan kişi Smeed (1949)'dir. Smeed, kişi başına düşen taşıt sayısının artışı ile taşıt başına düşen ölüm sayısının azaldığını görmüş ve kendi adı ile anılan denklemini geliştirmiştir.

Smeed Denklemi (SD), kayıtlı taşıt başına düşen ölüm sayısı (trafik riski) ile kişi başına düşen taşıt sayısı (taşıtlı sahipliği) arasında Smeed tarafından bulunan ilişkinin formülüne edilmesidir. Logaritmik regresyon tabanında, nüfus ve taşıt sayısı bağımsız değişkenlerinin kullanılarak, trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısı bağımlı değişkenin tahmin edilmesini amaçlanmaktadır. 1938 yılına ait veriler kullanılarak düzenlenen SD'nde 20 farklı ülkeye göre logaritmik regresyon katsayıları belirlenmiştir. Smeed'in kendi ismiyle anılan denklemi Denklem 2.1'de verilmektedir.

$$D = 0.0003 N^{1/3} P^{2/3} \quad (2.1)$$

Smeed'in logaritmik regresyon yöntemini kullanarak geliştirdiği bu denklemden birçok araştırmacı yararlanmıştır. Fouracre ve Jacobs (1977), SD'ni 30 gelişmekte olan ülkeye uygulayarak geliştirmişlerdir. Leeming (1976) farklı yıllarda farklı ülkelere göre düzenlemeler yapmıştır. Adams (1985) kaza kara noktaları incelemesinde ve araç güvenliği uygulamalarının açıklamasında, Smeed kanunundan faydalanmıştır.

Silvak (1983), farklı bir uygulama yaparak SD'nde kayıtlı taşıt sayısı değişkeni yerine taşıt-km değişkenini kullanmıştır.

Abdelwahab ve Adel-aty (2001) sürücü yaralanma şiddeti ile sürücü, araç, yol ve çevre karakteristikleri arasındaki ilişkileri temel alan farklı yapılara sahip Yapay Sinir Ağları modelleri kullanarak sonuçlara ulaşmışlardır.

Pande ve Abdelaty (2006) Yapay Sinir Ağları tekniğini kullanarak ücretsiz otoyollarda şerit değişimlerinde meydana kazalarla ilgili uygulamalar yapmışlardır.

Delen (2006), Yapay Sinir Ağları tekniğini kullanarak sürücü güvenliğinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapmıştır.

Tekinsav (2000), karayollarında meydana gelen trafik kazalarına sürücülerin ne derece etkisinin olduğunu incelemiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda hatalar, insanların bilgi işleme yetilerindeki sınırlılıklarından, kazalarla daha ilişkili bulunan ihlallerin ise motivasyonel unsurlardan kaynaklandığını gözlemlemiştir. Ayrıca trafik kazalarına neden olan kişiler arasında saldırganlığın trafikte sapkın davranışlara neden olduğu, bu nedenle sürücülükteki öfke ve öfkenin dışavurumunu ölçen bir ölçeğin geliştirilmesi ve bu ölçeğin kullanıldığı benzer bir çalışmanın yapılmasının, öfkenin sürücü davranışlarıyla ve kazaya karışma ilişkisine açıklık getireceği düşünülmüştür.

Sebetci (2002), karayollarında meydana gelen trafik kazalarında taşıt lastiklerinin yeri ve önemini incelemektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda 2000 yılı trafik istatistiklerine göre ülkemizde meydana gelen trafik kazalarının %0,38 oranında taşıtlardan kaynaklandığı gözlenmiştir. Burada toplam taşıt kusurları içerisinde kusurlu lastik ve lastik patlaması %56,75 oranında gözlenmiştir. Ayrıca bu çalışmada gelişmiş ülkelere göre bu oranın Türkiye’de düşük çıkması tutulan resmi kayıtların noksanlığından kaynakladığı vurgulanmıştır.

Korkmaz (2005), karayollarında 1990-2002 yıllarında meydana gelen trafik kazalarını basit ve çoklu regresyon analizi ile modellemiştir. Çoklu regresyon analizleri içinde bağımsız değişkenlerin bir birlerine olan benzerliklerine göre Dendrogram grafiği oluşturulmuştur. Ayrıca Stepwise regresyon analizi, varyans analizi bu çalışmada yardımcı analizler olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada trafik kazalarında etkili olan motorlu araç sayısı, ağır vasıta taşıt sayısı, kişi başı gayri safi milli hasıla, karayolu ağı uzunluğu, otoyol uzunluğu, bölünmemiş karayolu ağı uzunluğu, nüfus, asfalt-beton yol ağı uzunluğu, trafığe yeni katılan araç sayısı, yeni ehliyet alan sürücü sayısı, 0-2 yıl arası ehliyete sahip sürücü sayısı ve ehliyet aldıkları yıllara göre ölümlü + yaralanmalı kazaya karışan sürücü sayısı verileri kullanılmıştır. Yol güvenliğinin tanımlanması ve mevcut model ve teorilerin gözden geçirilmesi için yapılan trafik kazaların modellenmesinde dört yaklaşım kullanılmıştır. Bunlar tanımlayıcı modeller, toplanmış

veriler için tahmin modelleri, risk faktör modelleridir. Yapılan modellemelerde 0-2 yıl arası ehliyet alan sürücü sayısının artışı trafik kazalarını arttırmakta bunun yanı sıra otoyol ağının uzunluğu trafik kaza sayısını arttırdığı sonucuna varılmaktadır. Bunun nedeni olarak elde bulunan verilerin tüm yurttaki gerçekleşen kaza sayısı olmasıdır. Burada bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında Minitab paket programı ile çoklu regresyon analizleri yapılmıştır.

Yüksel (2003), karayollarında güvenlik sorunu olan kara nokta veya kesim uzunluklarının belirleme yöntemlerini açıklamıştır. Ayrıca, kent içi trafik kazalarında; yapım tekniğinden, trafik yapılanmasından, yerel yönetimlerden, kentsel planlamadan, koordinasyon eksikliğinden ve toplu taşımacılıktan kaynaklanan yol ve çevre hatalarını incelemiştir. Bu çalışmada karayolu güvenliğini sağlayan üç temel unsur olan mühendislik, yaptırım ve eğitim oranları dikkate alınarak güvenlik probleminin çözümüne gidileceği kanısına varılmıştır.

Karabey (2006), 2004 yılında meydana gelen trafik kazalarında 14 yaş ve altı çocukları konu olarak almaktadır. Çalışmanın asıl amacı çocuklara trafik sorununun nasıl aşılacağı trafik tehditlerini anlatan kişi ve kuruluşları bilgilendirmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmada incelenen 14 019 çocuğun 8 819'u yolcu pozisyonunda 5 200'ü yaya pozisyonunda kazalara karıştığı gözlenmiştir. Trafik kazalarına karışan 14 931 sürücünün eğitim düzeyleri incelenmiş olup, 14 yaş ve altını etkileyen kazalarda kazaya karışan sürücülerinin eğitim seviyelerinin ilköğretim düzeyinde olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca çocuk oyun alanlarının eksikliğine, sürücülerin eğitim düzeylerinin düşük olduğuna ve sürücülerin trafik sorumluluğunu tam olarak taşımadığı kanısına varılmıştır.

Hoşkal (2006), 2003-2004 yılları arasında Diyarbakır'da meydana gelen yaralanmalı yaya kazalarını incelemiştir. Bu yıllarda 3 593 trafik kazası incelenmekte ve bunun sonucunda 14 kişinin hayatını kaybettiği, 1 125 kişinin ise yaralandığı tespitinde bulunmaktadır. Yapılan incelemeler sonucunda kazanın yeri, zamanı, hava şartları, gün durumu, yol ve çevre özellikleri, kazaya karışan araçlar, sürücü ve yolcu parametreleri göz önünde bulundurularak; en fazla yaralanmalı trafik kazasının ekim ayında meydana geldiği, kazaların iş ve okul saatlerinin başlama saati olan 8'de artmaya başladığı saat 12 dolaylarında en yüksek değerlere ulaştığı gözlenmektedir. Ayrıca

yaralanmalı yaya kazalarının öncelikle ana caddelerde sonra ise sokaklarda meydana geldiği sonucuna varılmıştır.

Mirasyedi (2006), trafik kazalarına neden olan etkenlerden mevsimlerin trafik kazalarına etkilerini 1978-2003 yılları arası verilerini kullanarak kukla değişkenler yardımıyla çoklu regresyon analizi ile modellemektedir. Modelleme için Windows Excel-veri çözümlenmeden yararlanmaktadır. Yapılan analizler ve incelemeler sonucunda karayollarında meydana gelen trafik kazalarının maksimuma çıktığı dönem güz dönemi olarak belirlenmekte olup en çok ölümlü ve yaralanmalı dönem ise yaz mevsimi olarak gözlenmektedir. Hava şartlarının en kötü olduğu dönem kış mevsiminde ise ölü ve yaralı sayısı artması beklenirken tam tersi bir sonuçla karşılaşılmakta olup olumsuz hava şartlarında sürücülerin daha dikkatli davrandığı kanaatine varılmıştır.

Erdem (2006), karayollarında meydana gelen trafik kazalarının önlenmesi için geliştirilen araç teknolojilerini incelemiştir. Bu çalışmada yapılan incelemeler sonucunda gelişmiş sanayi ülkeleriyle yapılan kıyaslamalarda mevcut taşıt sayıları ülkemizden kat kat üstün olmasına rağmen trafik kaza sayıları, bu kazalarda meydana gelen hasar ve kayıplar ülkemizdekine nazaran çok daha düşük seviyede olduğu gözlenmiştir. Ayrıca alternatif ulaşım ağlarının ülkemizde %90 seviyesinde olan karayolu ulaşımının gölgesinde kaldığı sonucuna varılmaktadır. Trafik kazalarının azaltılması için bilimsel çalışmalarının sonuçlarına dayanarak objektif trafik kuralları ve düzenlemelere yer verilmeli, toplum arasında trafik alt kültürü oluşturulması gerektiği sonucu ortaya konulmuştur.

Şentürk (2006), tez çalışmasında Türkiye’de ticari araçların meydana getirdiği trafik kazalarını ve oluş nedenlerini incelemeye, meydana gelen bu kazaların azaltılması için gereken önlemlerin ortaya konulmasını amaçlanmaktadır. Yapılan incelemeler ve Ki-Kare analizi ile Odd Ratio istatistik analizleri sonucunda Türkiye’de ticari araçların karıştığı ölümlü trafik kazaları yerleşim yeri ve dışında %34 oranında olduğu, yaralanmalı kazaya karışma oranı yerleşim yeri ve dışında %21, maddi hasarlı kazaya karışma oranı yerleşim yeri ve dışında ticari araçların payı %20 olarak tespit edilmektedir. Ayrıca Türkiye’de meydana gelen toplam işlenen kusur %30’u ticari araçlar tarafından işlendiği görülmüştür.

Özkan (2006), trafik kazalarının sebeplerini incelemek amacıyla Çoklu Doğrusal Olay Analizi metodunu kullanmıştır. Yapılan analiz ve incelemelerin sonucunda veri kaynağı olarak sadece kaza tespit tutanaklarının ele alınması sığ ve basit kaldığı bu bilgilerle sadece sebep sonuç ilişkilerinin sorgulanması gerçekleştirilebildiği sonucuna varılmıştır.

Söylemezoğlu (2006), karayolu güvenliğinin sağlanması konusunda coğrafi bilgi sistemlerinin kullanımının önemini ortaya koymak ve trafik kazalarının özelliklerinin belirlenmesi ile alınacak önlemler açısından sağlayacağı faydaları irdeleyerek trafik kazalarında ölümlü ve yaralanmalı kazaların azaltılması için gerekli tespitleri ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu çalışmada verilerin sorgulanması için CBS teknolojilerinden yararlanılmıştır.

Doğan (1997), karayollarında 1986-2005 yılları arasında meydana gelen trafik kazalarını ve bazı büyük illeri de kapsayacak şekilde regresyon ve yapay zekâ tekniklerini kullanarak tahmin modelleri oluşturmuştur. Bu çalışmada nüfus ve motorlu araç sayıları bağımsız değişken olarak kullanılıp, bağımlı değişken olarak ise kaza, ölü ve yaralı sayısı alınmıştır. Fakat burada bağımlı değişken olarak kullanılan ölü sayısı alınırken sadece EGM istatistiklerinden yararlanılıp jandarma bölgelerinde meydana gelen ölü sayılarına yer verilmemiştir. Bu doğrultuda yapılan çalışmada tahminler sırasında en küçük ortalama karesel hatayı veren modeller tespit edilmeye çalışılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, Türkiye için kaza sayısı tahmininde en küçük karesel hatayı Genetik Algoritma, yaralı ve ölü sayıları için ise Yapay Sinir Ağlarının verdiği görülmektedir. 2006 yılında yapılan bu çalışmanın sonuçları 2007 yılı verileri ile değerlendirilmiştir. 2006 yılı için ortaya çıkan saçılma diyagramında R kare değeri 0,99 olduğu görülmüştür.

Şay (2007), taşıtların ABS fren sisteminin kazalara olan etkisini incelemiştir. ABS fren sistemi, taşıtlar üzerinde bir tür basınç sınırlaması esasına göre çalışan güvenli fren mesafesini sağlayan bir tür acil duruş sistemi olarak açıklanmıştır. Panik frenleme sırasında ABS fren sistemi lastiklerin kilitlenmeyecek şekilde tekerlek silindirlerine uygulanan fren hidrolik basıncını kontrol ederek iyi bir doğrusal kararlılık sağlamasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Trafik kazalarına bakıldığında ABS'li araçların kazaya karışma oranı %27 iken ABS' siz araçların trafik kazalarına karışma oranı %73

olduğu gösterilmiştir. Ayrıca yaralanmalı kazalara karışan taşıtlar incelendiğinde, ABS'li araçların %19,6'sı ABS' siz araçların ise %80,4'ü yapılan istatistiklerle kazalara karıştığı tespit edilmektedir. Bu durumda ABS'li taşıtların kazaya sebebiyet verme oranının ABS' siz taşıtlara göre daha az olduğu sonucuna varılmıştır.

Perktaş (2007), kırsal kesimlerde tarım ve ulaşım aracı olarak kullanılan traktörlerin, trafik kazalarına olan etkileri incelenmektedir. Bu çalışmada trafik kazalarına neden olan traktörlerin, tarlaya gidiş gelişlerinde aşırı hız, vitesi boşa alma, viraja hızlı girme, yanlış şerit değiştirme, dönüş kurallarına uymama gibi durumlardan kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Akgüngör ve Doğan (2008), 1986-2005 yılları arasındaki nüfus, araç, kaza, yaralı ve l sayılarına ait verileri kullanarak Türkiye için kaza modelleri geliştirmiştir. Bu çalışmada yöntem olarak Smeed ve Andreassen modellerinden yararlanmakla beraber Smeed modeli farklı bir bakış açısından ele alınarak geliştirilmiş ve bu modele Smeed benzeşim modeli denilmiştir. Tahmin modelleri Türkiye'nin 2010 yılına kadar geçen süreçte kaza, yaralı ve l sayıları üç farklı senaryo ile tahmin edilmeye çalışılmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmamızın bu bölümde materyal olarak kullanılan veriler ve kaza tahmin modellerinin oluşturulmasına yardımcı olan metotlardan Logaritmik Regresyon (LR) ve Yapay Sinir Ağları (YSA) yöntemleri hakkında bilgi verilecektir.

3.1.1. Tahmin Modellerinde Kullanılacak Veriler

Bu çalışmada materyal olarak trafik kazalarına etkisi olduğu düşündüğümüz parametreler derlenip çizelge haline getirilmektedir. 1970-2007 yılları arasında kalan bu veriler; bağımsız değişken olarak kullandığımız nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometre ve sürücü sayısı ile bu verilerin ilişkili olduğunu düşündüğümüz bağımlı değişkenler ölü, kaza ve yaralı sayıları ele alınmaktadır. Ayrıca bu verilerden yararlanarak ölüm oranı, kaza oranı, yaralı oranı, kişi başına düşen taşıt sayısı, taşıt kilometre, sürücü sayısı ile taşıt başına düşen taşıt kilometre, sürücü sayısı, sürücü başına düşen, taşıt sayısı ve taşıt kilometre verileri türetilmektedir. Makro veriler ve türetilen veriler Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.1. (Devam)'da verilmektedir.

Çizelge 3.1. Türkiye'nin 1970-2007 yılları arasındaki demografik ve trafik verilerinin makro değişimleri(TÜİK, 2008., KGM ve EGM, 2009)

YILLAR	Nüfus (N)	Taşıt Sayısı (TS)	Taşıt-km (TK)
1970	35605176	477044	6477000000
1971	36215000	524907	6890000000
1972	37133000	596146	8113000000
1973	38073000	697475	9389000000
1974	39037000	821929	11515000000
1975	40347719	982276	13432000000
1976	40916000	1141748	15127000000
1977	41769000	1292345	17610000000
1978	42641000	1424831	18416000000
1979	43531000	1566405	15878000000
1980	44736957	1696681	15343000000
1981	45540000	1802742	15957000000
1982	46688000	1901926	16595000000
1983	47864000	2041244	17260000000
1984	49070000	2215174	17949000000
1985	50664458	2391357	18667000000
1986	51433000	2641353	20849000000
1987	52561000	2887287	23016000000
1988	53715000	3140265	24553000000
1989	54894000	3388259	26613000000
1990	56473035	3750678	27041000000
1991	57193000	4101975	26056000000
1992	58248000	4584717	28514000000
1993	59323000	5250622	30807000000
1994	60417000	5606712	31251000000
1995	61737000	5922859	34833000000
1996	62873000	6305707	41015000000
1997	64015000	6863462	46384000000
1998	65157000	7371541	49947000000
1999	66293000	7758511	49866000000
2000	67803927	8320449	56151000000
2001	68529000	8521956	52631000000
2002	69626000	8655170	51664000000
2003	70231000	8903843	52349000000
2004	71794000	10236357	57767000000
2005	72065000	11145826	61129000000
2006	72974000	12227393	64577000000
2007	70586256	13022945	69609000000

Çizelge 3.1. (Devam) Türkiye'nin 1970-2007 yılları arasındaki demografik ve trafik verilerinin makro değişimleri(TÜİK, 2008., KGM ve EGM, 2009)

YILLAR	Sürücü Sayısı (SS)	Ölüm Sayısı (ÖS)	Kaza Sayısı (KS)	Yaralı Sayısı (YS)
1970	884601	3978	19207	17672
1971	991302	4149	26783	19271
1972	1093759	4282	29891	21423
1973	1196144	5116	35254	24392
1974	1325522	4699	40674	25065
1975	1480445	6054	46643	30864
1976	1701508	5389	50475	30207
1977	1988710	6983	56467	33144
1978	2251290	5417	51853	30407
1979	2450669	4368	41481	25332
1980	2619554	4100	36960	23816
1981	2764635	4327	40023	27711
1982	2897771	4832	46264	35489
1983	3031200	5200	55256	43888
1984	3198492	5684	60705	49234
1985	3474643	5477	63473	49058
1986	3835279	7278	92468	71445
1987	4502055	7661	110207	80456
1988	4919156	6848	107651	79243
1989	5519101	6352	103758	79928
1990	6235196	6317	115295	87668
1991	6778291	6231	142145	90520
1992	7465559	6214	171741	94824
1993	8162959	6457	208823	104330
1994	8794843	5942	233803	104717
1995	9388630	6004	279663	114319
1996	10242628	5428	344643	104599
1997	11297235	5125	387533	106246
1998	12277101	6083	458661	125793
1999	13151950	5713	465915	125158
2000	14109116	5510	500664	136751
2001	14767694	4386	442960	116203
2002	15285187	4093	439777	116412
2003	15787933	3946	455637	118214
2004	16468317	4427	537352	136437
2005	17296216	4505	620789	154086
2006	17962895	4633	728755	169080
2007	18877354	5007	825561	189057

3.1.2. Kullanılan Veriler Hakkında Bilgi

1970-2007 yılları arasında makro veriler olan demografik ve trafik verileri toplanmaktadır. Bu veriler sırası ile aşağıda belirtilmektedir.

Nüfus (N); ülkemizde 1970-1990 yılları arasında nüfus sayımı 5 yıl da bir yapılmıştır. Bunun yanında 1990-2000 yılları arasında nüfus sayımı yapılmamıştır. 2000 yılından sonra ise adrese dayalı kayıt sistemi yürürlüğü girmiş olup son nüfus sayım sonuçları 2007 yılında 70 586 256 kişi olarak kayıtlara geçmektedir. Yaptığımız bu çalışmada, 1970, 1975, 1980,1985, 1990, 2000 ve 2007 yıllarında sayım sonucunda bulunan nüfus sayıları gerçek değerleri kullanılmış olup, bu yıllar arasındaki değerler ise Türkiye İstatistik Kurumunun ortalama nüfus artış oranından yararlanarak bulunan değerler kullanılmaktadır. 1970-2006 yılları arasında nüfusun sürekli arttığı gözlenmekte olup 2007 yılında ise 2006 yılına oranla düştüğü gözlemlenmektedir. Bunun sebebi ise istatistik kurumu yetkilileriyle yapılan görüşmeler neticesinde adrese dayalı kayıt sistemine geçişten dolayı olduğu kanısına varılmaktadır.

Taşıt sayısı (TS); Buradaki veriler TÜİK yıllıklarından alınmaktadır. Taşıt sayısı verileri içinde; otomobil, minibüs, otobüs, kamyonet, kamyon, motosiklet, özel amaçlı taşıtlar, traktör, yol ve iş makineleri toplam sayıları yer almaktadır. Ülkemizde araştırmacılar taşıtlara ait veri eksikliğinden dolayı birçok çalışmada zorluk çekmektedirler. Burada karşımıza çıkan problem 1978 yılı öncesi verilerinde traktör sayısı kaydı bulunmamasıdır. Bu problem traktör sayısı artışı lineer olarak kabul edilip geçmiş yıllara düşüş olarak aks ettirilmekte ve tahmin yapılarak traktör sayıları bulunmaktadır.

Taşıt kilometre (TK); 1970-2007 yılları arasındaki TK verileri TÜİK ve Karayolları Genel Müdürlüğü (KGM) yıllıklarından derlenmektedir. Fakat 1978, 1979,1980, 1985, 1986, 1988, 1989 ve 1996 yılları TÜİK verileri ile KGM verileri çelişmektedir. Burada TK değerleri KGM' de ilk olarak belirlendiği için KGM verileri bizim için bağlayıcı olmakta ve veri olarak çalışmamızda yer almaktadır.

Sürücü sayısı (SS); 1970 yılına kadar olan sürücü sayısına ait veriler, trafik ile ilgili istatistikî yıllıklarda bulmak mümkün değildir. Bu verilere ulaşmak için Emniyet Genel Müdürlüğüne dilekçe yazılarak arşivler incelenmiştir. Arşiv incelemesinden sonra sürücü sayısına ait değerler 1970 yılına kadar toplanabilmiştir. Sürücü karakteristikleri ile ilgili detaylı bilgiler 1999 yılından sonra tutulmaya başlandığı ve

daha önceki yıllara ait detaylı verilerin yer almadığı görülmektedir. Detaylı bilgilere ulaşılmasa da yıllara ait sürücü sayısı değerleri elde edilebilmektedir. Böylece 1970-2007 yılları arasında toplam sürücü sayısı belgeleri çalışmamızda yer almak üzere hazırlanmıştır. Veriler içerisinde A1, A2, B, C, D, E, F, G ve H sürücü belgelerine sahip olan kişi sayısı toplamı bulunmaktadır.

Ölü sayısı (ÖS), kaza sayısı (KS) ve yaralı sayısı (YS); 1970-2007 yılları arasındaki kaza tutanakları TÜİK yıllıklarından alınmaktadır (TÜİK, 2008). Burada dikkat edilmesi gereken husus 1998 yılına kadar olan veriler trafik sorumluluk bölgesi sayıları olup bu yıla kadar olan veriler içerisinde jandarma sorumluluk bölgesi verileri de dahil edilmesidir. 1998-2007 yılları arasında ise bu veriler ayrı ayrı kaynaklarda verilmekte olup, bunların toplamı çalışmamızda yer almaktadır. Bu gibi karışıklıkların önlenmesi için EGM ve TÜİK, 2003 yılından sonra ortak yayın çıkartma kararı almıştır. Bu tezde kullanılan kaza verileri trafik sorumluluk bölgesi ile jandarma sorumluluk bölgesi kaza olayları toplamından elde edilen verilerdir.

Ölüm ve yaralanma sayıları kaza anındaki belirlemelere göre tespit edilmektedir. Yani kaza sonrası 30 gün içerisinde hastanede meydana gelen ölümler dahil edilmemektedir. Bu tespitlerle kaza anında belirlenen sayılardan ölüm sayısının artacağı buna bağlı olarak da yaralı sayısının azalacağı dikkate alınmalıdır.

3.1.3. Kullanılan Verilerin Çoğaltılması

Çalışmamızda yer alan veriler içerisinde nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometre, sürücü sayısının yanı sıra bu verilerin trafik kazalarına olan etkisinin daha iyi gözlemlenebilmesi için türetilebilecek oranların tümü yer almaktadır. Bunlar; ölüm oranı başlığı altında, nüfusa düşen ölüm sayısı ($\frac{\text{ÖS}}{\text{N}}$), taşıt sayısına düşen ölüm sayısı ($\frac{\text{ÖS}}{\text{TS}}$), taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı ($\frac{\text{ÖS}}{\text{TK}}$) ve sürücü sayısına düşen ölüm sayısı ($\frac{\text{ÖS}}{\text{SS}}$) olarak işlenmektedir. Kaza oranı adı altında nüfusa düşen kaza sayısı ($\frac{\text{KS}}{\text{N}}$), taşıt sayısına düşen kaza sayısı ($\frac{\text{KS}}{\text{TS}}$), taşıt kilometreye düşen kaza sayısı ($\frac{\text{KS}}{\text{TK}}$), sürücü sayısına düşen kaza sayısı ($\frac{\text{KS}}{\text{SS}}$)'dır. Yaralı oranı başlığı altında ise nüfus sayısına düşen yaralı sayısı ($\frac{\text{YS}}{\text{N}}$), taşıt sayısına düşen yaralı sayısı ($\frac{\text{YS}}{\text{TS}}$), taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı ($\frac{\text{YS}}{\text{TK}}$), sürücü sayısına düşen yaralı sayısı ($\frac{\text{YS}}{\text{SS}}$) olarak oranlanmaktadır. Kişi başına düşen başlığı altında, nüfusa düşen taşıt sayısı ($\frac{\text{TS}}{\text{N}}$) (taşıt sahipliği), nüfusa düşen taşıt kilometre ($\frac{\text{TK}}{\text{N}}$), nüfusa düşen

sürücü sayısı (SS/N), taşıt başına başlığı altında; taşıt sayısına düşen taşıt kilometre (TK/TS), taşıt sayısına düşen sürücü sayısı (SS/TS), sürücü sayısına düşen başlığı altında; sürücü sayısına düşen taşıt sayısı (TS/SS) ve son olarak sürücü sayısına düşen taşıt kilometre (TK/SS) oranları olarak açıklanmaktadır.

Çizelge 3.2. Ölüm ve kaza sayısına bağlı oranlar

YILLAR	Ölüm Oranı				Kaza Oranı			
	ÖS/N	ÖS/TS	ÖS/TK	ÖS/SS	KS/N	KS/TS	KS/TK	KS/SS
1970	11.17	83.39	61.42	44.97	53.94	402.63	296.54	2171.26
1971	11.46	79.04	60.22	41.85	73.96	510.24	388.72	2701.80
1972	11.53	71.83	52.78	39.15	80.50	501.40	368.43	2732.87
1973	13.44	73.35	54.49	42.77	92.60	505.45	375.48	2947.30
1974	12.04	57.17	40.81	35.45	104.19	494.86	353.23	3068.53
1975	15.00	61.63	45.07	40.89	115.60	474.85	347.25	3150.61
1976	13.17	47.20	35.63	31.67	123.36	442.09	333.67	2966.49
1977	16.72	54.03	39.65	35.11	135.19	436.93	320.65	2839.38
1978	12.70	38.02	29.41	24.06	121.60	363.92	281.56	2303.26
1979	10.03	27.89	27.51	17.82	95.29	264.82	261.25	1692.64
1980	9.16	24.16	26.72	15.65	82.62	217.84	240.89	1410.93
1981	9.50	24.00	27.12	15.65	87.89	222.01	250.82	1447.68
1982	10.35	25.41	29.12	16.67	99.09	243.25	278.78	1596.54
1983	10.86	25.47	30.13	17.15	115.44	270.70	320.14	1822.91
1984	11.58	25.66	31.67	17.77	123.71	274.04	338.21	1897.93
1985	10.81	22.90	29.34	15.76	125.28	265.43	340.03	1826.75
1986	14.15	27.55	34.91	18.98	179.78	350.08	443.51	2410.98
1987	14.58	26.53	33.29	17.02	209.67	381.70	478.83	2447.93
1988	12.75	21.81	27.89	13.92	200.41	342.81	438.44	2188.40
1989	11.57	18.75	23.87	11.51	189.02	306.23	389.88	1879.98
1990	11.19	16.84	23.36	10.13	204.16	307.40	426.37	1849.10
1991	10.89	15.19	23.91	9.19	248.54	346.53	545.54	2097.06
1992	10.67	13.55	21.79	8.32	294.84	374.59	602.30	2300.44
1993	10.88	12.30	20.96	7.91	352.01	397.71	677.84	2558.18
1994	9.83	10.60	19.01	6.76	386.98	417.01	748.15	2658.41
1995	9.73	10.14	17.24	6.39	452.99	472.18	802.87	2978.74
1996	8.63	8.61	13.23	5.30	548.16	546.56	840.29	3364.79
1997	8.01	7.47	11.05	4.54	605.38	564.63	835.49	3430.33
1998	9.34	8.25	12.18	4.95	703.93	622.21	918.30	3735.91
1999	8.62	7.36	11.46	4.34	702.81	600.52	934.33	3542.55
2000	8.13	6.62	9.81	3.91	738.40	601.73	891.64	3548.51
2001	6.40	5.15	8.33	2.97	646.38	519.79	841.63	2999.52
2002	5.88	4.73	7.92	2.68	631.63	508.11	851.23	2877.15
2003	5.62	4.43	7.54	2.50	648.77	511.73	870.38	2885.98
2004	6.17	4.32	7.66	2.69	748.46	524.94	930.21	3262.94
2005	6.25	4.04	7.37	2.60	861.43	556.97	1015.54	3589.16
2006	6.35	3.79	7.17	2.58	998.65	596.00	1128.51	4057.00
2007	7.09	3.84	7.19	2.65	1169.58	633.93	1186.00	4373.29

Çizelge 3.3. Yaralı oranı, kişi başına düşen, taşıt başına düşen ve sürücü başına düşen değişkenlere bağlı oranlar

YILLAR	Yaralı Oranı				Kişi Başına Düşen			Taşıt Başına		Sürücü Başına Düşen	
	YS/N	YS/TS	YS/TK	YS/SS	TS/N	TK/N	SS/N	TK/TS	SS/TS	TS/SS	TK/SS
1970	49.63	370.45	272.84	1997.74	1.34	182	2.48	13577	1.85	0.54	7322
1971	53.21	367.13	279.70	1944.01	1.45	190	2.74	13126	1.89	0.53	6950
1972	57.69	359.36	264.06	1958.66	1.61	218	2.95	13609	1.83	0.55	7418
1973	64.07	349.72	259.79	2039.22	1.83	247	3.14	13461	1.71	0.58	7849
1974	64.21	304.95	217.67	1890.95	2.11	295	3.40	14010	1.61	0.62	8687
1975	76.50	314.21	229.78	2084.78	2.43	333	3.67	13674	1.51	0.66	9073
1976	73.83	264.57	199.69	1775.31	2.79	370	4.16	13249	1.49	0.67	8890
1977	79.35	256.46	188.21	1666.61	3.09	422	4.76	13626	1.54	0.65	8855
1978	71.31	213.41	165.11	1350.65	3.34	432	5.28	12925	1.58	0.63	8180
1979	58.19	161.72	159.54	1033.68	3.60	365	5.63	10137	1.56	0.64	6479
1980	53.24	140.37	155.22	909.16	3.79	343	5.86	9043	1.54	0.65	5857
1981	60.85	153.72	173.66	1002.34	3.96	350	6.07	8852	1.53	0.65	5772
1982	76.01	186.60	213.85	1224.70	4.07	355	6.21	8725	1.52	0.66	5727
1983	91.69	215.01	254.28	1447.88	4.26	361	6.33	8456	1.48	0.67	5694
1984	100.33	222.26	274.30	1539.29	4.51	366	6.52	8103	1.44	0.69	5612
1985	96.83	205.15	262.81	1411.89	4.72	368	6.86	7806	1.45	0.69	5372
1986	138.91	270.49	342.68	1862.84	5.14	405	7.46	7893	1.45	0.69	5436
1987	153.07	278.66	349.57	1787.10	5.49	438	8.57	7971	1.56	0.64	5112
1988	147.52	252.34	322.74	1610.91	5.85	457	9.16	7819	1.57	0.64	4991
1989	145.60	235.90	300.33	1448.21	6.17	485	10.05	7854	1.63	0.61	4822
1990	155.24	233.74	324.20	1406.02	6.64	479	11.04	7210	1.66	0.60	4337
1991	158.27	220.67	347.41	1335.44	7.17	456	11.85	6352	1.65	0.61	3844
1992	162.79	206.83	332.55	1270.15	7.87	490	12.82	6219	1.63	0.61	3819
1993	175.87	198.70	338.66	1278.09	8.85	519	13.76	5867	1.55	0.64	3774
1994	173.32	186.77	335.08	1190.66	9.28	517	14.56	5574	1.57	0.64	3553
1995	185.17	193.01	328.19	1217.63	9.59	564	15.21	5881	1.59	0.63	3710
1996	166.37	165.88	255.03	1021.21	10.03	652	16.29	6504	1.62	0.62	4004
1997	165.97	154.80	229.06	940.46	10.72	725	17.65	6758	1.65	0.61	4106
1998	193.06	170.65	251.85	1024.61	11.31	767	18.84	6776	1.67	0.60	4068
1999	188.80	161.32	250.99	951.63	11.70	752	19.84	6427	1.70	0.59	3792
2000	201.69	164.36	243.54	969.24	12.27	828	20.81	6749	1.70	0.59	3980
2001	169.57	136.36	220.79	786.87	12.44	768	21.55	6176	1.73	0.58	3564
2002	167.20	134.50	225.33	761.60	12.43	742	21.95	5969	1.77	0.57	3380
2003	168.32	132.77	225.82	748.76	12.68	745	22.48	5879	1.77	0.56	3316
2004	190.04	133.29	236.19	828.48	14.26	805	22.94	5643	1.61	0.62	3508
2005	213.82	138.25	252.07	890.87	15.47	848	24.00	5484	1.55	0.64	3534
2006	231.70	138.28	261.83	941.27	16.76	885	24.62	5281	1.47	0.68	3595
2007	267.84	145.17	271.60	1001.50	18.45	986	26.74	5345	1.45	0.69	3687

3.2. Yöntem

3.2.1. Logaritmik Regresyon ve Yapay Sinir Ağları

Çalışmamızın bu bölümünde logaritmik regresyon yöntemlerinden doğrusal, etkileşimli, ikinci dereceden ve basit ikinci dereceden regresyon yöntemlerinin tanımları ve denklem açılımları konu olarak alınmaktadır. İkinci bölümde ise yapay sinir ağları anlatılmaktadır.

3.2.2. Veri Analizi

Çalışmamızda yer alan veriler ve bunlardan oluşan oranlar ilk olarak tablolar haline getirilmektedir. Öncelikle 1970-2007 yılları arası değişimleri genel olarak ele alınmaktadır. Daha sonra ise değişkenlerin yıllara göre dalgalanmaları kendi içinde yorumlanmaktadır.

Regresyon analizi yapılırken trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayılarını makro değişkenlerle tahmininde bulunan Smeed'in (1949) geliştirdiği logaritmik regresyon modeli örnek alınarak analizler yapılmaktadır. Tahmin modelleri Matlab programından yararlanılarak oluşturulmaktadır.

Üçüncü veri analizi olarak YSA teknikleri kullanılmaktadır. Yapay Zekâ Tekniklerinden biri olan YSA güçlü tahmin yeteneği olan bir metottur.

3.2.3. Regresyon Modellerinin Oluşturulması

Regresyon analizi; bağımlı değişkenler ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi aynı zamanda bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenleri ne derece etkilediğinin belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir. Regresyon analizi uygulaması yapılırken mevcut veri tipine göre regresyon tekniği seçilmelidir. Bu çalışmada, kullanılması uygun görülen regresyon tipi logaritmik regresyon olarak belirlenmektedir.

Burada regresyon analizi yapılırken, kazalarda meydana gelen ölü sayısı tahminlerinde bulunmak için bağımsız değişkenler iki, üç ve dört değişkenli guruplar halinde sınıflandırılmaktadır. Bu sınıflandırmanın ikili gurupları NSS, NTK, NTS, TKSS, TSSS ve TSTK, üçlü gurupları ise NTKSS, NTSSS, NTSTK, TSTKSS ile dörtlü gurup olarak NTSTKSS bağımsız değişkenleri kullanılarak ölü, kaza ve yaralı sayıları tahmin modelleri logaritmik regresyon analizi yardımı ile oluşturulmaktadır.

3.2.4. Doğrusal Regresyon Yöntemleri

3.2.5. İki Değişkenli Doğrusal Regresyon Yöntemleri

Bu çalışmada kullanılan iki değişkenli lineer regresyon modellerinin y bağımlı değişkeni ve x_1 ve x_2 bağımsız değişkenleri ile genel formülü Denklem 3.1'de verilmektedir. Burada y bağımlı değişkeni, sabit, doğrusal, etkileşimli ve 2.dereceden terimler ile x_1 ve x_2 bağımsız değişkenleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada kontrol edilemeyen etkenler ve deneysel hatalar ε ile ifade edilmektedir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_1 * x_2 + \beta_4 x_1^2 + \beta_5 x_2^2 + \varepsilon \quad (3.1)$$

- **Doğrusal Regresyon:** Sabit ve doğrusal terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.2'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit ve doğrusal terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 \quad (3.2)$$

- **Etkileşimli Regresyon:** Sabit, doğrusal ve etkileşimli terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.3'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit, doğrusal ve etkileşimli terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_1 * x_2 \quad (3.3)$$

- **İkinci Dereceden Regresyon:** Sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.4'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_1 * x_2 + \beta_4 x_1^2 + \beta_5 x_2^2 \quad (3.4)$$

- **Basit İkinci Dereceden Regresyon:** Sabit, doğrusal ve ikinci dereceden terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.5'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit, doğrusal ve ikinci dereceden terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 x_1^2 + \beta_4 x_2^2 \quad (3.5)$$

3.2.6. Üç Değişkenli Doğrusal Regresyon Yöntemleri

Bu çalışmada kullanılan üç değişkenli lineer regresyon modellerinin y bağımlı değişkeni ve x_1 , x_2 , x_3 bağımsız değişkenleri ile genel formülü Denklem 3.6'da verilmektedir. Burada y bağımlı değişkeni, sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimler ile x_1 , x_2 , x_3 bağımsız değişkenleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada kontrol edilemeyen etkenler ve deneysel hatalar ε ile ifade edilmektedir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_1 * x_2 + \beta_5 * x_1 * x_3 + \beta_6 * x_2 * x_3 + \beta_7 x_1^2 + \beta_8 x_2^2 + \beta_9 x_3^2 + \varepsilon \quad (3.6)$$

- **Doğrusal Regresyon:** Sabit ve doğrusal terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.7'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit ve doğrusal terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 \quad (3.7)$$

- **Etkileşimli Regresyon:** Sabit, doğrusal ve etkileşimli terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.8'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit, doğrusal ve etkileşimli terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_1 * x_2 + \beta_5 * x_1 * x_3 + \beta_6 * x_2 * x_3 \quad (3.8)$$

- **İkinci Dereceden Regresyon:** Sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.9'da gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_1 * x_2 + \beta_5 * x_1 * x_3 + \beta_6 * x_2 * x_3 + \beta_7 x_1^2 + \beta_8 x_2^2 + \beta_9 x_3^2 \quad (3.9)$$

- **Basit İkinci Dereceden Regresyon:** Sabit, doğrusal ve ikinci dereceden terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.10'de gösterildiği gibi y bağımlı

değişkeni sabit, doğrusal ve ikinci dereceden terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 x_1^2 + \beta_5 x_2^2 + \beta_6 x_3^2 \quad (3.10)$$

3.2.7. Dört Değişkenli Doğrusal Regresyon Yöntemleri

Bu çalışmada kullanılan dört değişkenli lineer regresyon modellerinin y bağımlı değişkeni ve x_1, x_2, x_3, x_4 bağımsız değişkenleri ile genel formülü Denklem 3.11'de verilmektedir. Burada y bağımlı değişkeni, sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimler ile x_1, x_2, x_3, x_4 bağımsız değişkenleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada kontrol edilemeyen etkenler ve deneysel hatalar ε ile ifade edilmektedir.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_4 + \beta_5 * x_1 * x_2 + \beta_6 * x_1 * x_3 + \beta_7 * x_1 * x_4 + \beta_8 * x_2 * x_3 + \beta_9 * x_2 * x_4 + \beta_{10} * x_3 * x_4 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{12} x_2^2 + \beta_{13} x_3^2 + \beta_{14} x_4^2 + \varepsilon \quad (3.11)$$

- **Doğrusal Regresyon:** Sabit ve doğrusal terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.12'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit ve doğrusal terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_4 \quad (3.12)$$

- **Etkileşimli Regresyon:** Sabit, doğrusal ve etkileşimli terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.13'de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit, doğrusal ve etkileşimli terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_4 + \beta_5 * x_1 * x_2 + \beta_6 * x_1 * x_3 + \beta_7 * x_1 * x_4 + \beta_8 * x_2 * x_3 + \beta_9 * x_2 * x_4 + \beta_{10} * x_3 * x_4 \quad (3.13)$$

İkinci Dereceden Regresyon: Sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.14'de gösterildiği gibi y bağımlı

değişkeni sabit, doğrusal, etkileşimli ve ikinci dereceden terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

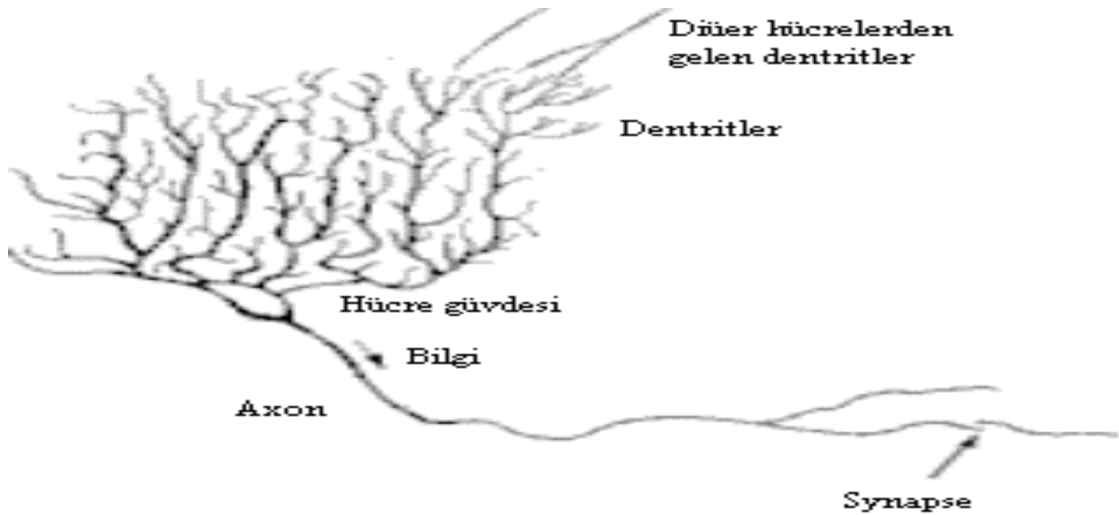
$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_4 + \beta_5 * x_1 * x_2 + \beta_6 * x_1 * x_3 + \beta_7 * x_1 * x_4 + \beta_8 * x_2 * x_3 + \beta_9 * x_2 * x_4 + \beta_{10} * x_3 * x_4 + \beta_{11}x_1^2 + \beta_{12}x_2^2 + \beta_{13}x_3^2 + \beta_{14}x_4^2 \quad (3.14)$$

- **Basit İkinci Dereceden Regresyon:** Sabit, doğrusal ve ikinci dereceden terimlerin yer aldığı regresyon yöntemidir. Denklem 3.15’de gösterildiği gibi y bağımlı değişkeni sabit, doğrusal ve ikinci dereceden terimlerin birleşiminden meydana gelen denklem ile hesaplanmaktadır.

$$y = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 + \beta_3 * x_3 + \beta_4 * x_4 + \beta_5x_1^2 + \beta_6x_2^2 + \beta_7x_3^2 + \beta_8x_4^2 \quad (3.15)$$

3.2.8. Yapay Sinir Ağları

Beynin üstün özellikleri, bilim adamlarını üzerinde çalışmaya zorlamış ve beynin nörofiziksel yapısından esinlenerek matematiksel modeli çıkarılmaya çalışılmıştır. Beynin bütün davranışlarını tam olarak modelleyebilmek için fiziksel bileşenlerinin doğru olarak modellenmesi gerektiği düşüncesi ile çeşitli yapay hücre ve ağ modelleri geliştirilmiştir. Şekil 3.1’de biyolojik bir sinir hücresinin şekli görülmektedir.



Şekil 3.1. Biyolojik sinir hücresi ve bileşenleri

Trafik sistemi ile değişkenler arasındaki kompleks ve nonlinear ilişkilere dayalı tahmin modellerinin geliştirilmesinde kullanılan yöntemlerden birisinde YSA metodudur. Abdelwahab ve Adel-aty (2001) sürücü yaralanma şiddeti ile sürücü, araç, yol ve çevre karakteristikleri arasındaki ilişkileri temel alan farklı yapılara sahip YSA modelleri kullanarak sonuçlara ulaşmaktadırlar. Pande ve Abdelaty (2006) ücretsiz otoyollarda şerit değişimlerinde meydana kazalarla ilgili uygulamalar yapmışlardır. Bunlardan başka Delen (2006) sürücü güvenliğinin geliştirilmesi ile ilgili çalışmalar yapmaktadır.

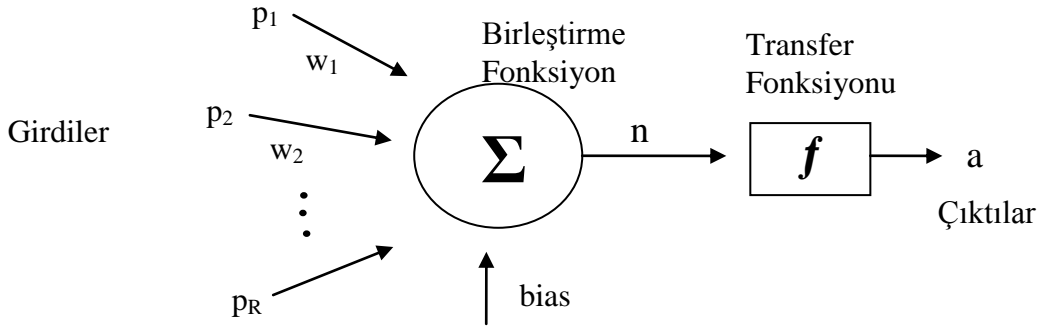
Trafik kazalarını etkileyen değişkenlerin çok fazla olması ve bunların karmaşık karakterlere sahip olması, bu değişkenlerin kullanılarak tahmin yapılmasını çok zorlaştırmaktadır. Karmaşık ilişkilerin tahmin modellerine aktarılmasında büyük kolaylıklar ve başarılar sağlayan yapay zeka tekniklerinden biriside YSA metodu, genellikle istatistiksel metotlara üstünlük sağlamaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar göstermektedir ki, istatistiksel metotlar, ham verilerin karakteristiklerinin anlaşılmasında araştırmacılar için yararlı olmakla birlikte tahmin problemlerinde genellikle yapay sinir ağları yöntemi kadar başarılı olamamaktadırlar. Bunun yanı sıra YSA tahmin modelinin oluşturulması, herhangi bir ön kabul yapılmasını gerektirmemektedir. Bu özelliği YSA metodunu çok kullanışlı bir hale getirmektedir.

YSA metodunun avantajlarının yanı sıra dezavantajları da vardır. Bunlardan ilki YSA modelinin kara kutu gibi çalışmasıdır. Yani YSA modeli eğitilirken, değişkenler arasındaki hangi ilişkilere göre ağlılıkların atadığı bilinmemektedir. Bundan dolayı tanımlanmayan ilişkiler dahi model tarafından kullanılmış olmaktadır. Bir diğer dezavantajı modelin eğitimi yapılırken öğrenme yerine ezberleme olmasıdır. Yani modelin kendisini eğitim verilerine göre ayarlayarak eğitim veri setinde hata oranını çok küçük değerlere düşürmesi, fakat test veya diğer verilerde başarılı olamamasıdır. Bu hataya düşülmemesi için eğitim, doğrulama ve test verilerinin uygun düzenlenmesi ve Epoch sayısının gerekenden fazla olmaması gibi özellikleri dikkat edilmelidir.

YSA modeli fonksiyonel olarak ilişkilendirilmiş yapay nöronlardan oluşmaktadır. Yapay nöronlar, biyolojik nöronların basit bir matematiksel ifadesi gibidir. YSA modellerinde nöronlar matematiksel işlemlerin yapıldığı merkezlerdir. Nöronlar birbirlerine ağlılıklar ile bağlıdırlar. Bu ağlılıklar modelin eğitimi ile belirlenirler ve veri setinin karakteristiklerini barındırırlar. Şekil 3.2’de yapay bir nöronun elemanları görülmektedir. Burada notasyonlar Matlab programına uygun

olarak yapılmaktadır. Şekilden görüldüğü gibi p girdi değerleri kendilerine ait ağırlıklarla çarpılarak toplanmakta ve bias değeri eklenmektedir. Böylece yapay nöronun ilk kısmının “n” değerine ulaşılmaktadır (Denklem 3.16). Daha sonra n değeri transfer fonksiyonundan geçirilerek yapay nöronun çıktısı olan a değerine ulaşılmaktadır (Denklem 3.17).

$$n = \sum_{R=1}^R w_R p_R + b \quad (3.16) \quad a = f\left(\sum_{R=1}^R w_R p_R + b\right) \quad (3.17)$$



Şekil 3.2. Yapay nöron ve elemanları

Burada, p nörona gelen girdileri, w ağırlıkları, b biası, f transfer fonksiyonunu, R girdi sayısını, n transfer fonksiyonu girdisini ve a yapay nöronun çıktısını ifade etmektedir.

Nöronlar YSA modelini oluşturmadan önce küçük nöron grupları ile katmanları oluştururlar. Yani YSA modeli katmanlardan, katmanlarda nöronlardan oluşmaktadır. Bu iki katman arasında, istenilen sayıda nörona sahip olan gizli katmanlar oluşturulmaktadır. Aynı katmandaki nöronlar arasındaki bağ yoktur. Girdilerin bulunduğu katmana girdi katmanı, çıktıları veren nöronların bulunduğu katmana çıktı katmanı denir. Girdi katmanı yeni verileri kabul eder ve diğer katmanın bütün nöronlarına dağıtır. Nöronlar önceki katmanla sonraki katman arasında ağırlık değerleri ile bağ kurmaktadır. Gizli katmanlarda girdi katmanından gelen veriler matematiksel fonksiyonlara tabi tutularak işlenir. Burada problemlerin karmaşıklığına göre gizli katman sayısı ve katmanlardaki nöron sayıları artırılabilir. Çıktı katmanı gizli

katmanlardan gelen işlenmiş verileri almakta ve bütün YSA ağının sonucu olarak çıktı vermektedir.

YSA metodu öğrenbilme yeteneğinden dolayı yapay zekâ teknikleri arasında yer almaktadır. YSA modelinin yapısal özellikleri belirlendikten sonra, veri setinin eğitim verileri ile oluşturulan model eğitilmektedir. Geçerlilik verileri bozuklukların düzenlenmesini sağlamaktadır. Test verileri ile eğitilen model test edilmektedir. Böylece YSA modelinin eğitim sırasında öğrendiği mi yoksa ezber mi yaptığı anlaşılabilir.

YSA metodu uygulamak için hazırlanan veri setinde eğitim, geçerlilik ve test verileri, girdileri ve çıktıları bilinen gerçek veya gözlenen verilerdir. Eğitim sırasında bilinen girdi değerlerine göre çıktı değerlerine ulaşmak amacıyla nöronlar arasındaki ağırlıklar düzenlenmektedir. Eğitim verilerinin kaç kere modele uygulanacağını ifade eden epoch sayısının her bir değerinde ve epoch içerisinde her bir verinin uygulanmasında ağırlıklar hata miktarını düşürmek amacıyla sürekli değişmektedir. Belirlenen hata değerine veya epoch sayısına ve başka herhangi bir değere ulaşana kadar ağırlıklar değişmektedir. Ağırlıkların kademe kademe değişmesiyle modelin eğitimi gerçekleşmektedir. Model eğitildikten sonra test edilmekte ve modelin eğitim ve test performansı hataların karesinin ortalaması ile değerlendirilmektedir. Hataların karesinin ortalaması bulmak için kullandığımız formül Denklem 3.18’de verilmektedir.

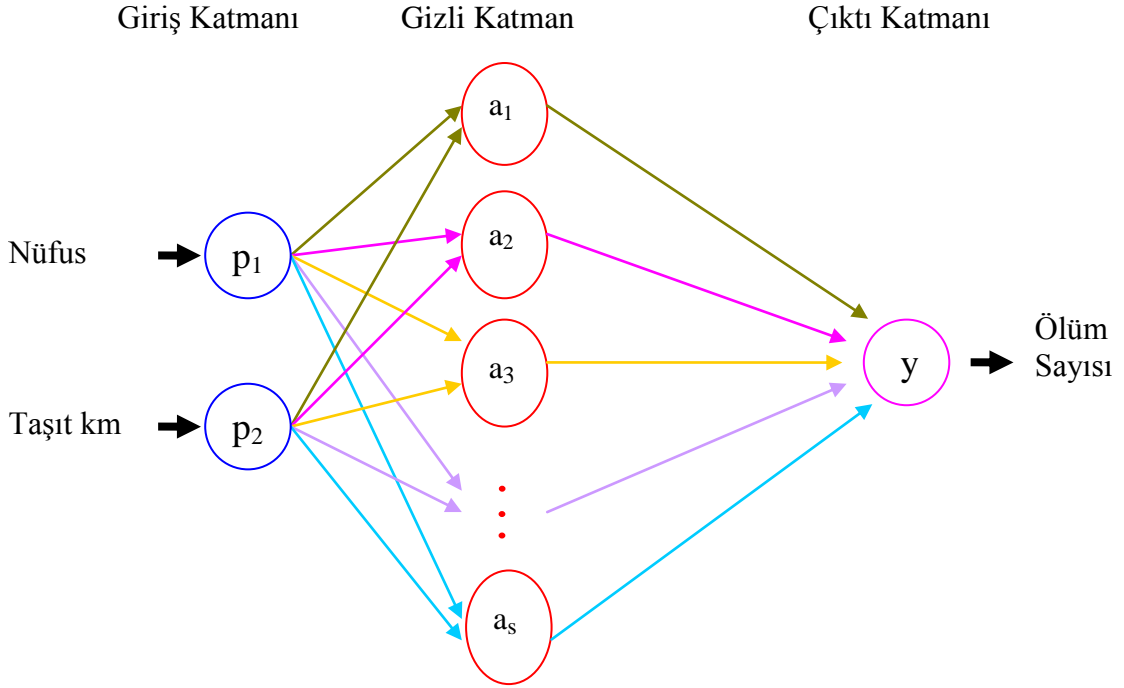
$$MSE = \frac{1}{h} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad (3.18)$$

Burada, MSE hataların karesinin ortalamasını, y gerçek veya gözlenen değeri, \hat{y} model tarafında tahmin edilen değeri, h veri sayısını göstermektedir.

3.2.9. YSA Modellerinin Oluşturulması

Bu çalışmada, YSA metodu kullanılarak yapılan uygulamalarda sıkça kullanılan çok katmanlı ve ileri beslemeli ağlar kullanılmaktadır. Oluşturulan YSA modelleri Şekil 3.3’te de görüleceği gibi girdi katmanı, bir gizli katman ve çıktı katmanından oluşmaktadır. Karmaşık problemlerin çözümünde genel tek gizli katman kullanılması çözüme ulaşmak için yeterlidir (Cybenko, 1989; Hornik et al., 1989).

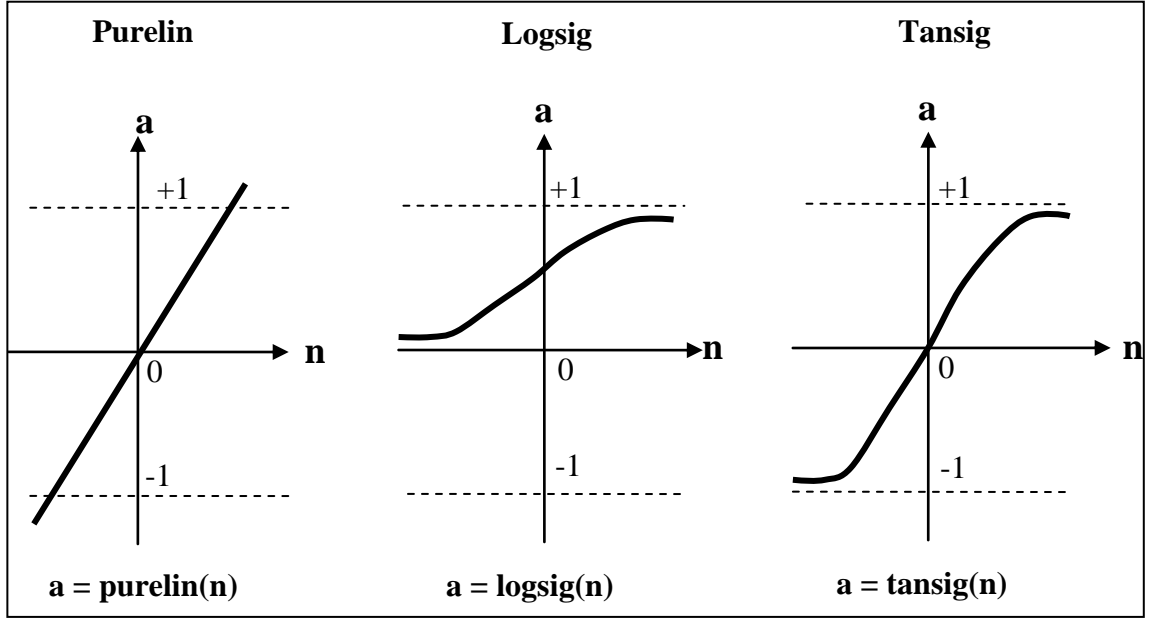
Burada da tek gizli katman kullanılması trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısının tahmin edilmesinde yeterli olacağı düşünülmektedir. Tek gizli katmanın sahip olacağı nöron sayısı ise oluşturulan farklı nöron sayılarına sahip modellerin vereceği sonuçlar değerlendirilerek karşılaştırılmaktadır.



Şekil 3.3. İleri beslemeli üç katmanlı ağ

Modellerin eğitiminde kullanılan öğrenim algoritmaları için, Matlab programında kullanılan popüler öğrenim algoritmaları seçilmektedir. Bunlar Gradient Descent (GD), Gradient Descent Moment (GDM) ve Levenverg-Marquardth (LM) öğrenim algoritmalarıdır (Matlab, 2007). Bu öğrenim algoritmaları kullanılarak farklı yapılar sahip YSA modelleri oluşturulmakta ve en iyi sonucu veren öğrenim algoritması seçilmektedir.

Nöronların içerisinde kullanılan transfer fonksiyonu için Matlab'te kullanılan purelin, tan-sig ve log-sig fonksiyonları kullanılmaktadır. Purelin transfer fonksiyonu doğrusal özellik gösterirken, tan-sig ve log-sig transfer fonksiyonları S şeklinde eğri özelliği göstermektedir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. YSA transfer fonksiyonları

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde izlenen yol sırasıyla yıllara dağılan trafik kazalarına etki eden parametrelerin grafik ortamında analizi, logaritmik regresyon analizi ile kaza tahmin modellerinin oluşturulması ve YSA teknikleri ile ölü sayısı tahmin sonuçları yer verilecektir.

4.1. Veri Analizi Sonuçları

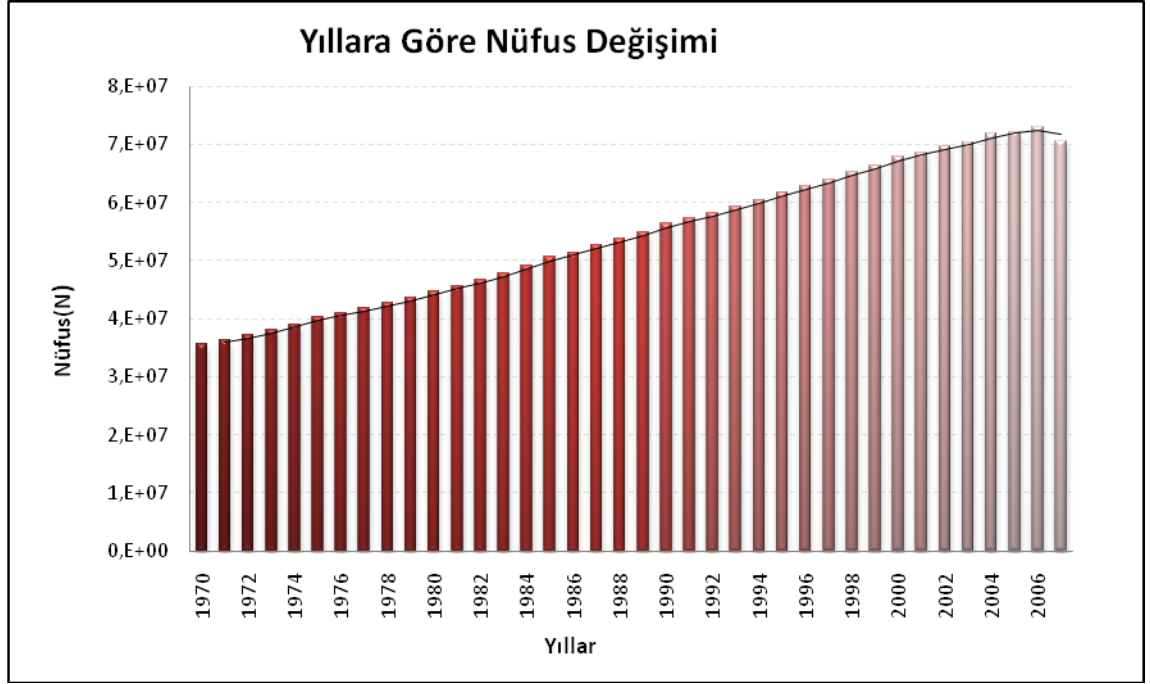
4.1.1. Değişkenlerin Yıllara Göre Grafik Ortamında İncelenmesi

1970-2007 yılları arasında meydana gelen ölüm sayılarının tahmin modellerinin oluşturulması için trafik kazalarına etki edebilecek parametreler ayrı ayrı incelemektedir. Buradaki yıllık dağılıma göre aşağıda çizilen grafiklere bakıldığında ülke ekonomisinin kötüye gittiği yıllarda trafik yoğunluğunun azaldığı, ekonominin iyiye gittiği yıllarda ise trafik yoğunluğunun canlanmasıyla beraber trafik kazalarının arttığı görülmektedir. Hızla gelişen ülkemizde, ulaştırma politikalarımız alt yapı hazırlanmadan gelecek yıllar için öngörü ortaya konulmadan gelişmektedir.

4.1.2. Nüfusun Yıllara Göre Değişimi

Nüfusun yıllara göre değişimi Şekil 4.1'de verilmektedir. Ülkemizde nüfus sayımı 1990 yılına kadar geçen sürede beş yılda bir yapılmakta olup 1990-2000 yılları arasında bu kural geçerli olmamaktadır. Bunun yanında 2000-2007 yılları arasında ise adrese dayalı kayıt sistemi uygulanmakta ve son sayım verileri 2007 yılında 70 586 256 kişi olarak kamuoyuna duyurulmaktadır.

1970-2007 yılları arası nüfus grafiğine baktığımızda yaklaşık olarak lineer bir artış görülmekte fakat 2006 yılından 2007 yılına geçerken nüfusun %3 oranında düştüğü gözlenmektedir. Bunun sebebi olarak değişen nüfus sayım sistemi gösterilebilir. 1970'den 2007 yılına kadar geçen sürede ise nüfus yaklaşık olarak lineer bir artış göstermekte olup bu artış %98 oranında görülmektedir.



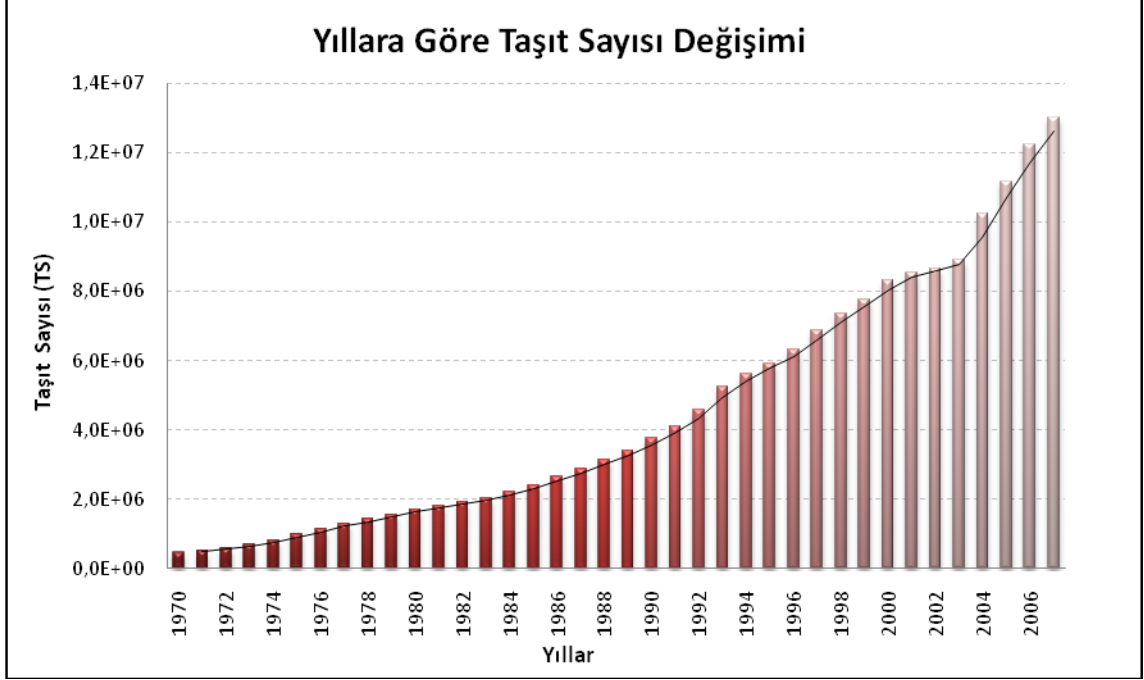
Şekil 4.1. Nüfusun yıllara göre değişim grafiği

4.1.3 Taşıt Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Taşıt sayısının yıllara göre değişimini veren grafik Şekil 4.2’de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında taşıt sayısı yaklaşık olarak 27 kat artış göstermekte olup 477 044 araçtan 13 022 945 araca ulaştığı görülmektedir. Ülkemizde ulaştırmanın %90 dolaylarındaki kısmı karayollarında yapıldığı için söz konusu yıllar arasında ekonominin 2001 yılında taşıt artış oranında azalma tespit edilmektedir.

Taşıt sayısı 1970-1979 yılları arasında hızlanan ivmeli bir artış göstermekte olup 477 044 taşıttan 1 292 345 taşıta ulaşmaktadır. 1979-1991 yılları arasında ise geçen sürede tekrar bir hızlanan artış seyir çizmekte fakat 1970-1979 yılları arasına göre farklılık görülmektedir. 1991 yılında taşıt sayısı 4 101 975 taşıta ulaşmaktadır. 1991-2001 yılları arasında ise %107 oranında bir artışla yaklaşık olarak lineer bir yükseliş görülmekte olup taşıt sayısı 2001 yılında 8 521 956 taşıta ulaşmaktadır. 2001-2003 yılları arasında ise 2001 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisiyle olması düşünülen taşıt sayısı artışının geçmiş yıllara artış oranının azaldığı gözlenmekte ve 2001 yılına göre yaklaşık olarak %4,5 oranında arttığı görülmektedir. 2003-2007

yıllarında ise lineer bir artış görülmekte olup, taşıt sayısı 2007 yılında 13 022 945 taşıta ulaşmaktadır.



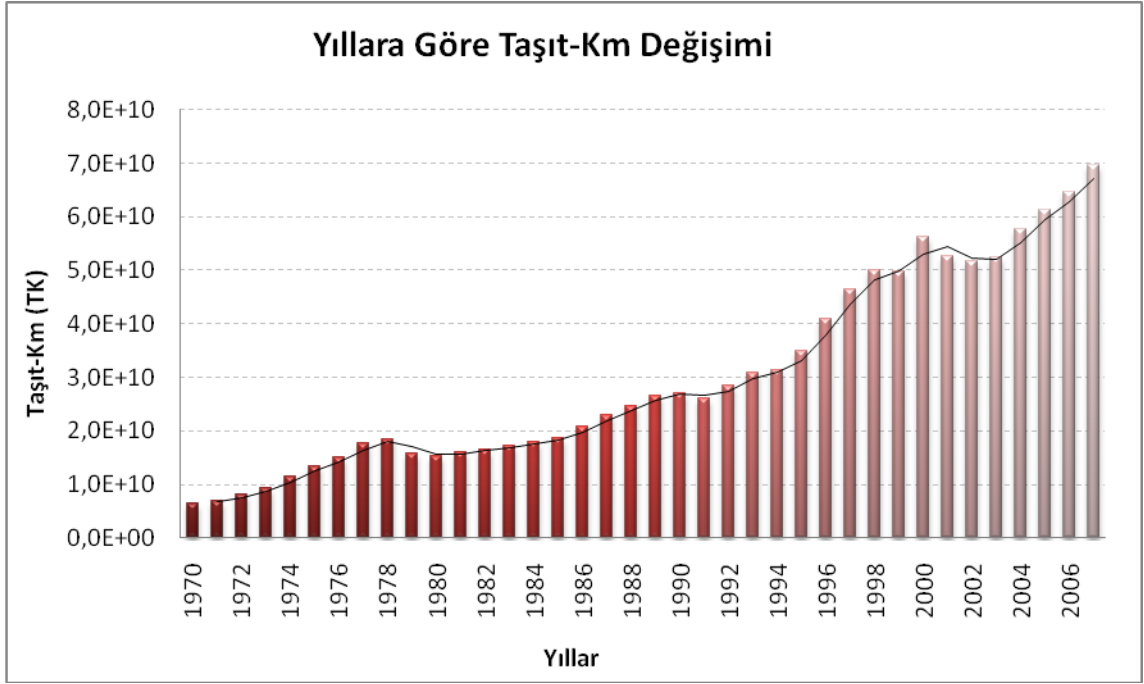
Şekil 4.2. Taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.4. Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi

Taşıt kilometrenin yıllara göre değişimi Şekil 4.3'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında taşıt kilometre yaklaşık olarak 10 kat artarak dalgalı bir yükseliş göstermekte olup 6 477 milyondan 69 609 milyon km.ye ulaşmaktadır.

Ülkemizde taşıt kilometre 1970-1978 yılları arasında hızlanarak artan bir eğilim göstermek olup 6 477 milyondan 18 416 milyon km.ye yükseldiği görülmektedir. 1978-1980 yılları arasında ise yaşanan ekonomik düzensizliğin etkisi olduğu düşünülen geçen iki yıllık sürede taşıt kilometre 18 416 milyon kilometreden 15 343 milyon kilometreye hızlı bir düşüş gösterdiği görülmektedir. 1980-1990 yılları arasında ise yaklaşık olarak %69 oranında dalgalı bir artış görülmekte olup 1990 yılında 27 041 milyon kilometreye ulaştığı gözlenmektedir. 1990-1991 yılları arasında bir yıllık geçen sürede yaklaşık olarak %4 oranında düşüş yaşanmakta fakat 1991-2000 yıllarında ise dalgalı bir yükseliş görülmekte olup 2000 yılında 56 151 milyon kilometreye ulaştığı

görülmektedir. 2000 yılından sonra geçen iki yıllık sürede yaşanan 2001 yılı ekonomik taşıt kilometrede yaklaşık olarak %8 değerinde bir düşüş yaşanmakta ve taşıt kilometre 51 664 milyon kilometreye düştüğü gözlenmektedir. 2002-2007 yılları arasında ise taşıt km. hızlanan ivmeli ve yaklaşık olarak lineer bir yükselmeye beraber 69 609 milyon kilometreye ulaşmaktadır.



Şekil 4.3. Taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği

4.1.5. Sürücü Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Sürücü sayısının yıllara göre değişimini gösteren grafik Şekil 4.4'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında sürücü sayısı değişim grafiğine genel olarak bakıldığında 884 601 kişiden 18 877 354 kişiye yaklaşık olarak üstel bir eğilim grafiği çizerek 21 kat arttığı görülmektedir.

1970-1979 yılları arasında sürücü sayısı 884 601 kişiden 2 450 669 kişiye yükseldiği gözlenmektedir. 1979-1985 yılları arasında ise yaklaşık olarak %48 oranında azalan ivmeli bir artış göstermekte ve 3 474 643 kişiye ulaşmaktadır. 1985-1996 yılları arasında ise sürücü sayısı yaklaşık olarak lineer bir yükselişle 10 242 628 kişiye

yükselmektedir. 1996-2007 yılları arasında artış durumu dalgalı bir seyirle 18 877 354 kişiye ulaştığı görülmektedir.



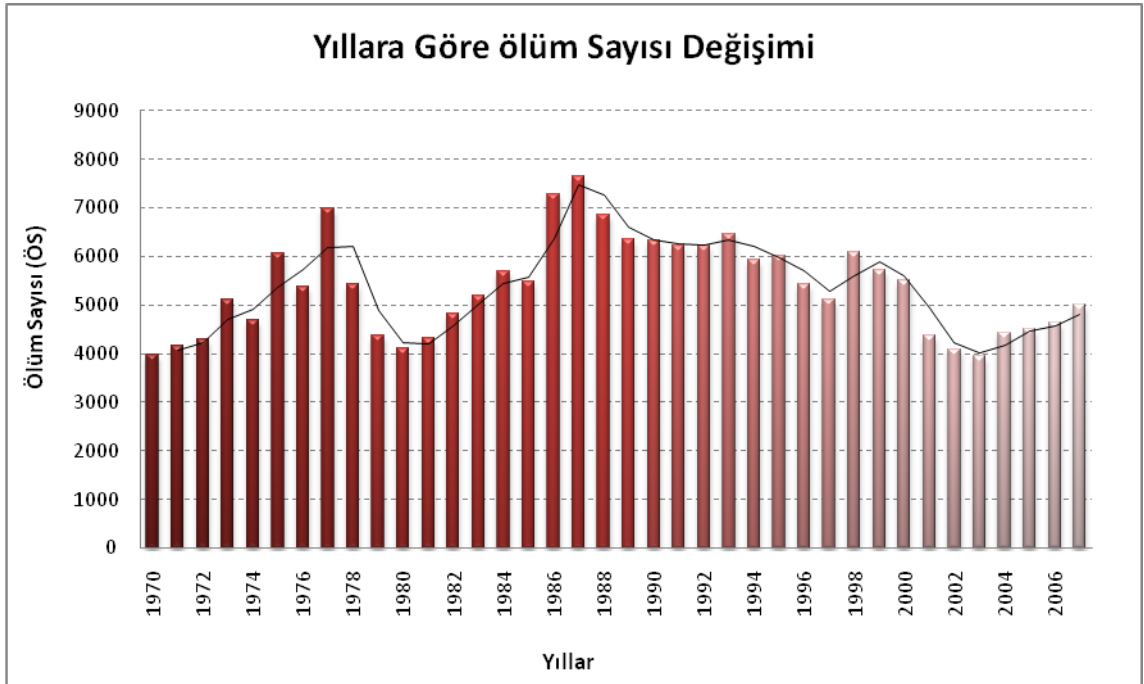
Şekil 4.4. Sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.6. Ölüm Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Ölüm sayısının yıllara göre değişimini gösteren grafik şekil 4.5'te görülmektedir. Ülkemizde 1970 yılından itibaren yılda yaklaşık olarak 5000 kişi yaşamını trafik kazalarında kaybetmektedir. Birçok parametreye bağlı olarak değişen trafik kazalarından kaynaklanan ölüm sayıları 1970-2007 yılları arasında dalgalı bir seyir göstermesiyle beraber maksimum değere 1987 yılında 7 661 kişiyle ulaştığı görülmektedir. Ölüm sayısının minimum olduğu yıl ise 3 946 kişiyle 2003 yılında yaşandığı görülmektedir. 1970 yılında ölüm sayısı 3 978 kişi iken %8 oranında bir artışla 2007 yılında 5007 kişiye ulaştığı gözlenmektedir. Burada bulunan ölü sayıları trafik kazalarından sonra hastanelerde hayatını kaybeden kişileri kapsamadığını belirtmek gerekmektedir.

1970-1973 yılları arasında trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısı yaklaşık olarak %28 oranında artış göstererek 5 116 kişiye yükselmektedir. Ölü sayısı 1974 yılında 4 699 kişiye düşse de 1975 yılında bu değer 6 054 kişiye çıkmaktadır.

1975-1980 yılları arası kazalar da meydana gelen ölü sayısı, taşıt kilometrenin ciddi artışlar gösterdiği 1977 yılında 6 983 kişiye ulaşmakta 1980 yılında ise 4 100 kişiye düşmektedir. 1980-1984 yılları arasında ise %38 oranında yaklaşık lineer bir artış görülmekte olup ölü sayısı 5 684 kişiye yükselmektedir. 1985 yılında bu sayı 5 477 kişiye düşmekte ve ölüm sayısının maksimuma çıktığı 1988 yılı 7 661 kişiyle kayıtlara geçmektedir. 1988-1992 yılları arasında ise yaklaşık olarak hızlanan bir artış görülmekte olup ölü sayısı 6 214 kişiye düşmektedir. Bir yıllık geçen sürede %3,91 oranında artış görülse de 1993-1997 yılları arasında azalan ivmeli bir düşüş görülmekte olup ölü sayısı 5 125 kişiye düşmektedir. 1998 yılında ise ölü sayısı 6 083 kişiye ulaşmaktadır. 1998-2003 yılları arasında kazalarda meydana gelen ölüm sayısı hızlı bir düşüş göstermekte olup en düşük değerini görmekte 3 946 kişi olarak sayılmaktadır. 2003-2007 yılları arasında ise trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısı yaklaşık lineer bir artışla 3 946 kişiden 5 007 kişiye ulaşmaktadır.



Şekil 4.5. Ölüm sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.7. Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.6'da verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında trafik kaza sayısı yaklaşık olarak 43 kat gibi ciddi bir artış göstermekle beraber 19 207 kaza vakasından 825 561 kazaya ulaşmaktadır.

1970-1977 yılları arasında meydana gelen kaza vakası %194 artış oranıyla 56 467 kazaya ulaştığı görülmektedir. 1981 yılında ise 40 023 kaza olayı gerçekleşmektedir. Bu yıllarda taşıt sayısındaki artış hızının düşüğe bağlı olarak kaza sayısının düşüş gösterdiğini söyleyebiliriz. 1981-1990 yılları arasında kaza vakalarında dalgalı bir artış görülmekte olup kaza sayısı 40 023'den 115 295 sayısına ulaşmaktadır. 1990-2000 yılları arasında ise kaza vakasında hızlanan bir artış göstermekte olup yaklaşık olarak 5 kat arttığı gözlenmektedir. 2000-2002 yılları arasında 2001 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisiyle ulaşımda görülen duraksama kaza sayısını etkilediği görülmektedir. Bu yıllar arasında kaza sayısı 500 664'den 439 777 sayına düşmektedir. 2002 yılından sonra ekonomik canlanmanın etkisiyle trafikte artan yoğunluk neticesinde kazalarda hızlı bir artış görülmekte olup bu sayı 439 777'den 825 561 kaza sayısına ulaştığı görülmektedir. Bu arada 5 yılda yaşanan kaza olaylarının yaklaşık 2 kat arttığına dikkat edilmesi gerekmektedir.



Şekil 4.6. Kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.8. Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.7'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında trafik kazaları sonucu meydana gelen yaralı sayısı yaklaşık olarak 42 kat artış göstermekte 17 672 kişiden 189 057 kişiye yükseldiği gözlenmektedir.



Şekil 4.7. Yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği

1970-1977 yılları arasında kazalarında meydana gelen yaralı sayısı yaklaşık 2 kat olarak artış göstermekte ve 17 672 kişiden 33 144 kişiye ulaştığı görülmektedir. 1977-1980 yılları arasında ise yaralı sayısı yaklaşık olarak %28 oranında düşüş gösterip 23 816 kişiye ulaşmaktadır. 1980-1995 yılları arasında geçen 15 yıllık sürede trafik kazası sonucu meydana gelen yaralı sayısı yaklaşık olarak 5 kat artmakta ve 114 319 kişiye yükselmektedir. 1995-1997 yılları arasında ise %7 oranında bir düşüş görülmektedir ve yaralı sayısı 106 248 kişiye düşmektedir. 1996-2000 yılları arasında ise yaklaşık lineer bir artış görülmekte olup yaralı sayısı 136 751 kişiye ulaşmaktadır. 2000-2002 yılları arasında 2001 ekonomik krizin etkisiyle trafik yoğunluğunun azalması bununla beraber kaza sayısındaki düşüş yaralı sayısını etkilemekte ve yaralı

sayısı 116 412 kişiye düşmektedir. 2001-2007 yılları arasında hızlı, yaklaşık lineer bir yükseliş görülmekte ve yaralı sayısı 189 057 kişiye ulaştığı gözlenmektedir.

4.1.9. Değişkenlerin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi

Bu çalışmada veriler ve veriler arasındaki oranlar incelenirken 1970-2007 yılları arasındaki değerlerin değişimleri alınmakta ve bu değişimler grafik ortamında, sütun ve düz çizgileri ile işaretçileri olan dağılım türleri kullanılarak ifade edilmektedir. Ayrıca sütun grafiklerde, yıllar arasındaki veri dalgalanmalarının daha iyi gözlenebilmesi için seri eğilim çizgilerinden hareketli ortalama türü eklenmesi uygun görülmektedir.

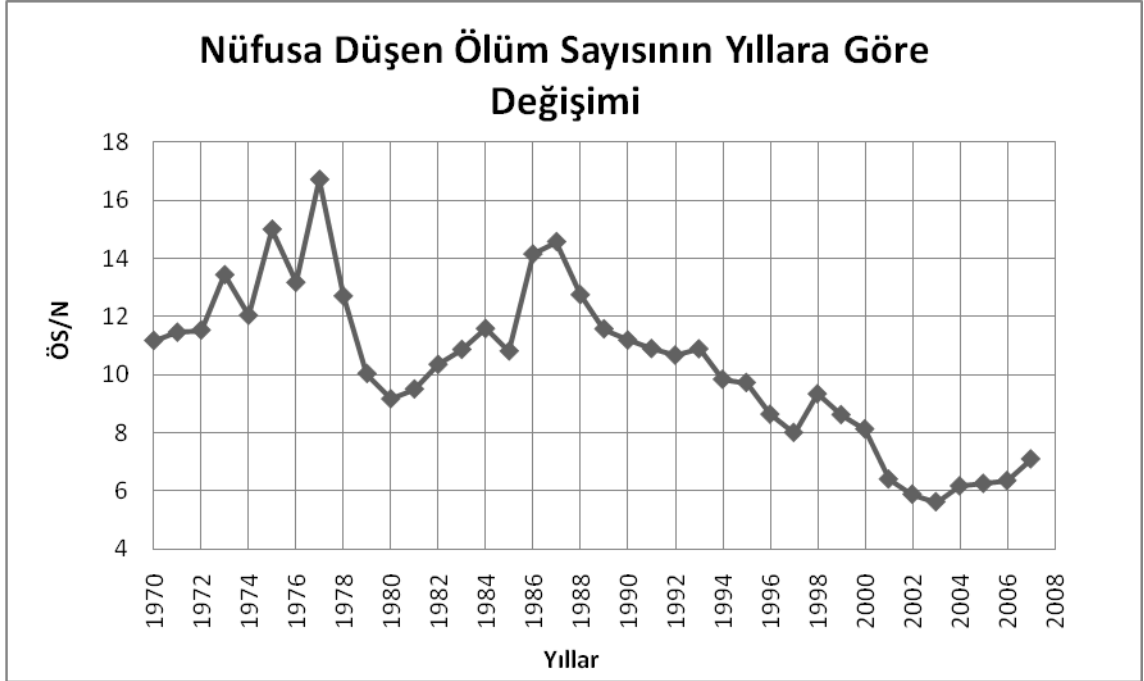
4.1.10. Nüfusa Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Nüfusa düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği şekil 4.8'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında nüfusa düşen ölüm sayısı oranı oluşturulurken değerlerin daha yorumlanabilir hale gelmesi için veriler her 100 000 nüfusa düşen ölüm sayısı olarak kullanılmakta ve bu bilgi ışığında açıklama yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında nüfusa düşen ölü sayısı dalgalı bir düşüş göstererek 11,17 oranından 7,09 oranına düşmektedir. Bu yıllar arasında nüfus yaklaşık olarak %98 oranında bir artış göstermekte olup trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısı ise yaklaşık olarak %25 oranında artış göstermektedir.

1970-1973 yılları arasında 100 000 nüfusa düşen ölü sayısı %20 oranında artış göstererek 11,17 oranından 13,44 oranına yükselmektedir. Nüfusun yükselişi yaklaşık lineer olarak artarken kazalarda meydana gelen ölü sayısı farklılıklar gösterdiğinden dolayı bu oran 13,44'den 12,04 oranına düşmektedir. 1976-1977 yılları arasında ise 13,17'den 16,72 oranına yükselmektedir. 1977-1980 yılları arasında 100 000 nüfusa düşen ölü sayısı %45 oranında ciddi bir düşüş yaşanmakta ve 100 000 nüfusa düşen ölüm sayısı 9,16 oranına inmektedir. 1980-1987 yılları arasında ise dalgalı bir seyir görülmekte olup bu oran 14,58 değerine ulaşmaktadır. 1987-1992 yılları arasında parabolik bir azalma görülmekte olup 100 000 nüfusa düşen ölüm sayısı 10,67 değerine düşmekte bir yıl aradan sonra yaklaşık %2 oranında artış görülmektedir. 1993-1997

yılları arasında ise değerler dalgalı bir seyir izleyerek azalmakta 10,88 oranından 8,63 oranına düştüğü fakat 1998 yılında tekrar yükselip 9,34 değerine ulaştığı görülmektedir. Bu değer 2003 yılında yaklaşık olarak %40 oranında azalma gösterip 5,62 oranına düşmektedir. 2003-2007 yılları arasında nüfusa düşen ölü sayısı parabolik bir eğri çizerek yaklaşık olarak %26 oranında bir düşüşle 7,09 değerine düşmektedir.



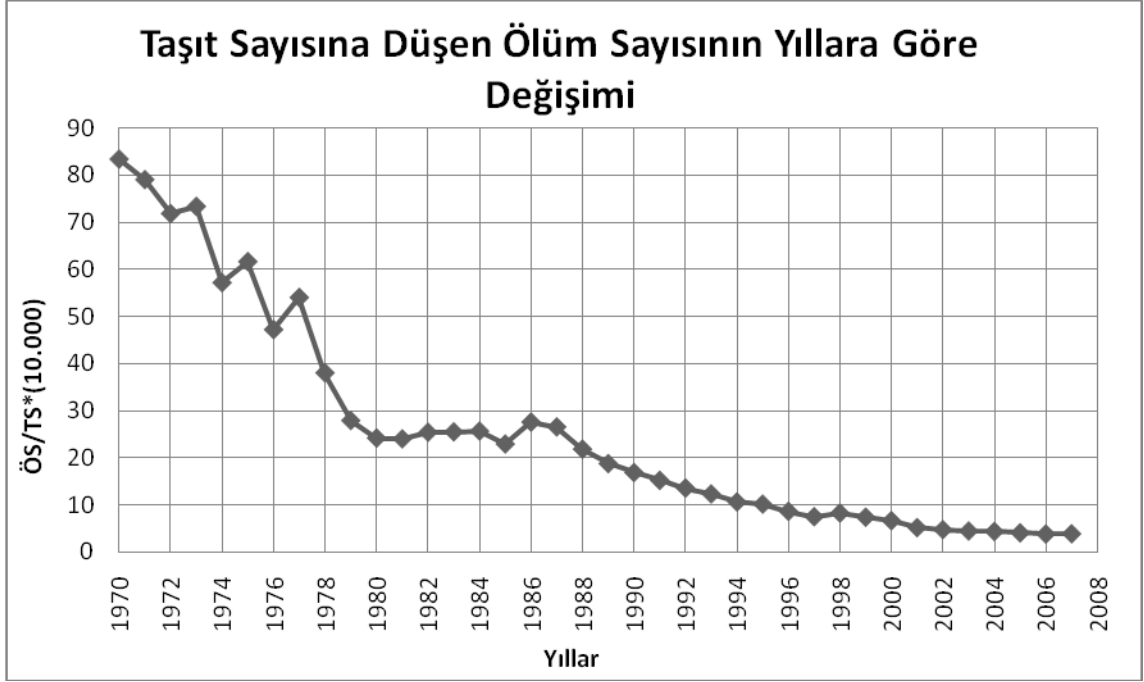
Şekil 4.8. Nüfusa düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.11. Taşıtlara Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Taşıtlara düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.9'da verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında taşıtlara düşen ölü sayısı oranı oluşturulurken taşıt sayısı ve kazalarda meydana ölüm sayısı arasında ciddi bir fark olmasından dolayı ölüm sayısı 10 000 katsayı ile çarpılıp aşağıdaki yorumlar bu kat sayı dâhilin de yapılmaktadır.

Ülkemizde taşıt sayısı yükselişi trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısından yaklaşık olarak 37 kat fazla olduğu görülmektedir. Bunun yanında taşıtlardaki güvenlik sistemlerinin değişmesi ve daha güvenli hale gelmesi kazalarda

meydana gelen ölüm sayısının düşmesine neden olduğu etkilerden biri olduğu söylenebilir. 1970-2007 yılları arasında 10 000 taşıt sayısına düşen ölüm sayısı %95 oranında bir düşüş göstererek 83,39'dan 3,84 oranına azaldığı görülmektedir.



Şekil 4.9. Taşıt sayısına düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği

1970-1972 yılları arasında ise 10 000 taşıt sayısına düşen ölüm sayısı 83,39'dan 71,83 oranına düşmektedir. Trafik kazaları birçok sebeplerden kaynaklandığında dolayı bu oranda ani düşüş ve yükselişler görülmektedir. 1972-1973 yılları arasında taşıt sayısına düşen ölüm sayısı %2 oranında bir artış ile 73,35 değerine yükselmektedir. 1973-1974 yılları arasında ise bu değer yaklaşık olarak %8 oranında azalmakta fakat 1975 yılında 61,63 oranına ulaşmaktadır. Aynı senaryo 1975 -1977 yılları arasında görülmekte ve 10 000 taşıt sayısına düşen ölüm sayısı 1977 yılında 54,03 değerine düşmektedir. 1977-1981 yılları arasında bu oran hızlı bir düşüş göstermekte ve 24,00 oranına düşmektedir. Bu yıllarda ölüm sayısında ciddi düşüşün olması bu değeri etkilediği gözlenmektedir. 1981-1985 yılları arasında yaklaşık olarak %7 oranında dalgalı bir azalma görülmekte olup taşıt sayısına düşen ölü sayısı 22,90 değerine düşmektedir. 1986 yılında bu değer 27,55 değerine ulaşsa da 1997 yılına kadar

geçen sürede azalış görülmekte ve bu değer 7,47 değerine düşmektedir. 1998 yılında 10 000 taşıt sayısına düşen ölüm sayısı %10,1 artış gösterse de 1998-2007 yılları arasında bu oran 8,25'den 3,84 değerine düştüğü görülmektedir.

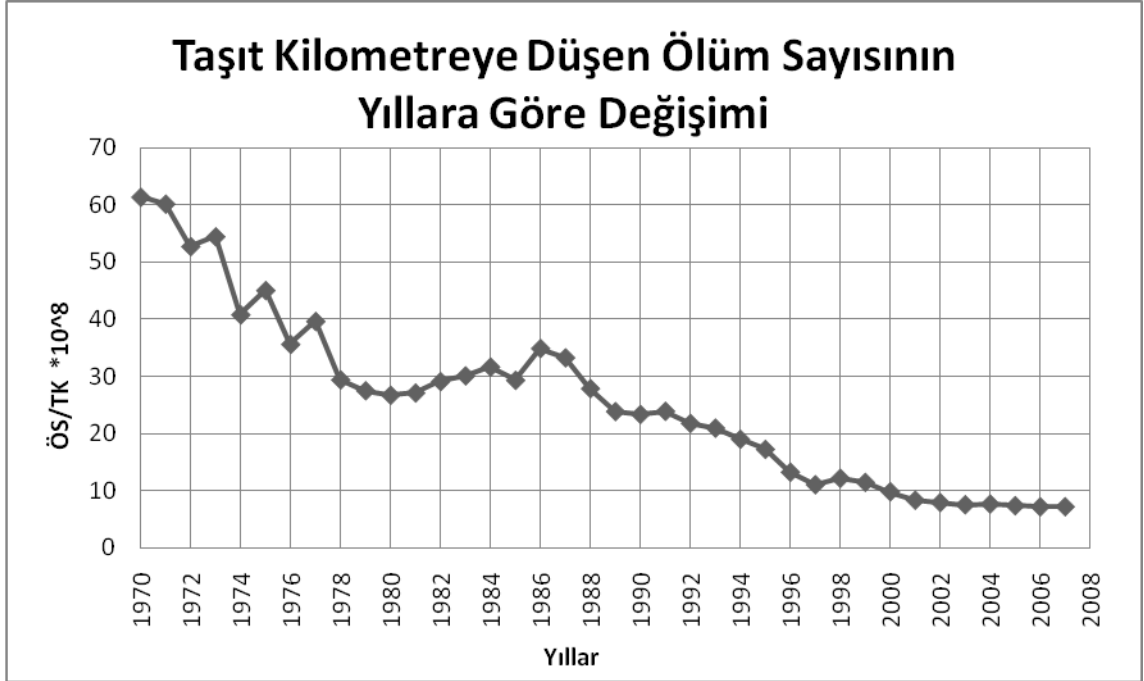
4.1.12. Taşıt Kilometreye Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Taşıt kilometreye düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.10'da verilmektedir. Ülkemizde 1970-2007 yılları arasında her 100 milyon taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı dikkate alınarak bu çalışma yapılmakta olup aşağıdaki açıklamalarda bu bilgi dikkate alınarak yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı 61,42'den 7,19 değerine yaklaşık olarak %88 oranında bir düşüş göstermektedir. Yukarıdaki açıklamalarda da görüldüğü gibi taşıt kilometre söz konusu yıllar arasında yaklaşık olarak 11 kat artmakta fakat bu durum ölüm sayısı istatistiklerinde 1,2 kat oranında bir artış gösterdiğinden bu durum ÖS/TS grafiğine ciddi düşüşler olarak yansımaktadır.

1970-1972 yılları arasında 100 milyon taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı %14 oranında bir düşüş göstermekte ve 52,78 değerine gelmektedir. 1973 yılında yaklaşık olarak %3 oranında artış gösterse de 1974 yılında bu değer 40,81 oranına düşmektedir. 1974-1975 yılları arasında geçen sürede ise bu oran tekrar yükselişe geçmekte 45,07 olmaktadır. 1976 yılında ise 35,63 oranında olan 100 milyon taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı 1977 yılında %11,3 değerinde bir artışla 39,65 değerine ulaşmaktadır. 1977-1980 yılları arasında ise ciddi bir azalma görülmekle beraber bu değer 26,72 oranına düşmektedir. 1980-1984 yılları arasında dalgalı bir seyir izleyerek artışa geçen bu durum 31,67 oranına ulaşmakta 1978 yılları değerine tekrar yakınlık göstermektedir. 1985 yılında ise 100 milyon taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı %7 oranında bir azalmayla 27,14 oranına ulaşmaktadır. 1986 yılında 34,91 olarak görülen 100 milyon taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı 1986-1997 yılları arasında parabolik bir eğri çizerek 1990 yılına kadar hızlanan bir azalışla 1990-1997 yılları arasında ise yavaşlayan bir azalış göstererek 11,05 değerine düştüğü görülmektedir. Bu yıllarda taşıt kilometrenin yavaşlayarak arttığı ölüm sayısında ise ciddi düşüşler olması grafiğin seyrinin bu şekilde dönüştürdüğü söylenebilir. 1997-1998 yılları arasında yaklaşık olarak %11 dolaylarında

artış görülse de 1998-2007 yılları arasında 100 milyon taşıt kilometreye düşen ölüm sayısı 7,19 oranına düşmektedir.



Şekil 4.10. Taşıt kilometreye düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği

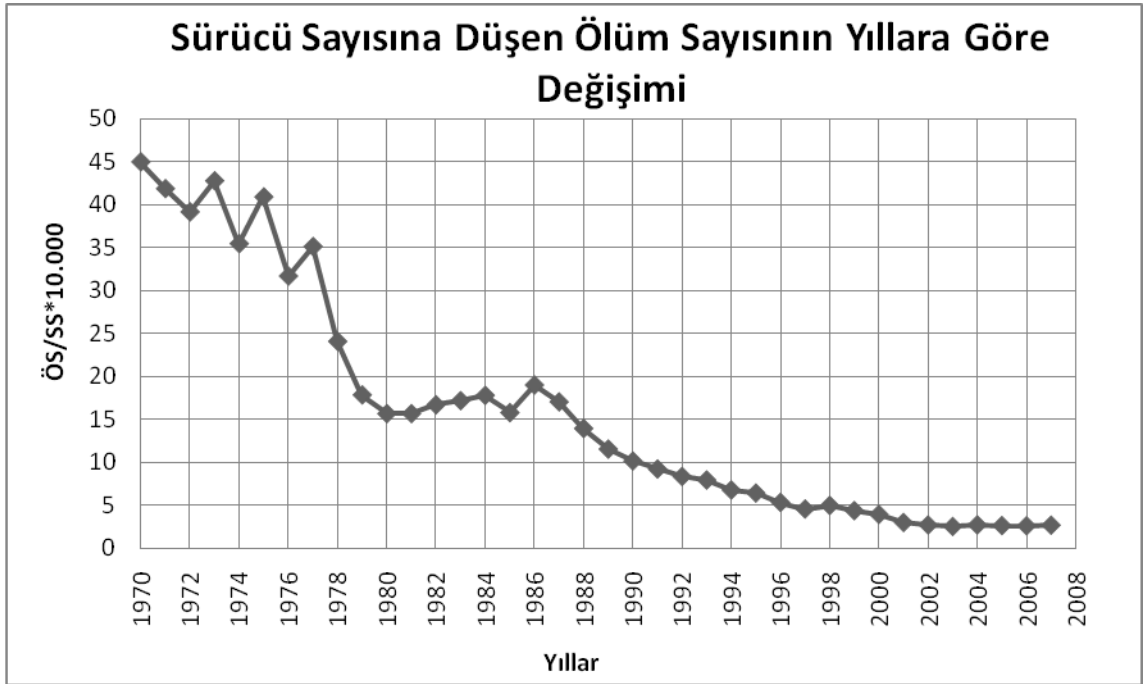
4.1.13. Sürücü Sayısına Düşen Ölü Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Sürücü sayısına düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği şekil 4.11’de verilmektedir. 1970-2007 yılları trafik kazalarında meydana gelen ölü sayılarının sürücü sayılarıyla oranlanırken her 10 000 sürücüye düşen ölü sayısı dikkate alınarak yorum yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında sürücü sayısına düşen ölüm sayısı yaklaşık olarak %94 oranında bir azalmayla 44,97’den 2,65 oranına düşmektedir. Burada sürücü sayısı 21 kat artarken ölü sayısı 1,2 kat artmaktadır

1970-1972 yılları arasında sürücü sayısına düşen ölüm sayısı yaklaşık %13 oranında bir azalma göstererek 44,97’den 39,15 değerine düşmektedir. 1973 yılında ise bu değer 42,77 değerine yükselmektedir. 1973-1974 yılları arasında ise yaklaşık olarak %9 oranında bir düşüş görülmekte fakat 1975 yılında tekrar artışa geçip 40,89 değerine

ulaşmaktadır. 1975-1977 yıllarında aynı durumun tekrarı yaşanmakta fakat 10 000 sürücü sayısına düşen ölüm sayısı 35,11 değerine düşmektedir. 1977-1981 yılları arasında ciddi bir azalma görülmekte ve bu oran yaklaşık 2 kat olarak 15,65 değerine düşmektedir. 1981-1984 yılları arasında ise yaklaşık lineer bir artış söz konusu olup sürücü sayısına düşen ölüm sayısı 17,77 değerine yükselmektedir. 1985 yılında 15,76 değerine düşüş görülse de 1986 yılında bu değer 18,96 oranına yükselmektedir. 1986-1997 yıllarında 10 000 sürücü sayısına düşen ölü sayısında hızlanarak düşen bir eğilim görülmekte olup oran 4,57 değerine düşmektedir. 1998 yılında 10 000 sürücü sayısına düşen ölüm sayısı yaklaşık olarak %9 oranında bir artış gösterse de 2007 yılına kadar geçen sürede hızlanarak düşen bir azalma görülmekte olup bu oran 2,65 değerine düşmektedir.



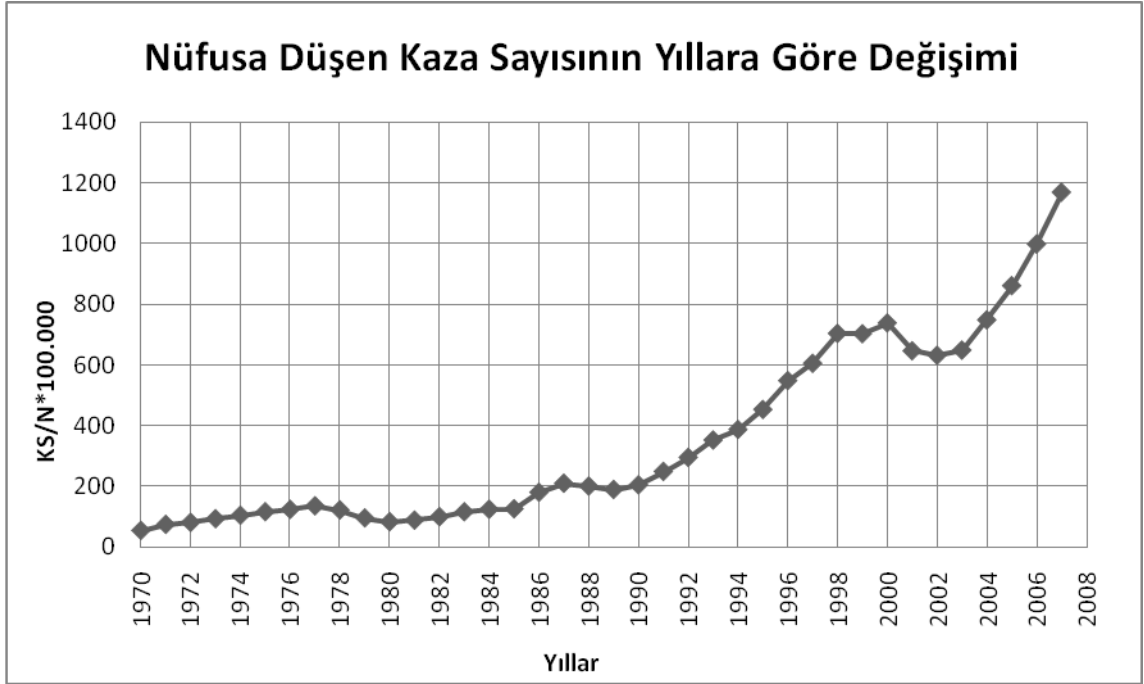
Şekil 4.11. Sürücü sayısına düşen ölü sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.14. Nüfusa Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Nüfusa düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği şekil 4.12'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında nüfusa düşen kaza sayısı oranı oluştururken

değerlerin daha yorumlanabilir hale gelmesi için veriler her 100 000 nüfusa düşen kaza sayısı olarak kullanılmakta bu bilgi ışığında açıklama yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında 100 000 nüfusa düşen kaza sayısı yaklaşık olarak 22 kat dalgalı bir artış göstermekte olup 53,94 oranından 1169,58 oranına yükselmektedir.



Şekil 4.12. Nüfusa düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği

1970-1977 yılları arasında ise 100 000 nüfusa düşen kaza sayısı yaklaşık lineer bir artış göstererek 53,94 oranından 135,19 değerine yükseldiği fakat 1980 yılına kadar geçen sürede ise hızlanan bir azalış göstererek 82,62 değerine düştüğü görülmektedir. 1980-1987 yılları arasında ise dalgalı bir seyir görülmekte olup yaklaşık olarak 2,5 kat artmakta ve 209,67 oranına yükselmektedir. 1987-1989 yılları arasında ise 100 000 nüfusa düşen kaza sayısı 189,02 oranına düşmektedir. 1989-1998 yılları arasında nüfus yaklaşık olarak %19 oranında artış gösterirken, kaza sayısı ise %297 oranında bir artış göstermektedir. Bu durumda 100 000 nüfusa düşen kaza sayısı bu yıllarda ciddi bir artış göstermekte ve 1998 yılında 703,93 oranına yükselmektedir. 1998-2000 yılları arasında ise 100 000 nüfusa düşen taşıt sayısı parabolik bir eğri çizmekte olup 1999 yılında 702,81 değerine düşüp 2000 yılında yaklaşık olarak %5 oranında artış göstererek 738,40

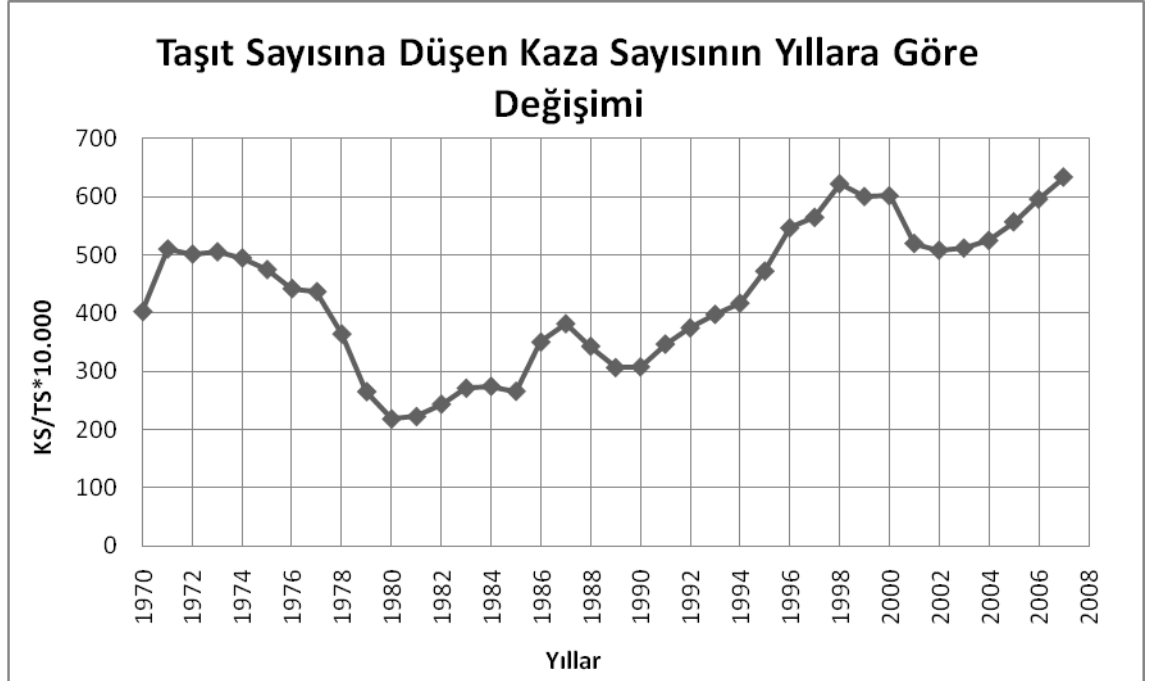
değerine ulaşmaktadır. 2000-2007 yılları arasında 100 000 nüfusa düşen kaza sayısında 2001 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisiyle de olduğu düşünülen bir azalış görülmekte olup, bu düşüş 2002 yılında 631,63 oranıyla en düşük değerine ulaşmaktadır. Bu oran, 2007 yılında yaklaşık olarak %85'lik bir artışla 1169,58 değerine yükseldiği görülmektedir.

4.1.15. Taşıt Sayısına Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Taşıt sayısına düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.13'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında taşıt sayısına düşen kaza sayısı oranı oluşturulurken taşıt sayısı ve kaza sayısı arasında ciddi bir fark olmasından dolayı kaza sayısı 10 000 katsayı ile çarpılıp aşağıdaki yorumlar bu kat sayı dâhilin de yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında her 10 000 taşıt sayısına düşen kaza sayısı dalgalı bir seyir izlemekte ve yaklaşık olarak %57 oranında bir artış göstermekle beraber 402,63 oranından 663,93 oranına yükseldiği görülmektedir.

1970-1971 yılları arasında her 10 000 taşıt sayısına düşen kaza sayısı yaklaşık olarak %27 oranında bir artış göstererek 510,24 değerine ulaşmaktadır. 1971-1980 yılları arasında ise taşıt sayısında yaklaşık olarak 3,5 kat artış görülmekte, bunun yanında kaza sayısında ise yaklaşık olarak 1,5 kat artış görülmektedir. Bu yıllar arasında dalgalı bir düşüş izleyen 10 000 taşıt sayısına düşen kaza sayısı 510,24 oranından 217,84 oranına düşmektedir. 1980-1985 yılları arasında ise parabolik bir eğilim göstererek 265,43 oranına yükselmektedir. 1987 yılına kadar geçen sürede 10 000 taşıt sayısına düşen kaza sayısı 381,70 oranına yükseldiği görülmektedir. Bu oran 1990 yılında %19 oranında bir düşüşle 307,40 değerine düşse de 1998 yılına kadar geçen sürede dalgalı bir artış ile 622,21 oranına yükselmektedir. 2000 yılında ise 601,73 oranına düştüğü görülmektedir. 2000-2007 yılları arasında ise 10 000 taşıt sayısına düşen kaza sayısı 2001 yılında yaşanan ekonomik krizin etkiyle de olduğu düşünülen taşıt artış hızındaki düşüşün, kaza sayısını 2002 yılında 508,11 oranına düşürdüğü, bu etkinin geçmesiyle oranın 2007 yılında 633,93 değerine yükseldiği görülmektedir.



Şekil 4.13. Taşıt sayısına düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği

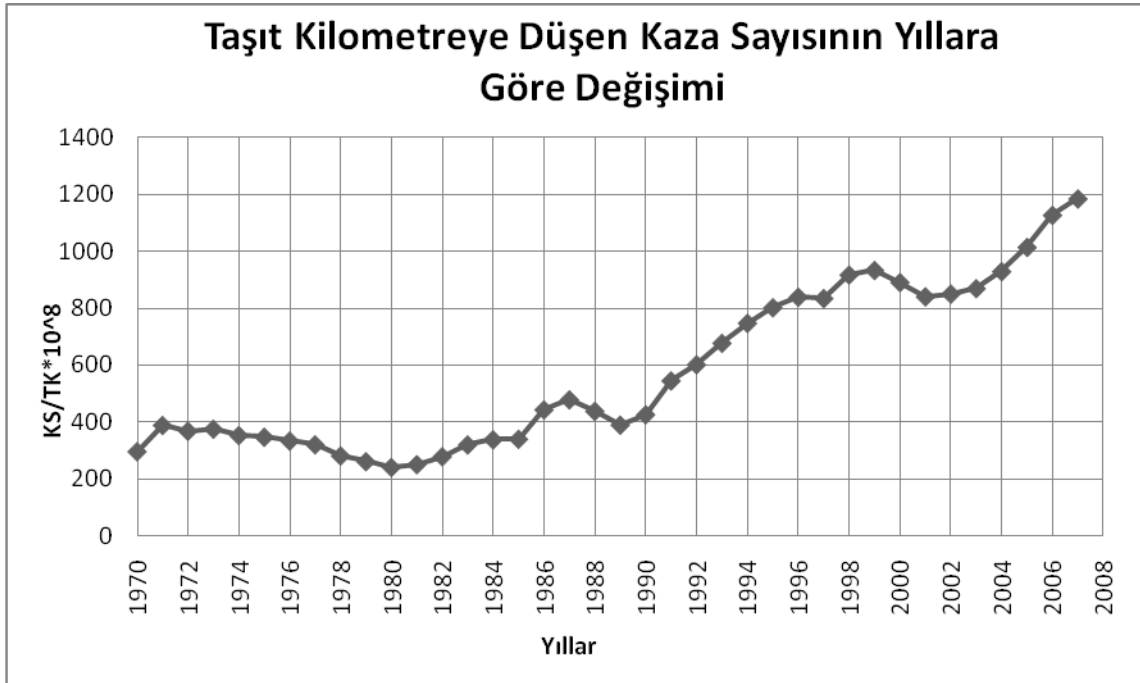
4.1.16. Taşıt Kilometreye Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Ülkemizde 1970-2007 yılları arasında her 100 milyon taşıt kilometreye düşen kaza sayısı dikkate alınarak bu çalışma yapılmakta olup aşağıdaki açıklamalarda, bu bilgi dikkate alınarak yapılacaktır.

1970-2007 yılları arasında 100 milyon taşıt kilometreye düşen kaza sayısı %300 oranında bir artışla 294,50 oranından 1186 oranına yükseldiği görülmektedir. Yaklaşık olarak 4 kat artışın görüldüğü bu yıllarda taşıt kilometre arttıkça kaza sayısının arttığı söylenebilir.

1970-1971 yıllarında 100 milyon taşıt kilometreye düşen kaza sayısı %31 oranında bir artışla 388,72 değerine ulaştığı görülmektedir. 1971-1980 yılları arasında ise azalan ivmeli bir düşüş görülmekte olup 240,89 oranına düşmektedir. 1980-1985 yılları arasında ise 100 milyon taşıt kilometreye düşen kaza sayısı %36 oranında azalan ivmeli bir artışla 340,03 oranına yükseldiği gözlemlenmektedir. Bu oran 1987 yılında 478,83 değerine çıksa da geçen iki yıllık sürede 1989 yılında %19 oranında bir düşüşle 389,88 değerine düşmektedir. 1989-1996 yılları arasında ise taşıt kilometre %54 oranında arttığı, kaza sayısı ise %232 oranında arttığı görülmektedir. Bu yıllarda 100

milyon taşıt kilometreye düşen kaza sayısı ciddi bir yükselme göstererek 3364,79 oranına çıkmaktadır. Bunun sebebi olarak söz konusu yıllarda kaza artış hızının taşıt kilometre artış hızından düşük olduğu söylenebilir. 1997 yılında bu oran 840,29 oranına düşse de geçen iki yıllık sürede 100 milyon taşıt kilometreye düşen kaza sayısı 1999 yılında 934,33 oranına yükselmektedir. 1999-2007 yılları arasında ise 100 milyon taşıt kilometreye düşen kaza sayısı parabolik bir seyir izlenmekte olup en düşük değerine 841,63 oranıyla 2001 yılında, en yüksek değerine de 1186 oranıyla 2007 yılında ulaştığı görülmektedir. Şekil 4.14’de taşıt kilometreye düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği verilmektedir.



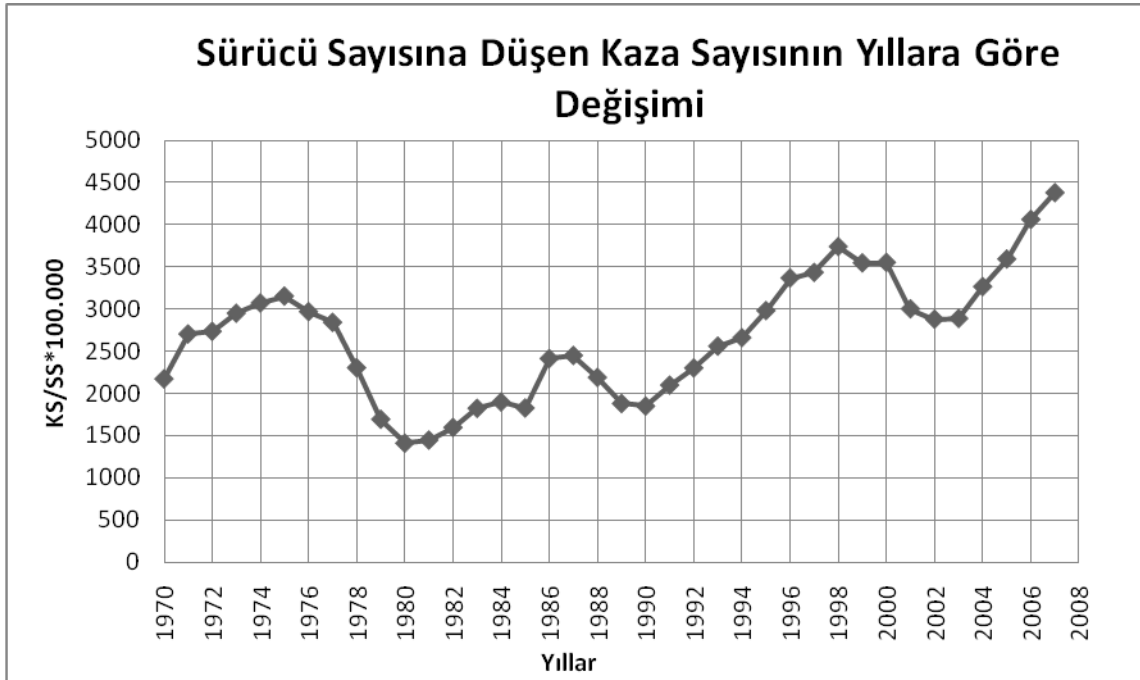
Şekil 4.14. Taşıt kilometreye düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.17. Sürücü Sayısına Düşen Kaza Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Sürücü sayısına düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.15’te verilmektedir. 1970-2007 yılları arası trafik kazalarında meydana gelen kaza sayıları sürücü sayılarıyla oranlanırken her 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı dikkate alınarak yorumlanacaktır.

1970-2007 yılları arasında meydana gelen her 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı %101 oranında artışla 2171,26 oranından 4373,29 oranına dalgalı bir seyir izleyerek yükseldiği görülmektedir.

1970- 1971 yılları arasında 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı %24 oranında artış göstererek 2701,80 değerine yükselmektedir. 1971-1975 yılları arasında ise bu değer azalan ivmeli bir artış göstererek 3150,61 oranında olduğu görülmektedir. Uzun süreli düşüşün en fazla olduğu yıllar ise 1975-1980 yılları arası olduğu tespit edilmektedir.



Şekil 4.15. Sürücü sayısına düşen kaza sayısının yıllara göre değişim grafiği

Bu yıllarda 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı 3150,61 oranında iken 1980 yılında 1410,93 oranında olduğu görülmektedir. Bu yıllarda sürücü sayıları %77 oranında artış göstermekte fakat kazaya karışma oranı %55 oranında düştüğü tespit edilmektedir. 1980-1984 yılları arasında ise azalan ivmeli bir artış görülmekte olup 1984 yılında 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı 1897,93 oranında olduğu görülmektedir. Bu oran geçen bir yıllık sürede 1826,75 değerine düşse de dalgalı bir seyirle 1987 yılında 2447,93 oranına yükselmektedir. 1987-1990 yılları arasında 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı

%24 oranında bir düşüşle 1849,10 değerine inmektedir. 1990-1998 yılları arasında ise dalgalı bir yükselme görülmekte olup 3735,91 oranına çıktığı gözlemlenmektedir. Bu yıllarda %97 oranıyla sürücü sayısının ciddi artışı, bireysel taşıt kullanımının artışıyla doğru orantılı olduğu düşünülmektedir. 1998-2000 yılları arasında ise 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı hızlanan bir düşüş göstermekte ve 3548,51 oranına düştüğü gözlenmektedir. 2000-2007 yılları arasında parabolik bir eğilim gösteren 100 000 sürücüye düşen kaza sayısı 2002 yılında en düşük değerine 2877,15 oranıyla, en yüksek değerine ise 2007 yılında 4373,29 oranıyla ulaşmaktadır.

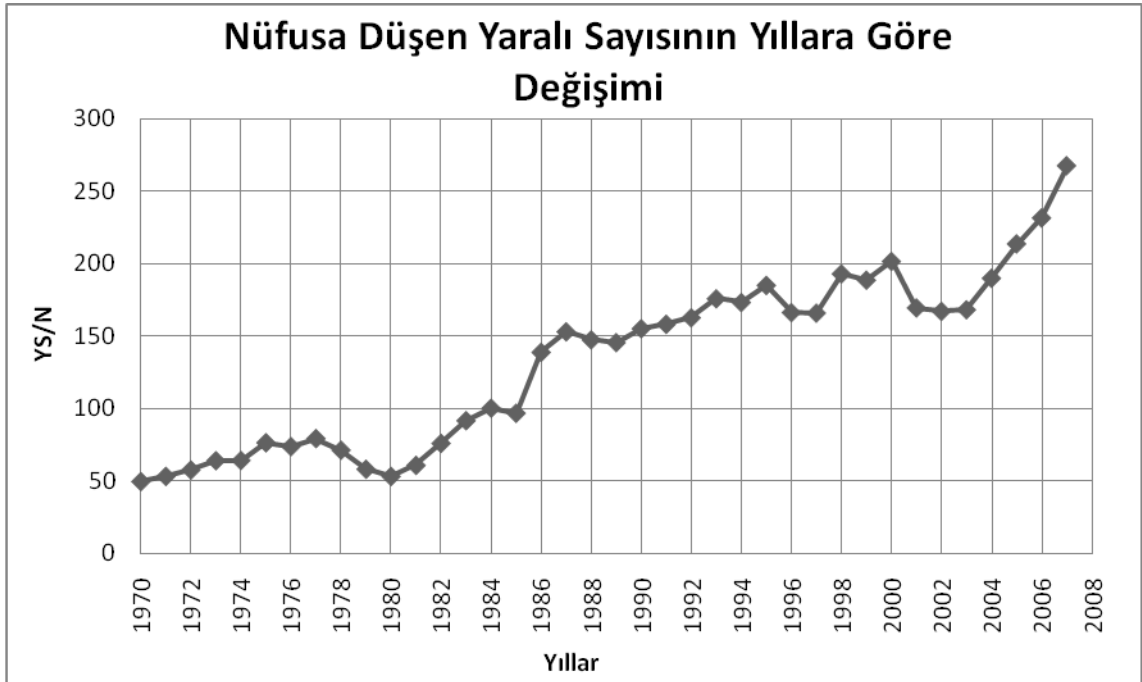
4.1.18. Nüfusa Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Nüfusa düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.16'da verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında nüfusa düşen yaralı sayısı incelenirken her 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı ele alınmakta ve aşağıdaki açıklamalar bu bilgi ışığında yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı yaklaşık 5,5 kat artış göstererek 49,63 oranından 267,84 oranına dalgalı bir seyir izleyerek yükselmektedir.

1970-1973 yılları arasında 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı 49,63 oranından 64,07 oranına yükselmektedir. 1973-1977 yılları arasında ise dalgalı bir seyir izlemekte ve bu oran 79,35 değerine yükselmektedir. 1977-1980 yılları arasında hem trafik kaza sayılarında hem de kazalardan kaynaklanan ölü ve yaralanma olaylarının düştüğü tespit edilmektedir. Buna bağlı olarak bu yıllarda 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısında yaklaşık olarak %32 oranında bir düşüş görülmekte olup bu oran 53,24 değerine düşmektedir. 1980-1984 yılları arasında ise yavaşlayan bir ivmeyle yükselerek 1984 yılında 100,33 oranına ulaştığı görülmektedir. 1984-1985 yılları arasında geçen bir yıllık sürede 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı yaklaşık %3,5 oranında düşse de 1987 yılında 153,07 oranına yükseldiği görülmektedir. 1987-1995 yılları arasında ise dalgalı bir seyir izleyerek yükselen 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı 185,17 oranına yükselse de 1997 yılına kadar geçen sürede bu oran 165,97 olduğu görülmektedir. 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı 1997-2000 yılları arasında %21,52 oranında dalgalı bir artış ile 201,69 oranına yükseldiği görülmekte olup 2001 yılında meydana gelen ekonomik

krizden ötürü olduğu düşünülen trafik yoğunluğunun azalması ile 2003 yılında 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı 168,38 oranına düştüğü görülmektedir. Ekonominin canlanmaya başladığı 2003-2007 yılları arasında artan trafik yoğunluğu nedeniyle yaklaşık olarak %59,12 oranında ciddi bir artışla 100 000 nüfusa düşen yaralı sayısı 2007 yılında 267,84 oranına yükseldiği gözlenmektedir.



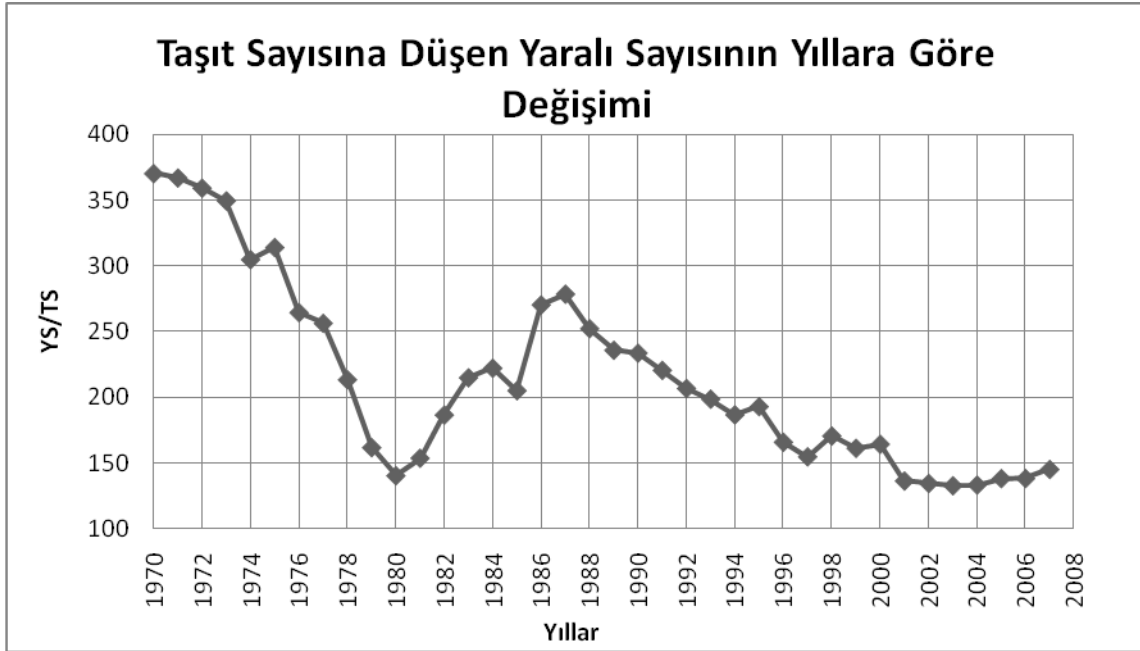
Şekil 4.16. Nüfusa düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.19. Taşıt Sayısına Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Taşıt sayısına düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği şekil 4.17’de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısı dikkate alınmakta olup aşağıdaki grafik ve veriler bu yaklaşım kullanılarak açıklanacaktır.

1970-2007 yılları arasında 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısı en ciddi düşüşünü 1970-1980 yılları arasında yaşamakta olup 370,45 oranından %62 değerinde bir düşüle 140,37 oranına inmesiyle tamamlamaktadır. Bu oran 1987 yılın da ise 278,66 değerine yükselmekte fakat 1987-2007 yılları arasında 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısı yaklaşık %47 oranında bir düşüşle 145,17 değerine indiği görülmektedir.

1970-1974 yılları arasında 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısı azalan ivmeli bir düşüş yaşamakta 304,95 oranına düştüğü gözlemlenmektedir. 1975 yılında ise bu oran %3,04 değerinde yükselerek 314,21 oranına ulaştığı görülmektedir. 1975-1980 yılları arasında ise 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısı yaklaşık olarak 2,2 kat düştüğü görülerek 1980 yılında 140,37 değerine indiği gözlemlenmektedir. 1980-1984 yılları arasında ise azalan ivmeli bir artışın görüldüğü, bu oranın 1984 yılında 222,26 oranına ulaştığı görülmektedir. 1984-1985 yılları arasında geçen bir yıllık sürede yaklaşık olarak %8 oranında bir düşüş görülse de 1987 yılında bu oranın 278,66 değerine yükseldiği görülmektedir. 1987-1997 yılları arasında taşıt sayılarındaki artış hızının, trafik kazalarının artış hızından fazla olmasında kaynaklandığı düşündüğümüz azalmayla beraber 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısı 1997 yılında 154,80 oranına düştüğü gözlemlenmektedir. 1997-2000 yılları arasında %6 oranında dalgalı bir yükseliş görülmekte olup 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısı 164,36 değerine çıkmaktadır. Fakat 2001 yılında 10 000 taşıt sayısına düşen yaralı sayısının azalan trafik yoğunluğu ve artan araç güvenlik sistemlerinden kaynaklandığı düşündüğümüz bir azalmayla, durağanlaşma görülmekte olup bu oran 2007 yılında 145,17 oranına ulaştığı kayıtlara geçmektedir.

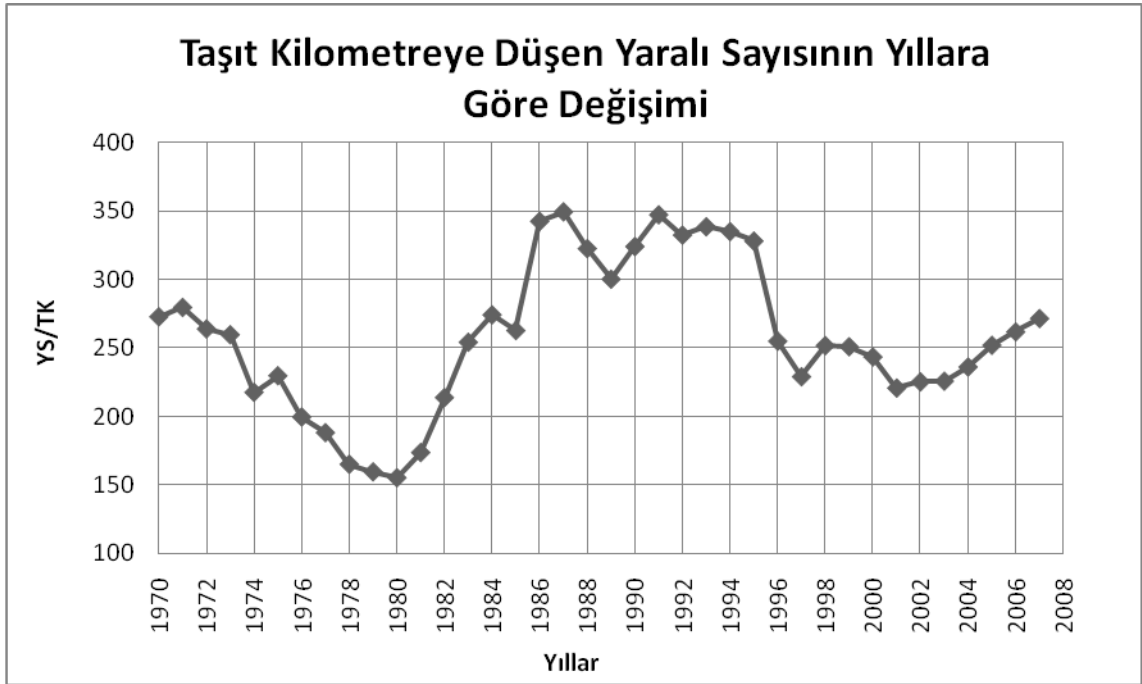


Şekil 4.17. Taşıt sayısına düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.20. Taşıt Kilometreye Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Taşıt kilometreye düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği şekil 4.18'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı grafiği yorumlanırken 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı değerleri dikkate alınarak aşağıdaki yorumlar yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısının 272,84 oranından 271,60 oranına %0,46 değerinde bir düşüş yaşadığı gözlemlenmektedir. Fakat ara yıllarda örneğin 1979 yılında bu oran 124,48'le en düşük değerine inmekte 1986 yılında ise 360,40 oranıyla en yüksek değerine çıktığı görülmektedir.



Şekil 4.18. Taşıt kilometreye düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği

1970-1971 yılları arasında 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı yaklaşık olarak %2,5 oranında artış göstermekte ve 279,70 oranına yükselmektedir. 1971-1974 yılları arasında ise bu oran dalgalı bir düşüş göstererek 217,67 oranına inmektedir. 1974-1975 yılları arasında ise geçen bir yıllık sürede 100 milyon taşıt

kilometreye düşen yaralı sayısı yaklaşık olarak %5,5 oranında yükselse de 1980 yılında bu oranın 155,22 değerine düştüğü görülmektedir. 1980-1984 yılları arasında ise taşıt kilometre de ciddi düşüşler yaşamakta fakat buna karşın trafikteki kaza sayısı artışından kaynaklanan bir yükseliş görülmektedir. Bu yıllarda 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı %120 oranında bir artış göstererek 1984 yılında 274,30 oranına yükselmektedir. Bu oran 1985 yılında 262,81 değerine düşmektedir. 1985-1986 yılları arasında geçen bir yıllık sürede 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı, 1970-2007 yılları arasında bir yıllık yükselişin en fazla olduğu dönem olarak kayıtlara geçmektedir. Bu süreçte 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı yaklaşık olarak %30 oranında bir artışla 342,68 oranına yükselmektedir. 1986 yılında bir yıllık daha yükseliş seyri devam etse de 1986-1989 yılları arasında ise dalgalı bir düşüş görülmekte bunun sonucunda 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı 300,33 oranına düşmektedir. 1989-1991 yılları arasında geçen sürede ise bu oran 347,41 değerine yükselmekte bunun yanında 1991-1997 yılları arasında ise dalgalı bir seyir izleyerek %34 oranında bir azalmayla 229,06 oranına düşmektedir. Bu değer 1998 yılında 251,85 oranına yükseldiği gözlenmektedir. 1998-2001 yılları arasında grafik seyri, azalan ivmeli bir düşüş göstermekte olup bu düşüşü 2001 yılında 220,79 oranında tamamlamaktadır. 2001-2007 yılları arasında ise artan taşıt ve taşıt kilometreye beraber gelen trafik kazalarının etkisiyle 100 milyon taşıt kilometreye düşen yaralı sayısı dalgalı bir yükselme göstererek 271,60 oranında olduğu görülmektedir.

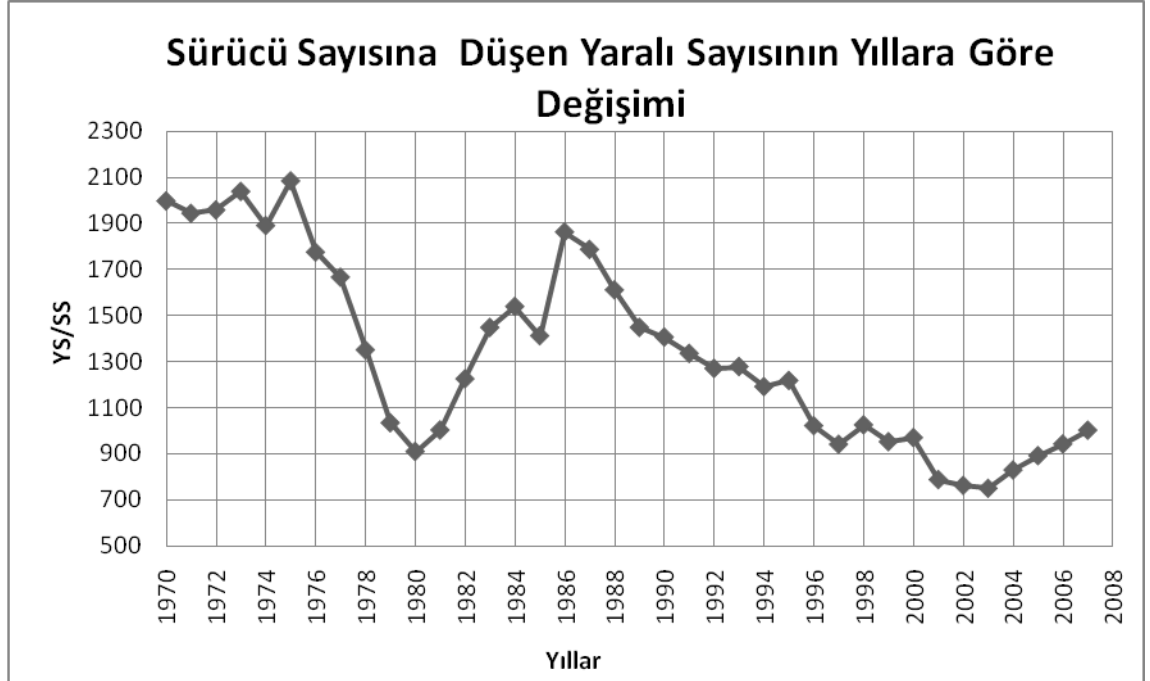
4.1.21. Sürücü Sayısına Düşen Yaralı Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Sürücü sayısına düşen yaralı sayısının yıllara göre değişimi Şekil 4.19'da verilmektedir. Ülkemizde 1970-2007 yılları arasında her 100 000 sürücü sayısına düşen yaralı sayısı dikkate alınarak bu çalışma yapılmakta olup aşağıdaki açıklamalarda, bu bilgi dikkate alınarak yapılmaktadır.

1970-2007 yılları arasında 100 000 sürücü sayısına düşen yaralı sayısı yaklaşık %50 oranında bir düşüş göstererek 1997,74 oranından 1001,50 oranına düştüğü görülmektedir.

1970-1971 yılları arasında 100 000 sürücü sayısına düşen yaralı sayısı %2 oranında düşüş gösterse de 1971-1973 yılları arasında hızlanan ivmeli bir artış

göstererek 2039,22 oranına yükselmektedir. 1974 yılında ise bu oran 1890,95 oranına düştüğü gözlemlenmektedir. 1974-1975 yılları arasında geçen bir yıllık sürede 100 000 sürücü sayısına düşen yaralı sayısı yaklaşık olarak %10 değerinde bir artış göstererek 2084,28 değerine ulaşmaktadır. 1975-1980 yılları arasında taşıt sayısı artsa da, taşıt kilometrenin düşüş göstermesi bu yıllarda 100 000 sürücü sayısına düşen yaralı sayısında yaklaşık olarak %52 oranında bir düşüşle 909,16 oranına düşmesine sebep olmaktadır. 1980-1984 yılları arasında ise bu oran dalgalı azalan ivmeli bir artış göstererek 1411,89 oranına ulaşmaktadır. 1984-1985 yılları arasında yaklaşık olarak %8 oranında bir düşüş görülmekte olup 1986 yılına kadar geçen sürede ise tam tersi durum yaşanmakta ve bu yılda 1862,84 oranına çıkmaktadır. 1986-1996 yılları arasında ise 100 000 sürücü sayısına düşen yaralı sayısı hızlanan ivmeli bir azalış göstermekte ve bu oran 1996 yılında 1190,66 değerine düşmektedir. 1994-1995 yılları arasında yaklaşık olarak %2 oranında bir yükseliş görülse de 1997 yılına kadar geçen sürede bu oran 940,46 değerine ulaşmaktadır. 1998'de ise bu değer 1024,61 oranında olmaktadır. 2000 yılına kadar geçen süre de ise dalgalı bir azalmayla 969,24 oranına düşmektedir. 2000-2007 yılları arasında 100 000 sürücü sayısına düşen yaralı sayısı parabolik bir eğri şeklinde görülmekte olup 2003 yılında 748,46 oranıyla en düşük değerine ulaşmaktadır. 2007 yılında ise 1001,50 oranıyla en yüksek değerine ulaşmaktadır.

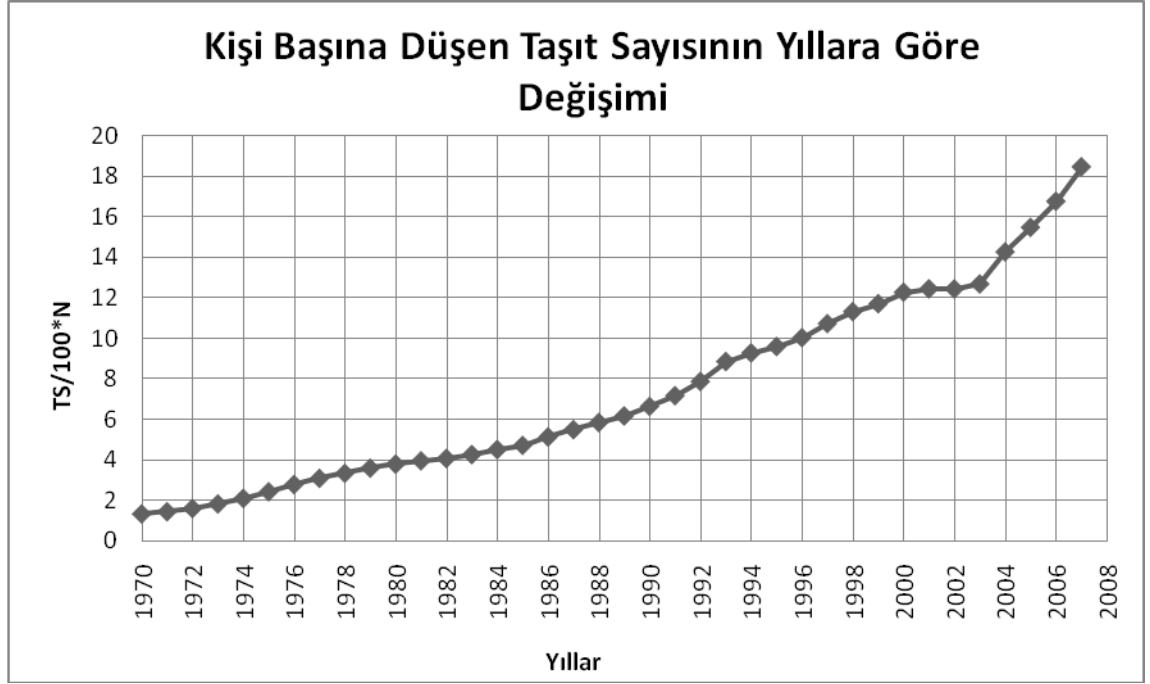


Şekil 4.19. Sürücü sayısına düşen yaralı sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.22. Kişi Başına Düşen Taşıt Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Kişi başına düşen taşıt sayısının yıllara göre değişimi Şekil 4.20’de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında kişi başına düşen taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği oluşturulurken 100 kişiye düşen taşıt sayısı kabul edilmekte ve oluşturulan oranlar bu bilgi dikkate alınarak yorumlanmaktadır.

1970-2007 yılları arasında 100 kişiye düşen taşıt sayısı yaklaşık olarak 14 kat oranında bir artış göstermekte olup 1,34 oranından 18,45 oranına yükselmektedir. Şekil 4.20’de 100 kişiye düşen taşıt sayısı artışının sadece 2002 yılında 0,01 oranında düşüş gösterdiği görülmekte olup bu durum, ekonominin büyümesi ve bireysel taşıt alımının artışı olarak yorumlanabilir.

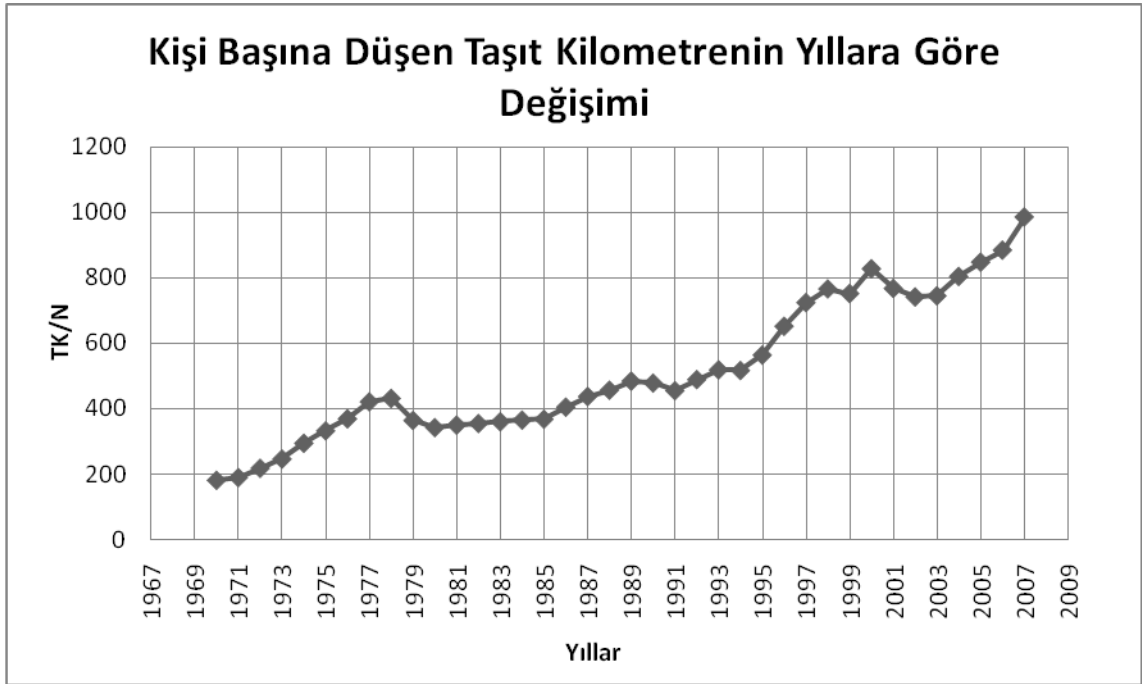


Şekil 4.20. Kişi başına düşen taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği

1970-1977 yılları arasında 100 kişiye düşen taşıt sayısı yaklaşık olarak %130 oranında artış göstermekte olup 1977 yılında 3,09 oranına çıktığı görülmektedir. 1977-1981 yılları arasında ise yavaşlayan ivmeli bir artışla 3,09 oranından 3,96 oranına yükselmektedir. 1981-1986 yılları arasında hızlanan bir yükselme görülmekte ve bu oran 5,14 değerine yükselmektedir. 1986-1993 yıllarında ise 100 kişiye düşen taşıt sayısı hızlanan ivmeli bir artışla 8,85 oranına yükselmektedir. 1993-2001 yılları arasında ise %57,99 oranında bir artışla bu değer 2001 yılında 12,44 oranında olmaktadır. 100 kişiye düşen taşıt sayısının düşüş yaşadığı tek yıl 2002 yılında görülmekte ve bu yılda oran 12,43 değerine düşmektedir. 2002-2007 yılları arasın ise 100 kişiye düşen taşıt sayısı yaklaşık olarak %48 oranında hızlı bir yükselme göstererek 18,45 oranına ulaşmaktadır.

4.1.23. Kişi Başına Düşen Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi

Kişi başına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.21’de verilmektedir. 1970-2003 yılları arasında kişi başına düşen taşıt kilometre yaklaşık olarak 5,5 kat dalgalı bir yükseliş göstererek artmaktadır. Bu yıllarda kişi başına düşen taşıt kilometre 182 oranından 986 oranına yükseldiği görülmektedir.



Şekil 4.21. Kişi başına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği

1970-1978 yılları arasında hızlanan bir artış gösteren, kişi başına düşen taşıt kilometre 182 oranından 432 oranına yükselmektedir. 1978-1980 yılları arasında ise %21 oranında hızlanan bir düşüş görülmekte olup 1980 yılında 343 oranına düşmektedir. 1980-1985 yılları arasında yaklaşık olarak lineer bir artış görülmekte olup bu oran 1985 yılında 368 oranına yükselmektedir. 1985-1989 arasında kişi başına düşen taşıt kilometre azalan ivmeli bir artış göstermekte ve %32 oranında bir artışla 485 oranına yükselmektedir. Bu oran 1991 yılında 456 değerine düşse de 1993 yılına kadar geçen sürede yaklaşık olarak %14 oranında bir artış göstererek 519 oranına yükselmektedir. 1994 yılında ise bu oran 517 oranına düşmektedir. 1994-1998 yılları arasında ise yaklaşık olarak %45 oranında dalgalı bir artış görülmekte olup 1998 yılında

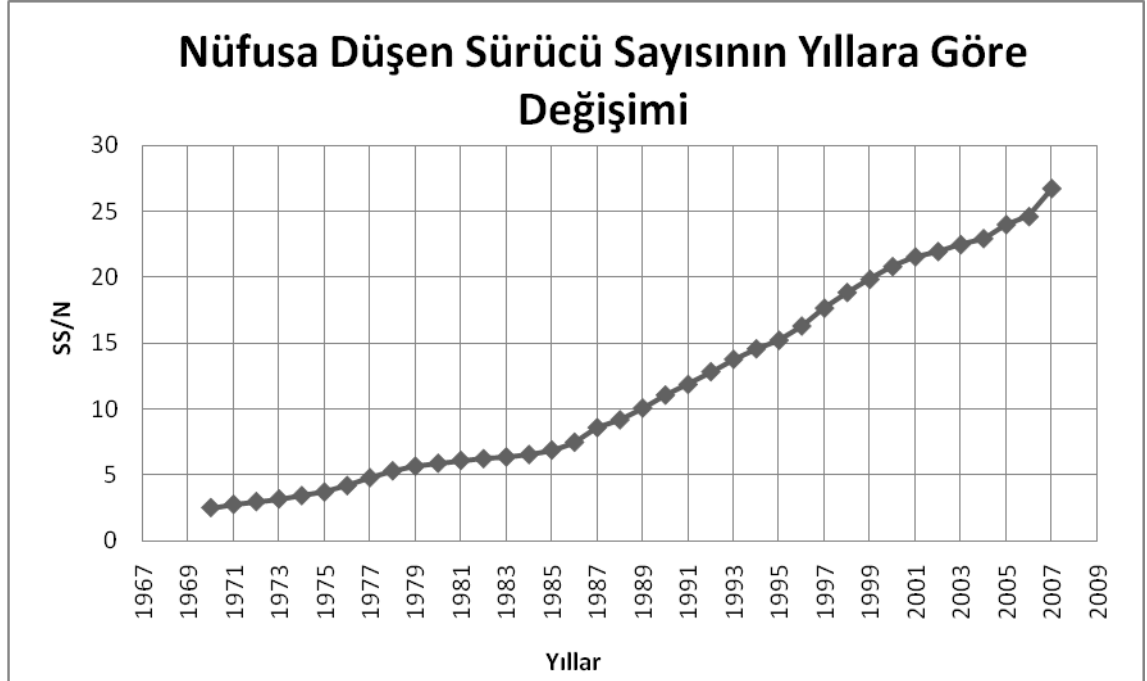
767 oranına yükselmektedir. Kişi başına düşen taşıt kilometre 1999 yılında 752 oranına düşmekte ve geçen bir yıllık sürede tekrar yükseliş göstermekle beraber, 2000 yılında 828 değerine yükselmektedir. 2000-2002 yılları arasında 2001 yılında yaşanan ekonomik krizin etkisiyle olduğu düşünülen, akaryakıt alım gücünün azaldığı bundan dolayı ise kişi başına düşen taşıt kilometrenin 2002 yılında 742 oranına indiği görülmektedir. 2002-2007 yılları arasında ise ekonominin canlanmasıyla kişi başına düşen taşıt kilometre yaklaşık olarak %33 oranında artışla 986 oranına yükseldiği görülmektedir.

4.1.24. Nüfusa Düşen Sürücü Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Nüfusa düşen sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği şekil 4.22'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında nüfusa düşen sürücü sayısı yorumlanırken 100 kişiye düşen sürücü sayısı üzerinden değerlendirilmektedir. Yapılacak açıklamalar bu bilgi dâhilin de yorumlanacaktır.

1970-2007 yılları arasında 100 kişiye düşen sürücü sayısı herhangi bir yılda düşüş göstermemektedir. Yeryüzünde araç kullanmak artık lüks olmaktan çıkmış ihtiyaç olur hale gelmiştir. Bu yüzden taşıt sayısı ve sürücü sayısı bu yıllar arasında ciddi artışlar göstererek karşımıza çıkmaktadır. 1970-2007 yılları arasında yaklaşık olarak 11 kat artan 100 kişiye düşen sürücü sayısı 2,48 oranından 26,74 oranına yükseldiği görülmektedir.

1970-1977 yılları arasında 100 kişiye düşen sürücü sayısı hızlanan ivmeli bir artış göstermekte 1977 yılında 4,76 oranına yükselmektedir. 1977-1987 yılları arasında ise tam tersi bir durum gerçekleşmekte yaklaşık olarak %79 oranında azalan ivmeli bir artış göstererek 8,57 oranına çıkmaktadır. 1987-1995 yılları arasında ise yaklaşık olarak lineer bir artış görülmekte olup bu oran 15,21 oranına yükselmektedir. 1995-2007 yılları arasında ise parabolik bir durum karşımıza çıkmakta 2004 yılına kadar geçen sürede azalan ivmeli bir artışla, geri kalan üç yıllık sürede ise hızlanan ivmeli bir artış göstererek 15,21 oranından 26,74 oranına artış göstermektedir.



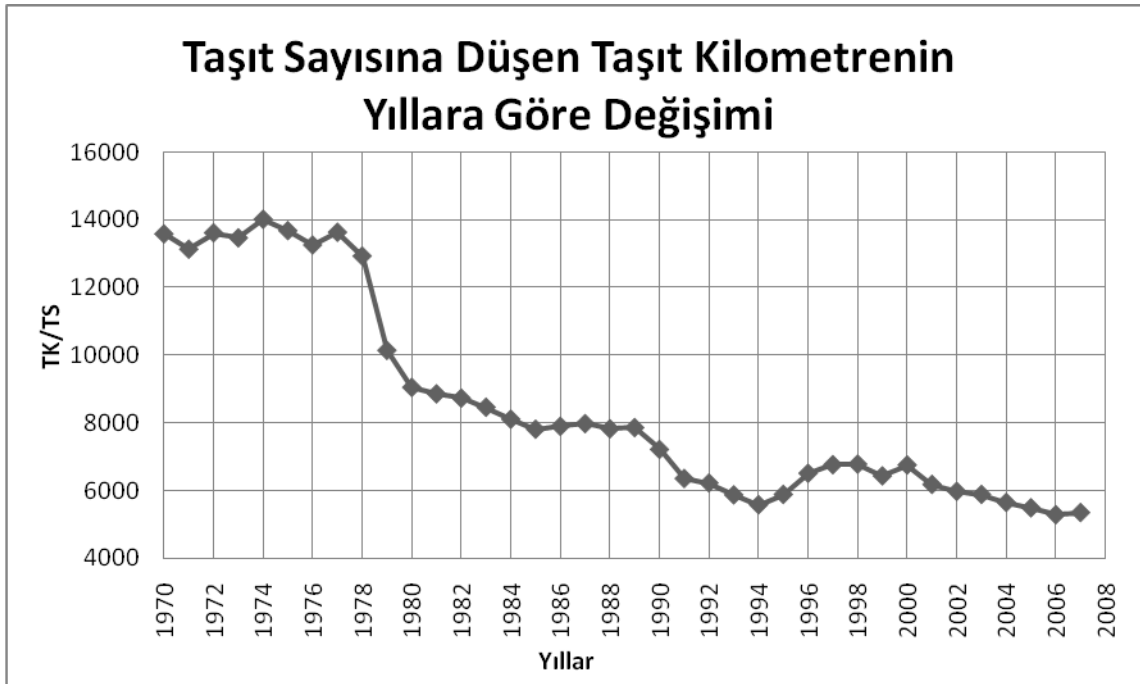
Şekil 4.22. Nüfusa düşen sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği

4.1.25. Taşıt Sayısına Düşen Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi

Taşıt sayısına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.23'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında taşıt sayısına düşen taşıt kilometre genellikle ekonominin olumsuz etkilendiği, yani 1980, 1994, 2001 yıllarında ciddi düşüşler yaşayarak 13 577 oranından 5 345 oranına düşmektedir.

1970-1974 yılları arasında taşıt sayısına düşen taşıt kilometre dalgalı bir artış göstererek 14 010 oranına ulaşmaktadır. 1974-1976 yılları arasında ise %5 oranında yaklaşık olarak lineer bir düşüş görülmekte olup taşıt sayısına düşen taşıt kilometre 1976 yılında 13 249 değerine ulaşmaktadır. 1977-1981 yılları arasında geçen sürede hızlanan ivmeli, 1981-1985 yılları arasında ise yavaşlayan ivmeli bir düşüş görülmekte ve taşıt sayısına düşen taşıt kilometre 7 806 oranına düştüğü tespit edilmektedir. 1985-1987 yılları arasında ise %2 oranında bir yükselme görülmekte bu yılda oran 7 971 olmaktadır. 1987-1993 yılları arasında ise taşıt sayısına düşen taşıt kilometrede sürekli bir düşüş görülmekte olup 1994 yılında 5 574 oranına düşmektedir. Taşıt sayısı bu yıllar arasında %81 artarken, taşıt kilometre sadece %33 oranında artış göstermektedir. Buradan yola çıkarak bu yıllarda bulunan taşıt sayısı içinde hususi araçların artışı, ticari

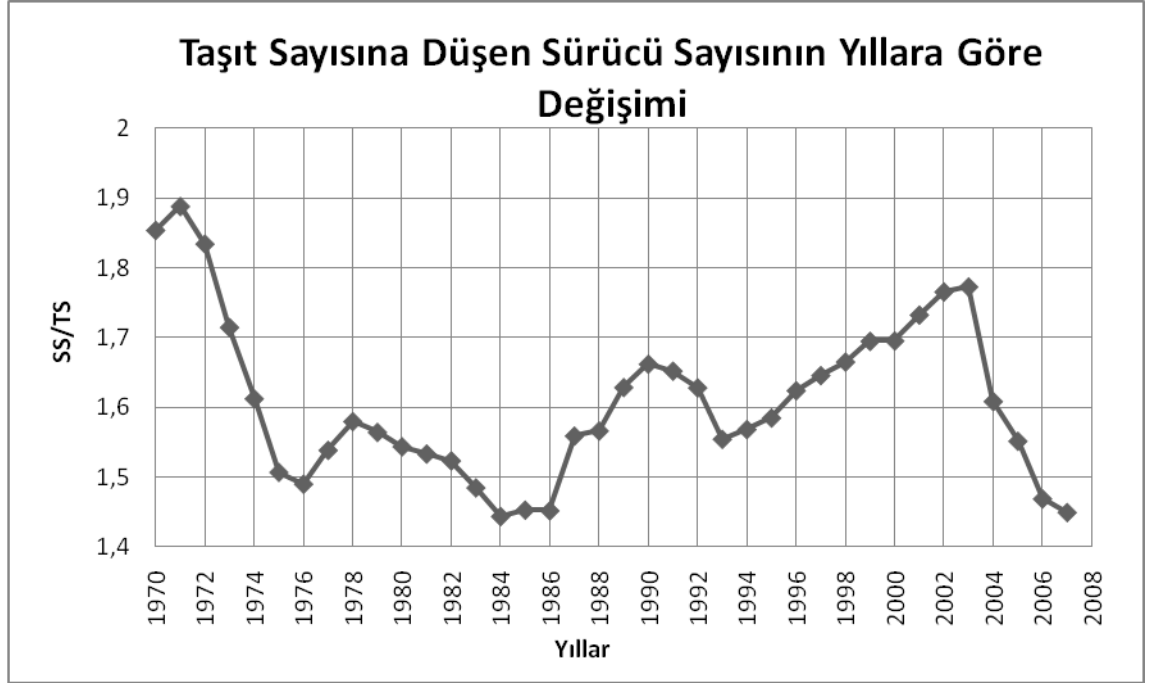
araçların artışından fazla olduğu söylenebilir. 1994-1997 yılları arasında ise taşıt sayısına düşen taşıt kilometrede azalan ivmeli bir artışla 5 574 oranından 6 758 oranına yükselmektedir. Bu oran 1999 yılına kadar geçen sürede yaklaşık olarak %5 düşüş gösterse de 2000 yılında 6749 oranına yükselmektedir. 2000-2007 yılları arasında ise taşıt sayısına düşen taşıt kilometre de yaklaşık olarak %21 oranında düşüş görülmekte olup 6 749 oranından 5 345 değerine düşmektedir.



Şekil 4.23. Taşıt sayısına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği

4.1.26. Taşıt Sayısına Düşen Sürücü Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Taşıt sayısına düşen sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.24'de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında taşıt başına düşen sürücü sayısı yaklaşık olarak 22 kat değerinde bir düşüş göstererek 1,85 oranından 1,47 oranına düştüğü görülmektedir. Taşıt başına düşen sürücü sayısının yükseldiği dönemlerde bazı sektörlerde eleman alınırken sürücü belgesi sahibi olma zorunluluğu ön koşullar arasına girdiğinden dolayı yükselmekte olduğu söylenebilir.

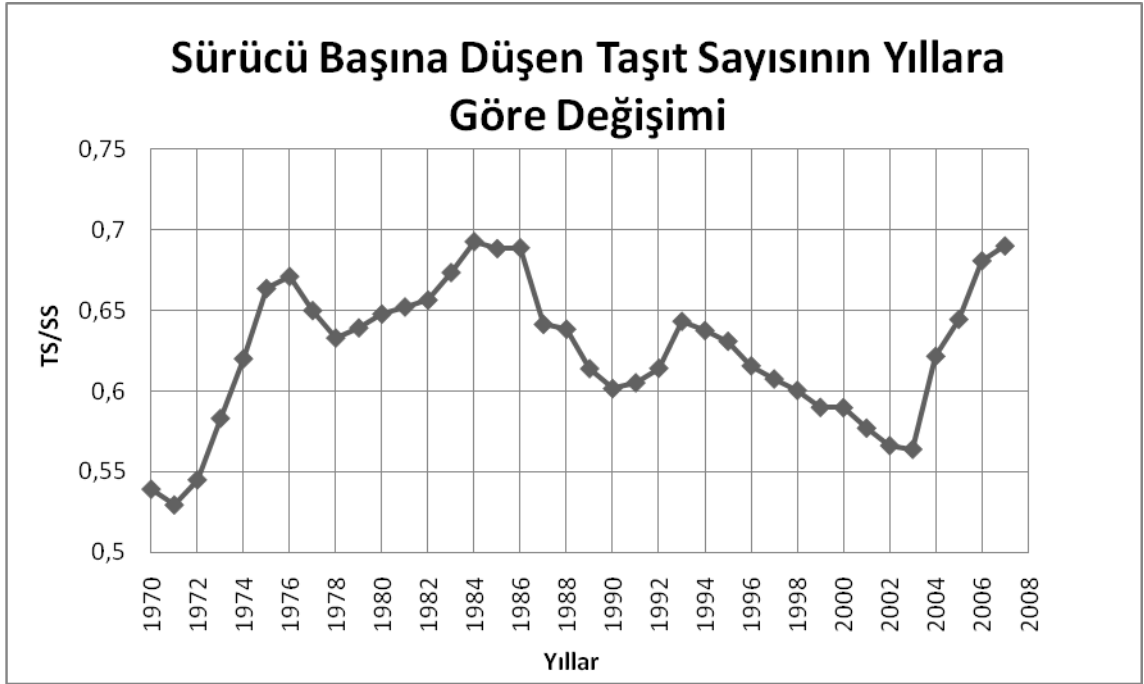


Şekil 4.24. Taşıt sayısına düşen sürücü sayısının yıllara göre değişim grafiği

1970-1971 yılları arasında taşıt başına düşen sürücü sayısı 1,85 oranından 1,89 oranına yükselmektedir. 1970-1976 yılları arasında ise yaklaşık olarak %20 oranında bir düşüş görülmekte olup 1,49 oranına inmektedir. 1976-1978 yılları arasında ise yaklaşık lineer bir artış görülmekte olup bu oran 1,58 değerine yükselmektedir. Taşıt başına düşen sürücü sayısı 1978-1984 yılları arasında dalgalı bir düşüş seyri izlemekte 1,44 oranına düşmektedir. 1984-1990 yılları arasında ise dalgalı bir yükselme görülmekte olup taşıt başına düşen sürücü sayısı 1,66 oranına yükseldiği görülmektedir. 1990-1993 yılları arasında yavaşlayan ivmeli bir düşüş görülmekte olup bu oranın 1,55 değerine düştüğü gözlemlenmektedir. 1993-2003 yılları arası 10 yıllık geçen sürede hiç düşüş yaşanmamakta yani sürücü belgesi sayısı taşıt sayısına oranla 1,73 kat fazla olduğu görülmektedir. Bu yıllarda 2001 krizinin etkisiyle olduğunu düşündüğümüz, taşıt sayısının artışında duraksamalar görüldüğünden dolayı böyle bir yükselişin karşımıza çıktığı söylenebilir. 2003-2007 yılları arasında ise bu durumun yön değiştirmesi, taşıt sayısının ciddi boyutlarda artışı bu oranın 1,77 değerinden 1,45 değerine düşmesine sebep olmaktadır.

4.1.27. Sürücü Başına Düşen Taşıt Sayısının Yıllara Göre Değişimi

Sürücü başına düşen taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği Şekil 4.25’de verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında sürücü başına düşen taşıt sayısı %27,93 oranında dalgalı bir artış göstererek 0,54 oranından 0,69 oranına yükselmektedir.



Şekil 4.25. Sürücü başına düşen taşıt sayısının yıllara göre değişim grafiği

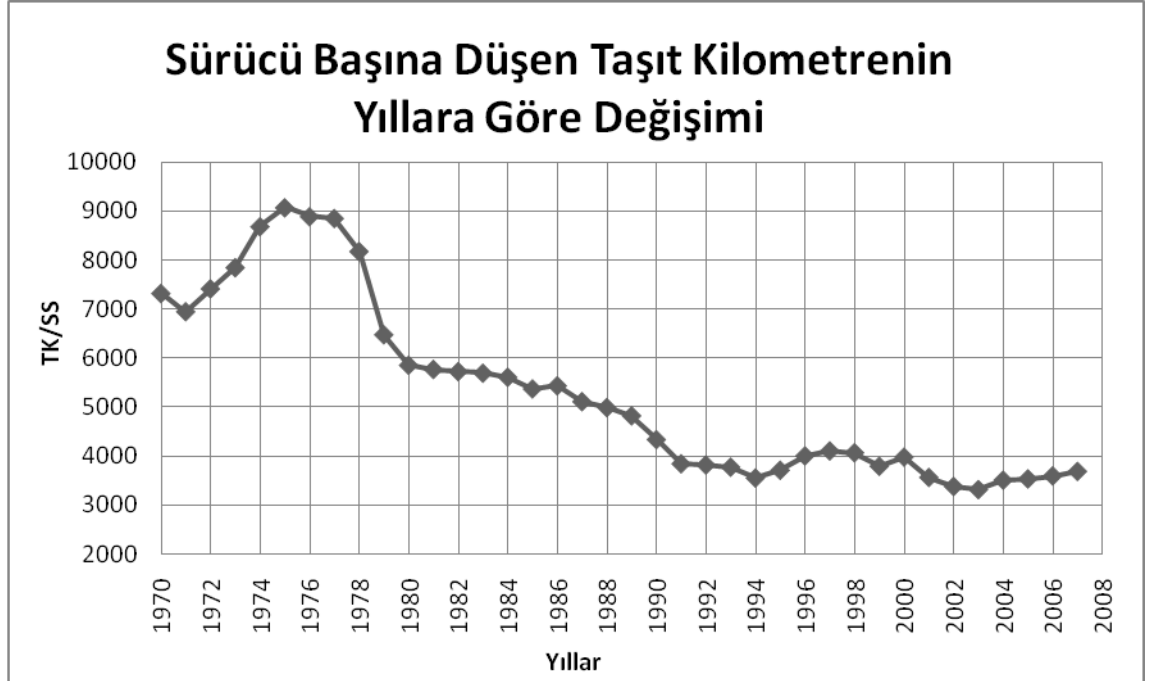
1970-1971 yılları arasında sürücü başına düşen taşıt sayısı %1,8 oranında bir düşüş göstererek 0,54 oranından 0,53 oranına düştüğü gözlemlenmektedir. 1971-1976 yılları arasında ise yaklaşık olarak lineer bir artış görülmekte olup bu oran 1976 yılında 0,67 oranına yükselmektedir. 1976-1978 yılları arasında ise yaklaşık olarak lineer bir düşüş görülmekte olup oran 0,63 değerine indiği görülmektedir. 1978-1984 yılları arasında ise sürücü başına düşen taşıt sayısı %9,43 oranında artış göstermekte ve 0,69 oranına yükselmektedir. 1984-1990 yılları arasında geçen sürede ise 0,60 oranına dalgalı bir düşüş göstermektedir. 1990-1993 yılları arasında hızlanan ivemeli bir artış görülse de, 0,64 oranında olan bu yıldaki değer 2003 yılına kadar geçen sürede dalgalı bir düşüş yaşarak 0,56 oranına düşmektedir. 2003-2007 yılları arasında ise sürücü başına düşen

taşıt sayısı taşıt sayının ciddi artışından dolayı sürücü başına düşen taşıt sayısı oranında %22,33 değerinde bir artış görülmekte ve 0,69 oranına çıkmaktadır.

4.1.28. Sürücü Başına Düşen Taşıt Kilometrenin Yıllara Göre Değişimi

Sürücü başına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği şekil 4.26'da verilmektedir. 1970-2007 yılları arasında sürücü sayısına düşen taşıt kilometre yaklaşık olarak %50 oranında düşmekte olup en yüksek değerine 1975 yılında 9 073 oranıyla ulaşmakta ve 7322 oranından 3687 oranına düşmektedir.

1970-1971 yılları arasında sürücü sayısına düşen taşıt kilometre yaklaşık olarak %5 oranında düşüş göstermekte, 6 950 oranına inmektedir. 1971-1975 yılları arasında ise dalgalı bir yükselme görülmekte ve sürücü sayısına düşen taşıt kilometre 9 073 oranıyla en yüksek değerine ulaşmaktadır. Bu yıllarda taşıt kilometre yaklaşık olarak %95 oranında artış gösterirken, sürücü sayısı %50 dolaylarında bir artış göstermektedir. Artış oranları arasında neredeyse iki kat olması dikkatlerden kaçmamaktadır. 1975-1985 yılları arasında ise sürücü sayısına düşen taşıt kilometre dalgalı bir düşüş göstererek 9 073 oranından 5 372 oranına düştüğü görülmektedir. 1985-1986 yılları arasında %1 oranında yükselme görülse de 1994 yılına kadar geçen sürede dalgalı bir düşüş göstererek 3 553 oranına inmektedir. 1994-1997 yılları arasında ise sürücü sayısına düşen taşıt kilometre yavaşlayan ivmeli bir artış göstermekte olup 4 106 oranına yükselmektedir. 1997-1999 yılları arasında, azalan ivmeli düşüş görülmekte ve bu oran 3 792 değerinde olduğu görülmektedir. 1999-2000 yılları arasında %5 oranında bir artışla 3 980 değerine ulaştığı görülmektedir. 2000-2007 yılları arasında ise tüm yıllar arasında en düşük değerine 3 316 oranıyla 2003 yılında düşmekte bu oran 2007 yılında 3 687 oranına yükseldiği görülmektedir.

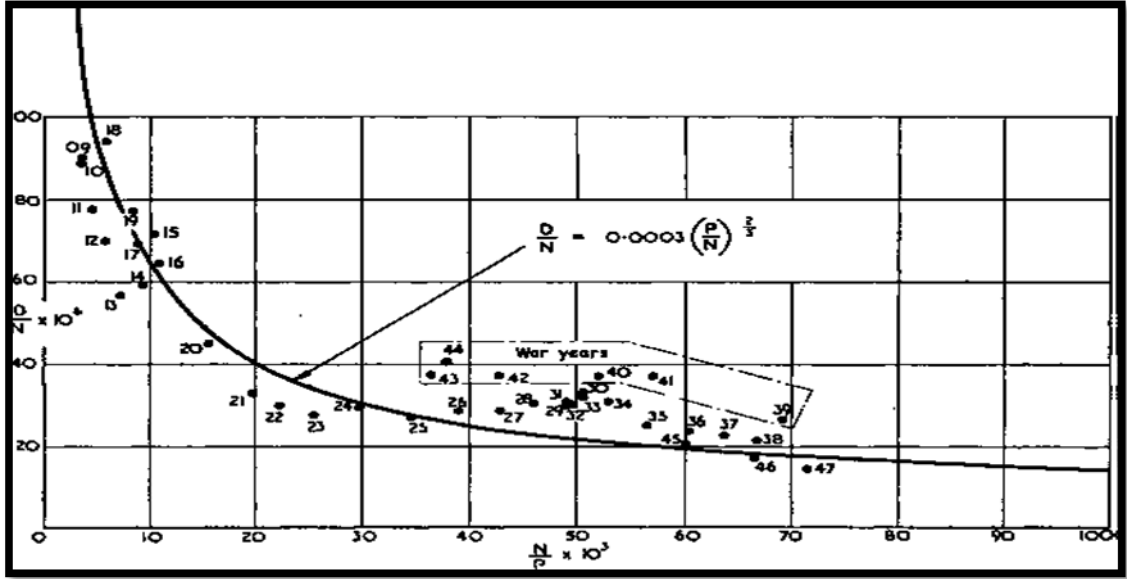


Şekil 4.26.Sürücü başına düşen taşıt kilometrenin yıllara göre değişim grafiği

4.1.29. Smeed Denklemine Trafik İlişkisi

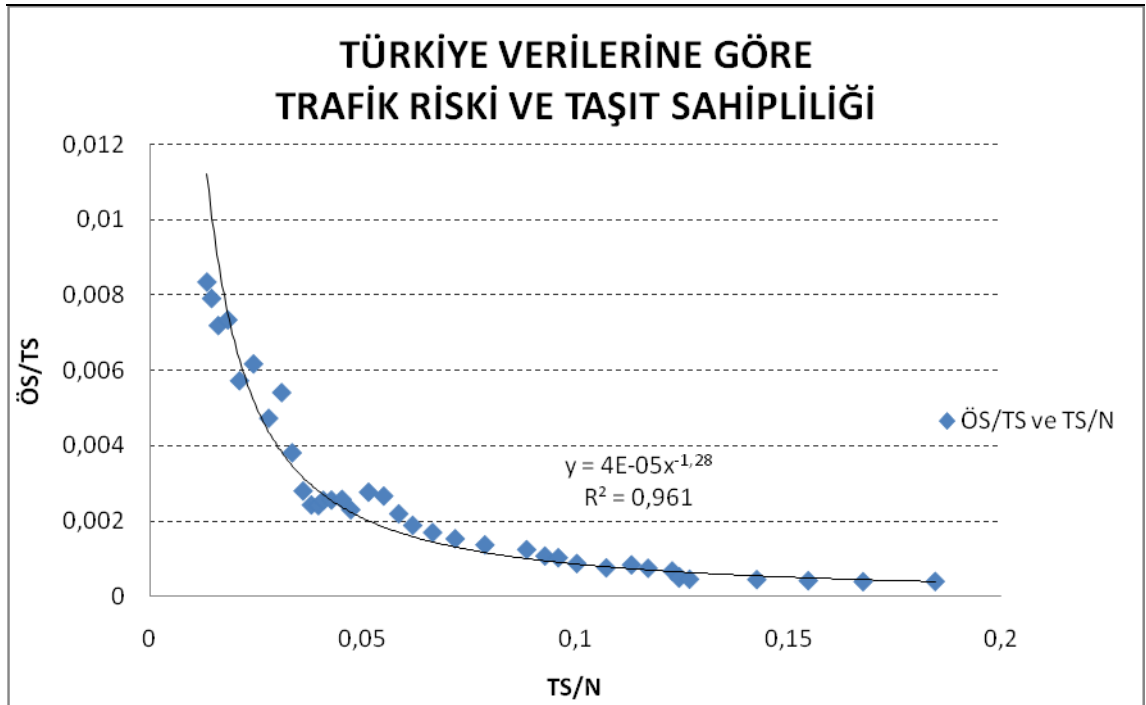
Smeed 1949 yılında rasyonel değişkenler ve trafik değişkenleri ile ölüm sayısı arasında bir denklem geliştirmiştir. Smeed, ölüm sayısının artmasının taşıt sayısının artması ile azaldığını görmüş ve kendi adı ile anılan denklemini geliştirmiştir.

Smeed Denklemi (SD), kayıtlı taşıt başına düşen ölüm sayısı (trafik riski) ile kişi başına düşen taşıt sayısı (taşıtlılık) arasında Smeed tarafından bulunan ilişkinin formüle edilmesidir. Şekil 4.27’de Smeed Denklemine trafik ilişkisi ile oluşturulan denklemin grafiği görülmektedir.



Şekil 4.27. Smeed'in trafik riski ve taşıt sahipliliği arasındaki denklemin grafiği

Türkiye verilerine göre Smeed Denklemini örnek alınarak oluşturulan kayıtlı taşıt başına düşen ölüm sayısı ve kişi başına düşen taşıt sayısının grafiği Şekil 4.28'de görülmektedir.



Şekil 4.28. Türkiye verilerine göre trafik riski ile taşıt sahipliliği

4.2. Regresyon Modellerinin Sonuçları

Nüfus, taşıt sayısı, taşıt-km ve sürücü sayısı bağımsız değişkenleri ile ölüm sayıları bağımlı değişkenleri arasındaki ilişkilerden faydalanarak regresyon modelleri oluşturulmaktadır. Burada değişkenler arasındaki ilişki doğrusal olmayan özelliklere sahip olduğu için nonlinear regresyon çeşitlerinden bazıları ile modeller oluşturulmaktadır.

4.2.1. Gerçek Değerler Kullanılarak Ölü Sayısı Analizi

Regresyon teknikleri ile yapılan ÖS tahmin modelleri Çizelge 4.1’de verilmektedir. Burada modeller Linear, Interaction, Quadratic ve Purequadratic regresyon analizlerine tabi tutularak R kare, Hataların Karesinin Ortalaması ve Yüzde Hata değerleri ile performansları ölçülmektedir. Dört adet bağımsız değişken ile oluşturulan iki değişkenli, üç değişkenli ve dört değişkenli toplam 11 adet ÖS tahmin modellerinin dört farklı regresyon tekniğine tabi tutularak 44 adet farklı model sonucunun performans değerleri elde edilmektedir. Oluşturulan tahmin modellerinin arasında HKO performansı en yüksek üç değişkenli NTKSS modeli korelasyon katsayısı 0,78 oranı ile çıktığı görülmektedir. NTKSS tahmin modelinin hatalarının karesi ortalaması değeri ise 280 790 değerinde, yüzde hataların ortalaması ise %6,03 oranında çıktığı görülmektedir. Tüm modeller arasında ikinci sırada, en iyi model olarak dört değişkenli tahmin modeli olan NTSTKSS modelinin performans sonuçlarının çıktığı görülmektedir. Bu modelin R kare değeri 0,81 oranında çıkmaktadır. Hatalarının karesi ortalaması değeri ise 306 750 değerinde çıkmaktadır. Bu modelin yüzde hata değeri de %5,41 oranında çıkmakta farklı regresyon modellerine göre ikinci en düşük hatayı verdiği görülmektedir. Dört değişkenli ve üç değişkenli tahmin modelleri arasında en iyi performans değerlerini veren modeller yukarıda açıklamasını yaptığımız tahmin modelleridir. Bu modeller dışında iki değişkenli tahmin modellerinin kendi arasında en iyi sonucu veren model ise NTK tahmin modeli olduğu görülmektedir. Bu modelin R kare değeri 0,57 oranında çıkmakta olup, hataların karesi ortalaması değeri ise 487 852 değerinde çıktığı görülmektedir. NTK modelinin yüzde hata değeri ise %9,86 oranında çıktığı tespit edilmektedir. Burada dikkat çekici husus dört farklı regresyon yöntemi ile oluşturulan iki, üç ve dört değişkenli modeller arasında yüksek

performans değerini Quadratic regresyon tekniğinin verdiği görülmektedir. Sonuç olarak izelge 4.1'de de görüldüğü gibi en iyi performans sonucunu veren tahmin modeli dört değişkenli NTKSS modeli olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1. ÖS tahmin modellerinin farklı regresyon teknikleri ile oluşturulan performans değerlerinin sonuçları

Modeller	R kare	Hataların Karesinin Ortalaması	Yüzde Hata
ÖSNTSLinear	0,28	744851	12,99
ÖSNTSInteraction	0,43	605685	10,78
ÖSNTSQuadratic	0,50	570527	10,27
ÖSNTSPurequadratic	0,48	573477	9,86
ÖSNTKLinear	0,18	851378	13,94
ÖSNTKInteraction	0,51	519415	10,00
ÖSNTKQuadratic	0,57	487852	9,58
ÖSNTKPurequadratic	0,51	543854	10,06
ÖSNSSLinear	0,44	583798	11,19
ÖSNSSInteraction	0,46	576847	10,76
ÖSNSSQuadratic	0,52	543812	9,96
ÖSNSSPurequadratic	0,47	579426	10,30
ÖSTSTKLinear	0,09	945847	15,05
ÖSTSTKInteraction	0,28	765738	12,64
ÖSTSTKQuadratic	0,51	558692	10,01
ÖSTSTKPurequadratic	0,43	628744	11,43
ÖSTSSLinear	0,05	982381	15,62
ÖSTSSInteraction	0,50	533250	9,86
ÖSTSSQuadratic	0,50	561298	9,85
ÖSTSSPurequadratic	0,50	550429	9,85
ÖSTKSSLinear	0,19	835021	14,04
ÖSTKSSInteraction	0,50	530814	10,44
ÖSTKSSQuadratic	0,50	561774	10,27
ÖSTKSSPurequadratic	0,50	545854	10,41
ÖSNTSTKLinear	0,29	758699	12,93
ÖSNTSTKInteraction	0,55	523848	10,09
ÖSNTSTKQuadratic	0,68	417415	8,26
ÖSNTSTKPurequadratic	0,53	551074	10,27
ÖSNTSSLinear	0,50	538502	10,38
ÖSNTSSInteraction	0,53	547960	9,07
ÖSNTSSQuadratic	0,56	572739	9,24
ÖSNTSSPurequadratic	0,53	551115	9,21
ÖSNTKSSLinear	0,56	470412	9,87
ÖSNTKSSInteraction	0,58	496068	9,53
ÖSNTKSSQuadratic	0,78	280790	6,03
ÖSNTKSSPurequadratic	0,56	511500	9,51
ÖSTSTKSSLinear	0,20	858077	14,04
ÖSTSTKSSInteraction	0,61	453290	8,20
ÖSTSTKSSQuadratic	0,63	484128	8,15
ÖSTSTKSSPurequadratic	0,61	457182	8,29
ÖSNTSTKSSLinear	0,58	461450	9,39
ÖSNTSTKSSInteraction	0,63	497590	8,44
ÖSNTSTKSSQuadratic	0,81	306750	5,41
ÖSNTSTKSSPurequadratic	0,63	466006	8,50

4.2.2. Gerçek Değerler Kullanılarak Oluşturulan Ölü Sayısı Modellerinin Katsayıları

Matlab programı kullanılarak oluşturulan iki değişkenli modellerin katsayıları aşağıdaki çizelgelerde verilmektedir. İki değişkenli modellerin genel denklem formları Materyal ve Yöntem bölümünde Denklem 3.2, 3.3, 3.4, 3,5'te verilmektedir.

Çizelge 4.2. NTS ÖS modeli katsayıları

Modeller	NTS Linear	NTS Interaction	NTS Quadratic	NTS Purequadratic
b0	-38,27085146380660	3672,467169389680	6979,48441615926	-13102,665959371
b1	0,000139584005365598	0,0000064413881971349	-0,000292360866658319	0,00073011509524135900
b2	-0,000481807755259297	0,00241118342601041	0,00286737895255685000	0,00010845041241036700
b3		-0,00000000003341401565	-0,00000000007316588732	-0,00000000000703372589
b4			0,0000000000597310935	0,0000000000167436718
b5			0,00000000011320219255	

Çizelge 4.3. NTK ÖS modeli katsayıları

Modeller	NTK Linear	NTK Interaction	NTK Quadratic	NTK Purequadratic
b0	1395,46537096812	356,549323547494	20855,0729065839	-10832,94330130670
b1	0,000117380782028947	0,00006386139344077350	-0,001122182338691830	0,00062979349141571800
b2	-0,0000000795050905905	0,00000040581684098090	0,00000113480379191975	0,00000011148664086872
b3		-0,00000000000000580512	-0,00000000000002749647	-0,00000000000663325218
b4			0,00000000001720091638	-0,00000000000000000071
b5			0,00000000000000000709	

Çizelge 4.4. NSS ÖS modeli katsayıları

Modeller	NSS Linear	NSS Interaction	NSS Quadratic	NSS Purequadratic
b0	-2300,668599586900	-335,209239582794	25873,416305263800	-10264,557661316300
b1	0,000197426834023686	0,000131186247929250	-0,00126044858735243000	0,00058051868269353800
b2	-0,000421714086997868	0,000369427468113377	0,00333201350386944000	-0,00012758029512203800
b3		-0,0000000000893955686	-0,00000000008829860173	-0,0000000000488884687
b4			0,00000000001840089372	0,0000000000151913866
b5			0,00000000008750622176	

Çizelge 4.5. TSTK ÖS modeli katsayıları

Modeller	TSTK Linear	TSTK Interaction	TSTK Quadratic	TSTK Purequadratic
b0	4869,778011511320	4230,001634288530	3605,356912428890	2012,864324818730
b1	-0,000505504979719977	0,00014827669020675000	0,00155743059967742	-0,00114568894279273
b2	0,00000009225040228345	0,00000007084536296966	-0,00000010007823941914	0,00000040672193592629
b3		-0,00000000000000832795	-0,00000000000037501626	0,00000000007863557099
b4			0,00000000105054993003	-0,00000000000000000513
b5			0,00000000000000003070	

Çizelge 4.6. TSSS ÖS modeli katsayıları

Modeller	TSSS Linear	TSSS Interaction	TSSS Quadratic	TSSS Purequadratic
b0	5585,931071744970	4254,654555695230	4212,447188825080	4259,355132302880
b1	0,00037333942639474	0,00176586853789130	0,00188198355814218	0,00164175907103413
b2	-0,00026162499039703600	-0,00061971826864848000	-0,00067221058788579100	-0,00054275703917605900
b3		-0,00000000004461656090	-0,00000000048192190028	-0,00000000002930596325
b4			0,00000000034337305994	-0,00000000001638956680
b5			0,00000000013735840697	

Çizelge 4.7. TKSS ÖS modeli katsayıları

Modeller	TKSS Linear	TKSS Interaction	TKSS Quadratic	TKSS Purequadratic
b0	4372,489636853120	3014,759376958820	2815,097787566790	3054,404012728930
b1	0,00000016341191493	0,00000021562190696	0,00000028697433668	0,00000021505018180
b2	-0,00054278315114383300	-0,00027627406239888500	-0,00050575558220508900	-0,00028002618531469300
b3		-0,00000000000000670433	0,00000000000003140771	-0,00000000000000000083
b4			-0,00000000000000000580	-0,00000000001317882218
b5			-0,00000000006277673134	

Üç değişkenli tahmin modelleri katsayıları aşağıdaki çizelgelerde verilmektedir. Modellerin denklem formları ise Materyal ve Yöntem bölümünde Denklem 3.7, 3.8, 3.9 ve 3.10'da verilmektedir.

Çizelge 4.8. NTSTK ÖS modeli katsayıları

Modeller	NTSTK Linear	NTSTK Interaction	NTSTK Quadratic	NTSTK Purequadratic
b0	45,533907546939	-4156,534727012920	39964,499097874200	-10156,488400012500
b1	0,0001311121863915770	0,0001873161940802000	-0,0020778406567717100	0,0005577533261167620
b2	-0,00062504283505669300	-0,00114842221977058000	0,00538644727014498000	-0,00059839017808406000
b3	0,00000003387280928602	0,00000056352132065511	0,00000027864711601348	0,00000023534129113133
b4		0,00000000001169024025	-0,00000000012167938436	-0,00000000000567269686
b5		-0,0000000000000949764	-0,0000000000001362212	0,00000000004554475067
b6		0,0000000000000850978	-0,00000000000039658492	-0,0000000000000000255
b7			0,00000000003020410071	
b8			0,00000000130973613243	
b9			0,00000000000000003880	

Çizelge 4.9. NTSSS ÖS modeli katsayıları

Modeller	NTSSS Linear	NTSSS Interaction	NTSSS Quadratic	NTSSS Purequadratic
b0	-2738,898753845940	-1184,143832280170	27871,258985315100	-3858,097673446230
b1	0,0002082060045962800	0,0001507353010496830	-0,0012634505821332700	0,0002912350872931410
b2	0,00061387112060810000	-0,00103586852214605000	0,02057428054709910000	-0,00038370310332423300
b3	-0,00082440431286159200	0,00116578749796635000	-0,01108867720519130000	0,00019059229610799800
b4		0,00000000002270013332	-0,00000000044259426909	-0,0000000000174288660
b5		-0,00000000002663986513	0,00000000022576490677	0,00000000005595856837
b6		0,0000000000624511170	0,00000000115418982975	-0,00000000003183902715
b7			0,0000000001741093856	
b8			-0,00000000037246945007	
b9			-0,00000000054296428543	

Çizelge 4.10. NTKSS ÖS modeli katsayıları

Modeller	NTKSS Linear	NTKSS Interaction	NTKSS Quadratic	NTKSS Purequadratic
b0	-2968,224324520620	-3070,231321992900	91787,418869513200	-3747,850159010070
b1	0,0001877246480722670	0,0001795600222496030	-0,0049164832462193200	0,0002420184372340940
b2	0,00000014159750123022	0,00000023037754650003	0,00000211866657985422	0,00000011568789056394
b3	-0,00084701005124294900	-0,00038551321190056800	0,00145167250063002000	-0,00064483171690692200
b4		-0,00000000000000234823	-0,00000000000004616936	-0,000000000000089413950
b5		-0,00000000000463614141	-0,00000000008541420224	0,00000000000000000031
b6		0,0000000000000304796	0,00000000000004489488	-0,0000000000051444848
b7			0,00000000006735067038	
b8			0,00000000000000000511	
b9			0,00000000001914796329	

Çizelge 4.11. TSTKSS ÖS modeli katsayıları

Modeller	TSTKSS Linear	TSTKSS Interaction	TSTKSS Quadratic	TSTKSS Purequadratic
b0	4403,934348796380	2523,013064979760	3523,879913746940	2438,657740340410
b1	0,0000981344599482745	-0,0004048596523351940	0,0000027019273807567	-0,0002267888505052730
b2	0,00000015903443714241	0,00000024517357764747	-0,00000005418749833067	0,00000027711054245298
b3	-0,00058999311016991500	0,00007089562636221740	0,00075782879507162700	-0,00014665756151678000
b4		0,00000000000001644503	0,00000000000007314516	0,00000000006159005039
b5		0,00000000003085999710	-0,00000000009080267288	-0,00000000000000000238
b6		-0,0000000000002543192	-0,0000000000017929924	-0,00000000002867154923
b7			-0,00000000007997582383	
b8			0,00000000000000001921	
b9			0,000000000028886383368	

Dört değişkenli ölüm sayısı tahmin modelleri katsayıları Çizelge 4.12’de verilmektedir. Bu modellerin genel denklem formları Materyal ve Yöntem bölümünde Denklem 3.11, 3.12, 3.13 ve 3.14’te verilmektedir.

Çizelge 4.12. NTSTKSS ÖS modeli katsayıları

Modeller	NTSTKSS Linear	NTSTKSS Interaction	NTSTKSS Quadratic	NTSTKSS Purequadratic
b0	-3158,132637981210	-5048,274799703790	108563,777011521000	2819,135197313500
b1	0,0001957428383370850	0,0002283617841265900	-0,0059925176158273300	-0,0000808914667770122
b2	0,00038583777134740100	-0,00171552325517549000	-0,02941403088054660000	-0,00156585701184306000
b3	0,00000012345471132654	0,00000076012065847778	0,00000318238495590975	0,00000026239379120358
b4	-0,00104562095059902000	-0,00220332844979061000	0,02026165501585060000	0,00017542401642406800
b5		-0,00000000001238604702	0,00000000068075008966	0,00000000000232173555
b6		-0,0000000000001464046	-0,0000000000006699224	0,00000000012247930740
b7		0,00000000006650492936	-0,00000000053735664055	-0,0000000000000000194
b8		0,0000000000010598972	0,0000000000000251513	-0,00000000004706463281
b9		-0,00000000017469713891	-0,00000000153043834670	
b10		-0,0000000000004093118	0,00000000000016268555	
b11			0,00000000008259259050	
b12			0,00000000028008909109	
b13			-0,00000000000000000728	
b14			0,00000000071372468197	

Gerçek değerler ile doğrusal regresyon yöntemi kullanılarak oluşturulan tahmin modelleri arasında en iyi performans değerlerini gösteren model Quadratic regresyon tekniği ile oluşturulan NTKSS çıkmaktadır. Bu modelin denklemi Denklem 3.9'da verilmektedir.

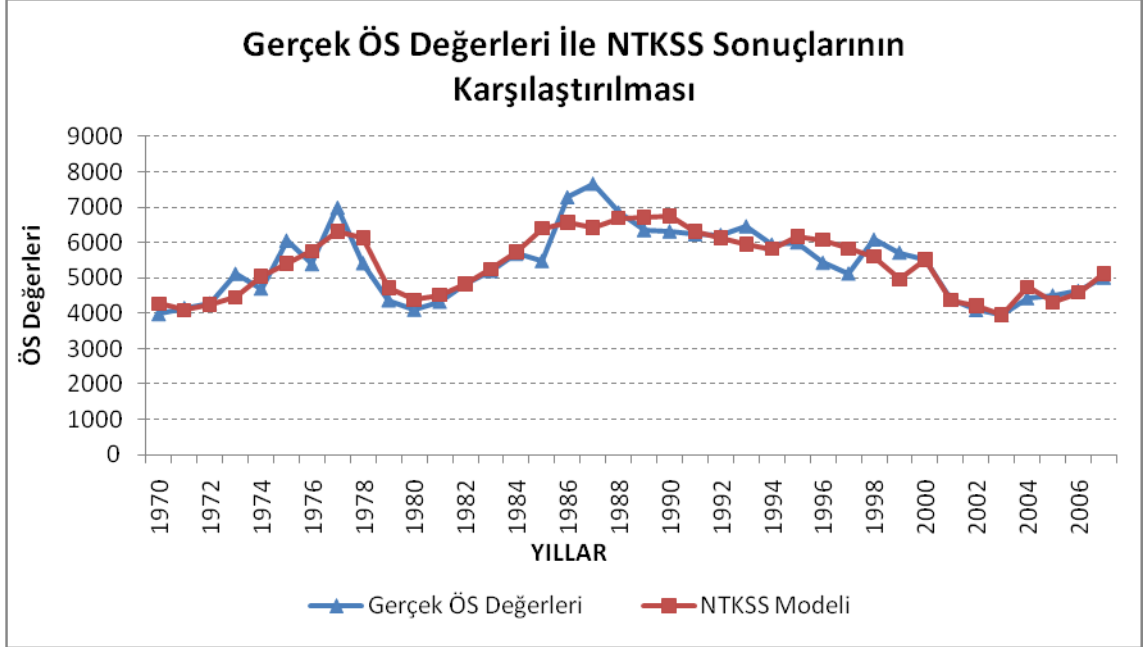
$$\begin{aligned}
\text{ÖS} = & 91787,418869513200 - 0,00491648324621932 * N + 0,00000211866657985422 * TK + \\
& 0,00145167250063002000 * SS - 0,00000000000004616936 * N * TK - \\
& 0,00000000008541420224 * N * SS + 0,00000000000004489488 * TK * SS + \\
& 0,00000000006735067038 N^2 + \beta_g TK^2 + 0,0000000001914796329 SS^2
\end{aligned} \quad (4.1)$$

4.2.3 Gerçek Ölü Sayısı Değerleri ile En İyi Tahmin Modeli Sonucunun

Karşılaştırılması

Linear, Interaction, Quadratic ve Purequadratic regresyon teknikleri kullanılarak, 44 adet modelin performans değerleri sonucunda en iyi sonuç değerlerini Quadratic regresyon tekniği ile üç değişkenli NTKSS tahmin modelinin verdiği görülmektedir. Bu

modelin yıllara göre tahmin sonuçlarının gerçek değerler ile karşılaştırılması Şekil 4.29'de gösterilmektedir.



Şekil 4.29. Quadratic regresyon tekniği ile NTKSS tahmin modelinin sonuç değerlerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması

Şekil 4.29'de görüldüğü gibi NTKSS tahmin modeli ile gerçek ÖS değerlerinin grafiği verilmektedir. 1970 ile 2007 yılları arasında grafiğin sadece 1987 ve 1989 yıllarında tutarsızlık gösterdiği görülmektedir. Bunun dışında kalan tüm yıllarda gerçek ölüm sayısına yakın tahminler verdiği ve grafik eğiliminin gerçek değerler ile aynı şekilde yön değiştirdiğini görmek mümkündür. Şekil 4.29'da en çarpıcı sonuç son 7 yılda grafikte, tahmin değerlerinin gerçek değerler ile neredeyse birebir aynı yönde hareket ettiği gözlenmektedir. Bu durum gelecek yıllar için yapılacak tahminlerde doğru sonuca yaklaşımının göstergesi olarak söylenebilir.

4.2.4. Gerçek Değerlerin Logaritmaları Alınarak Ölüm Sayısı Tahmin Modellerinin Oluşturulması

Regresyon teknikleri kullanılarak logaritması alınan verilerin ÖS sonuç performansları Çizelge 4.13'de verilmektedir. Burada regresyon tekniklerinden Lineear, Interaction,

Quadratic ve Purequadratic olanları kullanılmaktadır. Tahmin modellerinde bağımsız değişken olarak nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometre ve sürücü sayısı bağımsız değişkenleri kullanılmaktadır. Bu bağımsız değişkenler ile 11 adet birleşim oluşturulmaktadır. Bu kombinasyonların her biri ayrı ayrı regresyon tekniklerine tabi tutulduğunda toplamda 44 adet ÖS tahmin modeli oluşturulmaktadır. Bu modellerin performanslarını ölçmek için Korelasyon Katsayısı, Hataların Kareleri Ortalaması ve Ortalama Yüzde Hata değerine bakılmaktadır. Çizelge 4.13’de görüldüğü gibi tahmin modellerinin regresyon teknikleri arasında Quadratic tekniği ile oluşturulan modeller, iki değişkenli, üç değişkenli ve dört değişkenli modeller arasında en iyi sonucu vermektedir. Bunun yanında tahmin modelleri arasında korelasyon katsayı 0,86 oranıyla en yüksek değere sahip olan ÖS modeli NTSTKSS olduğu görülmektedir. Bu modelin hatalarının kareleri ortalaması değeri 154 177 değeriyle en küçük hata değeri olduğu görülmektedir. Ayrıca bu modelin ortalama yüzde hata değeri ise %5,02 oranında olduğu görülmektedir.

Üç değişkenli ÖS tahmin modelleri arasında ise R kare değeri en yüksek, hatalarının kareleri ortalaması en düşük ve yüzde hata değeri ise diğer üç değişkenli tahmin modellerine göre en düşük olan model regresyon tekniğinin Quadratic tekniği kullanılarak yapılmaktadır. Bu modelin NTSTK olduğu görülmektedir.

Ölüm sayısı tahmin modelleri için gerçek ve bu değerlerin logaritmaları alınarak yapılan regresyon analizleri karşılaştırılsa, logaritmaları alınarak oluşturulan tahmin modellerinin sonuçlarının performans değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.13. Regresyon tekniği kullanılarak oluşturulan ÖS modellerinin performans değerleri

Modeller	R kare	Hataların Karesinin Ortalaması	Yüzde Hata (%)
ÖSNTSLinear	0,04	936003	15,18
ÖSNTSInteraction	0,41	570155	11,14
ÖSNTSQuadratic	0,53	481943	9,68
ÖSNTSPurequadratic	0,48	511998	10,24
ÖSNTKLinear	0,01	957211	15,30
ÖSNTKInteraction	0,45	526287	11,08
ÖSNTKQuadratic	0,52	468786	10,01
ÖSNTKPurequadratic	0,46	525052	10,70
ÖSNSSLinear	0,03	931001	15,28
ÖSNSSInteraction	0,44	543679	11,02
ÖSNSSQuadratic	0,48	511183	10,39
ÖSNSSPurequadratic	0,48	516928	10,49
ÖSTSTKLinear	0,01	955399	15,38
ÖSTSTKInteraction	0,41	564605	11,68
ÖSTSTKQuadratic	0,45	538515	10,96
ÖSTSTKPurequadratic	0,42	548396	11,42
ÖSTSSLinear	0,17	829811	14,48
ÖSTSSInteraction	0,39	590127	11,47
ÖSTSSQuadratic	0,44	546141	10,38
ÖSTSSPurequadratic	0,43	556261	10,90
ÖSTKSSLinear	0,03	946046	15,26
ÖSTKSSInteraction	0,44	536117	11,50
ÖSTKSSQuadratic	0,51	478258	10,01
ÖSTKSSPurequadratic	0,44	539974	11,52
ÖSNTSTKLinear	0,05	931183	15,07
ÖSNTSTKInteraction	0,79	221363	6,98
ÖSNTSTKQuadratic	0,83	187667	5,67
ÖSNTSTKPurequadratic	0,78	234220	7,26
ÖSNTSSLinear	0,18	811985	14,60
ÖSNTSSInteraction	0,49	510787	10,34
ÖSNTSSQuadratic	0,55	455010	9,21
ÖSNTSSPurequadratic	0,49	510333	10,32
ÖSNTKSSLinear	0,07	902153	14,80
ÖSNTKSSInteraction	0,57	430974	10,22
ÖSNTKSSQuadratic	0,71	287016	7,87
ÖSNTKSSPurequadratic	0,55	443535	10,34
ÖSTSTKSSLinear	0,17	829472	14,49
ÖSTSTKSSInteraction	0,60	396594	8,91
ÖSTSTKSSQuadratic	0,62	384159	8,64
ÖSTSTKSSPurequadratic	0,59	402469	9,17
ÖSNTSTKSSLinear	0,18	811464	14,57
ÖSNTSTKSSInteraction	0,82	197112	6,32
ÖSNTSTKSSQuadratic	0,86	154177	5,02
ÖSNTSTKSSPurequadratic	0,80	214174	6,83

4.2.5. Logaritmik Değerler Kullanılarak Oluşturulan Ölüm Sayısı Modellerinin Katsayıları

Bu modeller oluşturulurken bağımsız değerlerin logaritmaları alınarak işleme tabi tutulur. Burada modellerin denklem olarak Smeed Denklemi referans alınmaktadır. Burada oluşturulan modellerin denklem katsayıları aşağıda belirtilmektedir. Bunun yanında oluşturulan örnek denklem formları verilmektedir.

- İki değişkenli modellerin denklem formları
- Lineer denklem formu

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} \quad (4.2)$$

- Interaction denklem formu

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * (x_1 * x_2)^{B_3} \quad (4.3)$$

- Quadratic denklem formu

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * (x_1 * x_2)^{B_3} * (x_1^2)^{B_4} * (x_2^2)^{B_5} \quad (4.4)$$

- Purequadratic denklem formu

$$y = \beta_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * (x_1^2)^{B_3} * (x_2^2)^{B_4} \quad (4.5)$$

Çizelge 4.14. NTS ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	NTS Linear	NTS Interaction	NTS Quadratic	NTS Purequadratic
b0	30,7607684209678	-161,949112646125	-20223,164102615	-1977,59306797658
b1	-1,5722911916574	9,678111895935	2785,096004515870	227,670506503750
b2	0,3867614152573	11,013734829904	-606,062821645920	-5,252147757595
b3		-0,624812986916	42,008163470277	-6,396508178699
b4			-95,971564083977	0,174413287251
b5			-4,712935636932	

Çizelge 4.15. NTK ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	NTK Linear	NTK Interaction	NTK Quadratic	NTK Purequadratic
b0	10,0850174306481	-366,8802168819830	586,1436430669730	-971,9922121469480
b1	-0,217958307083	21,017208448190	-223,211008687835	111,898093724378
b2	0,098787903439	15,8780096696626	117,583292786749	-0,909693391741
b3		-0,888575363343	-12,669028276904	-3,164922658845
b4			14,801031949396	0,023502107333
b5			2,250604326970	

Çizelge 4.16. NSS ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	NSS Linear	NSS Interaction	NSS Quadratic	NSS Purequadratic
b0	-18,2482302459	-187,865734769056	-8472,991712756300	-2361,468426950120
b1	1,883255943956	11,328060272790	1137,680308445600	273,313373373106
b2	-0,433150448357	11,280004808136	-212,920176921698	-8,535976370078
b3		-0,652107697314	14,462862885444	-7,661425420291
b4			-38,227835816234	0,270353451277
b5			-1,444053655557	

Çizelge 4.17. TSTK ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	TSTK Linear	TSTK Interaction	TSTK Quadratic	TSTK Purequadratic
b0	8,87349899405684	-60,9286194504833	404,154423722404	-204,190816730811
b1	0,046188757967	4,416498252479	52,072820527348	-2,198590413502
b2	-0,041385507013	2,980954341283	-65,521028964152	19,135058481517
b3		-0,189367920330	-3,781878356225	0,072589979884
b4			1,288243420401	-0,398836962790
b5			2,547772931804	

Çizelge 4.18. TSSS ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	TSSS Linear	TSSS Interaction	TSSS Quadratic	TSSS Purequadratic
b0	8,957547689354080	-20,358640266078000	-31,580010072954300	-32,937631115131300
b1	1,045446466930	2,218147861348	-12,523901174470	-5,496557755789
b2	-1,038344256100	1,642942024888	17,388101626554	10,746622133899
b3		-0,127750142819	10,696689202083	0,192162969626
b4			-5,091557113870	-0,356783934795
b5			-5,755430630060	

Çizelge 4.19. TKSS ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	TKSS Linear	TKSS Interaction	TKSS Quadratic	TKSS Purequadratic
b0	5,25722327953895	-68,35958481002700	624,19683531184900	-42,86147848184110
b1	0,231391942318	3,308123974315	-95,472805396011	1,502973835944
b2	-0,144241208248	4,708498229231	68,228310019501	4,120636508235
b3		-0,202485045901	-4,556756285224	-0,025366635593
b4			3,465325604698	-0,140531058037
b5			1,321045017047	

- Üç değişkenli modellerin denklem katsayıları ve denklem formları aşağıda verilmektedir.

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} \quad (4.6)$$

- Interaction denklem formu

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} * (x_1 * x_2)^{B_4} * (x_1 * x_3)^{B_5} * (x_2 * x_3)^{B_6} \quad (4.7)$$

- Quadratic denklem formu

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} * (x_1 * x_2)^{B_4} * (x_1 * x_3)^{B_5} * (x_2 * x_3)^{B_6} * (x_1^2)^{B_7} * (x_2^2)^{B_8} * (x_3^2)^{B_9} \quad (4.8)$$

- Purequadratic denklem formu

$$y = \beta_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} * (x_1^2)^{B_4} * (x_2^2)^{B_5} * (x_3^2)^{B_6} \quad (4.9)$$

Çizelge 4.20. NTSTK ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	NTSTK Linear	NTSTK Interaction	NTSTK Quadratic	NTSTK Purequadratic
b0	34,3720125320798	-4002,54360711852	-22279,92138096280	-4923,30767549198
b1	-1,707453765514	263,365847140452	2832,107933771650	528,765282078284
b2	0,500266427429	-71,929248541465	-684,402316663015	-27,318977312442
b3	-0,121271981843	182,009219561429	183,545840059911	34,104990854790
b4		1,446140524226	45,740915394098	-14,788586570642
b5		-11,771158582475	-15,754734473451	0,873341160443
b6		1,879656024847	0,662332439214	-0,693583035551
b7			-88,171274933344	
b8			-4,881605348606	
b9			1,826102925168	

Çizelge 4.21. NTSSS ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	NTSSS Linear	NTSSS Interaction	NTSSS Quadratic	NTSSS Purequadratic
b0	-11,3754243300647	-732,999036452953	-6795,67172812044	-2159,12387562725
b1	1,437028124530	49,498368587332	876,828944048192	249,110336320394
b2	1,014028499551	13,872005105913	-421,812378974989	-3,735306684706
b3	-1,347040307763	24,891425510380	279,707425202963	-3,227799417069
b4		-1,281032013129	28,459873709736	-6,981499125586
b5		-1,912912615368	-19,464381900890	0,130225562165
b6		0,587303646550	17,231761836024	0,093433206548
b7			-28,159426872342	
b8			-11,711626288094	
b9			-6,198662292989	

Çizelge 4.22. NTKSS ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	NTKSS Linear	NTKSS Interaction	NTKSS Quadratic	NTKSS Purequadratic
b0	-32,3211995673485	-2509,66431750519	-26084,66822649520	-2946,31305978303
b1	2,563581131015	171,433181847522	3629,887628018100	335,419727268725
b2	0,330576335805	106,609793765248	-19,346022443237	5,278136182946
b3	-0,818606677202	-38,511916623841	-776,556630646711	-13,575566761917
b4		-7,218338168726	-8,188854570687	-9,385269050127
b5		0,206964164065	58,516388200134	-0,102089821084
b6		1,429321839140	-4,457504088181	0,419237449842
b7			-121,785212876863	
b8			4,891023040054	
b9			-5,147605228838	

Çizelge 4.23. TSTKSS ÖS modelinin denklem katsayıları

Modeller	TSTKSS Linear	TSTKSS Interaction	TSTKSS Quadratic	TSTKSS Purequadratic
b0	9,21915025073655	-205,259007139118	-57,096232007810	-297,641046679646
b1	1,057285698116	-51,656244230958	9,351542685604	-25,818182182277
b2	-0,018922361831	10,601502214580	-12,369509821136	24,021549158736
b3	-1,037405728467	60,839421631325	18,054202576291	26,891385336150
b4		2,040877303883	-2,175138920355	0,845322041705
b5		0,149932422559	-12,162043828560	-0,488740620374
b6		-2,629376490836	0,271799673949	-0,867029637824
b7			7,682342586585	
b8			0,863381777233	
b9			5,104743716396	

- Dört değişkenli tahmin modellerinin katsayıları ve denklem formları aşağıda belirtilmektedir.

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} * x_4^{B_4} \quad (4.10)$$

- Interaction denklem formu

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} * x_4^{B_4} * (x_1 * x_2)^{B_5} * (x_1 * x_3)^{B_6} * (x_1 * x_4)^{B_7} * (x_2 * x_3)^{B_8} * (x_2 * x_4)^{B_9} * (x_3 * x_4)^{B_{10}} \quad (4.11)$$

- Quadratic denklem formu

$$y = B_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} * x_4^{B_4} * (x_1 * x_2)^{B_5} * (x_1 * x_3)^{B_6} * (x_1 * x_4)^{B_7} * (x_2 * x_3)^{B_8} * (x_2 * x_4)^{B_9} * (x_3 * x_4)^{B_{10}} * (x_1^2)^{B_{11}} * (x_2^2)^{B_{12}} * (x_3^2)^{B_{13}} * (x_4^2)^{B_{14}} \quad (4.12)$$

- Purequadratic denklem formu

$$y = \beta_0 * x_1^{B_1} * x_2^{B_2} * x_3^{B_3} * x_4^{B_4} * (x_1^2)^{B_5} * (x_2^2)^{B_6} * (x_3^2)^{B_7} * (x_4^2)^{B_8} \quad (4.13)$$

Çizelge 4.24. NTSTKSS ÖS modelinin denklem katsayıları

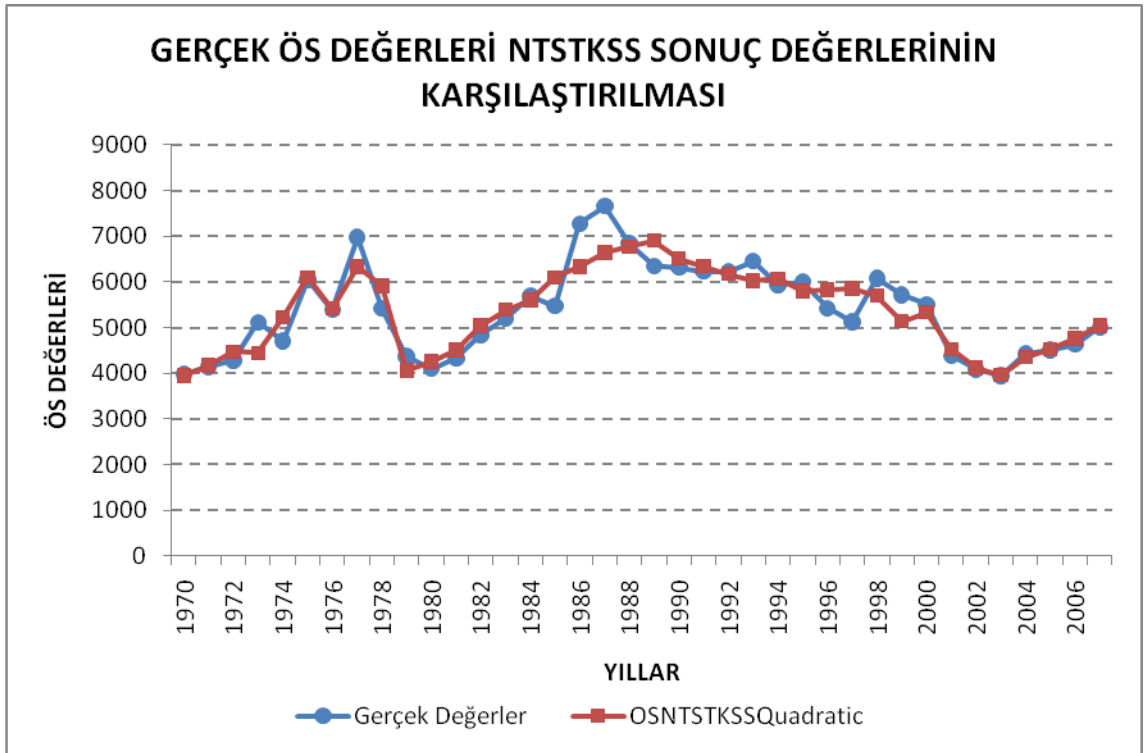
Modeller	NTSTKSS Linear	NTSTKSS Interaction	NTSTKSS Quadratic	NTSTKSS Purequadratic
b0	-14,3314468601281	-955,584519790604	-1163,364568721100	-3854,212493929900
b1	1,584701140948	47,074903202350	358,105324526825	401,937308499215
b2	0,971582848680	14,002270549666	-66,111566295863	-33,804938659316
b3	0,062679683694	-22,253768985222	-316,326478643781	33,530991701482
b4	-1,381871615704	86,907774414609	289,256418879635	13,746207728959
b5		-5,344042157394	4,353293021615	-11,195718966806
b6		2,661673149589	14,776453254629	1,089119398476
b7		-1,732445975208	-12,014567081573	-0,677842742629
b8		2,080270265675	-1,937275561479	-0,455867409881
b9		1,945626744635	4,224572601853	
b10		-3,575274251761	-7,725783471538	
b11			-16,512211933319	
b12			-1,046486053413	
b13			4,232010294639	
b14			1,484586259393	

Ölüm sayısı için gerçek değerlerle ve logaritmik değerler ile oluşturulan modeller arasında en iyi performansı logaritmik değerler ile NTSTKSS modeli vermektedir. Modelin denklemi Denklem 4.12’de verilemektedir.

$$\begin{aligned} \text{ÖS} = & -1163,3645687211 * N^{358,105324526825} * TS^{-66,111566295863} * TK^{-316,326478643781} * \\ & SS^{289,256418879635} * (N * TS)^{4,353293021615} * (N * TK)^{14,776453254629} * (N * SS)^{-12,014567081573} * \\ & (TS * TK)^{-1,937275561479} * (TS * SS)^{4,224572601853} * (TK * SS)^{-7,725783471538} * \\ & (N^2)^{-16,512211933319} * (TS^2)^{-1,046486053413} * (TK^2)^{4,232010294639} * (SS^2)^{1,484586259393} \end{aligned} \quad (4.14)$$

4.2.6 Gerçek Ölüm Sayısı Değerleri ile En İyi Logaritmik Tahmin Modeli Sonucunun Karşılaştırılması

Oluşturulan tahmin modelleri arasında en iyi sonucu veren model Quadratic regresyon tekniği ile oluşturulan NTSTKSS modeli olduğu görülmektedir. Bu modelin yıllara göre tahmin değerlerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması Şekil 4.30'de verilmektedir.



Şekil 4.30. Gerçek ÖS değerleri ile Logaritmik NTSTKSS modelinin tahmin değerleri ile karşılaştırılması

Şekil 4.30'da görüldüğü gibi 1970-1984 yılları arasında gerçek ÖS değerleri ile tahmin edilen ÖS değerleri bir uyum içerisinde eğilim göstermektedir. 1984-2000 yılları arasında ise ortalama bir seyir yakalamakta ve 2000 yılından sonra tahmin değerleri gerçek değerleri eğilimleri aynı seyri gösterdiği görülmektedir. Bu durum gelecek yıllardaki tahmin değerlerine ciddi referans olduğu söylenebilir.

4.3. YSA Tahmin Modellerinin Oluşturulması

YSA'da nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometre ve sürücü sayısı bağımsız değişkenleri kullanılarak ölü sayısı tahmin modelleri oluşturulmaktadır. Burada 1970-2007 yılları arasındaki verilerden yararlanılarak modeller oluşturulmaktadır.

Çalışmamızda ilk yapılan uygulamada model oluşturulurken tarihsel veri aralığı tarafımızdan belirlenmektedir. Burada kullanılan veri setinin ilk 26 yılı modelin eğitimi için kullanılmakta, son 12 yılı ise test için kullanılmaktadır. Burada oluşturulan modellerde sadece eğitim ve test veri setleri kullanılmaktadır.

İkinci uygulamada ise Matlab programının bir uygulaması olan modellerin eğitim, geçerlilik ve test yıllarının oluşturulmasında yılların rastgele olarak seçilmesi tekniği uygulanmaktadır. Burada model eğitimi yapılırken eğitim süreci geçerlilik veri setinin 6 devir üst üste HKO oranında artış gösterdiği ve trainin ise öğrenim süreci ezber konumuna geçtiği noktada modelin eğitimi tamamlanmakta ve durmaktadır. Bu durumda modelin devir sayısı, nöron sayısı ve hataların karesi ortalaması değeri belirlenmektedir. Bu teknikle oluşturulan modellerin veri setleri oranları eğitim seti için %60, geçerlilik veri seti için %20 ve test veri seti için %20'dir.

Üçüncü bölümde ise ölüm sayısı için yapılan her iki uygulama sonucunda performans değeri en yüksek olan modellerin YSA'da formülasyonu oluşturulmaktadır. Oluşturulan tahmin modellerinin gizli katmanlarında farklı nöron sayılarının olmasının yanında, farklı öğrenim algoritmaları ile eğitilmekle birlikte ve farklı transfer fonksiyonlarına sahiptirler. Bunların yanı sıra farklı epoch sayılarında da birçok denemeler yapılmaktadır. Ayrıca performans fonksiyonu olarak hataların kareleri ortalaması değerlerinden yararlanılmaktadır. YSA tekniği ile oluşturulan tahmin modelleri aşağıda belirtilmektedir.

4.3.1 Tarihsel Veri Seti Belirtilerek Oluşturulan YSA Modelleri

Burada kullanılan bağımsız değişkenler nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometre ve sürücü sayısı değişkenleridir. Bağımlı değişken olarak ise ölüm sayısı kullanılmaktadır. Oluşturulan tahmin modellerinin performanslarını ölçmek için korelasyon katsayısı değerlerini, yüzde hatalarının ortalaması değerleri ve hataların kareleri ortalaması değerlerinin sonuçlarına bakılarak modellerin sonuç değerlendirmeleri yapılmaktadır.

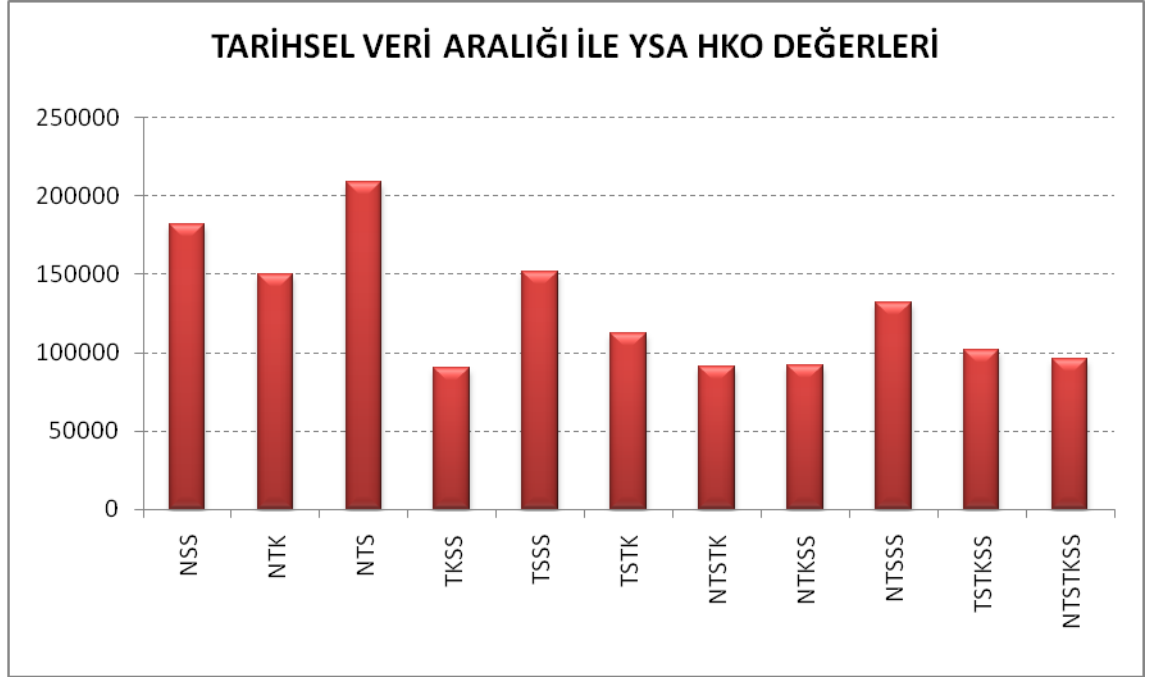
Modellerde eğitim süreci miktarı 26 yıl olarak belirlenmektedir. Kalan 12 yıllık veri aralığı ise test verisi olarak işleme alınmaktadır. 12 yıllık veri setinde sonuç değerleri testten geçirilmektedir. Çizelge 4.25’de bu modellerin performans değerleri sonuçları verilmektedir.

Çizelge 4.25. Tarihsel veri seti kullanılarak oluşturulan modellerinin R kare, HKO ve YHO değerlerinin karşılaştırılması

MODELLER	RKARE			HKO			YHO (%)		
	Eğitim	Test	Toplam	Eğitim	Test	Toplam	Eğitim	Test	Toplam
NTS	0,825	0,384	0,781	183977	262626	208813	5,71	9,13	6,79
TSSS	0,894	0,455	0,843	112831	235869	151685	4,40	9,12	5,89
NTK	0,876	0,609	0,845	130699	190672	149638	5,14	7,81	5,98
TKSS	0,933	0,725	0,906	71964	130231	90365	3,68	6,51	4,58
NSS	0,854	0,541	0,821	157379	235545	182063	4,81	9,27	6,22
TSTK	0,927	0,592	0,882	78223	186837	112522	3,64	7,75	4,94
NTSSS	0,935	0,458	0,865	69014	267847	131803	3,13	6,83	4,30
TSTKSS	0,924	0,785	0,897	80161	147899	101552	3,75	6,10	4,49
NTSTK	0,944	0,637	0,905	59128	161088	91326	3,19	6,19	4,14
NTKSS	0,954	0,818	0,911	48708	185146	91794	2,79	6,05	3,82
NTSTKSS	0,946	0,702	0,902	56827	179330	95512	2,79	7,75	4,36

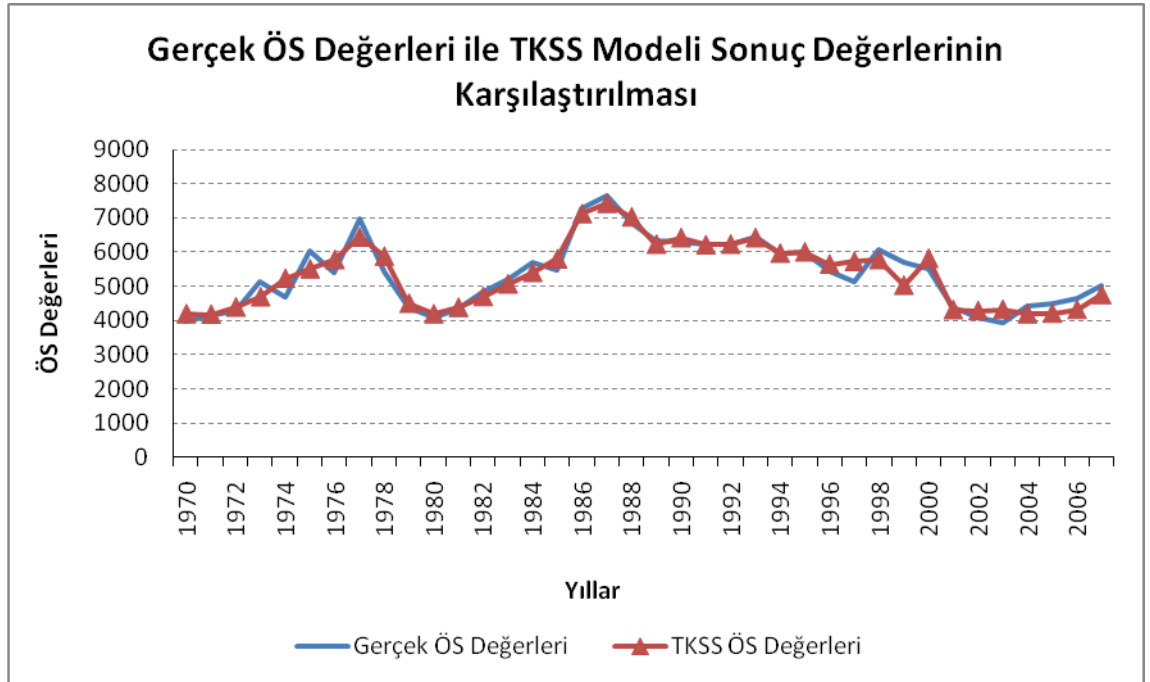
Çizelge 4.25’de görüldüğü gibi YSA tekniği ile oluşturulan modellerin sonuçları görülmektedir. Burada hatalarının karesi ortalaması değeri en düşük modelin iki değişkenli TKSS olduğu görülmektedir. Analizler sonucunda, 15 nörona, LM öğrenim algoritmasına, 10 epoch sayısına ve tansig transfer fonksiyonuna sahip model olarak bulunmaktadır. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,906 oranında, hatalarının karesi ortalaması değeri 90 365 değerinde ve yüzde hataların ortalaması değeri %4,58 oranında çıktığı görülmektedir. Şekil 4.31’de YSA modellerinin HKO değerlerinin grafik ortamında gösterilmektedir.

Şekil 4.31’de görüldüğü gibi HKO değeri en yüksek modelin NTS olduğu görülmektedir. HKO değeri en düşük olan modelin ise TKSS olduğu görülmektedir.



Şekil 4.31. Tarihsel veri aralığı ile YSA modellerinin HKO değerlerinin belirlenmesi

Şekil 4.32’de TKSS modelinin sonuç değerlerinin gerçek ölüm sayısı değerleri ile karşılaştırılması görülmektedir.



Şekil 4.32. Gerçek ÖS değerleri ile TKSS modeli değerlerinin karşılaştırılması

TKSS modelinin eğitim ve test yıllarında gerçek değerler ile grafik eğiliminin paralellik ve kesişme gösterdiği görülmektedir. Son yıllarda ise gerçek değerlerin grafik eğilimi ile model çıktısı eğiliminin aynı yönlü hareket ettiği görülmektedir.

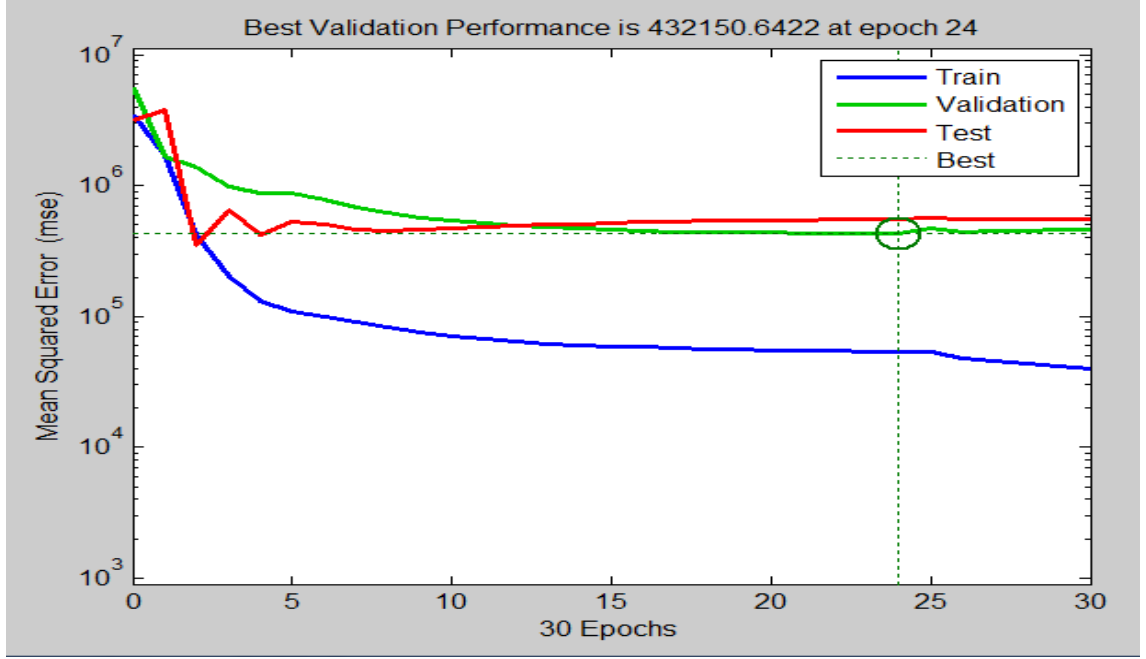
4.3.2. YSA ile Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan Ölüm Sayısı Modelleri

Burada modeller oluşturulurken veri setleri süreci train, validation ve test olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır. Train veri seti sürecinde modellerin eğitimi başlamakta ve şekillenmektedir. Validation sürecinde ise ortaya çıkan tahmin bozuklukları düzeltme sürecine girilmektedir. Hatalar normalize edildikten sonra test veri seti sürecinde test edilmekte ve hata değerleri kontrol edilmektedir.

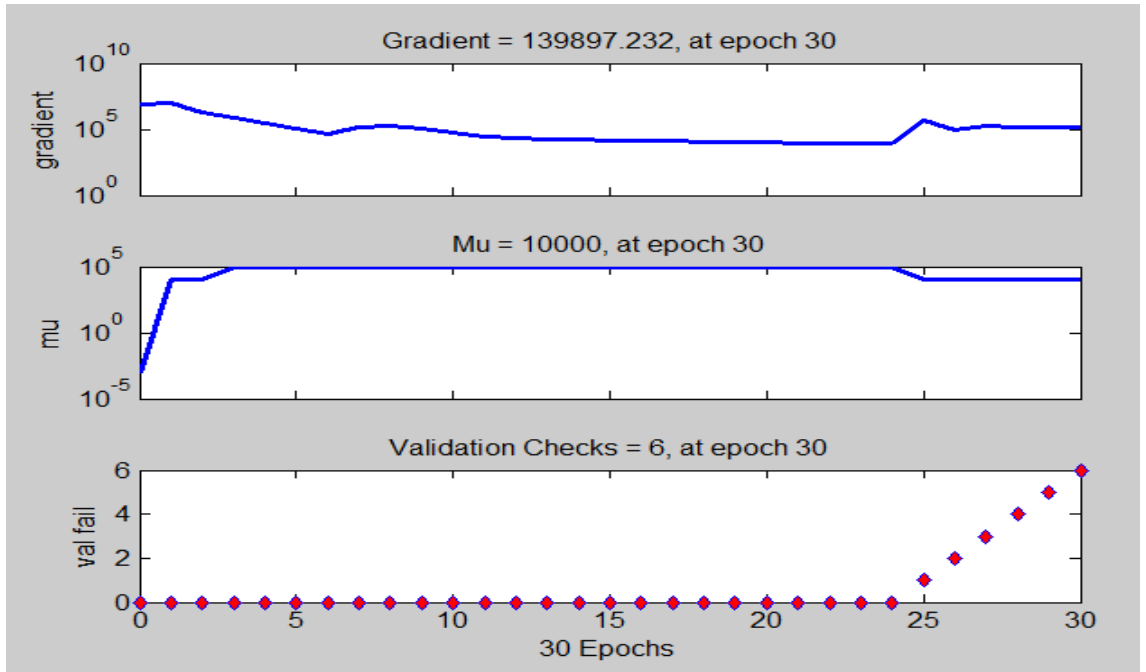
➤ NTS Modeli

Nüfus ve taşıt sayısı ile oluşturulan ölü sayısı tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.33'de görülmektedir. Modellerin performans değerleri ölçülürken hataların kareleri ortalaması (HKO) kıstas olarak ön sırada yer alır. NTS modelinin eğitim süresince geçerlilik (validation) veri setinin HKO değeri 432150.6422 olduğu görülmektedir. Burada amaç modelin devir (epoch) sayısını belirlemektir. Modelin devir sayısı, geçerlilik veri setinin komutu verilen 6 devir üst üste HKO değerinin artış göstermesi ile ortaya çıkmaktadır. Bunun yanında train (eğitim) veri setinin ise öğrenme aşamasından ezberleme aşamasına geçiş noktasında model, devir sayısını tamamlamaktadır. Eğitim sürecinde en iyi (best) noktası modelin en ideal devir sayısının gösterilmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda modelin devir sayısının tamamlandığı noktada modelin ağırlıkları da belirlenmiş olur. Tüm şekillerde görülen Mean Squared Error modellerin hatalarının karelerinin ortalaması değerini göstermektedir.

Şekil 4.34'de NTS modelinin eğitim sürecindeki kullanılan parametreler (Gradient, Mu) ve geçerlilik veri seti eğrilerinin değişim grafiklerini göstermektedir. Şekil 4.34'in üçüncü bölümünde geçerlilik veri setinin 30 devirlik bölümünün 24 devirden sonra 6 devir yükseldiği görülmektedir. Bu da geçerlilik veri setinin HKO değeri ve modelin ağırlıkları belirlenmektedir.



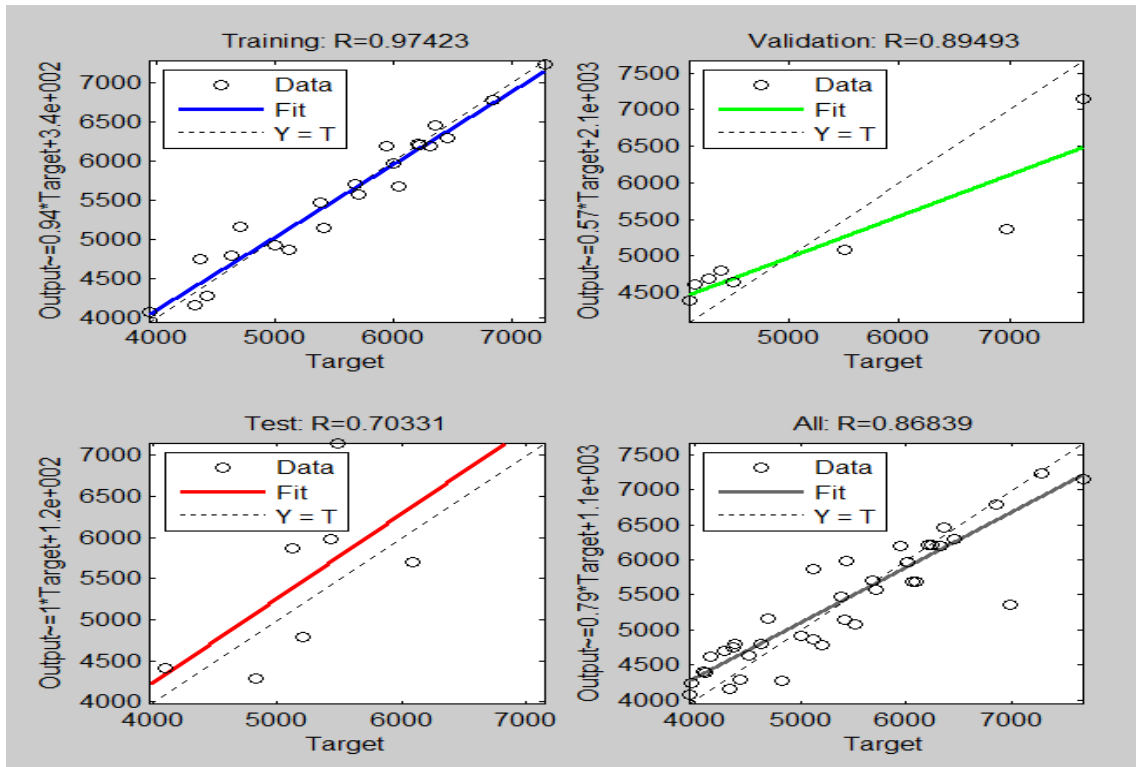
Şekil 4.33. NTS modelinin ölüm sayısı için eğitim sürecinin gösterilmesi



Şekil 4.34. NTS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.35.'de eğitilen NTS modelinin eğitim, geçerlilik ve test verilerinde elde edilen sonuçlarının dağılım grafiği kullanılarak amaç yani gerçek değerlerle karşılaştırılması görülmektedir. Burada oluşturulan modelin tahmin değeri olan çıktısı ile amaç değerlerimiz olan gerçek veriler arasındaki ilişim gösterilmektedir. Her veri seti için

ayrı ayrı ilgileşim katsayıları belirlenmektedir. Böylece eğitim sürecinin hatalı geçip geçmediği değerlendirilebilmektedir. Modelin eğitim veri setinin çıktısı, bulunan dağılımın doğru çizgisi gerçek değerlere ($y=t$) göre başlangıç ve sonuç bölümünde sapmalar olduğu görülmektedir. Geçerlilik veri setinde modelin çıktı değerleri doğrusal eğilim çizgisi , $y=t$ doğrusuna göre azda olsa bir sapma göstermektedir. Toplam dağılım grafiğinde görüldüğü gibi dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek değerler çakışmakta ve ilgileşim katsayısı 0,86839 değerinde çıkmaktadır. Burada eğitim, geçerlilik ve test sonuçlarına bakılırken modelin nasıl eğitim aldığı hakkında fikir verir.

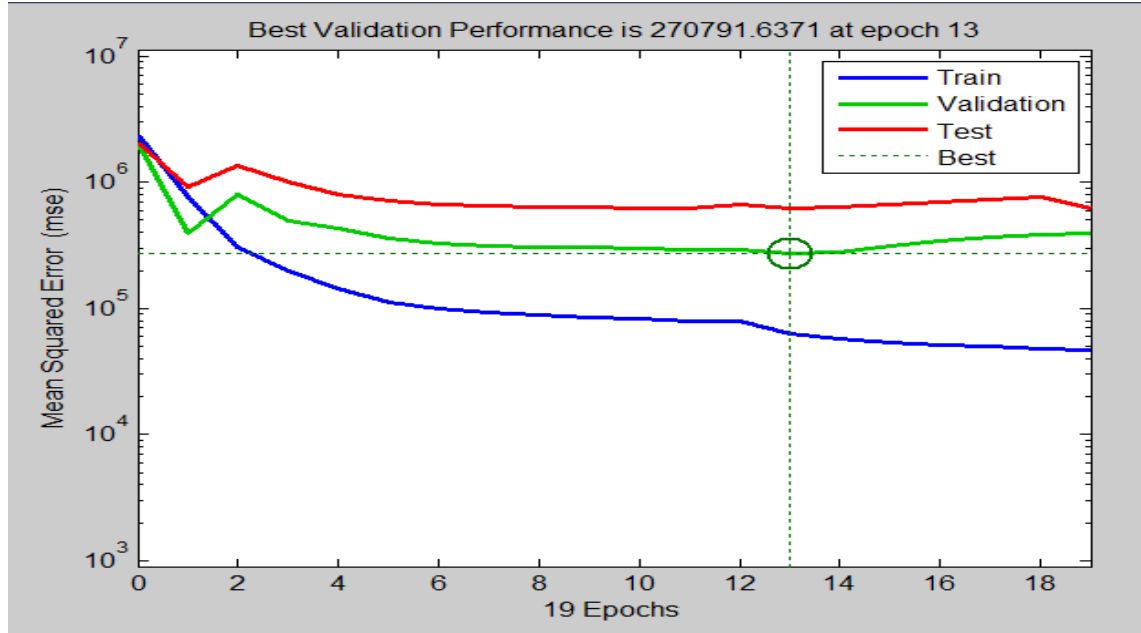


Şekil 4.35. NTS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

➤ NTK Modeli

Şekil 4.36'da NTK tahmin modelinin eğitim süreci görülmektedir. Geçerlilik veri setinin eğitim sürecine bakılarak modelin 13 devir sonrasında tamamlandığı görülmektedir. Bu modelde 13.devirde hatalarının kareleri ortalaması değeri 270791.6371 değerinde olduğu görülmektedir. Burada 13. devirden sonra geçerlilik veri setinin hata değerinin arttığı, eğitim veri setinin ise hata değerlerinin düştüğü

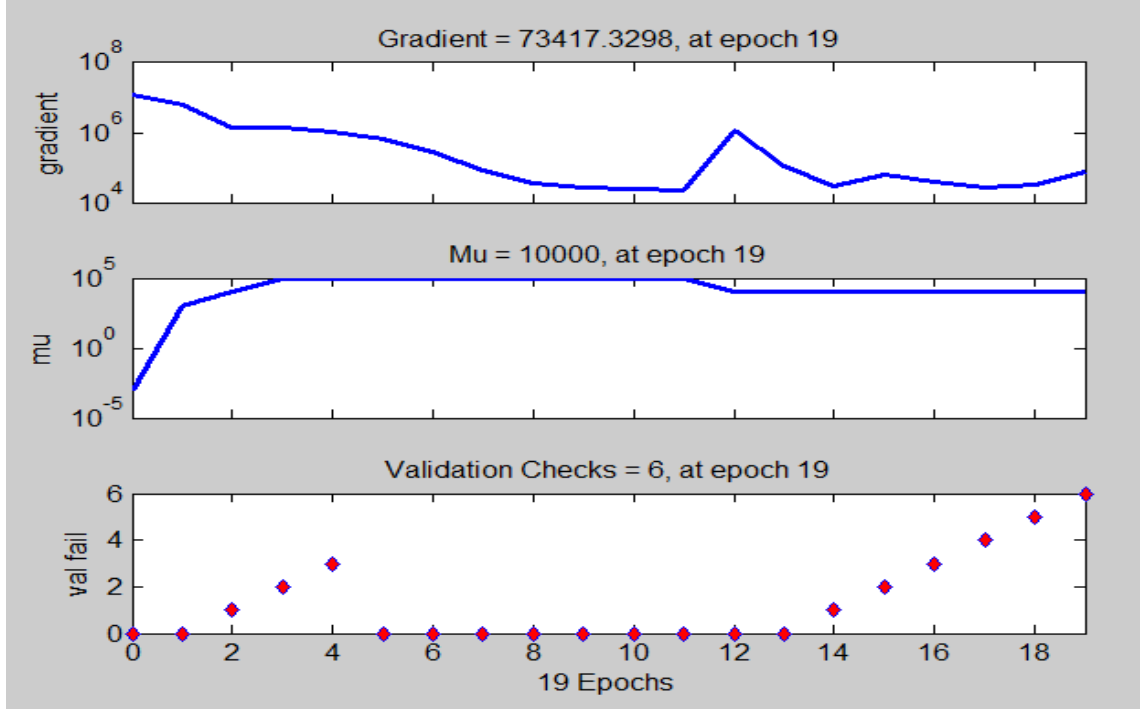
görülmektedir. Yani sistem ezberlemeye başlama aşamasına gelmektedir. Bu yüzden sistem 6 devir sonraya bakarak 13 döngüden sonra kendini durdurur.



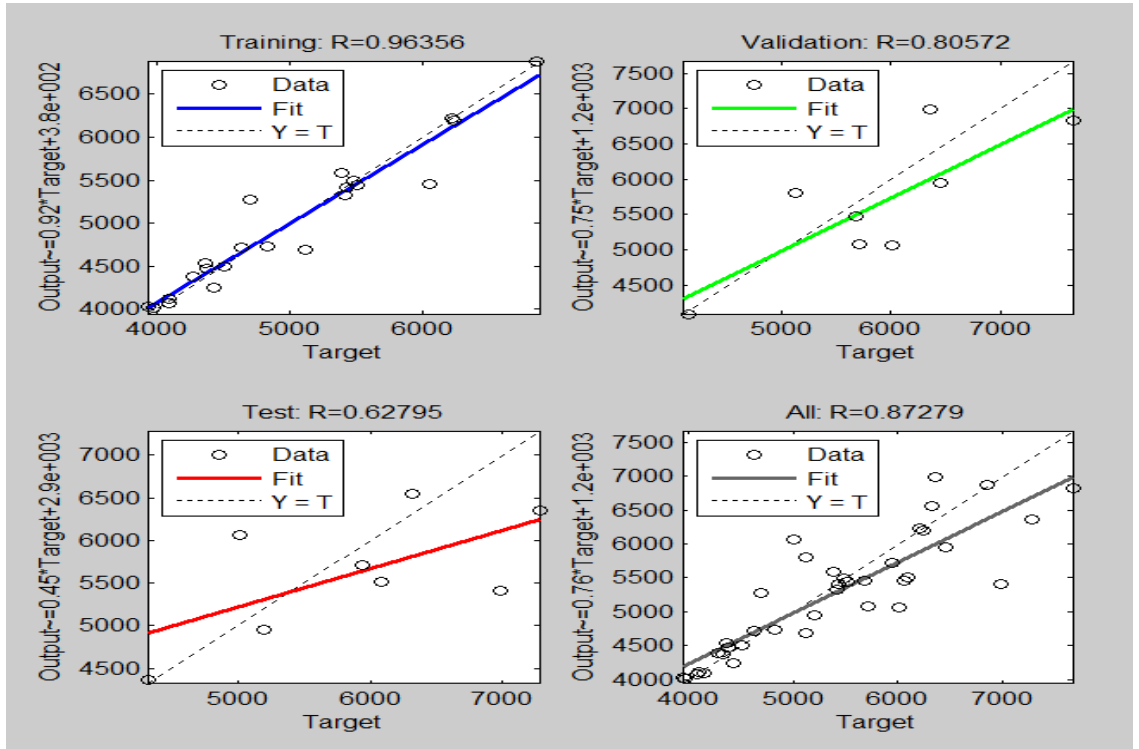
Şekil 4.36. NTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci

Şekil 4.37'de görüldüğü gibi Gradient, Mu parametreleri ve Geçerlilik veri setinin 19 devir boyunca değişimleri görülmektedir. Burada geçerlilik veri seti grafiğine baktığımızda 3 devir yükselme seyri yakalanmakta fakat döngü 6 devire göre ayarlandığından 13 devirden sonra 6 devir yükselme seyri gösterilmektedir. Bu durum da 13 devir tamamlanınca model eğitimini tamamlamaktadır.

Şekil 4.38'de görüldüğü gibi eğitim, geçerlilik ve test veri setlerinin sonuçlarının dağılım grafikleri görülmektedir. Ayrıca dağılım grafiklerinin doğrusal eğilim çizgileri belirtilmektedir. Bu modelde test veri seti aşamasında yapay sinir ağının tam olarak istenilen eğitimi alamadığı görülmektedir. Burada tahmin değerlerinin gerçek değerlere yakınlığı gösterilmektedir. Tüm veri seti dağılımlarının toplandığı grafiğe görüldüğü gibi dağılımın doğrusal eğilim çizgisi ile gerçek veri değerleri arasındaki ilgileşim 0,87279 değerinde çıktığı görülmektedir.



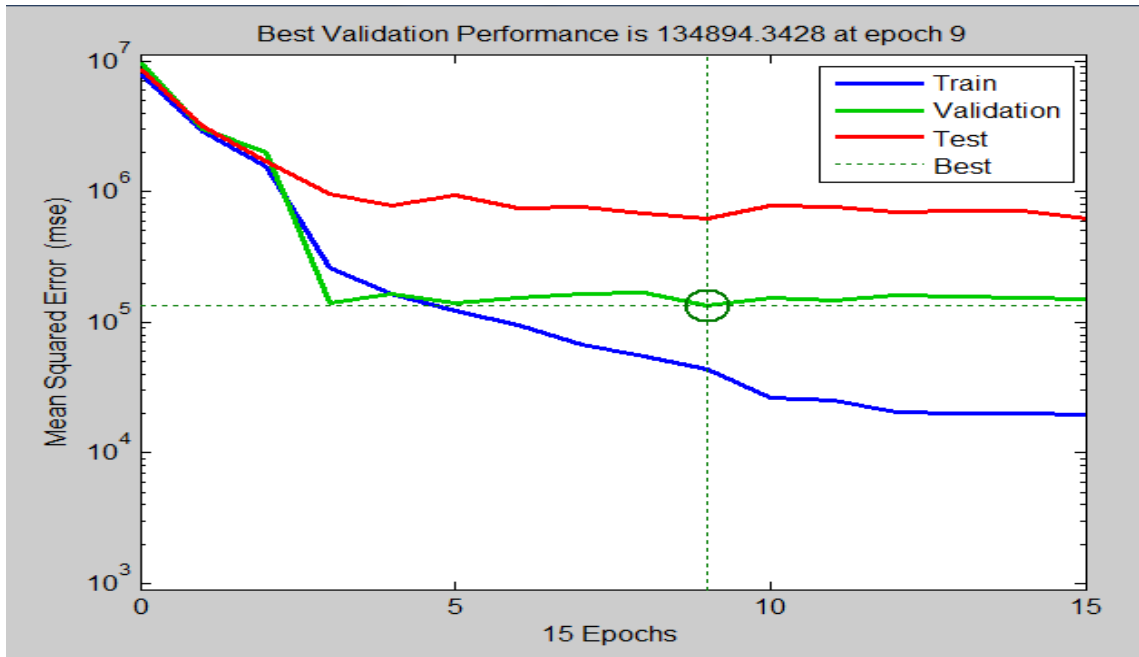
Şekil 4.37. NTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitiminde kullanılan parametrelerin değişimi



Şekil 4.38. NTK modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

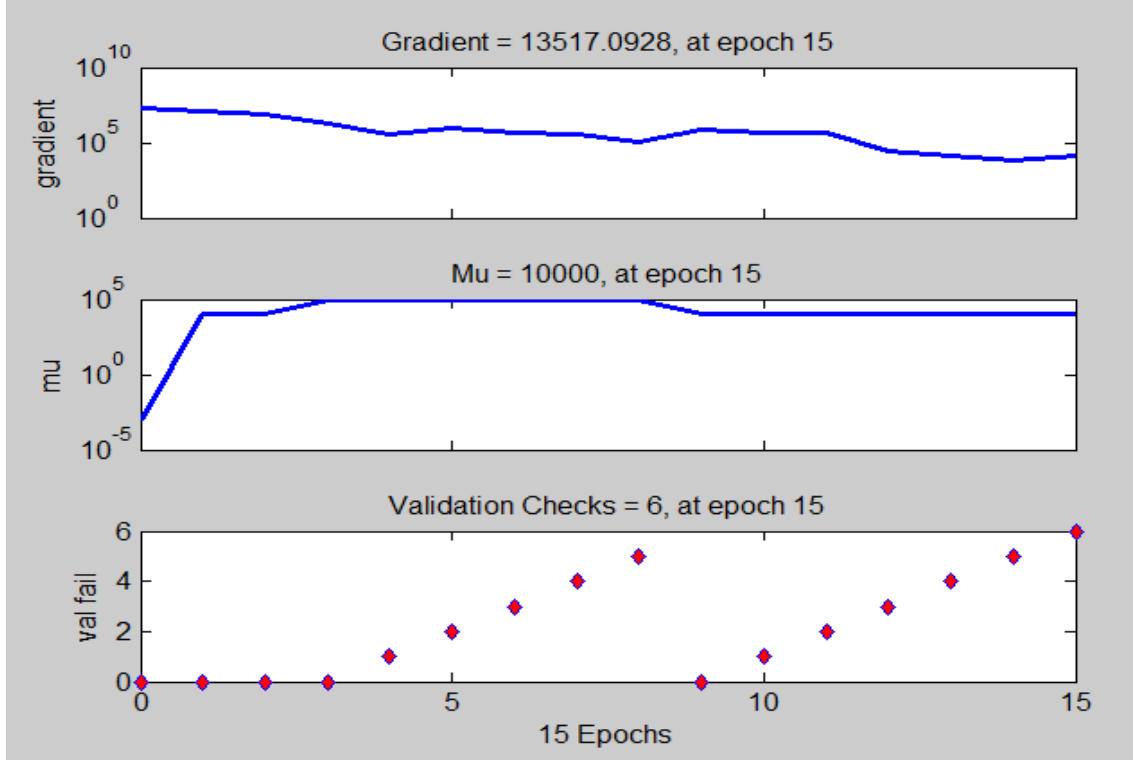
➤ NSS Modeli

NSS tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.39’de görülmektedir. Burada modelin eğitim veri seti 9. devirden sonra ciddi bir öğrenme kaydettiği görülmektedir. Aynı zamanda geçerlilik veri setinin 9.devirden sonra HKO değerinde 6 döngü boyunca yükselme görülmektedir. Model test veri seti aşamasında ise 5 devirden sonra öğrenme yeteneği yavaşlamaktadır. Bundan dolayı NSS modeli 9.devir tamamlanmakta ve geçerlilik veri setinin hatalarının kareleri ortalaması değeri 134894,3428 değerinde olduğu görülmektedir.



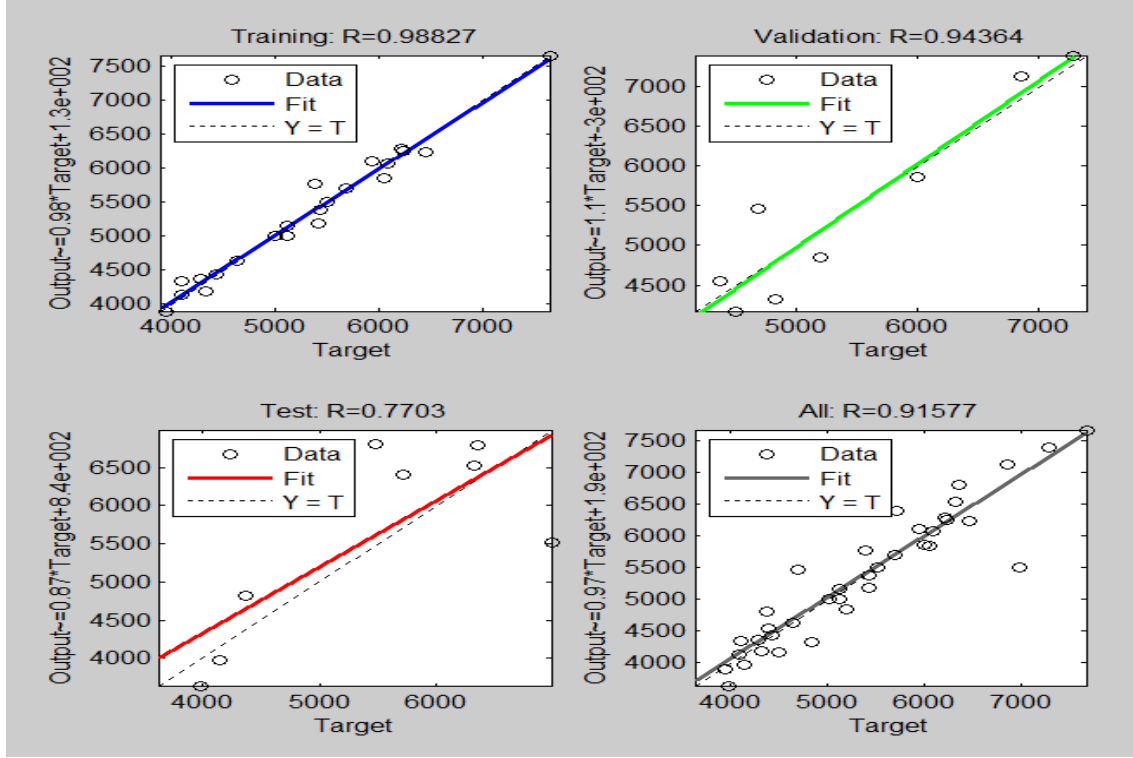
Şekil 4.39. NSS tahmin modelinin eğitim süreci

Şekil 4.40’da NSS tahmin modelinin 15 devir kaydettiği gradient, mu parametreleri ve geçerlilik veri seti değişimi görülmektedir. Geçerlilik veri seti eğrisinde 9.devirden sonra ilk 6 devir sayısında hataların kareleri ortalaması değerinin yükseldiği görülmektedir. Bu yüzden 9. Devirde döngü tamamlanmaktadır.



Şekil 4.40. NSS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.41’te NSS modelinin gerçek değerleri ile tahmin değerlerinin eğitim, geçerlilik ve test veri seti değişimlerinin gerçek değerler ile karşılaştırmaları görülmektedir. Modelin eğitim sürecinde dağılımın gerçek değerlere yakınlık gösterdiği görülmektedir. Bu durum eğitimin ve geçerlilik bölümünde eğitimin sonlarına doğru sapmaların olduğu görülmektedir. Test veri seti değişimi aşamasında ise tahmin dataları son döngülerde gerçeğe yakın değerler yakalamaktadır. Bu modelin tüm eğitim aşamasındaki korelasyon katsayısı değeri 0.91577 oranında çıktığı görülmektedir.

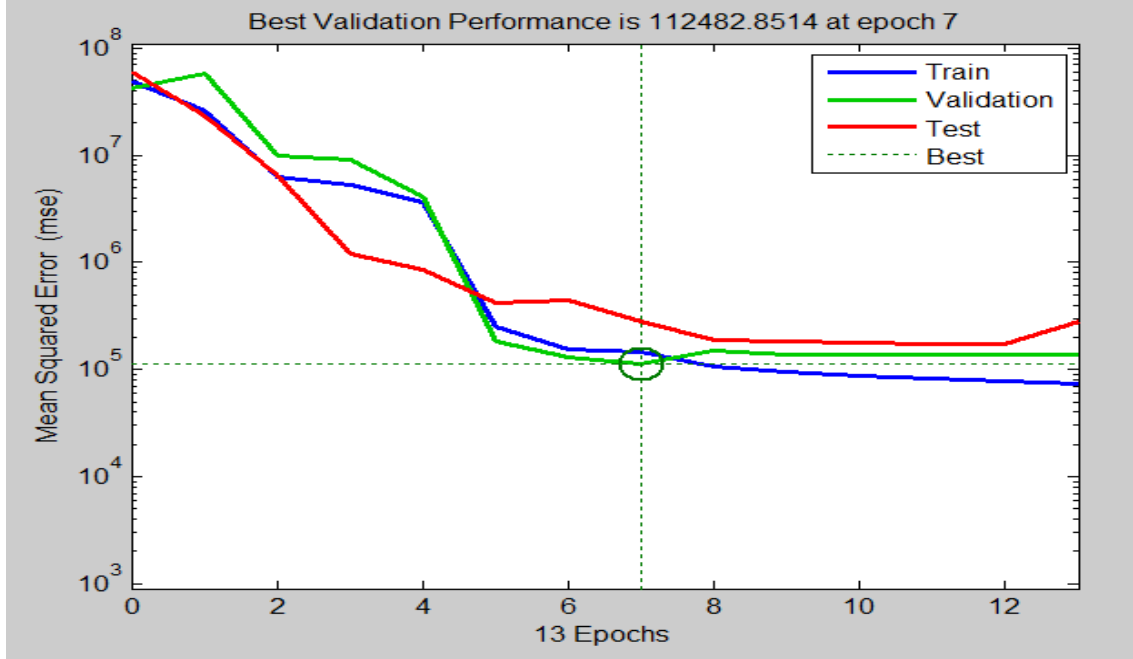


Şekil 4.41. NSS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

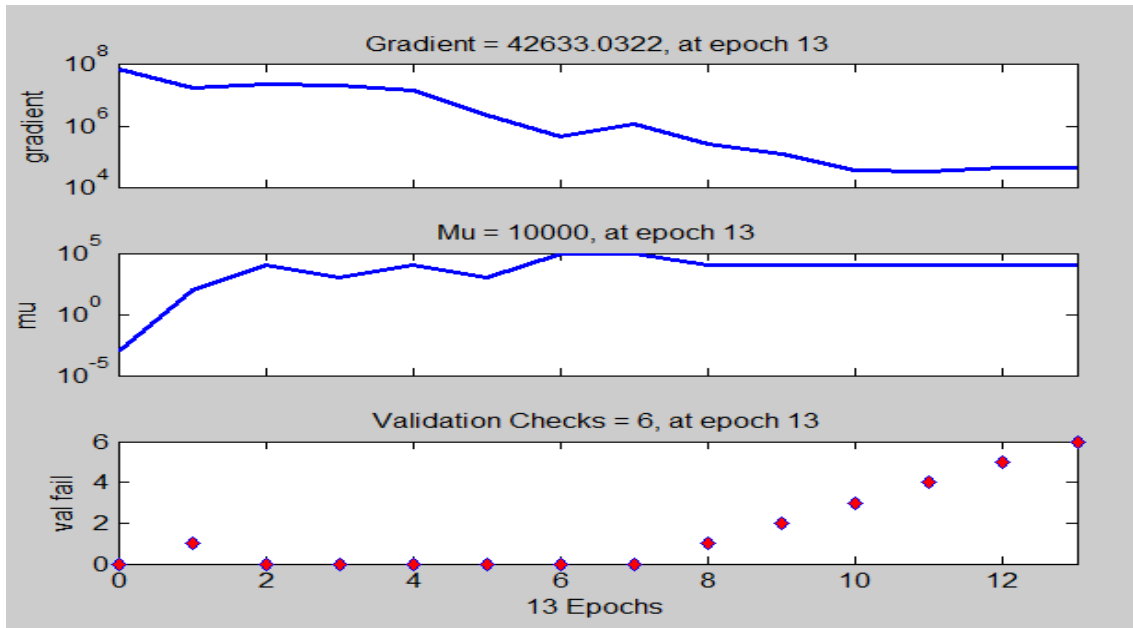
➤ TSTK Modeli

TSTK tahmin modelinin Şekil 4.42’de eğitim sürecindeki verilerin değişim hareketleri görülmektedir. Tahmin modeli geçerlilik veri setinin hata oranının büyüdüğü eğitim veri setinin ise ciddi öğrenme sağlamaya başladığı devir sayısı 7.devirde başlamaktadır. Tüm döngü tamamlandığında geçerlilik veri setinin HKO değeri 112482.8514 değerinde olduğu görülmektedir.

Şekil 4.43’da TSTK modelinin eğitim parametreleri ve geçerlilik veri seti görülmektedir. Bu parametreler gradient ve mu dur. Geçerlilik veri setinin 13 devirlik kısmının grafiğinde 7.devirden sonra 6 devir süresince hata değerinin yükseldiği görülmektedir.



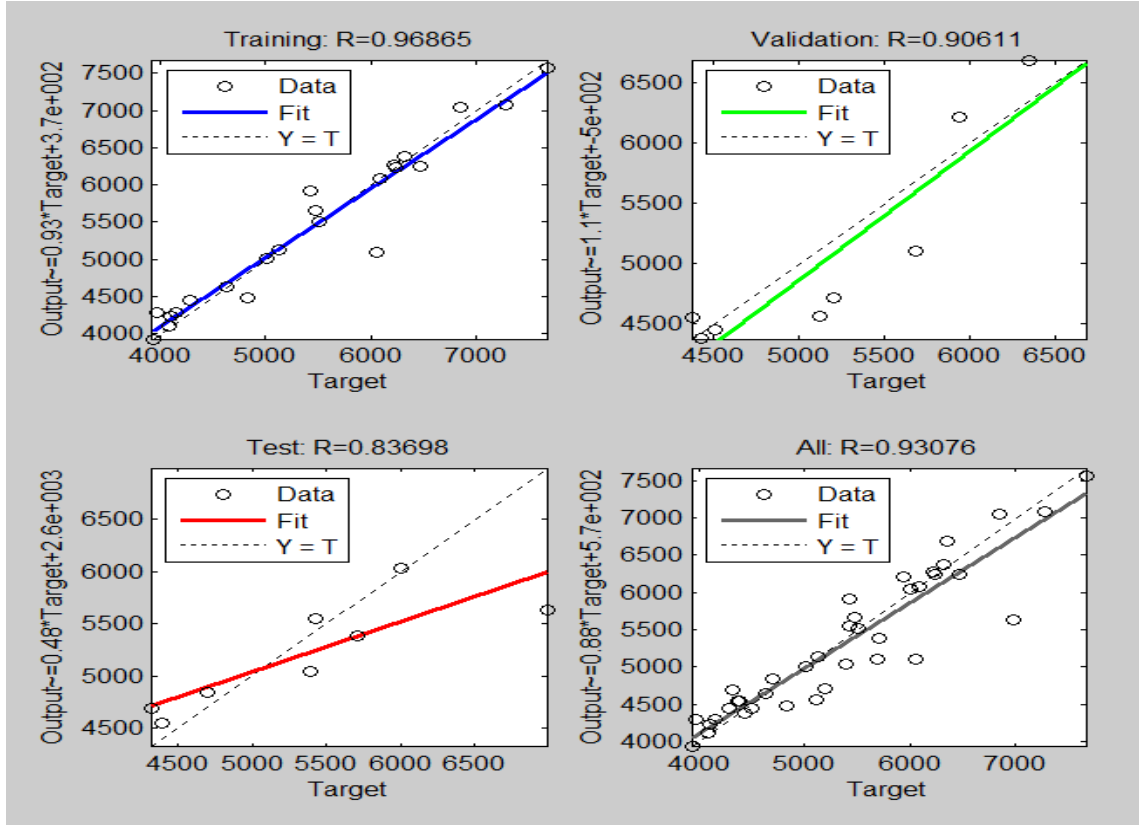
Şekil.4.42. TSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci



Şekil 4.43. TSTK modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.44'de eğitim, geçerlilik ve test veri seti tahmin değerleri sonucu çıkan dağılım grafikleri görülmektedir. Geçerlilik veri seti değerlerinde korelasyon katsayısı yüksek fakat paralele yakın durum söz konusudur. Test veri seti aşamasında ise dağılım eğri

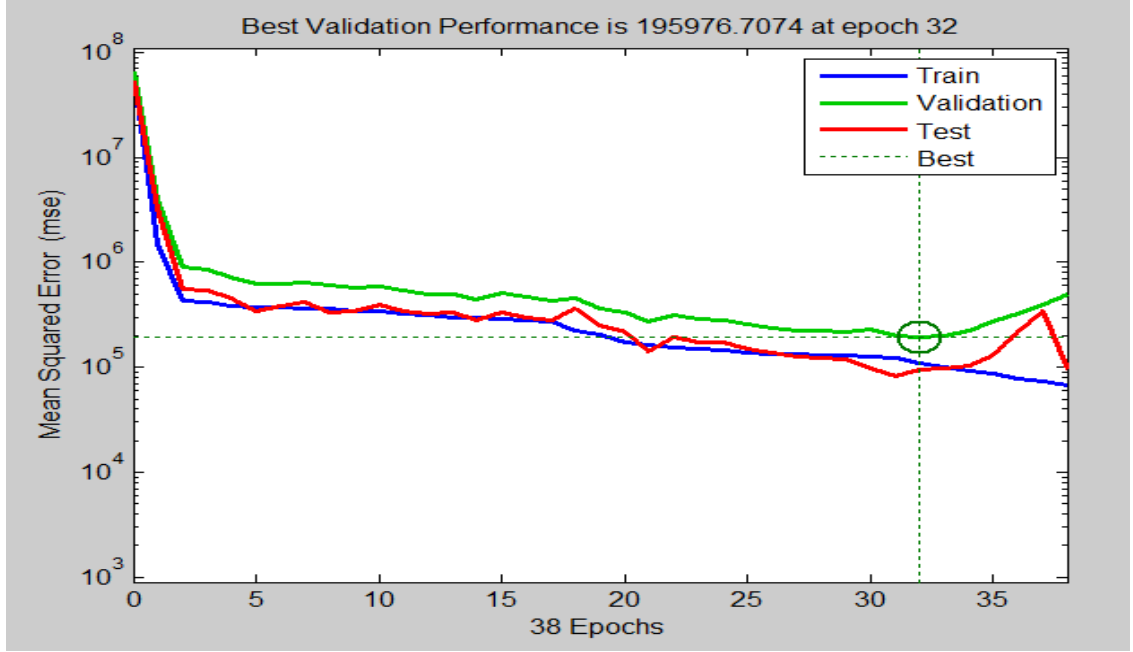
çizgisinin fit denklem çizgisinden uzak olduğu görülmektedir. Bu da modelin eğitim aşamasında çok fazla etkili olmadığını gösterir. Tüm veri setlerinin bulunduğu dağılım grafiğinde ise doğrusal eğilim çizgisinin gerçek değerler ile ilgileşimi 0,93076 değerinde olduğu görülmektedir.



Şekil 4.44. TSTK modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

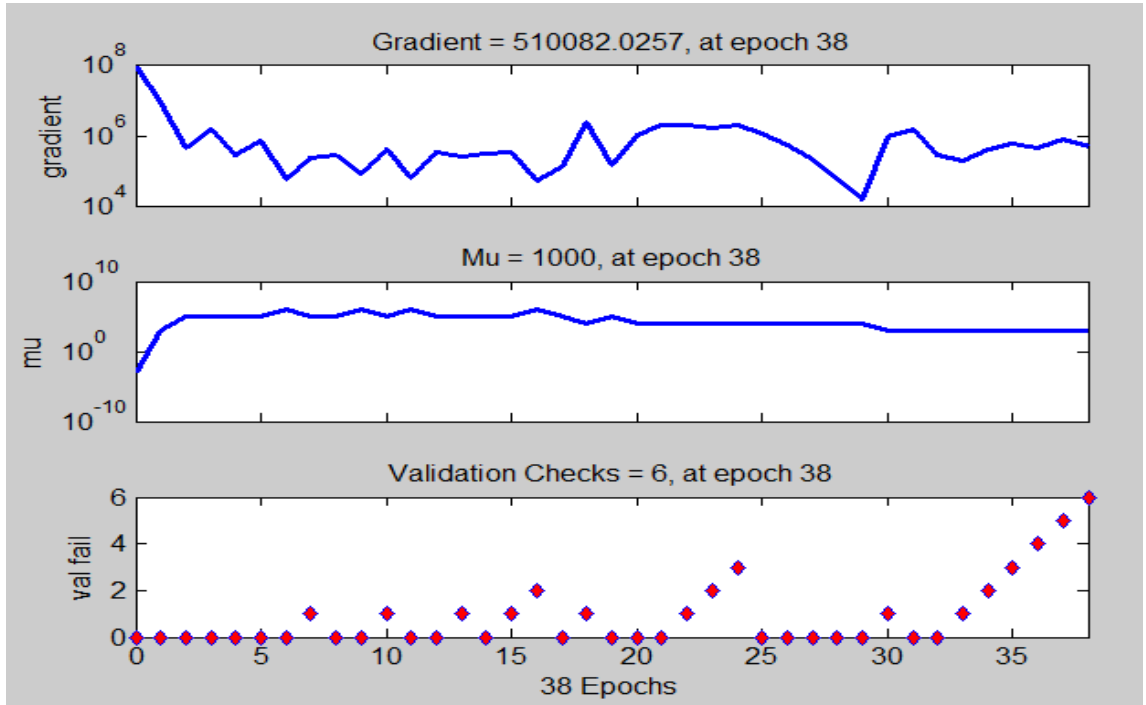
➤ TSSS Modeli

Şekil 4.45’de TSSS tahmin modelinin eğitim sürecinin 32. Döngü sayısında tamamlandığı görülmektedir. Bu modelin 32 devir sonundaki hatalarının kareleri ortalaması değeri 195976.7074 olduğu görülmektedir. Eğitim aşamasında test verilerinin HKO değerlerinin genellikle düşüş kaydettiği görülmektedir.



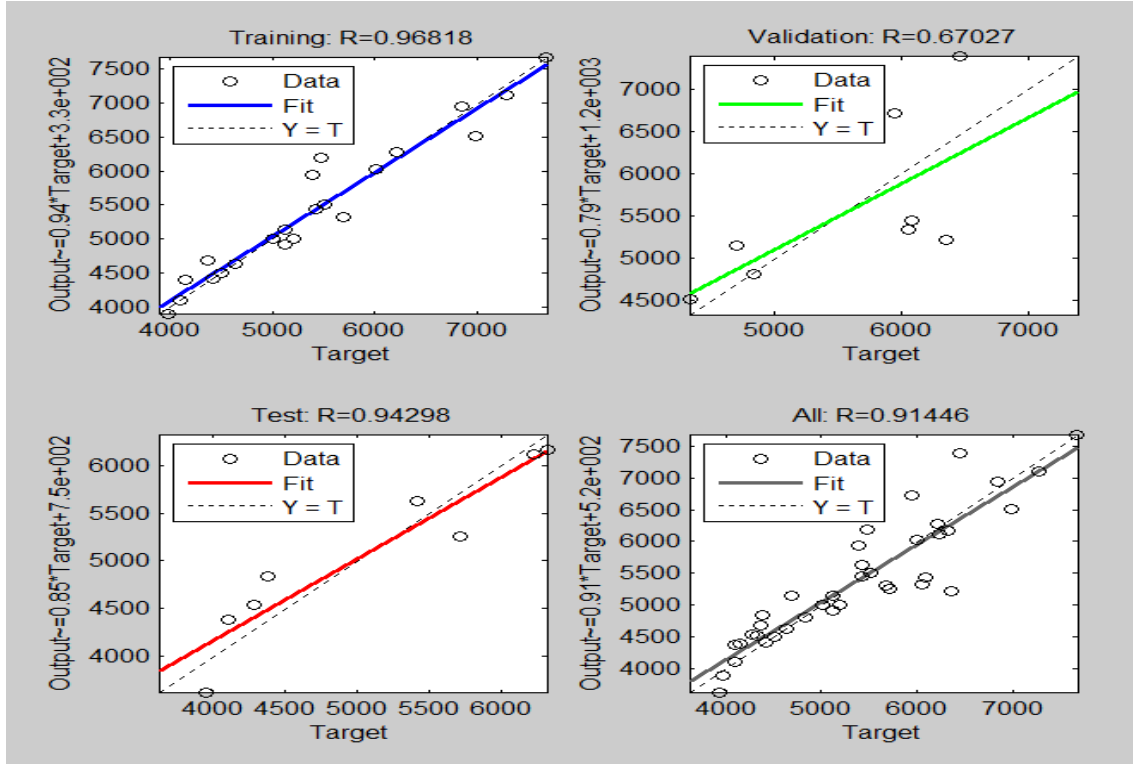
Şekil 4.45. TSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci

Şekil 4.46'da görüldüğü gibi gradient, mu parametrelerinin ve geçerlilik veri seti eğrilerinin 38 devirlik süredeki veri değişimleri görülmektedir. Geçerlilik veri seti eğrisinin 32 devirden sonra 6 devir sayısı kadar yükseldiği görülmektedir.



Şekil 4.46. TSSS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

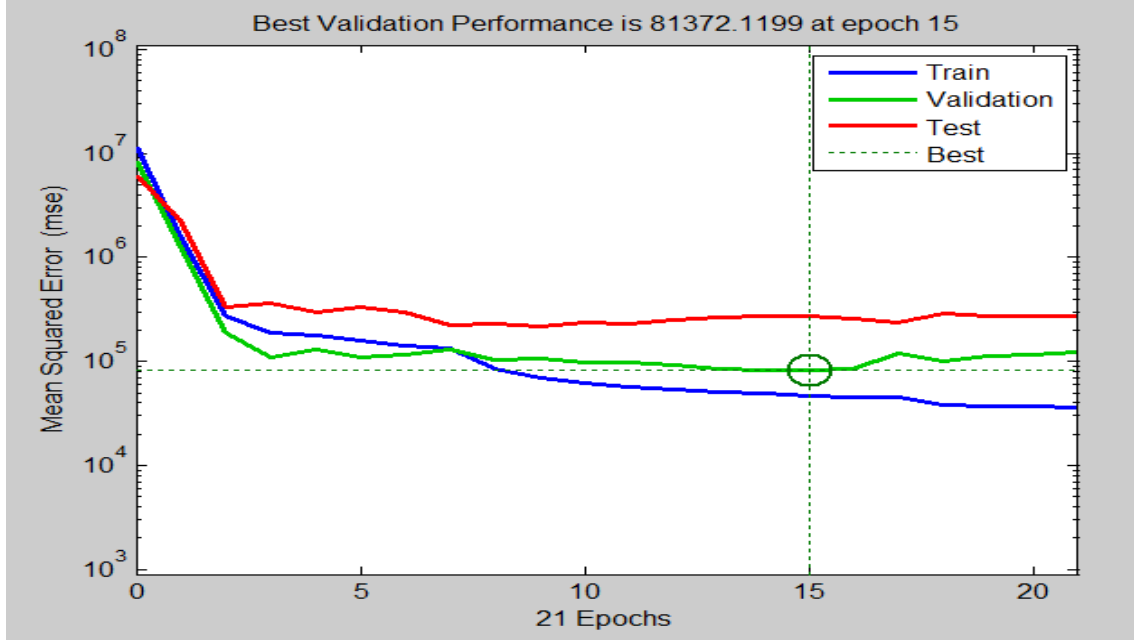
Şekil 4.47’de TSSS modelinin eğitim aşamasında oldukça iyi sonuç verdiği fakat test ve geçerlilik veri seti tahmin sonuçlarının değişimden gerçek değerler ile ilgileşimin istenilen seviyede olmadığı görülmektedir. Tüm veri seti dağılımların görüldüğü grafikte ise R kare değeri 0,91446 oranında olduğu görülmektedir.



Şekil 4.47. TSSS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

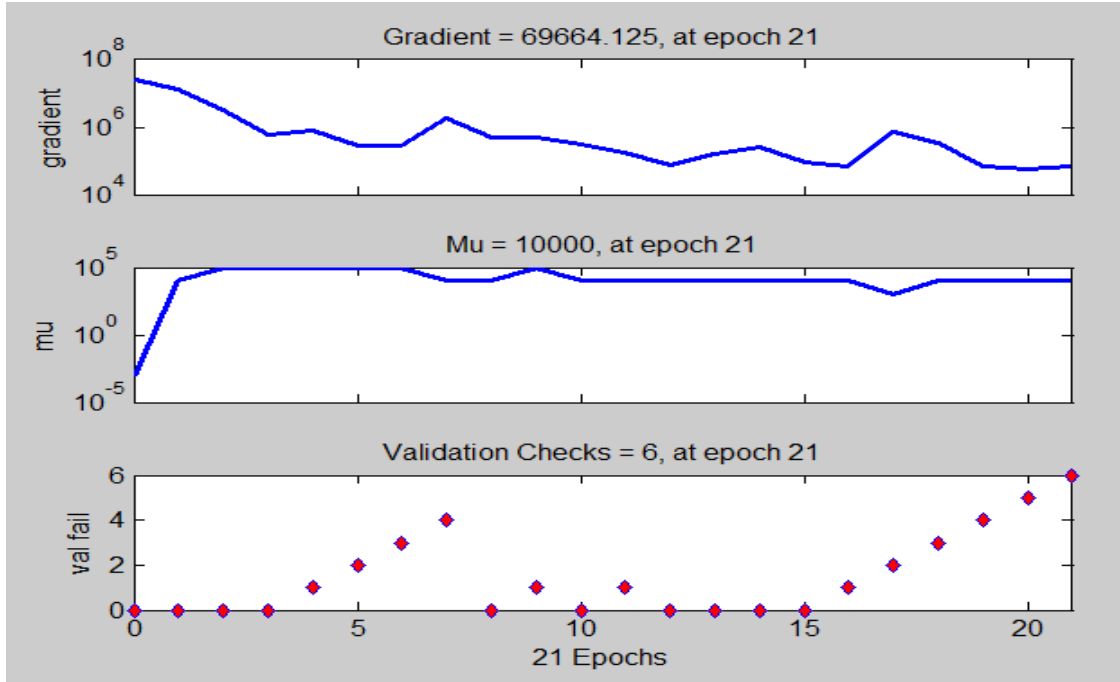
➤ TKSS Modeli

TKSS tahmin modelinin eğitim, geçerlilik ve test aşamasındaki tahmin değerleri değişim grafikleri Şekil 4.48’de görülmektedir. Burada döngü 15 devirde tamamlanmaktadır. Bu devir sayısı tamamlandığında en iyi performans 81372,1199 ölü sayısı değerinde olduğu görülmektedir.



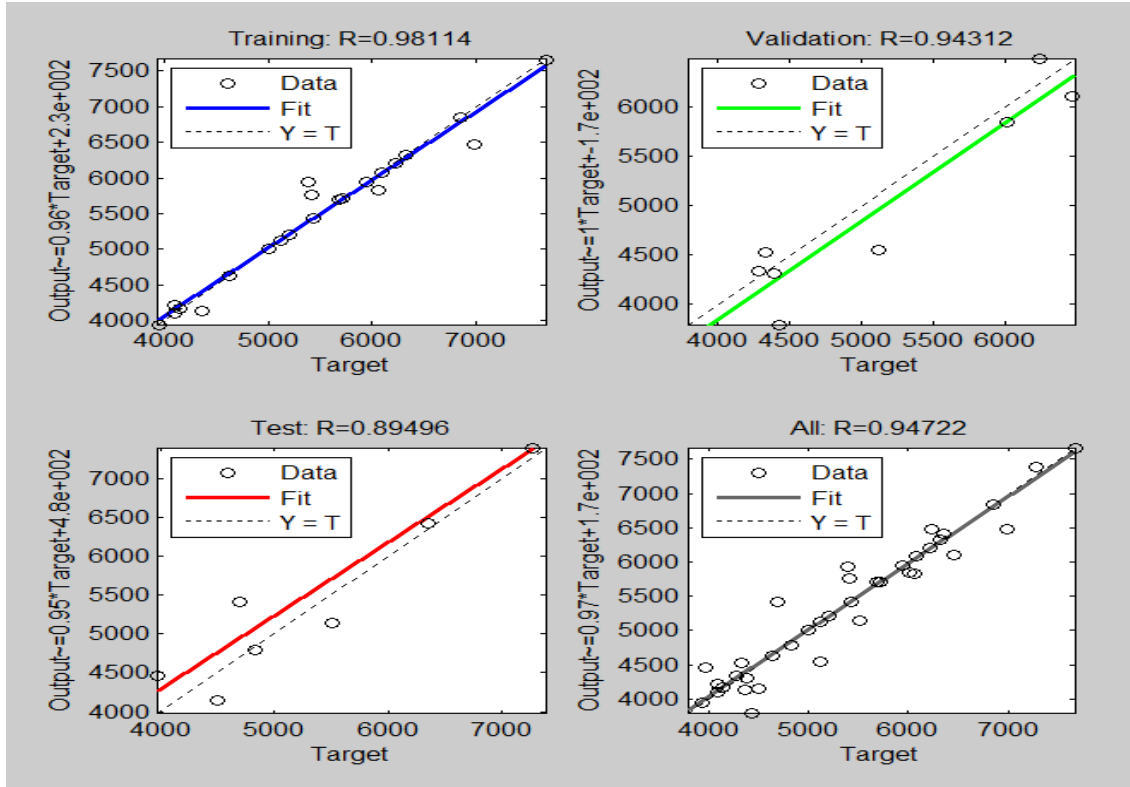
Şekil 4.48. TKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci

Şekil 4.49'da görüldüğü gibi gradient, mu parametreleri ve geçerlilik veri seti eğrilerinin 21 devirlik değişim grafiği görülmektedir. Burada geçerlilik veri seti eğri değişiminin 4. devirde bir yükselme gösterse de 6 devirlik döngü sayısı yakalanmadığından dolayı sistem devam etmekte ve 15. devirde durmaktadır.



Şekil 4.49. TKSS modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

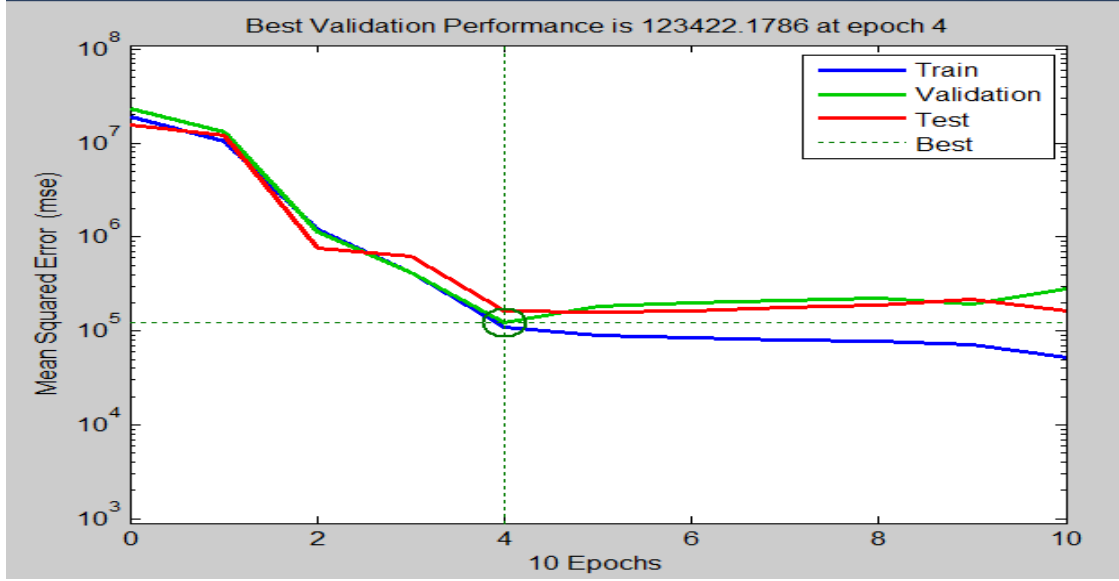
Şekil 4.50’da eğitim, geçerlilik ve test veri setinin gerçek değerler ile ilgileşimi gösterilmektedir. Burada eğitim aşamasında güçlü bir ilgileşim yakalanmaktadır. Geçerlilik ve test aşamasında korelasyon katsayısı yüksek fakat gerçek değerler ile herhangi bir kesişim söz konusu olmadığından istenmeyen fakat kabul edilebilen bir durum söz konusudur. Toplam dağılım değışim grafiğine baktığımızda ise R kare değeri 0,94722 oranında çıktığı görülmektedir. Bu model tüm oluşturulan modellerden daha iyi sonuç verdiği bilinmelidir.



Şekil 4.50. TKSS modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

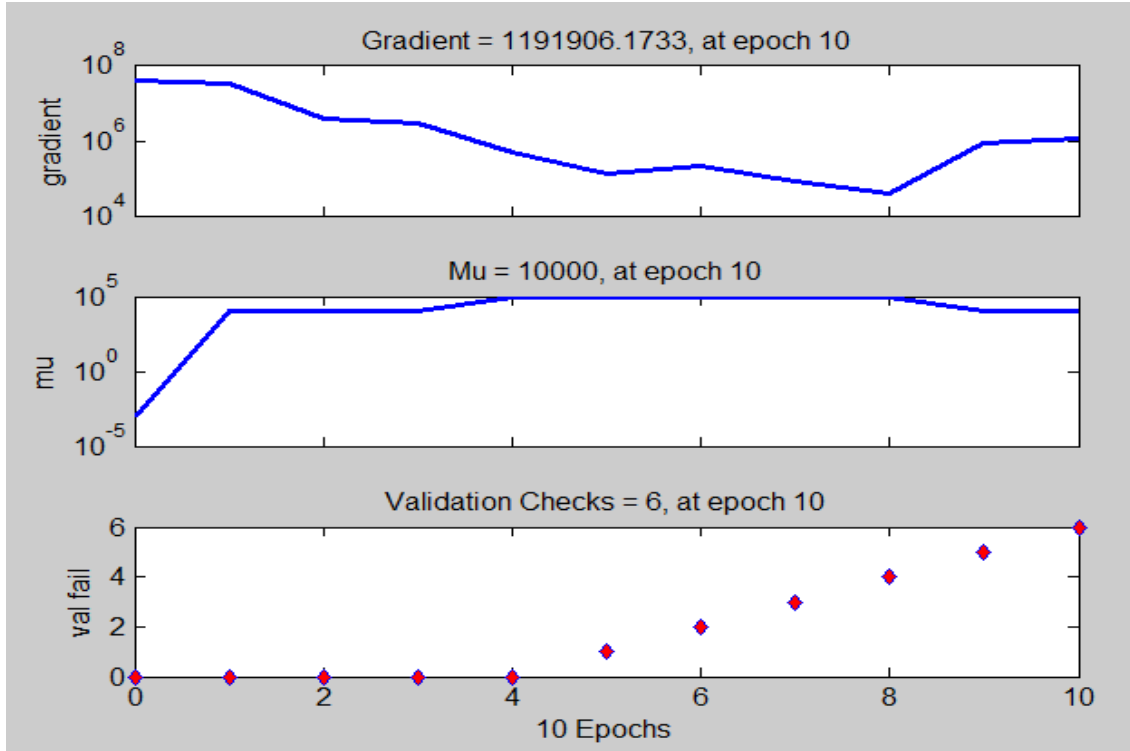
➤ NTSTK Modeli

NTSTK tahmin modelinin eğitim, geçerlilik ve test aşamasındaki tahmin değerleri değışim grafikleri Şekil 4.51’de görülmektedir. NTKSS üç değışkenli tahmin modelinin eğitim sürecinde ilk 4 devirde ciddi bir eğitim söz konusu olduğu görülmektedir. 4. Devirden sonra ise geçerlilik veri setinin 6 devir yükselmesi döngünün 4 devirde tamamlanmasına neden olmaktadır. NTKSS modelinin 4. Devirdeki HKO değeri 123422,1786 olduğu tespit görülmektedir.



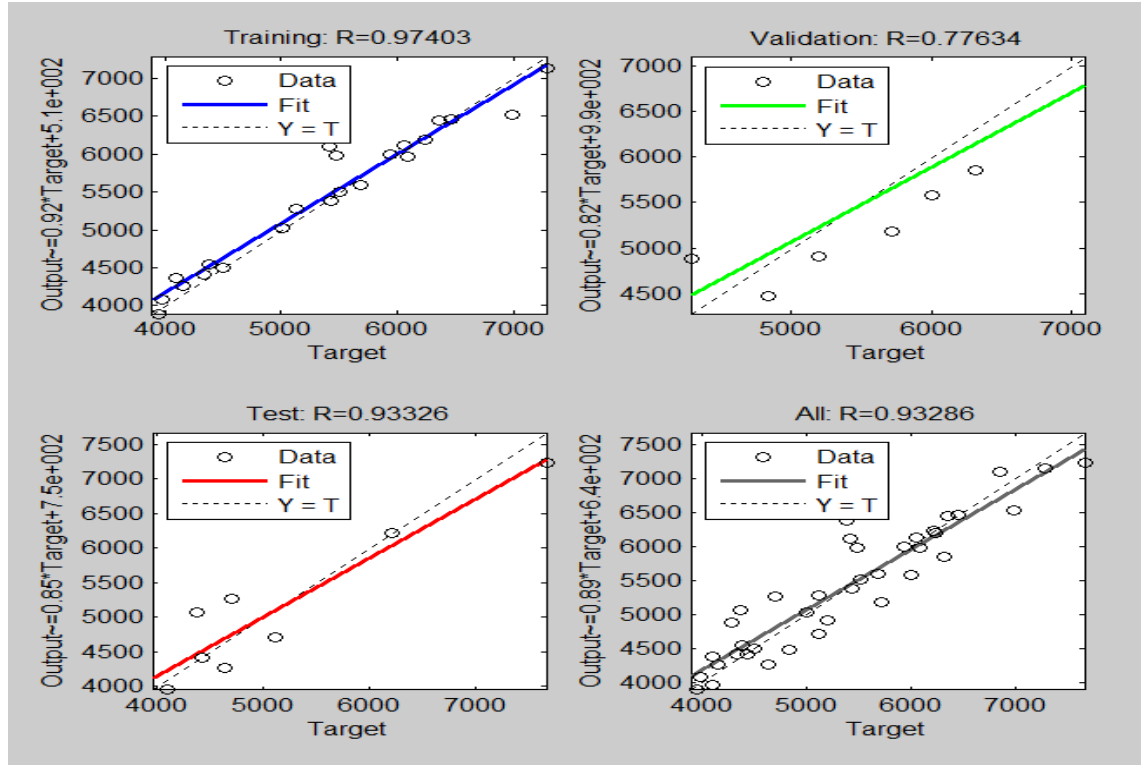
Şekil 4.51. NTSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci

Şekil 4.52’de gradient, mu parametreleri ve geçerlilik veri seti değişim eğrileri görülmektedir. 10 devir sayısında görülen eğrilerin geçerlilik veri seti için 4. Devir sonrası artışa dikkat edilmelidir.



Şekil 4.52. NTSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.53’de eğitim, geçerlilik ve test veri seti değişim doğrusal eğilim grafiklerinin gerçek değerler ile ilgileşimi görülmektedir. Model eğitilirken yüksek bir ilgileşim görülmektedir. Fakat geçerlilik ve test aşamasında ilgileşiminin son döngülerde düşüş yaşamaktadır. Bu modelin tüm dağılım grafiğinin korelasyon katsayısı 0,93286 değerinde çıktığı görülmektedir.

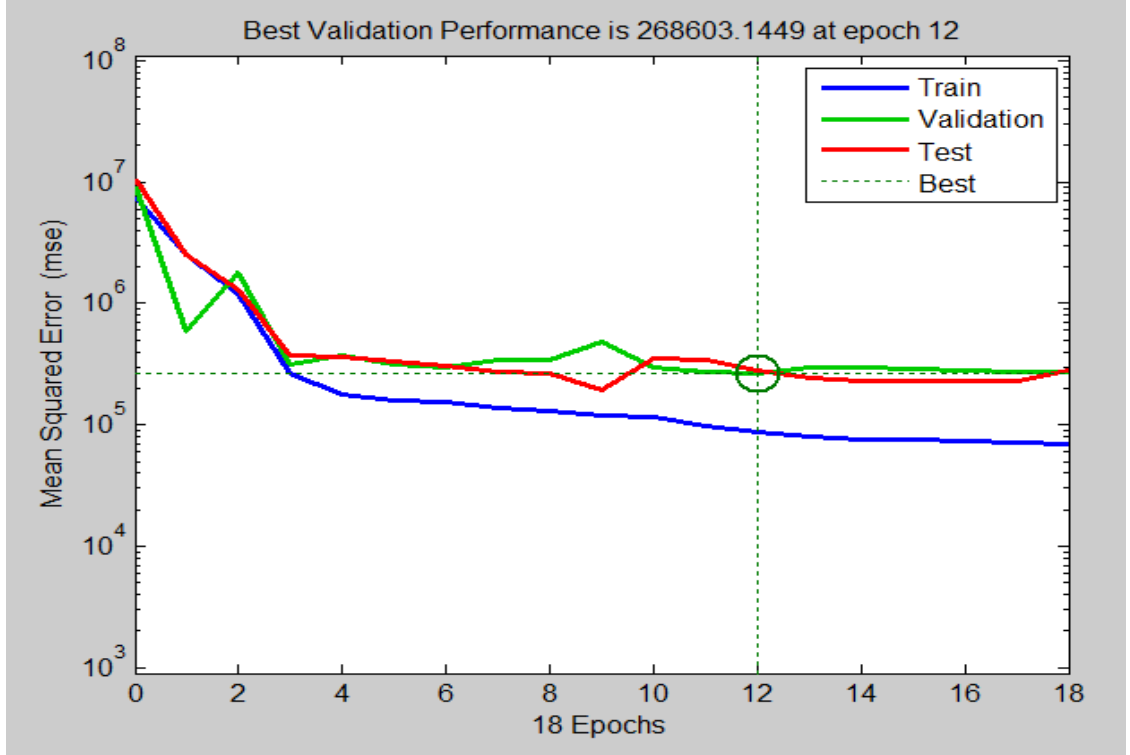


Şekil 4.53. NTSTK tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

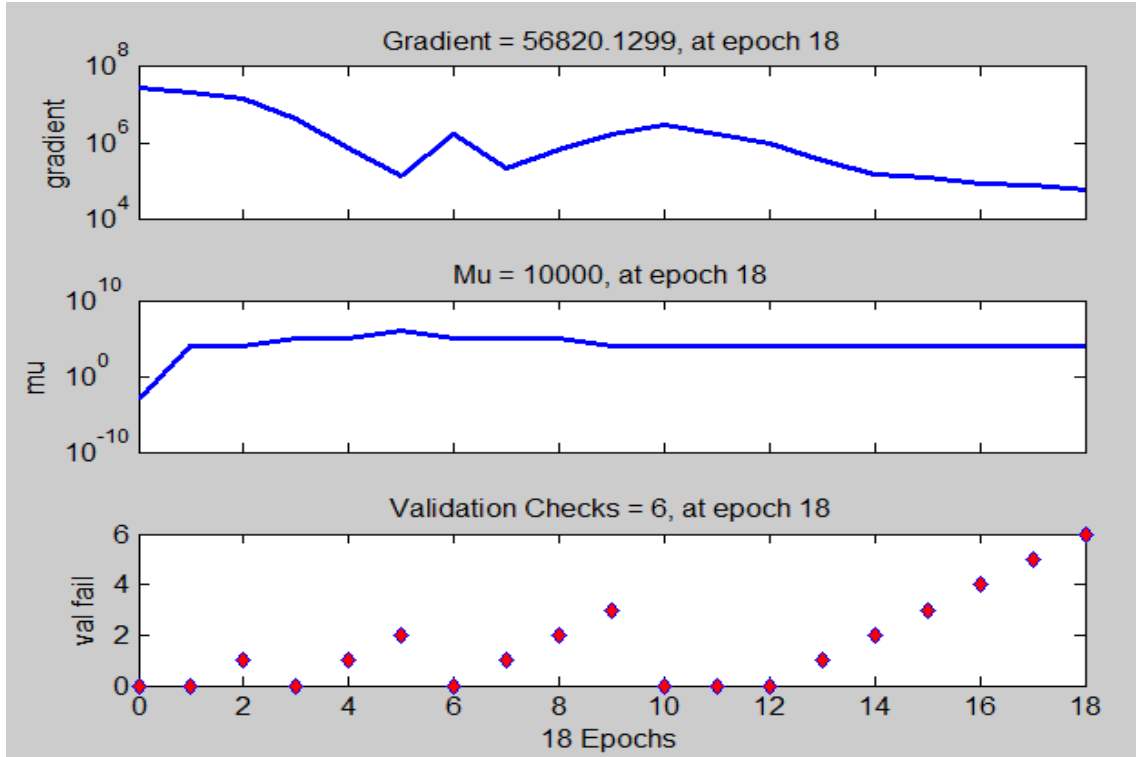
➤ NTSSS Modeli

Şekil 4.54’de görüldüğü gibi NTSSS tahmin modelinin en iyi performans değeri 12 devirde tespit edilmektedir. Bu modelde geçerlilik HKO değeri 268603,1449 olduğu görülmektedir.

Şekil 4.55’de eğitim süreci parametrelerinin gradient, mu parametrelerinin ve geçerlilik veri setinin 18 devirlik döngüdeki değişimleri gösterilmektedir. Burada devir sayısı 12’yi bulduğunda sistem kendini tamamlamaktadır. Geçerlilik in 12 devir sonrası hata oranınının 6 devir arttığı görülmektedir.

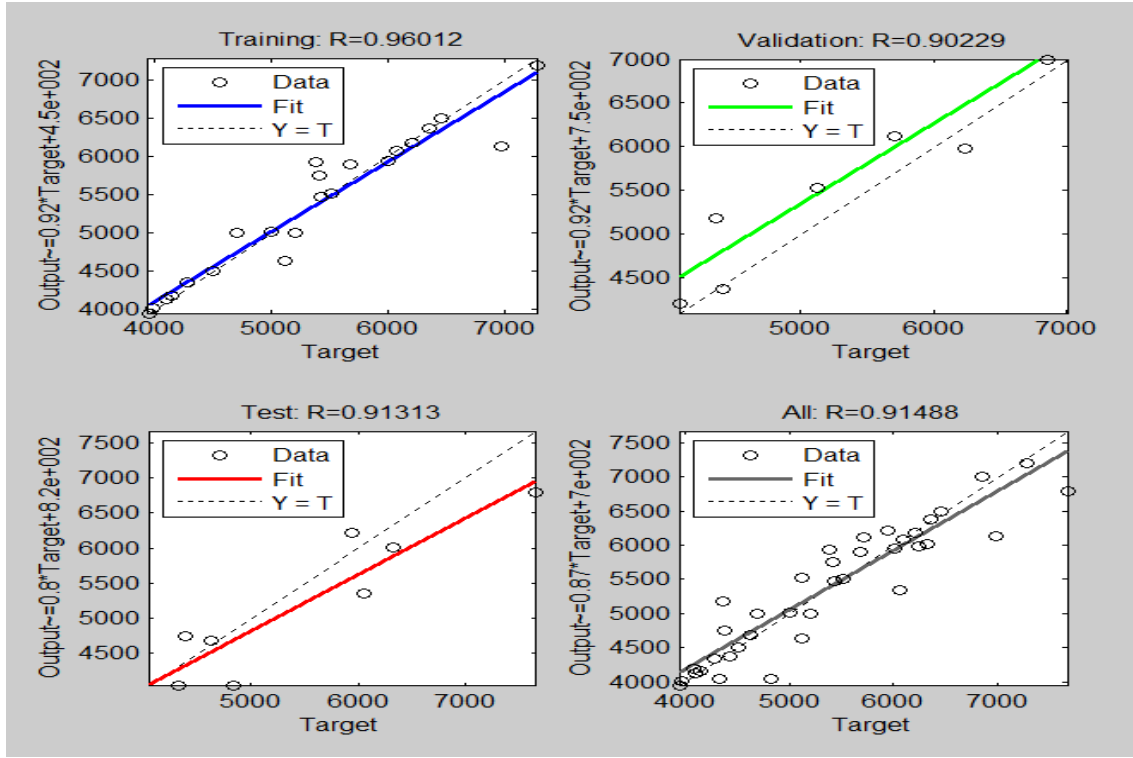


Şekil 4.54. NTSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci



Şekil 4.55. NTSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

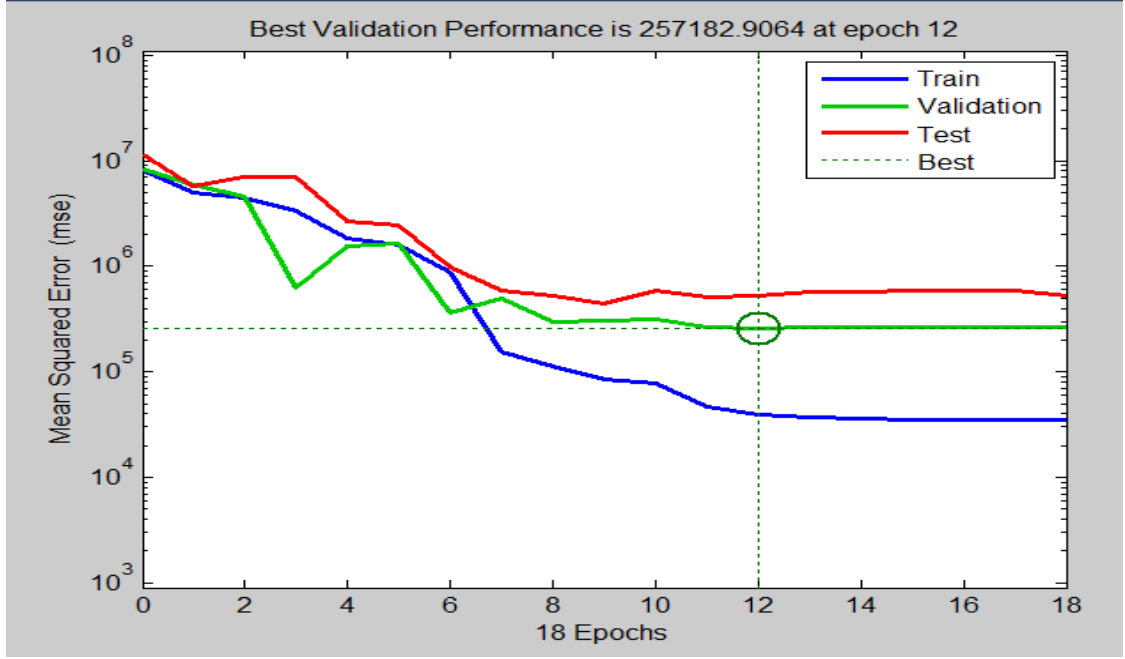
Şekil 4.56’da modelin eğitim aşamasındaki değerleri gerçek değerlere oldukça yakınlık göstermekte R kare değeri 0,96012 değerinde çıktığı görülmektedir. Burada geçerlilik ve test veri setleri aşamasında tahmin değerlerinin doğrusal eğilim çizgilerinin fit edilen denklemin eğim çizgisine yaklaşık paralel olduğu için ilişim düşmektedir. Toplam dağılım grafiğinde ise R kare değeri 0,91488 oranında çıktığı görülmektedir.



Şekil 4.56. NTSSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

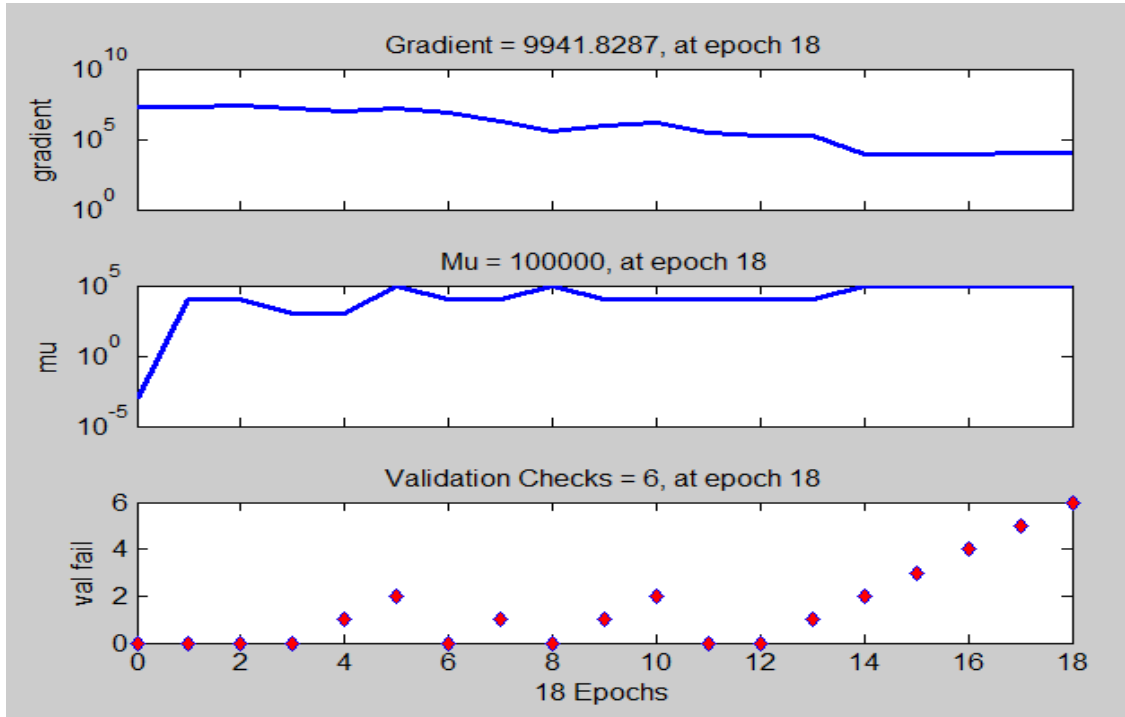
➤ NTKSS Modeli

Şekil 4.57’de görüldüğü gibi NTKSS tahmin modelinin eğitim aşaması 12 devirde tamamlanmaktadır. Burada bu döngü süresince test durumunda hataların kareleri ortalaması genel olarak düşüş göstermektedir. 12. devirde modelin HKO değeri 257182,9064 çıkmaktadır.



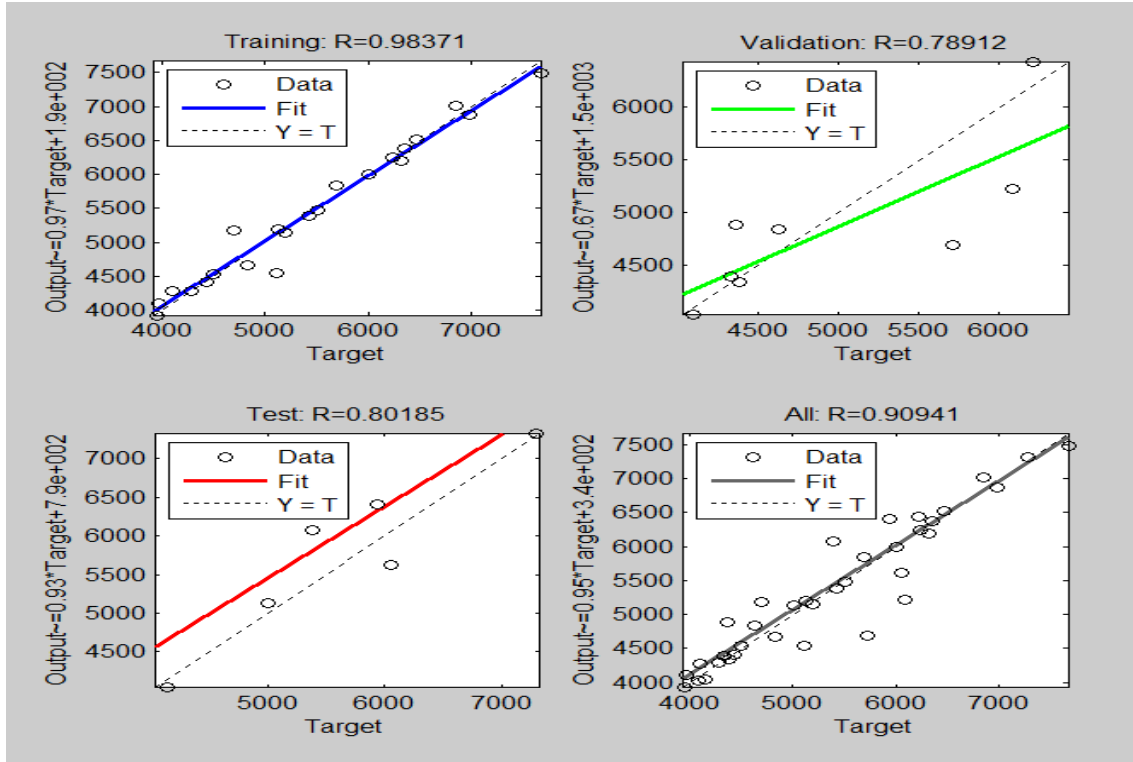
Şekil 4.57. NTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci

Şekil 4.58’de eğitim parametreleri ve geçerlilik veri setinin 18 devirlik bölümü alınmaktadır. Geçerlilik eğrisinin 12. Devir sayısından sonra 6 devir boyunca hata oranı sürekli yükseldiği görülmektedir.



Şekil 4.58. NTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.59’de görüldüğü gibi NTKSS modelinin eğitim aşamasında dağılım doğrusal eğilim çizgisi denkleminin fit edilen denkleme göre yüksek oranda ilişim gösterdiği görülmektedir. Bu durum geçerlilik için ve test aşamasında böyle olmamaktadır. İlişim oranı düşmektedir. Toplam dağılımın doğrusal eğilim çizgisinde ise korelasyon katsayı 0,90941 oranında çıktığı görülmektedir.

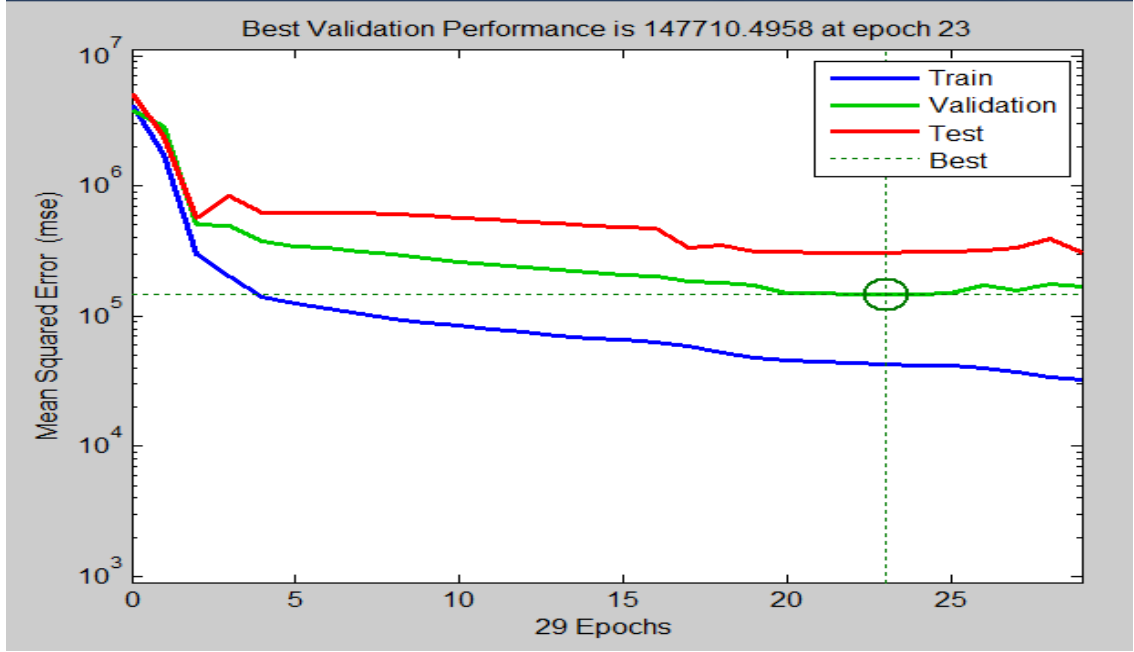


Şekil 4.59. NTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

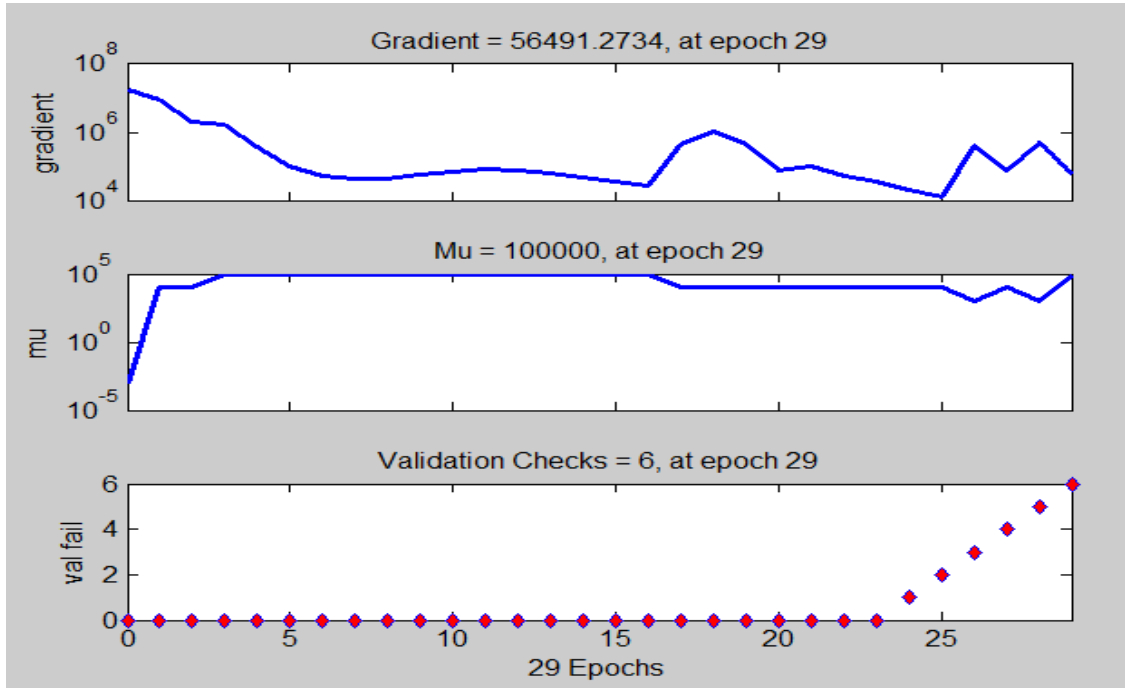
➤ TSTKSS Modeli

TSTKSS tahmin modelinin eğitim süreci şekil 4.60’da verilmektedir. Burada 23. devirde sistem döngü sayısı tamamlanmakta ve bu döngü sonundaki HKO değeri 147710,4958 ölü sayısı değerinde olduğu görülmektedir.

Şekil 4.61’de eğitim sürecinde geçerli olan gradient, mu parametreleri ve geçerlilik veri seti eğrileri görülmektedir. Burada geçerlilik eğrisinin 23 döngüden sonra 6 döngü süresince oranında yükselme görüldüğünden sistem 23 devirde durmakta ve ağırlık değerlerini belirlemektedir.



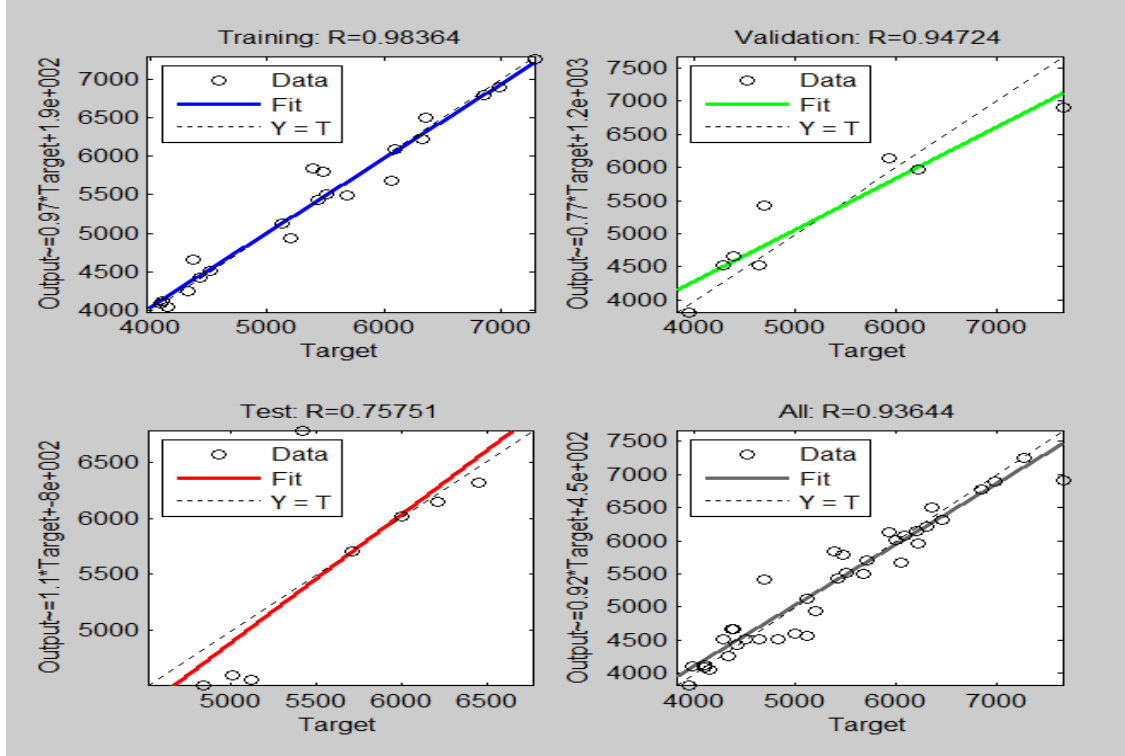
Şekil 4.60. TSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci



Şekil 4.61. TSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.62'de tahmin modelinin eğitim süreci değerlerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması görülmektedir. Model eğitim veri seti sonucu aşamasında yüksek bir

ilgileşim yakalamakta fakat test sonuçlarında korelasyon katsayısı oldukça düşmektedir. Toplam dağılımın doğrusal eğim çizgisinde ise R kare değeri 0,93644 oranında çıktığı görülmektedir.

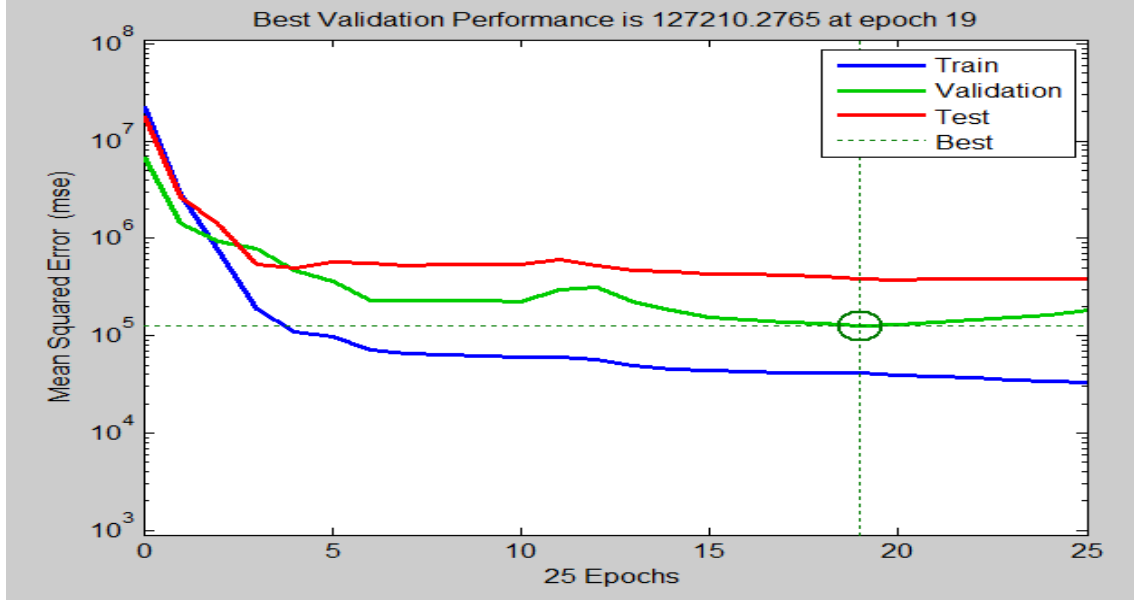


Şekil 4.62. TSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

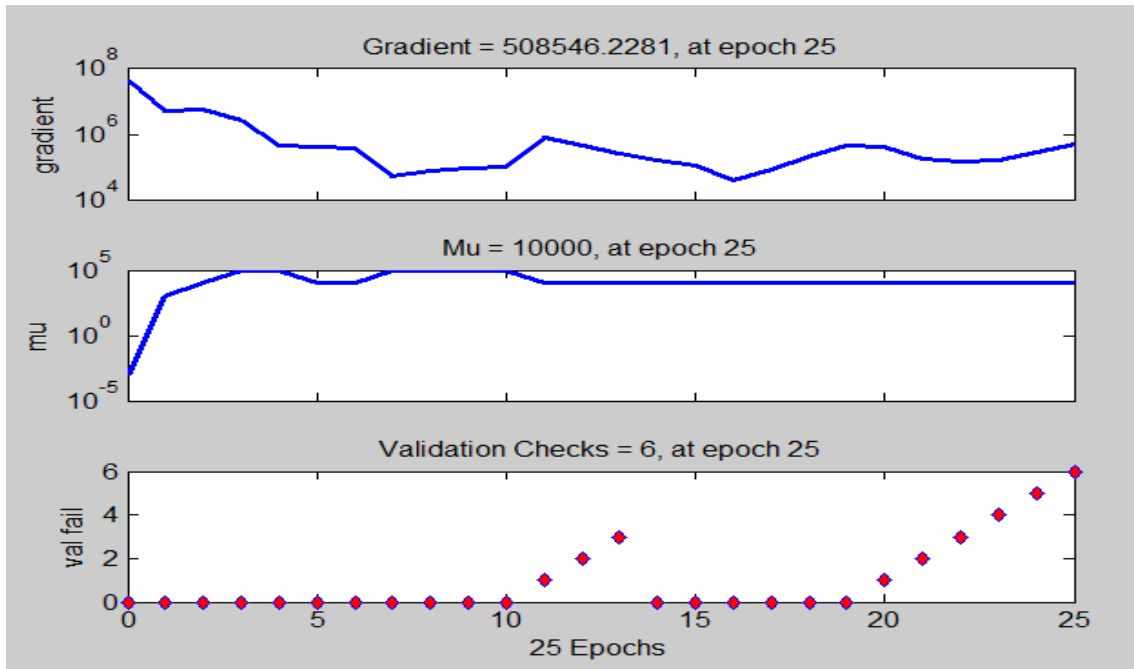
➤ NTSTKSS Modeli

NTSTKSS dört değişkenli tahmin modelinin eğitim süreci Şekil 4.63'da gösterilmektedir. Burada modelin 19 devirde eğitiminin sona erdiği görülmektedir. 19. devirde HKO değeri ise 127210.2765 değerinde olduğu görülmektedir

Şekil 4.64'de görüldüğü gibi tahmin modelinin eğitim parametre değerlerinin eğilim çizgileri görülmektedir. Burada gradient, mu parametreleri ve geçerlilik veri seti eğrisinin 25 devir sayısı süreci görülmektedir. Geçerlilik veri seti sonuç değişim eğrisine bakıldığında 19. devirden sonra geçerlilikte HKO oranı 6 devir boyunca arttığı gözlenmekte ve döngü 19'da durmaktadır.

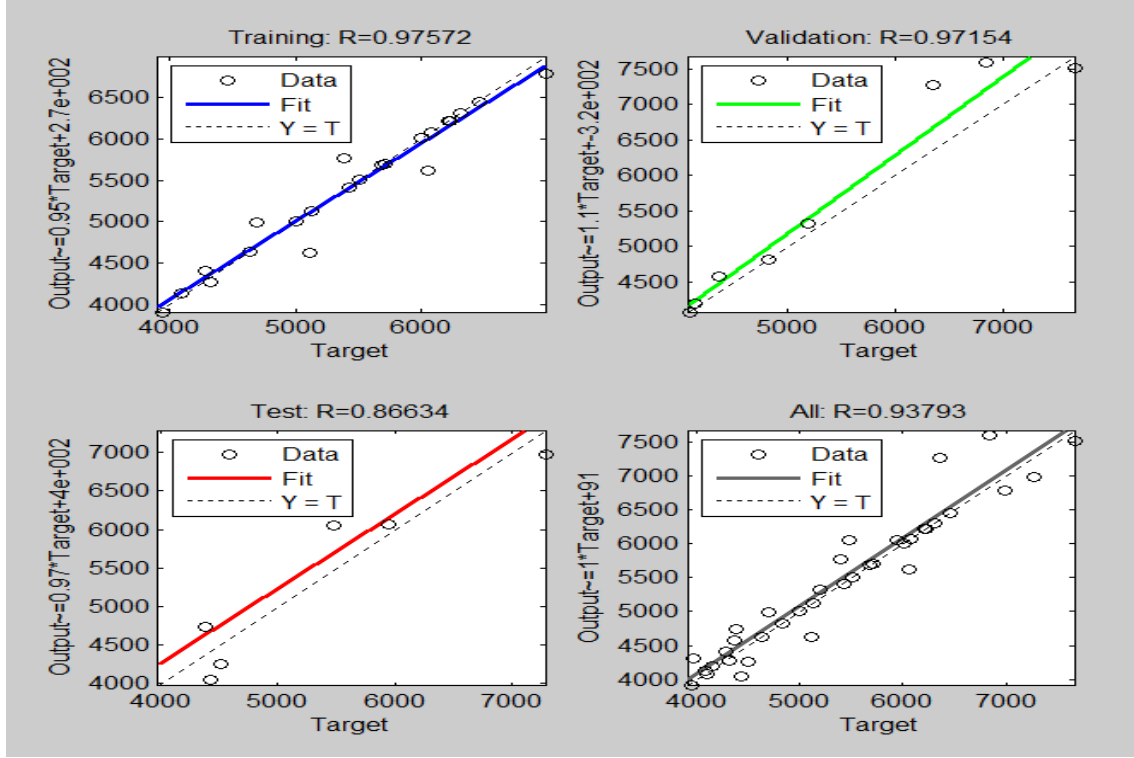


Şekil 4.63. NTSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitim süreci



Şekil 4.64. NTSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için eğitimde kullanılan parametrelerin değişimi

Şekil 4.65'de görüldüğü gibi modelin eğitim aşamasında yüksek korelasyon değerine ulaştığı fakat test döneminde modelin gerçek değerler ile ilişimin oranının istenmeyen fakat kabul edilebilecek şekilde düştüğü görülmektedir. Toplam dağılım doğrusal eğilim çizgisi sürecinde ise modelin R kare değerinin 0,93793 olduğu görülmektedir.



Şekil 4.65. NTSTKSS tahmin modelinin ölüm sayısı için gerçek değerler ile tahmin değerlerinin eğitim setine göre karşılaştırılması

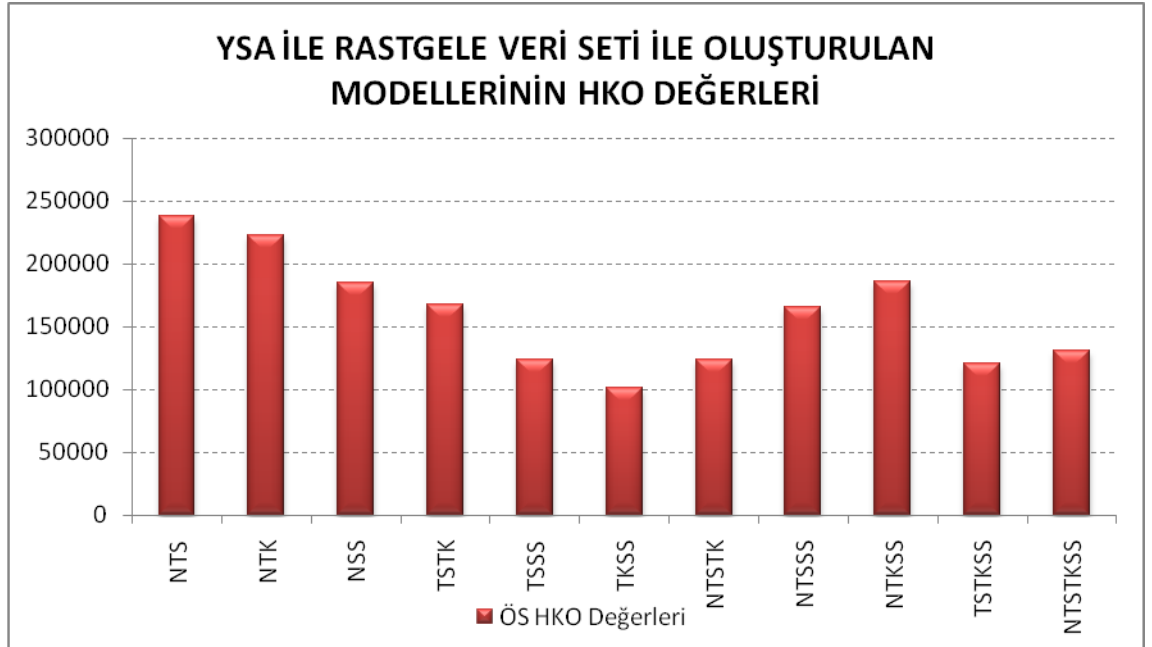
4.3.3. Rastgele Veri Seti ile Oluşturulan Ölüm Sayısı Modellerinin Sonuç Değerleri

Bu bölümde iki değişkenli, üç değişkenli, dört değişkenli tahmin modellerinin sonuç değerleri ve dağılım grafiklerinin doğrusal eğilim çizgilerinin gerçek değerler ile ilgileşimi incelenmiştir. Burada bu modellerin performanslarının belirlenmesindeki sonuç değerleri toplu halde verilmektedir. Tüm modeller arasında seçim yapılırken en belirgin özellik olarak HKO değeri kriter olarak alınmaktadır. Burada en iyi performans sonucu veren modelin TKSS tahmin modeli olduğu görülmektedir. Analizler sonucunda, 19 nörona, LM öğrenim algoritmasına, 15 epoch sayısına ve tansig-purelin transfer fonksiyonuna sahip model olarak bulunmaktadır. Bu modelin R kare değeri 0,9472 oranında çıktığı en yüksek ilgileşim görülmektedir. HKO değeri ise en düşük, değer olarak 101 223 olduğu görülmektedir. Ayrıca bu modelin ortalama yüzde hata değeri ise %3,66 oranında çıktığı görülmektedir. Bu model için dikkat edilecek başka bir husus ise en iyi sonucu veren modelin sadece trafik parametrelerinden oluşmasıdır. Çizelge 4.26'da ölüm sayısı tahmin modellerinin sonuç değerleri verilmektedir.

Çizelge 4.26. YSA ile rastgele veri seti ile oluşturulan ÖS tahmin modeli sonuçları

Modeller	R kare	Hataların Karesinin Ortalaması	Ortalama Yüzde Hata (%)
NTS	0,87	238.366	6,30
NTK	0,87	222.791	5,80
NSS	0,92	184.680	5,63
TSTK	0,93	167.560	5,65
TSSS	0,91	124.174	4,81
TKSS	0,95	101.223	3,66
NTSTK	0,93	124.067	5,20
NTSSS	0,91	165.829	5,03
NTKSS	0,91	186.149	4,90
TSTKSS	0,94	120.525	4,09
NTSTKSS	0,94	130.552	4,09

YSA tekniği ile rastgele veri seti kullanılarak oluşturulan tahmin modellerinin HKO değerleri Şekil 4.66’te görülmektedir. Burada HKO değeri en yüksek olan modelin NTS olduğu ve HKO değeri en düşük olan modelin ise TKSS modeli olduğu görülmektedir.

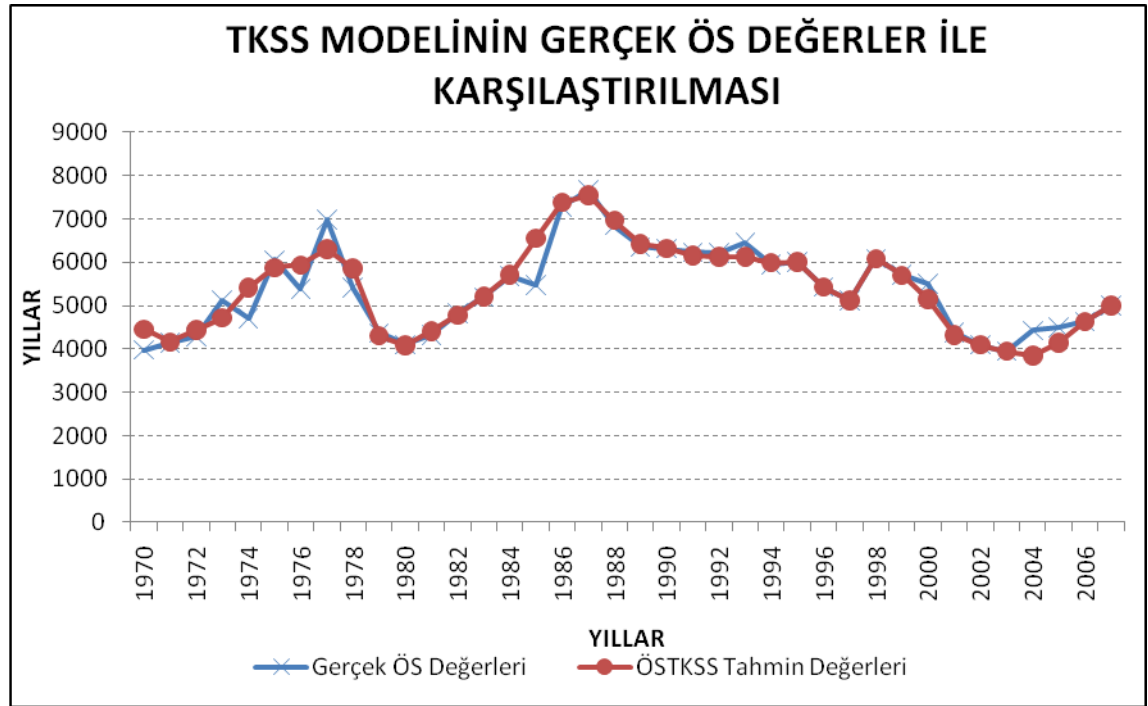


Şekil 4.66. YSA tekniği ile rastgele veri seti kullanılarak oluşturulan modellerin HKO değerleri

4.3.4. TKSS Tahmin Modelinin Gerçek ÖS Değerleri ile Karşılaştırılması

Taşıt kilometre ve sürücü sayısı bağımsız değişkenlerinden oluşan tahmin modellerinin diğer ölüm sayısı modellerinden hataların kareleri ortalaması en düşük olan tahmin modelidir. TKSS modelinin gerçek değerler ile yıllara göre dağılımı şekil 4.67 'de görülmektedir.

1970-2007 yılları arasında tahmin edilen ÖS değerlerinin gerçek değerler ile genel olarak uygun bir eğilim izlemektedir. Fakat 2002-2005 yılları arasında gerçek ÖS değerleri ile tahmin edilen ÖS değerleri arasında zıt bir hareket görülmektedir. Son yılda tahmin değerlerinin çakışması gelecek yıllar için yapılacak tahminde etkili olacağı görülmektedir.



Şekil 4.67. Serbest veri seti aralığı ile oluşturulan ÖS değerlerinin gerçek değerler ile karşılaştırılması

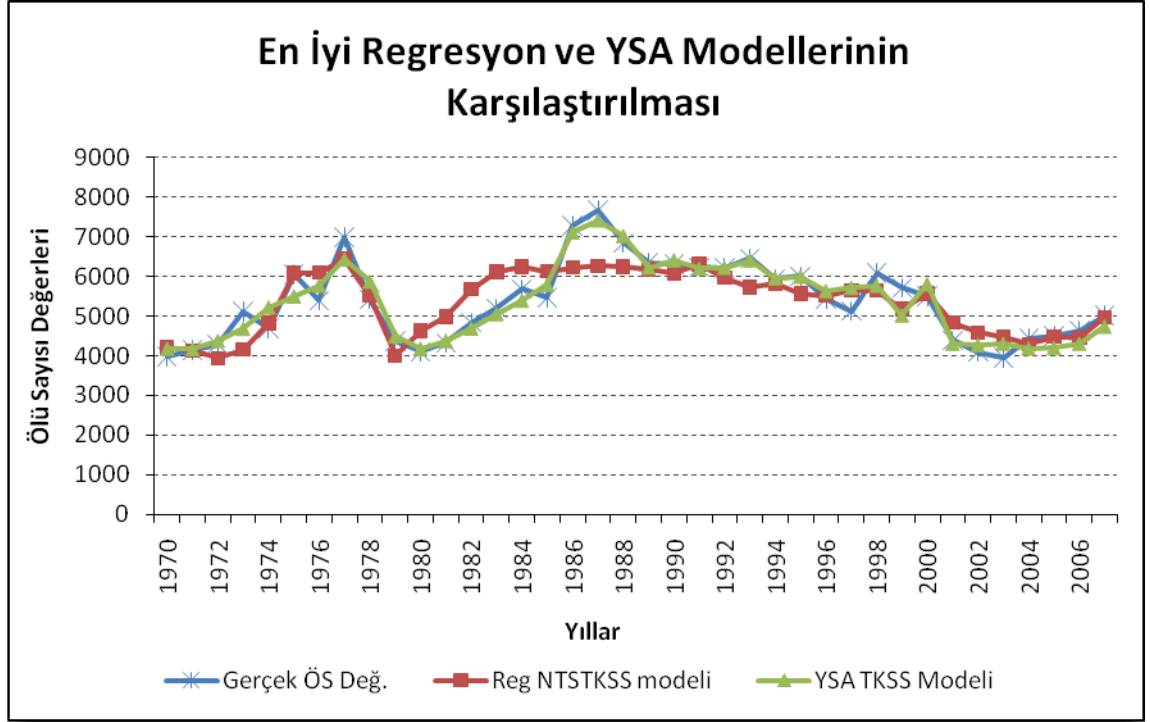
4.3.5. En İyi Logaritmik Regresyon ve YSA Modelleri Sonuçlarının Karşılaştırılması

Logaritmik regresyon ile oluşturulan tahmin modelleri arasında gerçek değerler ile yapılan tahmin modelleri sonucunda en iyi performans değerini veren modelin NTKSS olduğu görülmektedir. Regresyon yöntemi ile makro değişkenlerin logaritması alınarak yapılan analizler sonucunda ise performans değeri en yüksek olan tahmin modeli NTSTKSS olduğu görülmektedir. Yapay sinir ağları kullanılarak tarihsel veri aralığı belirtilerek oluşturulan modeller arasında en iyi sonucu TKSS modeli verdiği görülmektedir. Yine YSA tekniği ile veri seti aralığı rastgele seçilen tahmin modelleri arasında en iyi sonucu TKSS modelinin verdiği görülmektedir. Regresyon ve YSA ile performans değeri en yüksek tahmin modellerinin değerleri Çizelge 4.27’de verilmektedir.

Çizelge 4.27. Regresyon ve YSA teknikleri ile oluşturulan en iyi tahmin modelleri

Modeller	R kare	Hataların Karesinin Ortalaması	Yüzde Hata
NTKSS (Gerçek)	0,78	280 790	6,03
NTSTKSS (Logaritmik)	0,86	154 177	5,41
TKSS (Tarihsel)	0,91	90 365	4,58
TKSS (Rastgele)	0,95	101 223	3,66

Çizelge 4.27’ye bakıldığında Regresyon tekniği ile yapılan en iyi modelin değerlerin logaritması alınarak ulaşılan NTSTKSS modeli olduğu görülmektedir. YSA tekniği kullanılarak en iyi sonuca ise veri seti aralığı tarafımızdan belirlenen TKSS modeli olduğu görülmektedir. Bu modellerin gerçek değerler ile karşılaştırılması Şekil 4.68’de görülmektedir.



Şekil 4.68. En iyi regresyon ve YSA modellerin gerçek değerler ile karşılaştırılması

Şekil 4.68'e bakıldığında YSA tekniği ile oluşturulan TKSS modelinin Logaritmik regresyon yöntemi ile oluşturulan NTSTKSS modeline göre grafik eğiliminin gerçek değerlere daha yakın olduğu görülmektedir. Bu da YSA ile lineer olmayan makro değerlerinin tahmin yöntemleri arasında YSA'nın daha iyi sonuçlar verdiğini göstermektedir.

4.4. Tarihsel Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan TKSS Modelinin YSA Denklemi

Açılımı

Tarihsel yıl aralığı belirtilerek eğitim sürecinde sadece train verileri kullanılarak, train ve test verileri ile oluşturulan ölüm sayısı tahmin modelleri arasında performans değeri en yüksek olan TKSS modelinin YSA analizi ile oluşturulan parametreleri Çizelge 4.28’de verilmektedir. Burada eğitim sürecine 26 yıl, test sürecine ise 12 yıllık veri seti ayrılmaktadır.

Çizelge 4.28. Tarihsel veri seti ile oluşturulan TKSS modelinin Ağırlıkları ve Bias değerleri

Nöron	Giriş - Gizli Katman Ağırlıkları		Gizli Katman Çıkış Ağırlıkları	Gizli Katman Bias	Çıktı Katmanı Bias
	1. Giriş Değişken	2. Giriş Değişken			
1	2,457862083	-4,825698424	0,015059113	-5,430524839	-0,27565325
2	-3,008539299	4,514965751	-0,157143245	4,644294768	0
3	1,993031499	-5,454180044	1,501949658	-4,127189487	0
4	-3,027944407	-4,001466599	-0,423184609	3,736385377	0
5	4,586404613	-3,300573721	-0,885938124	-1,706253723	0
6	5,787076764	-0,70610932	-1,216411227	-1,078570014	0
7	-5,214349206	-2,967592813	-1,587559072	-0,816451128	0
8	-3,783620282	4,018663344	-1,060135161	-0,076337749	0
9	-1,941179598	4,97023108	-0,01447136	-1,297029144	0
10	4,549019265	-3,064333876	0,660097549	1,582088285	0
11	5,580878373	0,621729098	1,296850812	2,517833425	0
12	-2,311174352	4,816615068	0,085947664	-3,218230632	0
13	4,726904478	2,801164229	0,845185282	3,656431182	0
14	2,003713224	5,086821206	-0,963247154	4,575558996	0
15	-2,828333357	-5,03282693	0,701953839	-5,1754789	0

Nöron; Modelin nöron sayısını belirtmektedir. Model burada 15 adet nörona sahiptir.
 1.Giriş değişken; TK bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeri.
 2.Giriş değişken; SS bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeri.
 Gizli katman çıkış ağırlıkları; Gizli katman sonrası ağırlık değerleri.
 Gizli katman Bias; Gizli katmanda oluşturulan değerlerin optimizasyon ağırlık değeri.
 Çıkış Katman Bias; Çıkış değerinin optimizasyonu için kullanılan ağırlık değeri.

4.4.1 Tarihsel Veri Seti ile Oluşturulan TKSS Modelinin Açık Denklemi

Ölüm sayısı tahmini için oluşturulan TKSS modelinin denklem açılımı Denklem 4.15’de verilmektedir. Burada TK ve SS girdileri ağırlık değerleri ile çarpılarak değerlerinin optimizasyonu için her bir nörona Bias değeri eklenmektedir. Bu değerler tansig transfer fonksiyonunda geçirilerek çıkış katmanına gitmektedir. Burada tekrar çıkış ağırlıkları ile düzeltilerek çıkış değeri oluşturulur. Çıkış ağırlıklarının transpozunu matris çarpımı için alınır. Çıkış değerine bias ağırlığı eklenerek değerlerin optimizasyonu sağlanarak sonuç değeri elde edilir.

$$\begin{aligned}
 \text{ÖS} = \text{tansig} & \left(\text{tansig} \left(\begin{bmatrix} 2,457862083 & -4,825698424 \\ -3,008539299 & 4,514965751 \\ 1,993031499 & -5,454180044 \\ -3,027944407 & -4,001466599 \\ 4,586404613 & -3,300573721 \\ 5,787076764 & -0,70610932 \\ -5,214349206 & -2,967592813 \\ -3,783620282 & 4,018663344 \\ -1,941179598 & 4,97023108 \\ 4,549019265 & -3,064333876 \\ 5,580878373 & 0,621729098 \\ -2,311174352 & 4,816615068 \\ 4,726904478 & 2,801164229 \\ 2,003713224 & 5,086821206 \\ -2,828333357 & -5,03282693 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} TK \\ SS \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -5,430524839 \\ 4,644294768 \\ -4,127189487 \\ 3,736385377 \\ -1,706253723 \\ -1,078570014 \\ -0,816451128 \\ -0,076337749 \\ -1,297029144 \\ 1,582088285 \\ 2,517833425 \\ -3,218230632 \\ 3,656431182 \\ 4,575558996 \\ -5,1754789 \end{bmatrix}^T \right) + \begin{bmatrix} 0,015059113 \\ -0,157143245 \\ 1,501949658 \\ -0,423184609 \\ -0,885938124 \\ -1,216411227 \\ -1,587559072 \\ -1,060135161 \\ -0,01447136 \\ 0,660097549 \\ 1,296850812 \\ 0,085947664 \\ 0,845185282 \\ -0,963247154 \\ 0,701953839 \end{bmatrix} + [-0,27565325]
 \end{aligned}
 \tag{4.15}$$

4.4.2. Tangent Sigmoid Transfer Fonksiyonu

Tangent Sigmoid transfer fonksiyonunun n değeri için ifadesi Denklem 4.16'de verilmektedir. Bu fonksiyonun dinamik değişim aralığı (-1,1) aralığıdır. Fonksiyonunun nörona toplam girişe bağımlı olarak bu aralıkta lineer olmayan bir değişim göstermektedir.

$$tansig(n) = \frac{2}{(1 + \exp(-2 * n))^{-1}} \quad (4.16)$$

4.4.3. Mapminmax Normalize Fonksiyonu

Tangent Sigmoid dinamik değişimi (-1,1) aralığında olduğu için modelin gerçek değerleri (-1,1) aralığına Denklem 4.17 ile getirilmektedir. Çizelge 4.29'de TKSS modelinin maksimum ve minimum değerleri yer almaktadır.

$$y = \frac{(y_{max} - y_{min}) * (x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} \quad (4.17)$$

Çizelge 4.29. TKSS Modelinin max ve min değerleri

Değişkenler	Max	Min
Ölü sayısı	7.661	3.946
Taşıt-km	69.609.000.000	6.477.000.000
Sürücü Sayısı	18.877.354	884.601

4.5. Rastgele Veri Seti Kullanılarak Oluşturulan TKSS Modelinin YSA Denklemi

Açılımı

Burada Matlab programı araçlarından yararlanılarak oluşturulan TKSS modelinin eğitim sürecindeki yıl aralığı rastgele olarak ayarlanmaktadır. Eğitim sürecinde eğitim ve geçerlilik veri setleri kullanılmaktadır. Burada modelin eğitim, geçerlilik ve test yılları %60, %20 ve %20 olarak ayarlanmaktadır. TKSS modelinin YSA parametreleri Çizelge 4.30'da verilmektedir.

Çizelge 4.30. Rastgele eğitim yılları seçilerek oluşturulan TKSS modelinin Ağırlıkları ve Bias değerleri

Nöron	Giriş-Gizli Katman Ağırlıkları		Gizli Katman Çıkış Ağırlıkları	Gizli Katman Bias	Çıktı Katmanı Bias
	1. Giriş Değişken	2. Giriş Değişken			
1	-4,481167719	4,142346837	0,286902626	6,102476613	0,498842209
2	2,30516934	-7,577699019	4,104344172	-5,610601684	0
3	-4,107560407	-4,543533079	0,007178239	4,707756249	0
4	-6,010898749	0,470229615	-0,481069476	4,166444298	0
5	-4,284223491	4,283922068	0,908444883	3,519523854	0
6	2,058671724	5,475750607	-0,848043263	-3,199222043	0
7	-5,904855795	-1,273500845	-0,71813584	2,406681092	0
8	3,387277008	4,838063641	0,582558856	-2,050366531	0
9	5,806341794	-1,656910444	-1,123783318	-0,635572126	0
10	-6,089762938	-0,847243322	-0,258049867	0,101555325	0
11	-3,051670478	5,342893132	-0,492919214	-0,773035058	0
12	-5,628396781	1,789158351	-0,698432885	-2,114547987	0
13	-4,859098803	3,698866329	0,13176969	-1,995793715	0
14	5,030176198	4,095200231	-2,322223686	4,871988138	0
15	0,015869066	-6,536964673	-3,507158703	-4,566669057	0
16	-5,664708979	2,264910786	-0,895920356	-4,049063365	0
17	5,268479435	-3,080325776	0,550827265	4,746321072	0
18	4,364218085	-4,265407292	-0,580406219	5,424115564	0
19	-5,685429654	2,220802164	0,193624398	-6,101075358	0

Nöron; Modelin nöron sayısını belirtmektedir. Model burada 19 adet nörona sahiptir.

1.Giriş değişken; TK bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeri.

2.Giriş değişken; SS bağımsız değişkeninin her bir nöron için giriş ağırlık değeri.

Gizli katman çıkış ağırlıkları; Gizli katman sonrası ağırlık değerleri.

Gizli katman Bias; Gizli katmanda oluşturulan değerlerin optimizasyon ağırlık değeri.
Çıkış Katman Bias; Çıkış değerinin optimizasyonu için kullanılan ağırlık değeri.

4.5.1. Rastgele Seçilen Veri Seti ile TKSS Modelinin YSA Açık Denklemi

TKSS modeli için YSA ile oluşturulan tahmin modelinin denklem açılımı Denklem 4.18'da verilmektedir. Burada birinci değişken ile ikinci değişkenin ağırlık değerleri değişkenlerin değerleri ile çarpılmaktadır. Daha sonra bias eklenmektedir. Bu değer tansig transfer fonksiyonundan geçirilerek çıkış ağırlıkları ile çarpılmaktadır ve çıkış bias değeri eklenmektedir. Son işlem olarak ise değer purelin transfer fonksiyonunda geçirilerek ÖS değerine ulaşmaktadır.

$$\begin{aligned}
 \text{ÖS} = \text{purelin} \left(\text{tansig} \left(\begin{bmatrix} -4,481167719 & 4,142346837 \\ 2,30516934 & -7,577699019 \\ -4,107560407 & -4,543533079 \\ -6,010898749 & 0,470229615 \\ -4,284223491 & 4,283922068 \\ 2,058671724 & 5,475750607 \\ -5,904855795 & -1,273500845 \\ 3,387277008 & 4,838063641 \\ 5,806341794 & -1,656910444 \\ -6,089762938 & -0,847243322 \\ -3,051670478 & 5,342893132 \\ -5,628396781 & 1,789158351 \\ -4,859098803 & 3,698866329 \\ 5,030176198 & 4,095200231 \\ 0,015869066 & -6,536964673 \\ -5,664708979 & 2,264910786 \\ 5,268479435 & -3,080325776 \\ 4,364218085 & -4,265407292 \\ -5,685429654 & 2,220802164 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} TK \\ SS \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 6,102476613 \\ -5,610601684 \\ 4,707756249 \\ 4,166444298 \\ 3,519523854 \\ -3,199222043 \\ 2,406681092 \\ -2,050366531 \\ -0,635572126 \\ 0,101555325 \\ -0,773035058 \\ -2,114547987 \\ -1,995793715 \\ 4,871988138 \\ -4,566669057 \\ -4,049063365 \\ 4,746321072 \\ 5,424115564 \\ -6,101075358 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 0,286902626 \\ 4,104344172 \\ 0,007178239 \\ -0,481069476 \\ 0,908444883 \\ -0,848043263 \\ -0,71813584 \\ 0,582558856 \\ -1,123783318 \\ -0,258049867 \\ -0,492919214 \\ -0,698432885 \\ 0,13176969 \\ -2,322223686 \\ -3,507158703 \\ -0,895920356 \\ 0,550827265 \\ -0,580406219 \\ 0,193624398 \end{bmatrix} \right) + [0,498842209] \quad (4.18)
 \end{aligned}$$

4.5.2. Purelin Transfer Fonksiyonu

Bu aktivasyon fonksiyonunda nöron girişlerinin değişimine göre nöron çıkışı lineer olarak değişmektedir. Dinamik değişim aralığı $[-1 \ 1]$ aralığıdır. Fonksiyona ait giriş-çıkış karakteristiği ve fonksiyon tanımı Denklem 4.19'da verilmiştir.

$$purelin(n) = n \quad (4.19)$$

4.5.3. Mapminmax Normalize Foksiyonu

Tansig ve Purelin transfer fonksiyonlarının dinamik değişim aralığı $(-1,1)$ aralığında olduğundan dolayı gerçek değerleri normalize etmek için kullanılan denklem Denklem 4.20'de verilmektedir. TKSS modeli değişkenlerinin maksimum ve minimum değerleri Çizelge 4.31'de verilmektedir.

$$y: \frac{(y_{max} - y_{min}) * (x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})} \quad (4.20)$$

Çizelge 4.31. Rastgele veri seti ile oluşturulan TKSS'nin max ve min değerleri

Değişkenler	Max	Min
Ölüm Sayısı	7.661	3.946
Taşıt-km	69.609.000.000	6.477.000.000
Sürücü Sayısı	18.877.354	884.601

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Karayollarında meydana gelen kazaların her geçen yıl artması ile bunların ekonomik ve sosyal yansımaları toplumu olumsuz yönde etkilemektedir. Trafik kazalarının azaltılmasına yönelik çalışmaların yapılması ve bunların ulaştırma politikalarının içerisinde yer alması, taşımacılığın sağlıklı gelişmesi için önemlidir. Geliştirilen bu politikaların uygulanabilir olması, ancak dayandığı tahmin değerlerinin gerçekçi olması ile mümkündür. Trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısının tahmin edilmesi, trafik mühendislerinin uzun yıllardır üzerinde çalışmalar yaptığı bir konudur. Bu çalışmada, daha önce geliştirilmiş olan logaritmik regresyon denkleminde yeni değişkenler ile gelişmeler sağlanmakta ve alternatif bir tahmin metodu olan YSA metodu ile taşıt sayısı ve sürücü sayısını temel alan yapı kuvvetlendirilmektedir.

Bu çalışmada bağımsız değişken sayısı artırılarak trafik değişkeni olan sürücü sayısı ve taşıt kilometre eklenmekte, Türkiye için kazalarda meydana gelen ölüm sayısı tahmin modelleri oluşturulmaktadır. Yöntem olarak, Logaritmik regresyon ve yapay sinir ağları kullanılarak sonuçlar elde edilmektedir.

Nüfus, taşıt sayısı, sürücü sayısı ve taşıt kilometre bağımsız değişkenleri veri setlerinin olduğu gibi regresyon analizine tabi tutulması sonucu ikinci derecen regresyon tekniği ile NTKSS tahmin modelinin performans değerlerinin yüksek çıktığı görülmektedir. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,78 değerinde, hataların kareleri ortalaması değeri 280 790 değerinde ve ortalama yüzde hatası %6,03 oranında çıktığı görülmektedir.

Aynı bağımsız değişkenlerin veri setlerinin logaritması alınarak oluşturulan tahmin modellerinde en iyi performans değerini veren modelin yine NTSTKSS olduğu görülmektedir. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,86 oranında hataların karesi ortalaması değeri 154 177 değerinde ve yüzde hataların ortalaması değeri %5,02 oranında çıktığı görülmektedir. Logaritmik değerler ile oluşturulan modelin daha düşük hata oranı ile daha iyi sonuca ulaştığı görülmektedir.

Nüfus, taşıt sayısı, taşıt kilometre ve sürücü sayısı değişkenleri ile YSA tekniği kullanılarak iki yöntemle ölü sayısı tahmin modelleri oluşturulmuştur.

Bunlardan birincisi modellerin eğitim ve test veri aralıklarının tarafımızca belirlenmiş olan tahmin modelleridir. Bu teknik ile YSA ile yapılan tüm modeller arasında TKSS modelinin performans değerleri diğer modellere göre daha yüksek çıktığı görülmüştür. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,91 oranında çıktığı görülmektedir. Hataların karesi ortalaması değeri ise 90 365 değerinde ve yüzde hataların ortalaması değeri ise %4,58 oranında çıktığı görülmektedir.

İkinci teknik olarak modellerin eğitim ve test sürecinin veri aralıkları Matlab programı tarafından rastgele olarak belirlenmektedir. Bu yöntem ile yapılan analizler sonunda TKSS modelinin diğer modellere göre performans değerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu modelin korelasyon katsayısı 0,95 değerinde, hataların kareleri ortalaması değeri ise 101 223 değerinde çıktığı görülmektedir. Modelin yüzde hatalarının ortalaması değeri ise %3,66 değerinde çıktığı görülmektedir.

Regresyon ve yapay sinir ağları teknikleri ile oluşturulan ölüm sayısı tahmin modelleri karşılaştırıldığında YSA ile yapılan modellerin trafik değişkenleri ile oluşturulan TKSS modelinin performans değerlerinin NTSTKSS ve NTKSS modellerine göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. Bu durum YSA metodunun Türkiye verilerindeki dalgalanmaları daha iyi yakaladığı ve kolay çözüme giden güçlü bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Böylece, daha önce birçok araştırmacı tarafından kabul edilen (Smeed, Jacobs) logaritmik regresyon metodu taşıt sayısı, sürücü sayısı, taşıt kilometre değişkenleri ile geliştirilerek daha iyi sonuçlara ulaşılmasına rağmen, YSA daha uygun bir alternatif yöntem olarak görülmektedir. Belki logaritmik regresyon ile YSA'nı birbirine alternatif olarak görmekten ziyade, birbirini tamamlayıcı olarak kullanmak daha iyi sonuçlar çıkarmaktadır. Kullanılacak değişkenlerin etkilerinin logaritmik regresyon ile tanımlandırılması ve YSA metodunun kullanılması için ön hazırlık olarak düşünülmesi daha iyi olabilmektedir.

Sonsöz olarak, trafik kazalarında meydana gelen ölüm sayısının tahmininde toplumsal bir değişken yerine trafik değişkeni ve trafikteki hareketliliği ifade eden değişkenlerin kullanılması ile YSA metodunda daha iyi sonuçlar elde edilmesi daha sonraki

çalışmalarda trafik değişkenlerinin daha etkin kullanımı için teşvik edici bir özellik taşıdığı söylenbilir.

KAYNAKLAR

- Abdelwahab, H.T., Abdel-Aty, M.A., 2001. **Development of ANN Models to Predict Driver Injury Severity in Traffic Accidents at Signalized Intersections, Transport. Res. Rec.**, 1746, 6-13
- Adams, J., 1985. Smeed's Law, Seat Belts, and The Emperor's New Clothes. **Human Behavior and Traffic Safety**, 193-257.
- Akgüngör, A. P. ve Doğan, E., 2008. Smeed ve Andreassen kaza modellerinin Türkiye uygulaması: Farklı senaryo analizleri. **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.** 23, 4, 821-827
- Andreassen, D., 1985. Linking Deaths with Vehicles and Population. **Traffic Engineering and Control**, 26, 11, 547-549.
- Anonim, 2009., Ulaşım ve trafik politikalarında planlama gerekliliği raporu. <http://www.gencmuhendis.org>
- Cybenko, G., 1989. Approximation by superpositions of sigmoidal function. **Mathematics of Control, Signals, and Systems**, 2, 303.314.
- Delen, D., Sharda, R., Bessonov, M., 2006. Identifying significant predictors of injury severity in traffic accidents using a series of ANNs. **Accid. Anal. Prev.** 38 (3), 434-444.
- Doğan, E., 1997. **Regresyon analizi ve yapay zeka yaklaşımı ile Türkiye ve bazı büyük illeri için trafik kaza tahmin modelleri.** Yüksek Lisans Tezi., Kırıkkale Üniversitesi, 106 s, Kırıkkale.
- Erdem, M., 2006. **Karayollarında trafik kazalarının önlenmesi için geliştirilen araç teknolojilerinin incelenmesi.** Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 88 s, Ankara.
- EGM, 2009. Emniyet Genel Müdürlüğü., www.egm.gov.tr
- Fouracre, P.R., Jacobs, G.D., 1977. Further research on road accident rates in developing countries. **TRRL Supplementary Report 270. Crowthorne: Transport Research Laboratory.**
- Gharaybeh, F.A., 1994. Application of Smeed's formula to assess development of traffic safety in Jordan, **Accident Analysis and Prevention**, 26(1), 113.
- Hornik, K., Stinchcombe, M., White, H., 1989 .Multilayer feedforward networks are universal approximators.. **Neural Networks**, 2, 359.366
- Hoşkal, D., 2006. **2003-2004 Yıllarında Diyarbakır ilinde meydana gelen yaralanmalı yaya kazalarının incelenmesi.** Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 90 s, Ankara.
- Jacobs, G.D., Hards, W.A., 1978. Further research on accident rates in developing countries (second report). TRRL Supplementary Report 434. **Crowthorne: Transport Research Laboratory.**

- Jacobs, G.D., Palmer, C.J., 1996. Road safety in the emerging nations. **Intertraffic Middle East '96 Safety Symposium.**
- Karabey, A. L., 2006. **2004 içinde meydana gelen trafik kazalarından 14 yaş ve altı çocukların etkilenmelerinin incelenmesi.** Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 59 s, Ankara.
- Jacobs, G., Aeron-Thomas, A., Astrop, A., 2000. Estimating global road fatalities, **Copyright Transport Research Laboratory, ISSN 0968-4107.**
- Karayiannis, N.B., Venetsanopoulos, A.N., 1993. ANNs: Learning Algorithms. Performance Evaluation and Applications. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- KGM, 2009. Karayolları Genel Müdürlüğü **Planlama Fen Heyeti.**
- Korkmaz, Y., 2005. **Türkiye Karayollarında meydana gelen trafik kazalarının çoklu regresyon analizi ile modellenmesi.** Yüksek Lisans Tezi., Kırıkkale Üniversitesi, 76 s, Kırıkkale.
- Leeming, J.J., 1976. Comparing International Road Accident Deaths. **AGARD Conference Proceedings**, 41, 1761, 15-17.
- MATLAB, 2009. Neural Network Toolbox. The MathWorks Inc., **Natick, MA.**
- Mirasyedi, F., 2006. **Mevsimlerin Türkiye'deki trafik kazalarını etkisinin incelenmesi ve kaza tahmin modelleri.** Yüksek Lisans Tezi., Kırıkkale Üniversitesi, 85 s, Kırıkkale.
- Özdamar, K., 2004. **Paket programlar ile istatistiksel veri analizi, cilt 2.** Kaan kitap evi, 528 s, Eskişehir.
- Özkan, M., 2006. **Trafik kazalarının analizinde çoklu doğrusal olay analiz metodunun kullanımı.** Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 80 s, Ankara.
- Pande, A., Abdel-Aty, M., 2006. Assessment of freeway traffic parameters leading to lane-change related collisions. **Accident Analysis and Prevention**. 38, 936–948.
- Pitsiava-Latinopoulou M., Tsohos, G., 1982. The application of smeed's equation for road accidents in Greece. **Accident Analysis and Prevention**, 14(1), 1-6.
- Perktaş, M. S., 2007. **Türkiye'de trafik kazalarının karıştığı traktör kazalarının değerlendirilmesi.** Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 75 s, Ankara.
- Riviere, C., Lauret, P., Manicom Ramsamy, J.F., Page, Y., 2006. A Bayesian Neural Network approach to estimating the Energy Equivalent Speed. **Accident Analysis and Prevention**, 38, 248-259.
- Sebetçi, Ö., 2002. **Araç lastikleri ve trafik kazalarında lastiğin yeri ve önemi.** Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 86 s, Ankara.

- Smeed, R.J., 1949. Some statistical aspects of road safety research. **Journal of Royal Statistical Society Series A** 112, 1–34.
- Söylemezoğlu, T., 2006. **Coğrafi bilgi sistemleri ile trafik kazalarının analizi: Ankara örneği**. Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 105 s, Ankara.
- Silvak, M., 1983. Society's aggression level as a predictor of traffic fatality rate. *Journal of Safety Research* 14, 93–99.
- Şay, S., 2007. **ABS fren sisteminin kazalara etkisinin istatistiksel analizi**. Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 125 s, Ankara.
- Şentürk, M., 2006. **Türkiye’deki ticari araçların trafik kazalarına etkileri**. Yüksek Lisans Tezi., Gazi Üniversitesi, 145 s, Ankara.
- Tekinsav, S., 2000. **Sürücü davranışlarının incelenmesi**. Yüksek Lisans Tezi., Ege Üniversitesi., 84 s, İzmir.
- TÜİK, 2008. Trafik kaza istatistikleri. <http://www.tuik.gov.tr>
- Yüksel, S., 2003. **Türkiye’de kent içi karayolu güvenliği üzerine bir araştırma**. Yüksek Lisans Tezi., Balıkesir Üniversitesi, 111 s, Balıkesir.
- WHO, World Health Organisation., 2004. World Report on Road Traffic Injury Prevention, Chapter 3 “Risk Factors”, Geneva. www.who.int/world-healthday/2004/infomaterials/world_report/en/

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında büyük bir titizlik, sabır ve özveriyle bana destek olan, yol gösteren ve iyi bir bilimsel çalışma ortamı sağlayan danışman sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Ömer Faruk CANIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında manevi desteklerini esirgemeyen Ilgın İnş. A.Ş. Genel Müdür'ü Latif ÇAKMAK ve Genel Koordinatör Murat DÜŞÜNÜR ile tüm iş arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında manevi desteğini esirgemeyen hayatımın her aşamasında bana destek olan aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Adana'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi Şanlıurfa'da tamamladım. 2003 yılın da girdiğim Mustafa Kemal Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümünden 2007 yılında İnşaat Mühendisi unvanıyla mezun oldum. Aynı yıl Ilgın İnş. AŞ. bünyesinde göreve başladım. Şubat 2008 tarihinden itibaren Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ulaştırma Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladım. Halen Ilgın İnş. AŞ. bünyesinde görev yapmaktayım.